



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

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

**TEMA:**

**“DISEÑO DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS PARA  
LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAMISETAS DE ALGODÓN  
CONFECCIONADAS EN LA EMPRESA MEGASPORT”**

**AUTORA: ANDREA POLETH BARRIONUEVO MONTENEGRO.**

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

**IBARRA – ECUADOR**

**2016**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	<b>DE</b>	100239613-1	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	<b>Y</b>	Barrionuevo Montenegro Andrea Poleth	
<b>DIRECCIÓN:</b>		Salinas 7-36 y Pedro Moncayo	
<b>EMAIL:</b>		<a href="mailto:apbarrionuevom@utn.edu.ec">apbarrionuevom@utn.edu.ec</a>	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0992560280

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	DISEÑO DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAMISETAS DE ALGODÓN CONFECCIONADAS EN LA EMPRESA MEGASPORT
<b>AUTOR:</b>	Andrea Poleth Barrionuevo Montenegro
<b>FECHA:</b>	Noviembre 2016

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, ANDREA POLETH BARRIONUEVO MONTENEGRO, con cédula de identidad Nro. 100239613-1, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **3. CONSTANCIAS**

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

En la ciudad de Ibarra, Noviembre 2016



Andrea Poleth Barrionuevo Montenegro  
C.I. 100239613-1



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, ANDREA POLETH BARRIONUEVO MONTENEGRO, con cédula de identidad Nro. 100239613-1, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“DISEÑO DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAMISETAS DE ALGODÓN CONFECCIONADAS EN LA EMPRESA MEGASPORT”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO INDUSTRIAL en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

En la ciudad de Ibarra, Noviembre 2016

**AUTORA:**

  
Andrea Poleth Barrionuevo Montenegro  
C.I. 100239613-1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DECLARACIÓN**

Yo, Andrea Poleth Barrionuevo Montenegro, con cédula de identidad Nro. 100239613-1, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema : **“DISEÑO DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAMISETAS DE ALGODÓN CONFECCIONADAS EN LA EMPRESA MEGASPORT”**, corresponde a mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. Además a través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

**AUTORA:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Andrea Poleth Barrionuevo Montenegro", is written over the printed name.

Andrea Poleth Barrionuevo Montenegro  
C.I. 100239613-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CERTIFICACIÓN DEL ASESOR**

En mi calidad de Director de Trabajo de Grado presentado por la egresada ANDREA POLETH BARRIONUEVO MONTENEGRO, para optar el título de INGENIERO INDUSTRIAL, cuyo tema es **“DISEÑO DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAMISETAS DE ALGODÓN CONFECCIONADAS EN LA EMPRESA MEGASPORT”**, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, Noviembre 2016

ING. MARCELO VACAS, MSC.  
DIRECTOR DE TRBAJO DE GRADO

## DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico con todo mi corazón a la memoria de mi abuelita , a mis padres Luis y Tere, a mis tíos Wilson, Armando, Rubén, Xavier, Isidro, Diego, que han sido mi apoyo incondicional en todo el trayecto de mi vida, y que gracias a ellos he podido cumplir esta meta.*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer a todas las personas que han estado apoyándome incondicionalmente a lo largo de mi vida, que han estado conmigo en las buenas y en las malas, entre ellas mi abuelita (+) que ha estado pendiente, y siempre ha estado dispuesta ayudarme, apoyarme en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida.*

*Un agradecimiento especial a mi tío Diego Montenegro, que ha sido un pilar fundamental en mi vida para alcanzar esta meta, gracias a ti por estar pendiente de mí siempre.*

*A mis padres Luis y Tere que han sabido guiarme por el camino del bien y me han ayudado a no desfallecer pese a las adversidades de la vida.*

## ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	II
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	II
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD .....	III
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO .....	IV
DECLARACIÓN .....	V
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO .....	VIII
ÍNDICE.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	XIV
RESUMEN .....	XV
ABSTRACT .....	XVI
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Problema.....	1
1.3 Objetivo general. ....	2
1.3.1 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Justificación.....	2
1.5 Alcance.....	3
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>4</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 Control estadístico de procesos .....	4
2.1.1 Ventajas del control estadístico.....	4
2.2 Calidad .....	5
2.2.1 Evolución del control de calidad.....	6
2.3 Variación de los procesos.....	8
2.3.1 Variabilidad.....	9
2.3.1.1 Causas comunes .....	10
2.3.1.2 Causas especiales .....	10
2.4 Herramientas estadísticas de SPC .....	11
2.4.1 Diagrama Pareto.....	11

2.4.2 Brainstorming.....	12
2.4.3 Diagrama de causa y efecto.....	13
2.4.4 Hoja de comprobación .....	13
2.4.5 Diagrama de flujo.....	13
2.4.6 Histograma .....	13
2.4.7 Hoja de verificación .....	13
2.5. Muestreo .....	14
2.5.1 Población.....	14
2.5.2 Nivel de confianza.....	14
2.5.3 Muestreo Sistemático .....	15
2.6 Capacidad de proceso.....	15
2.6.1 Índices de capacidad para procesos.....	15
2.7 Cartas de control.....	17
2.7.1 Cartas de control por atributos .....	18
2.7.1.1 Carta de control p .....	19
2.7.1.2 Límites de la carta p .....	19
2.7.1.3 Interpretación de los límites de control .....	19
2.7.1.4 Carta de control NP .....	20
2.7.1.5 Límites de la carta NP .....	20
2.7.1.6 Interpretación de los límites de control de la carta NP .....	20
2.7.1.7 Carta C.....	20
2.7.1.8 Carta U .....	21
2.7.1.9 Carta U con límites variables .....	22
2.7.2 Cartas de control para variables .....	23
2.7.2.1 Cartas de control $\bar{X} - R$ .....	24
2.7.2.1.1 Límites de control de la carta $\bar{X}$ .....	24
2.7.2.1.2 Límites de control de la carta - R .....	25
2.8 Diagrama Ishikawa.....	27
2.9 AMEF.....	27
2.10. Metodología PHVA.....	27
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>29</b>
<b>3. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>29</b>
3.1. Planificar (FASE I).....	29
3.2 Hacer (FASE II) .....	30
3.2.1 Diseño del Muestreo.....	30

3.2.2 Índices de Capacidad.....	32
3.2.3 Cartas de control.....	35
3.3 Verificar (FASE III).....	36
3.4 Actuar (FASE IV).....	36
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>37</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....</b>	<b>37</b>
4.1 Situación actual (FASE I).....	37
4.1.1 Razòn Social.....	37
4.1.2 Objeto de la empresa.....	37
4.1.3 Gerente Propietario.....	37
4.1.4 Ubicación.....	37
4.1.5 Teléfonos.....	38
4.1.7 Misión.....	39
4.1.8 Visión.....	39
4.1.9 Macro Proceso.....	40
4.1.10 Diagrama SIPOC del proceso.....	41
4.1.11 Descripción del proceso:.....	42
4.1.12 Brainstorming.....	43
4.1.13 Hoja de verificación.....	45
4.1.14 Diagrama Pareto.....	46
4.1.15 Síntesis del diagnóstico situacional.....	47
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>48</b>
<b>5. Presentación y análisis de resultados (FASE II).....</b>	<b>48</b>
5.1 Muestreo.....	48
5.2 Presentación de datos.....	49
5.2.1 Dimensiones Largo de camiseta.....	49
5.2.2 Dimensiones par el ancho de la camiseta.....	52
5.3 Análisis e interpretación de resultados.....	54
5.3.1 Test de normalidad para largo de camiseta.....	54
5.3.2 Test normalidad para el ancho de la camiseta.....	55
5.3.3 Índices de capacidad.....	56
5.3.3.1 Métricas de capacidad corto y largo plazo para el largo de la camiseta.....	57
5.3.3.2 Métricas de capacidad Six Sigma para el largo de la camiseta.....	60
5.3.3.3 Métricas de capacidad corto y largo plazo para el ancho de la camiseta.....	63
5.3.3.4 Métricas de capacidad Six Sigma para el ancho de la camiseta.....	66

5.5 Cartas de control.....	68
5.5.1 Cartas $X - R$ para el largo de la camiseta.....	68
<b>A. Análisis de Medias <math>X</math></b> .....	69
<b>B. Análisis de rangos <math>R</math></b> .....	72
5.5.2 Cartas $X - R$ para el ancho de la camiseta .....	72
<b>A. Análisis de Medias <math>X</math></b> .....	73
<b>B. Análisis de Rangos <math>R</math></b> .....	76
5.6 Discusión de resultados.....	77
5.7 Estudio R&R .....	77
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>82</b>
<b>6. PROPUESTA.....</b>	<b>82</b>
6.1 AMEFF.....	83
6.2 Plan Piloto (FASE III).....	85
6.2.1 Muestreo del proceso ajustado .....	85
6.2.2 Presentación de datos con el proceso ajustado.....	85
6.2.3 Comparación de la capacidad del proceso a corto plazo.....	88
A. Largo de las camisetas .....	88
B. Ancho de las camisetas .....	92
6.2.4 Comparación de cartas de control .....	94
A. Largo de las camisetas .....	94
B. Ancho de las camisetas .....	95
6.3 MANUALES DE PROCEDIMIENTOS (FASE IV).....	96
6.3.1. Manual de procedimientos para el tendido de tela.....	96
6.3.2 Manual de procedimientos para el corte de tela.....	96
6.3.3 Manual de procedimientos para la confección de las camisetas de algodón .96	
6.3.4 Manual de control de calidad para el proceso de confección de camisetas deportivas. ....	96
CONCLUSIONES .....	97
RECOMENDACIONES.....	97
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>102</b>
ANEXOS A: TABLAS DE CÁLCULO .....	102
ANEXOS B: MANUALES DE PROCEDIMIENTOS .....	107
ANEXOS C: FOTOS.....	165

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fases de la Gestión de Calidad.....	6
Tabla 2 Descripción de Índices de capacidad .....	16
Tabla 3 Criterios para la selección de cartas de control por atributos.....	22
Tabla 4 Comparación de las cartas de control “por variables vs Atributos”.....	26
Tabla 5 Cartas de control por atributos .....	26
Tabla 6 Índices de capacidad .....	32
Tabla 7 Brainstorming.....	43
Tabla 8 Hoja de verificación para defectos.....	45
Tabla 9 Frecuencia de Defectos encontrados en el Producto.....	46
Tabla 10 Dimensiones para camisetas talla 38.....	48
Tabla 11 Muestreo para el largo de la camiseta .....	49
Tabla 12 Muestreo para el ancho de la camiseta.....	52
Tabla 13 Métricas de capacidad de corto y largo plazo para el largo de las camisetas.....	58
Tabla 14 Métricas de capacidad Six Sigma para el largo de camisetas .....	60
Tabla 15.- Métricas de capacidad de corto y largo plazo para el ancho de las camisetas.....	63
Tabla 16 Métricas de capacidad de corto y largo plazo para el ancho de las camisetas.....	64
Tabla 17 Métricas de capacidad Six Sigma para el ancho de las camisetas.....	66
Tabla 18 Mediciones para estudio R&R.....	78
Tabla 19 Muestreo para el largo de las camisetas con mejoras en el proceso.....	85
Tabla 20 Muestreo del proceso ajustado para el ancho de las camisetas.....	87
Tabla 21 Comparación de los principales índices de capacidad largo de las camisetas.....	89
Tabla 22 Comparación de índices de capacidad para el ancho de las camisetas.....	92
Tabla 23 Procedimientos para el tendido de tela.....	111
Tabla 24 Cuatro puntos .....	114
Tabla 25 Tabla I.T.....	114
Tabla 26 Procedimientos para el corte de tela .....	119
Tabla 27 Procedimientos para la confección de una camiseta.....	127
Tabla 28 Procedimiento para realizar un muestreo .....	143
Tabla 29 Procedimientos para la verificación de defectos .....	154
Tabla 30 Procedimiento para determinar la variabilidad de tallas en camisetas .....	161

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.-</b> Satisfacción del cliente - Factores críticos. ....	8
<b>Ilustración 2.-</b> Factores de variabilidad de un proceso. ....	10
<b>Ilustración 3.-</b> Ejemplo de Diagrama Pareto.....	12
<b>Ilustración 4.-</b> Idea y elemento de una carta de control.....	18
<b>Ilustración 5.-</b> Carta de control para medias y rangos .....	25
<b>Ilustración 6.-</b> Amplitud y variabilidad de los procesos .....	25
<b>Ilustración 7.-</b> Diagrama Pareto para frecuencia de defectos .....	46
<b>Ilustración 8.-</b> Test de normalidad para el largo de la camiseta.....	55
<b>Ilustración 9.-</b> Test de normalidad para el ancho de la camiseta. ....	56
<b>Ilustración 10.-</b> Métricas de capacidad para el largo de las camisetas.....	57
<b>Ilustración 11.-</b> Métricas de capacidad Six Sigma para el largo de las camisetas .....	60
<b>Ilustración 12.-</b> Métricas de capacidad Six Sigma para el ancho de la camiseta. ....	66
<b>Ilustración 13.-</b> Carta de control para medias y rangos del largo de la camiseta.....	69
<b>Ilustración 14.-</b> Carta de control para el ancho de las camisetas. ....	73
<b>Ilustración 15.-</b> Estudio de repetitividad y reproducibilidad para variabilidad de tallas. ....	79
<b>Ilustración 16.-</b> R&R informe resumen .....	80
<b>Ilustración 17.-</b> Índices de capacidad para el proceso ajustado. ....	88
<b>Ilustración 18.-</b> Índices de capacidad para el ancho de las camisetas con el proceso ajustado. 92	
<b>Ilustración 19.-</b> Largo de las camisetas para el proceso ajustado. ....	94
<b>Ilustración 20.-</b> Ancho de las camisetas para el proceso ajustado. ....	95
<b>Ilustración 21.-</b> Tab AQL .....	150

## RESUMEN

La presente investigación surgió de la necesidad de mejorar la calidad en uno de los productos estrellas de la empresa “MEGASPORT” que son las camisetas de algodón, para lo cual se diseñó un control estadístico de procesos en la línea de producción de las camisetas para mejorar la capacidad del proceso y por ende incrementar la calidad de este producto.

Mediante la recopilación de información para fundamentar teóricamente, se analizó la importancia del control estadístico en los procesos para mejorar la calidad mediante herramientas útiles, con el fin de detectar los principales problemas que interferían en la calidad de las camisetas de algodón.

Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa y sus procesos, aplicando las herramientas del control estadístico, lo que permitió determinar que uno de los problemas más frecuentes era la variabilidad de tallas que presentaban las camisetas, por lo cual eran vulnerables a reclamos y devoluciones por parte de los clientes.

Mediante el respectivo análisis de la problemática se procedió a realizar un muestreo sistemático a las medidas de la camiseta que presentaba variabilidad: el largo y ancho, con la recopilación de estos datos se realizó el cálculo de las métricas seis sigma, dando como resultado que el proceso era deficiente.

Para llevar a cabo las acciones de mejora se aplicó la metodología PHVA la cual permitió seguir un orden jerárquico de las actividades que se debían establecer y así se realizó las propuestas de mejoras correspondientes en la línea de producción

Se realizó manuales de procedimientos en los procesos que eran vulnerables a los problemas de calidad con respecto a la variabilidad de tallas que fueron: tendido, corte, confección, con la elaboración de dichos manuales se llevó a cabo un plan piloto durante un mes para verificar si la aplicación de estos daban resultados positivos, para esto se realizó un nuevo muestreo sistemático a las medidas mencionadas anteriormente y el respectivo cálculo de las métricas seis sigma, esto permitió determinar que se redujo la variabilidad del proceso comparando con las cartas de control de la situación actual y el plan piloto.

## **ABSTRACT**

This research arose from the need to improve the quality of the products star of the company "MEGASPORT" which are cotton shirts, for which a statistical process control was designed in the production line of T-shirts to improve process capability and thus increase the quality of this product.

By collecting information to substantiate theoretically the importance of statistical control processes analyzed to improve quality through useful tools in order to identify the main problems that interfere in the quality of cotton shirts.

A diagnosis of the current situation of the company and its processes are performed, applying the tools of statistical control, which allowed us to determine that one of the most common problems was the variability in sizes presented sweatshirts, so they were vulnerable to claims and returns from customers.

By the respective analysis of the problem was carried out a systematic sampling measures the shirt that showed variability: long and wide, with the collection of these data calculating metrics Six Sigma is performed, resulting in the process was poor.

To carry out actions to improve the PDCA methodology was applied which allowed follow a hierarchy of activities should be established and so the proposals made corresponding improvements in the production line

operating procedures were performed in the processes that were vulnerable to quality problems with regard to the variability of sizes were lying, cutting, sewing, with the development of these manuals was carried out a pilot plan for a month to verify if the application of these gave positive results for this new systematic sampling to the above measures and the respective calculation of the metric six sigma was made, this allowed us to determine that the process variability was reduced compared to the cards control current situation and the pilot plan.

# CAPITULO I

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Introducción

“MEGASPORT” es una empresa con más de cinco años de experiencia en la confección de ropa deportiva, con el pasar del tiempo la competitividad del mercado, la falta de organización y planificación de sus actividades, ha permitido que la calidad de sus productos se vean afectados, dando como resultado inconformidad de los clientes y pérdida de fidelidad de estos.

Por esta razón este estudio estará orientado a realizar un análisis de la situación actual de la empresa, conociendo su proceso productivo y estableciendo cuales son los puntos de mayor importancia y considerados como críticos, y de esta manera elaborar un plan de mejora que tenga como resultado agilizar de manera eficiente, los diferentes métodos de trabajo que afectan de manera directa en la confección de las camisetas de algodón

Para la realización del presente estudio se han aplicado un control estadístico de procesos para incrementar la calidad de uno de sus productos estrellas que son las camisetas de algodón, lograr de esta manera la satisfacción de los clientes a través del cumplimiento de sus requisitos.

### 1.2 Problema

A través de visitas técnicas a la empresa se ha podido evidenciar por medio de la observación a los procesos y la entrevista con el gerente general de la organización que el producto estrella “camisetas deportivas de algodón” presenta problemas de calidad, incumpliendo los requisitos del cliente, provocando insatisfacción y a su vez elevando los costos de la calidad al tener quejas y devoluciones que se registran en aproximadamente como el 9% del total de su producción. Esta problemática requiere adoptar medidas urgentes de mejora referentes a la calidad, ya que esta situación ha ido empeorando con el tiempo y sus clientes han disminuido debido a las inconformidades presentadas en la adquisición de este producto.

La empresa no cuenta con procedimientos adecuados basados en las normas técnicas de confección, no existen adecuados controles de calidad que garanticen estabilidad en las características demandadas del producto, ni planificación al momento de realizar sus actividades.

El propósito de esta investigación es generar propuestas que permitan solucionar y mejorar la calidad de la línea de producción de camisetas de algodón confeccionados en la empresa MEGASPORT determinando las causas que degeneran la calidad ofertada.

### **1.3 Objetivo general.**

Diseñar un control estadístico sobre la base de la situación actual para proponer mejoras que incrementen la calidad de las camisetas de algodón confeccionadas en la empresa “MEGASPORT”.

#### **1.3.1 Objetivos Específicos.**

- Fundamentar teóricamente el control estadístico de procesos para conocer los métodos a utilizarse en la línea de producción en “MEGASPORT”
- Diagnosticar el ambiente interno y externo de la empresa “MEGASPORT” para conocer la situación actual de la empresa.
- Establecer propuestas de mejora aplicando metodología PHVA en la línea de producción de camisetas de algodón confeccionadas en la empresa “MEGASPORT”

### **1.4 Justificación.**

El planteamiento de diseñar un control estadístico de procesos en la línea de producción de camisetas de algodón confeccionadas en la empresa “MEGASPORT” se justifica debido a que en la actualidad las empresas deben brindar y ofrecer servicios de calidad como lo dispone el Plan Nacional del Buen Vivir (2013 – 2017) en el objetivo 1:

1.2 b) *“Implementar modelos de prestación de servicios públicos territorializados con estándares de calidad y satisfacción de la ciudadanía”.*

De igual manera se busca optimizar los recursos a través de las mejoras propuestas establecidas en literal 1.2f, donde se establece:

*“Mejorar continuamente los procesos, la gestión estratégica y la aplicación de tecnologías de información y comunicación, para optimizar los servicios prestados”,* razón por la cual la investigación debe ponerse en marcha para que la empresa “MEGASPORT” cumpla con lo estipulado en el PNBV.

El beneficiario directo de esta investigación será la empresa ya que se logrará establecer un control de calidad a través de métodos estadísticos que consigan reducir la variabilidad en las camisetas talla 38 deportivas y por lo tanto reducir el desperdicio de

material utilizado en este producto. Asimismo, los beneficiarios indirectos serán los consumidores finales que gozaran de productos estandarizados e iguales entre sí, garantizando la eficiencia y el cumplimiento de las especificaciones requeridas.

La importancia de implementar un control estadístico de procesos, radica al servir como plataforma para desarrollar desde el interior de la empresa, mejoras de los procesos y procedimientos encaminados a lograr que las características presentes en el producto, cumplan con los requisitos exigidos por el cliente y se encuentren dentro de las tolerancias dadas por la normativa referente a confecciones, es decir, tenga calidad, para así sostener la fidelidad de los usuarios de la empresa y mejorar la cartera de clientes.

La posibilidad de desarrollar la investigación con los recursos que posee la empresa ha sido acogida de manera positiva, de manera que la investigación será puesta en marcha con el apoyo humano, económico y tecnológico que dispone la organización.

Este proyecto generará impactos positivos ya que la empresa tomará conciencia sobre las ventajas de ofrecer productos de calidad y asegurará la permanencia en el mercado al aumentar su rentabilidad económica. También con las ventajas obtenidas centraran sus esfuerzos hacia el cumplimiento de las exigencias del cliente y no en el precio del producto.

### **1.5 Alcance**

El estudio se enfoca en la línea de camisetas deportivas de algodón talla 38 unisex, analizando las dimensiones correspondientes al largo y el ancho, a través de herramientas del control estadístico para generar propuestas de mejora en torno la variabilidad de tallas.

## CAPITULO 2

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Control estadístico de procesos

El control estadístico de procesos (en inglés *statistical process control*, SPC) implica el uso de métodos estadísticos para valorar y analizar las variaciones en un proceso. Los métodos SPC incluyen simplemente llevar registros de los datos de la producción, histogramas, análisis de capacidad de procesos y diagramas de control. (GROOVER, 1997)

El control y mejora de los procesos con la utilización de herramientas estadísticas es un método de mejora continua de la calidad a partir de la reducción sistemática de la variación de aquellas características que más influyen en la calidad de los productos o servicios, mediante el seguimiento, control y mejora de los procesos.

Con los métodos tradicionales como las revisiones de azar, inspecciones al final de la línea, la adecuación del producto o servicio a las necesidades y exigencias del cliente está asociada a la actividad de evaluación del producto terminado para separar las unidades que no cumplen tales exigencias.

El control y mejora de los procesos es una actividad enfocada hacia la prevención y, por lo tanto, los gastos que implican su implementación más que un costo son una buena inversión. (Bario, pág. 15)

##### 2.1.1 Ventajas del control estadístico

Según (Borrego, 2010, pág. 4) las ventajas del control estadístico son:

- Localiza los sectores responsables de la administración, desde el momento en que se establecen medidas correctivas.
- Identificar en la muestra inicial del proceso las observaciones atípicas, a fin de excluirlas una vez detectadas las causas asignables y no tomarlas en consideración para estimar los parámetros del proceso.
- Detectar a tiempo anomalías en el proceso, tanto por corrimientos de la media, como incrementos en la desviación por encima de sus límites naturales, para impedir la producción de piezas fuera de especificación

- La mayor ventaja es detectar un deterioro no deseado del proceso. El deterioro puede obedecer a múltiples causas. Es fácil detectar y ajustar el tipo de deterioro que pasa a uno de otro nivel.

Son múltiples las ventajas que se puede obtener al realizar un control estadístico de procesos en la línea de producción de la empresa “MEGASPORT” sobre todo incrementar la calidad de sus productos, a través de las correcciones que se deben realizar a las deficiencias arrojadas por este método.

## **2.2 Calidad**

Es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. (ICONTEC, 2006, pág. 9).

Desde el punto de vista de los clientes, las empresas y organizaciones existen para proveer un producto material o inmaterial, un bien o un servicio, ya que ellos necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas. Estos productos son resultado de un proceso, el cual es un conjunto de actividades entrelazadas o interrelacionadas que reciben determinados insumos (entradas) que son transformados en un resultado (salidas) o en un producto. (Humberto Gutierrez Pulido, 2009)

Un proceso está conformado por varias etapas o subprocesos, mientras que los insumos incluyen sustancias, materiales, productos o equipos. Los resultados pueden ser un producto en sí o alguna modificación de los insumos, que a su vez será un insumo para otro proceso. Las variables de salida, es decir, las características de calidad o variables de respuesta, las Y, son las variables en las que se reflejan los resultados obtenidos en el proceso. A través de los valores que toman estas variables se evalúa la eficacia del proceso; por ello, al analizarlas se estará escuchando la “voz” de éste. Algunos ejemplos de estas variables que son específicas para cada tipo de producto y proceso son: dimensiones (longitud, espesor, peso, volumen); propiedades físicas, químicas o biológicas; características superficiales, propiedades eléctricas, sabor, olor, color, textura, resistencia, durabilidad, etcétera.

Una exigencia fundamental de los clientes es que los productos sean de calidad. Con respecto a esta característica existen varias definiciones; por ejemplo, Juran sostiene que: “Calidad es que un producto sea adecuado para su uso”. Así, la calidad consiste en

la ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente; mientras que de acuerdo con la definición de la American Society for Quality (ASQ), “calidad es la totalidad de detalles y características de un producto o servicio que influye en su capacidad para satisfacer necesidades dadas”. (Humberto Gutierrez Pulido, 2009, pág. 4)

La calidad en si es la satisfacción del cliente con respecto al producto o servicio que este adquirió, en el cual se cumplen sus expectativas y este queda satisfecho. Las expectativas son generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio del producto, la publicidad, la tecnología, la imagen de la empresa, etc.

Se dice que hay satisfacción cuando el cliente percibe del producto o servicio al menos lo que esperaba. 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. Se es más competitivo cuando se ofrece mejor calidad a bajo precio y mediante un buen servicio. (Humberto Gutierrez Pulido, 2009, pág. 5)

### 2.2.1 Evolución del control de calidad

**Tabla 1 Fases de la Gestión de Calidad**

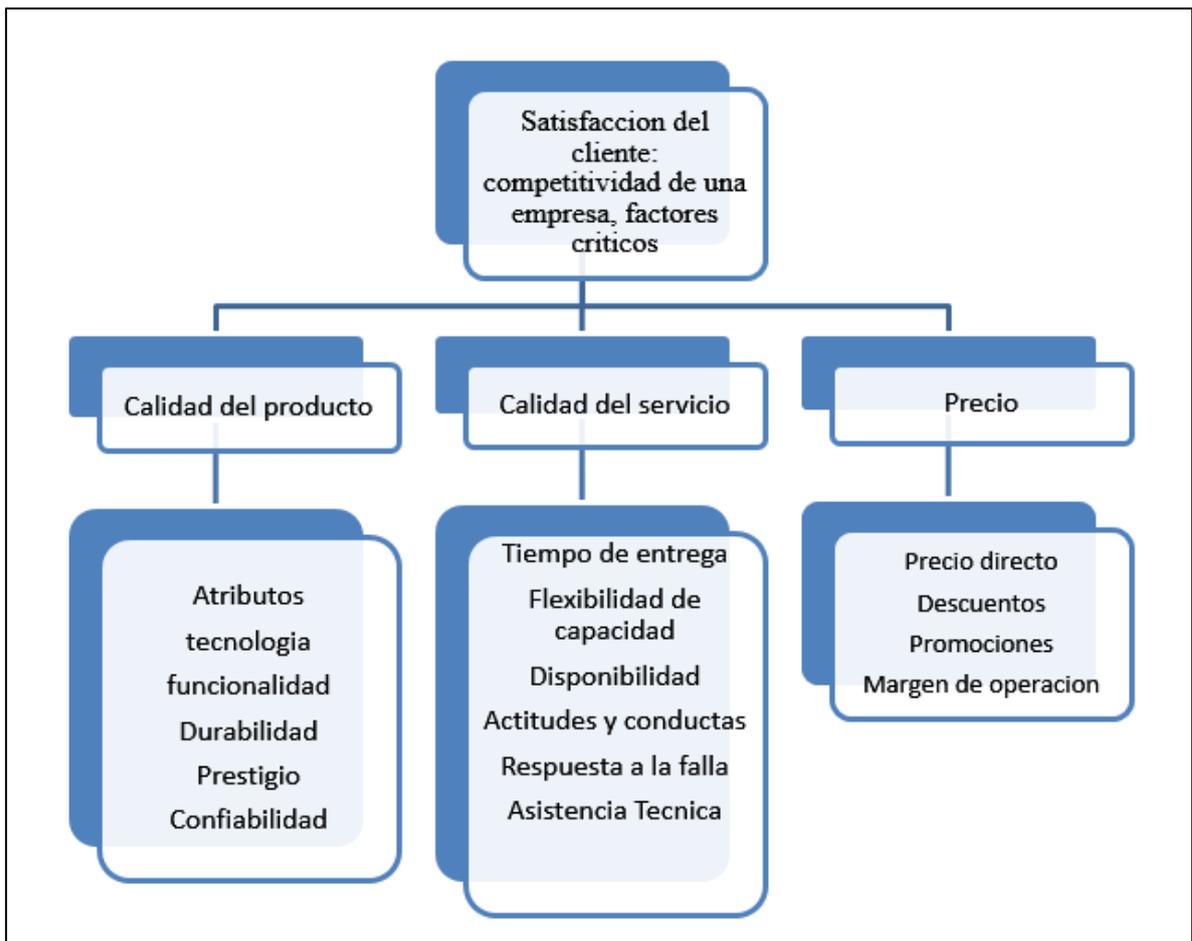
<b>FASES DE LA GESTIÓN DE CALIDAD</b>			
<b>Indicadores de calidad</b>	<b>1er Fase CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>2da Fase ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</b>	<b>3ra Fase GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL</b>
Finalidad principal	Conseguir la conformidad con las especificaciones	Lograr satisfacer las necesidades de los clientes	Satisfacer los intereses de todas las personas relacionadas con la organización y la sociedad en general.
Visión de la calidad	Problema que se va a resolver	Problema que se ha de resolver actuando	Posibilidad de disponer de mayor

		sobre él.	capacidad competitiva
Métodos	Inspecciones y mediciones de productos acabados	Sistemas de calidad, control de procesos	Fijar objetivos claros y movilizar la organización
Responsables de la calidad	Departamento de control de la calidad	Todos los departamentos	La totalidad de los componentes de la organización, sobre toda la dirección
Énfasis de la calidad	En el producto y en la producción	Todas las áreas	En el cliente externo, interno y la sociedad
Orientación	La calidad ha de comprobarse	La calidad ha de conseguirse	La calidad debe gestionarse
Época	Hacia 1920	A partir de 1950	A partir de 1970

**Fuente:** (Pablo Juan Verdoy, Manual de Control Estadístico de Calidad, 2006, pág. 13)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

En la tabla 1 se describe las responsabilidades de la organización enfocadas a ofertar productos de calidad que cumplan con las expectativas de los clientes, basados en sus requerimientos. Es apreciable la evolución conceptual de calidad que partió de la comprobación a la gestión, mostrando el énfasis de los últimos años a optimizar esta ventaja competitiva.



**Ilustración 1.-** Satisfacción del cliente - Factores críticos.

**Fuente:** (Humberto Gutierrez Pulido, 2009)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

### 2.3 Variación de los procesos

La variación en los procesos se puede apreciar al ejecutarse las actividades día tras día. En tal forma que los expertos han llegado a clasificar esta variación en dos grupos debido a su origen (Prieto Corcoba, 2010, págs. 85-87).

Se tiene “Ruido Blanco” cuando la variación presente en los procesos se debe sólo a causas comunes, por ejemplo: cuando por los cambios de materia prima, experiencia del trabajador, método de trabajo u otros afectan y generan una variabilidad que se dice es incontrolable pero reducible.

Se tiene “Ruido Negro” cuando las causas especiales de variación afectan o pueden afectar el proceso en largo tiempo si no se toman medidas correctivas. Al aislar las fuentes externas que generan este desfase se suele comúnmente encontrar la solución.

### **2.3.1 Variabilidad**

No hay productos o servicios exactamente iguales porque los procesos mediante los cuales se producen influyen muchas fuentes de variación, incluso cuando dichos procesos se desarrollen en la forma prevista. (Carro & Gonzáles, pág. 2)

Reducir la variación de los procesos es un objetivo clave del control estadístico y de Seis 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. (Gutierrez.P Humberto, 2009)

El resultado de todo proceso se debe a la acción conjunta de las 6 M, por lo que si hay un cambio significativo en el desempeño del proceso, sea accidental u ocasionado, su razón se encuentra en una o más de las 6 M. En un proceso, cada una de las 6 M tiene y aporta su propia variación; por ejemplo, los materiales no son idénticos, ni toda la gente tiene las mismas habilidades y entrenamiento. Por ello, será necesario conocer la variación de cada una de las 6 M y buscar reducirla.

Pero además es necesario monitorear de manera constante los procesos, ya que a través del tiempo ocurren cambios en las 6 M, como la llegada de un lote de material no adecuado o con características especiales, descuidos u olvidos de la gente, desajustes y desgaste de máquinas y herramientas, etc.1 Debido a la posibilidad permanente de que ocurran estos cambios y desajustes, es necesario monitorear de manera constante y adecuada diferentes variables, que pueden ir desde características claves de los insumos, las condiciones de operación de los equipos, hasta las variables de salida de los diferentes procesos. (Humberto Gutierrez Pulido, 2009)



**Ilustración 2.-** Factores de variabilidad de un proceso.

**Fuente:** (Humberto Gutierrez Pulido, 2009, pág. 12)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

Existen dos categorías básicas de variación en los productos:

### **2.3.1.1 Causas comunes**

Las causas comunes constituyen la suma de los efectos de un conjunto total de causas aleatorias no controlables, que producen una variación en la calidad del producto terminado, y que son semejantes al conjunto de fuerzas que dan lugar a que una moneda caiga de uno u otro lado cuando es lanzada al aire. Con respecto a estas causas comunes, es poco lo que se puede hacer para reducirlas, debido a que son inherentes al proceso, a la precisión de las máquinas, etc. la desviación típica " $\sigma$ " de la curva, es justamente el reflejo de la variabilidad debida a estas causas aleatorias. (Arvelo L, 1998, pág. 2)

### **2.3.1.2 Causas especiales**

En un sistema, la variabilidad no depende tan solo de las causas comunes, que son inherentes al sistema. Existen también causas que no dependen del funcionamiento natural del sistema y que pueden por si mismas crear una variabilidad. Estas causas que se encuentran fuera del sistema se denominan causas especiales, estas alteran la variabilidad natural y generan una variabilidad no predecible que perturba el funcionamiento del proceso. Por ejemplo un instrumento de medida se desajusta o se rompe, utilización de materias primas fuera de especificaciones. (Galgano, 1995 , pág. 169)

## **2.4 Herramientas estadísticas de SPC**

Según (Gomez, 2009, pág. 11) “los métodos de control estadístico son útiles para medir la calidad actual de los productos o servicios, como para detectar si el proceso mismo ha cambiado en alguna forma que afecte la calidad”.

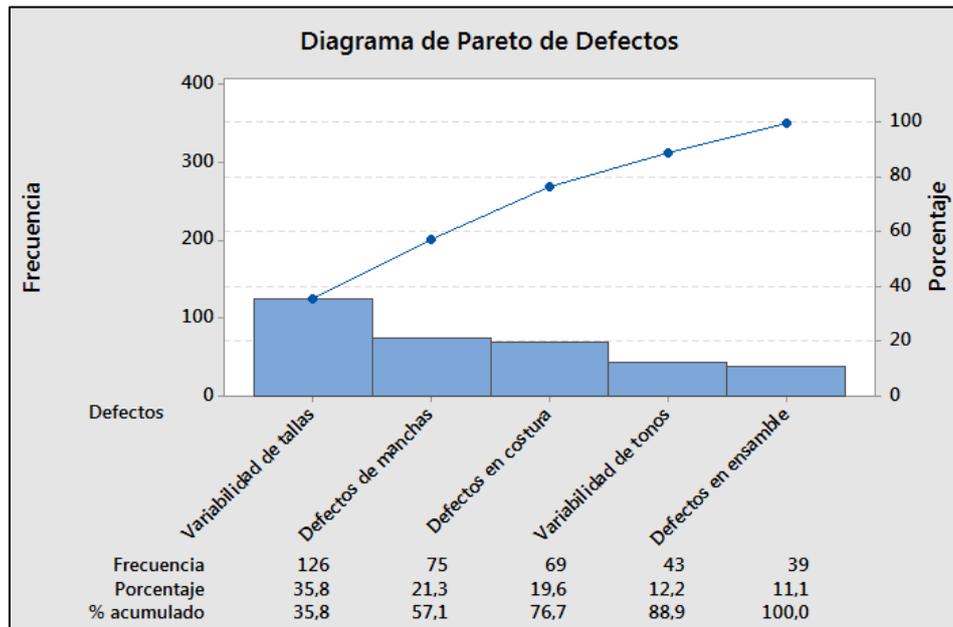
### **2.4.1 Diagrama Pareto**

Es un tipo especial de gráfica de barras verticales en la que las respuestas categorizadas se grafican en el orden de rango descendientes de sus frecuencias y se combinan con un polígono acumulativo en la misma escala. El principio básico detrás de este dispositivo gráfico es su capacidad de distinguir los “pocos vitales” de los “muchos triviales” permitiéndonos enfocar las respuestas importantes. Así pues, el diagrama logra su mayor utilidad cuando la variable de interés contiene muchas categorías. (Levine, pág. 176)

“Esta herramienta consiste en un diagrama de barras en el que la longitud de las barras, ordenadas por longitud descendente, representa frecuencia de ocurrencia o coste. Por lo tanto es un gráfico que muestra visualmente que situaciones son más importantes. Se la utiliza para priorizar acciones necesarias para resolver problemas complejos, para separar pocos vitales de los muchos triviales, para separar causas que contribuyen a un problema en importantes y no importantes y para medir la mejora después de realizar los cambios consiguientes.” (Gómez, Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad, 1997)

Se reconoce que más de 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, además, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. Lo anterior es la premisa del diagrama de Pareto, el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan mayor impacto. La viabilidad y utilidad general del

diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923). (Gutierrez.P Humberto, 2009)



**Ilustración 3.-** Ejemplo de Diagrama Pareto

### 2.4.2 Brainstorming.

Es una herramienta que agrupa a personas involucradas dentro del proceso para que puedan facilitar ideas sobre los posibles problemas que se pueda encontrar durante un tiempo determinado previamente establecido el análisis cualitativo de estímulos que determinan los factores críticos de la satisfacción del cliente . (Ojeda, 2012, p. 325)

Se lo realiza mediante un moderador, que será la persona que guíe a la lluvia de ideas para que sea focalizada y genere respuestas concisas al caso. Sus objetivos Busca soluciones nuevas a un problema que exige que todos pongan en juego su creatividad e imaginación. Poner de relieve todas las alternativas posibles a un problema que se debate para poder estudiarlas posteriormente. Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el

diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad. (Ojeda, 2012, págs. 325-327)

### **2.4.3 Diagrama de causa y efecto**

El diagrama de causa y efecto (también conocido coloquialmente como diagrama tipo espinazo de pescado) es una herramienta de análisis que se puede utilizar para:

- Categorizar muchas causas potenciales de un problema a cuestión de manera ordenada.
- Analizar qué es lo que está sucediendo realmente en un proceso.
- Capacitar al personal acerca de nuevos procesos y procedimientos corrientes. (E.Niedzwiecki, 1999)

### **2.4.4 Hoja de comprobación**

Una hoja de comprobación es un impreso que se diseña como herramienta para recoger datos, de forma que los resultados de la misma puedan ser más fáciles de observar y rápidamente interpretados a partir de dicho impreso. Normalmente no necesitan tratamiento posterior y se emplean, por tanto, para tomar la decisión oportuna en el proceso de análisis de un problema. (Sacristan, 2003, pág. 60)

### **2.4.5 Diagrama de flujo**

Los diagramas de flujo son aquellos que muestran la trayectoria que recorre un proceso, desde la recepción de materias primas hasta el final del proceso: almacenamiento y envío. Este diagrama pondrá de manifiesto factores como tráfico cruzado, retrocesos y distancia recorrida. (Stephens, pág. 152)

### **2.4.6 Histograma**

El histograma es un tipo especial de gráfico de barras que se puede utilizar para comunicar información sobre las variaciones de un proceso y/o tomar decisiones enfocándose en los esfuerzos de mejora que se han realizado. (Galindo, 2007, pág. 356)

### **2.4.7 Hoja de verificación**

Una hoja de verificación es cualquier tipo de formato diseñado para registrar datos. En muchos casos, el registro se realiza de modo que los patrones sean fácilmente observables mientras se toman los datos. Las hojas de verificación ayudan a que los

analistas encuentren hechos o patrones que puedan ayudar en análisis subsecuentes. Un ejemplo sería un dibujo que señale aquellas áreas donde ocurren defectos o una hoja de verificación que muestre el tipo de quejas del cliente. (Render & Heizer, 2009, pág. 204)

La finalidad de la hoja de verificación es fortalecer el análisis y la medición del desempeño de los diferentes procesos de la empresa, a fin de contar con información que permita orientar esfuerzos, actuar y decidir objetivamente. Esto es de suma importancia, ya que en ocasiones algunas áreas o empresas no cuentan con datos ni información de nada. En otros casos, el problema no es la escasez de datos; por el contrario, en ocasiones abundan (reportes, informes, registros); el problema más bien es que tales datos están archivados, se registraron demasiado tarde, se colectaron de manera inadecuada o no existe el hábito de analizarlos y utilizarlos de manera sistemática para tomar decisiones, por lo que en ambos casos el problema es el mismo: no se tiene información para direccionar de forma objetiva y adecuada los esfuerzos y actividades en una organización. (Juran J. M., 1989, pág. 214)

## **2.5. Muestreo**

Obtener una muestra es conseguir una réplica en tamaño reducido de la población garantizando sus condiciones y características para que sea representativa. (Vivanco, 2005, pág. 86)

### **2.5.1 Población**

Es un conjunto de individuos que poseen una característica común, de donde se suele extraer una muestra. La población puede ser finita si es conocida o infinita si se desconoce el total de sus miembros o a su vez superan las 100 mil unidades. (Martínez Bencardino, 2012, pág. 7)

### **2.5.2 Nivel de confianza**

El nivel de confianza es la probabilidad de que un parámetro estadístico esté dentro de un intervalo calculable y se traduce como la certeza con la que el dato se encontraría en un rango y no en el error. Se suele expresar al nivel de confianza como  $1 - \alpha$ . Siendo  $\alpha$  la región del error o simplemente la posibilidad de que el cálculo sea equivocado. (Fernández, 1996, págs. 138-141)

### **2.5.3 Muestreo Sistemático**

El muestreo sistemático consiste en tomar de forma sistemática una cantidad determinada de unidades que representen a la población con sus características de estudio y que además por su orden permita establecer pautas para determinar o estimar su tendencia. (Casal & Mateu, 2003, págs. 3-7)

La característica principal de este tipo de muestreo la conformación de subgrupos de datos que teóricamente comparten un rango que no necesariamente los demás subgrupos pueden tener. (Azorín & Sánchez Crespo, 1994)

## **2.6 Capacidad de proceso**

La capacidad de procesos consiste en la medición de la variabilidad natural del proceso para una característica o especificación dada, ya que esto permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria o para saber si el proceso cumple o no cumple con las especificaciones de calidad del proceso. (Pulido, 2009, pág. 100)

Los procesos tienen variables de salida o de respuesta, las cuales deben cumplir con ciertas especificaciones a fin de considerar que el proceso está funcionando de manera satisfactoria. Evaluar la habilidad o *capacidad de un proceso* consiste en conocer la amplitud de la variación natural de éste para una característica de calidad dada, lo cual permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones).

En esta sección se supone que se tiene una característica de calidad de un producto o variable de salida de un proceso, del tipo *valor nominal es mejor*, en donde, para considerar que hay calidad las mediciones deben ser iguales a cierto valor nominal o ideal ( $N$ ), o al menos tienen que estar con holgura dentro de las especificaciones inferior ( $EI$ ) y superior ( $ES$ ). (Pulido, 2009, pág. 100)

### **2.6.1 Índices de capacidad para procesos**

Los índices de capacidad comparan la capacidad de los procesos con las especificaciones técnicas requeridas. La capacidad del proceso 6 sigmas es una medida de la dispersión natural de la variable que mide la cantidad de producto o servicio, pero no dice nada de si dicha calidad se ajusta o no a las especificaciones. (Ruben Dario Guevara, 2006).

**Tabla 2 Descripción de Índices de capacidad**

Formula ÍNDICE	DESCRIPCIÓN
$\hat{C}_p = \frac{TS - TI}{6 \times \hat{\sigma}}$	<p>Calcula lo que el proceso sería capaz de producir. Presupone que el resultado del proceso sigue una distribución normal.</p>
$\hat{C}_{p,inferior} = \frac{\hat{\mu} - TI}{3 \times \hat{\sigma}}$	<p>Calcula la capacidad del proceso para especificaciones únicamente con un límite inferior (ej. fuerza). Presupone que el resultado del proceso está aproximadamente distribuido de forma normal.</p>
$\hat{C}_{p,superior} = \frac{TS - \hat{\mu}}{3 \times \hat{\sigma}}$	<p>Calcula la capacidad del proceso para especificaciones únicamente con un límite superior (ej. concentración). Presupone que el resultado del proceso esta aproximadamente distribuido de forma normal.</p>
$\hat{C}_{pk} = \min \left[ \frac{TS - \hat{\mu}}{3 \times \hat{\sigma}}, \frac{\hat{\mu} - TI}{3 \times \hat{\sigma}} \right]$	<p>Calcula lo que el proceso es capaz de producir si el objetivo del proceso está centrado entre los límites de la especificación. En caso de que la media del proceso no este centrada, <math>\hat{C}_p</math> sobreestima la capacidad del proceso. <math>\hat{C}_{pk} &lt; 0</math> Si la media del proceso se sitúa fuera de los límites de especificación. Presupone que el resultado del proceso esta aproximadamente distribuido de forma normal.</p>

$\hat{C}_{pm} = \frac{\hat{C}_p}{\sqrt{1 + \left(\frac{\hat{\mu} - T}{\hat{\sigma}}\right)^2}}$	<p>Calcula la capacidad del proceso respecto a un objetivo, T. <math>\hat{C}_{pm}</math> es siempre mayor que cero. Presupone que el resultado del proceso esta aproximadamente distribuido de forma normal.</p>
$\hat{C}_{pkm} = \frac{\hat{C}_{pk}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\hat{\mu} - T}{\hat{\sigma}}\right)^2}}$	<p>Calcula la capacidad del proceso respecto a un objetivo, T válido para un proceso con una media descentrada. Presupone que el resultado del proceso esta aproximadamente distribuido de forma normal.</p>

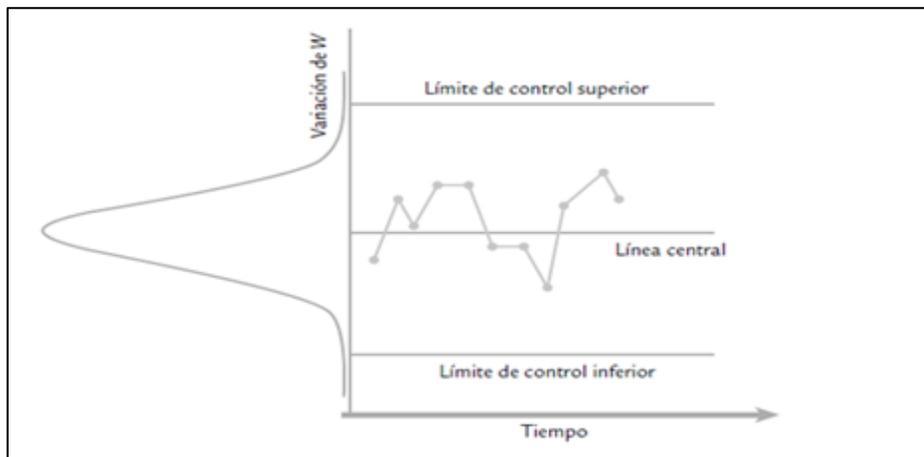
**Fuente:** (Gutierrez.P Humberto, 2009, págs. 100-130)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

## 2.7 Cartas de control

El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Así, es posible distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales (atribuibles), lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y decidir las mejores acciones de control y de mejora. Cuando se habla de analizar el proceso nos referimos principalmente a las variables de salida (características de calidad), pero las cartas de control también pueden aplicarse para analizar la variabilidad de variables de entrada o de control del proceso mismo. En la figura 1.8 se muestra una típica carta de control en la cual se aprecia que el objetivo es analizar de dónde a dónde varía (ver campana) y cómo varía el estadístico W a través del tiempo y este estadístico puede ser una media muestral, un rango, un porcentaje, etc. Los valores que va tomando W se representan por un punto y éstos se unen con una línea recta. La línea central representa el promedio de W. Los límites de control, inferior y superior, definen el inicio y final del rango de variación de W, de forma que cuando el proceso está en control estadístico existe una alta probabilidad de que prácticamente todos los valores de W caigan dentro de los límites. Por ello, si se observa un punto fuera de los límites de control, es señal de que ocurrió algo fuera de lo usual en el proceso. Por el contrario, si todos los puntos están dentro de los límites y no tienen algunos patrones no

aleatorios de comportamiento, que veremos más adelante, entonces será señal de que en el proceso no ha ocurrido ningún cambio fuera de lo común, y funciona de manera estable (que está en control estadístico). Así, la carta se convierte en una herramienta para detectar cambios en los procesos. (Gutiérrez.P Humberto, 2009, pág. 182)



**Ilustración 4.-** Idea y elemento de una carta de control

**Fuente:** (GROOVER, 1997)

### 2.7.1 Cartas de control por atributos

Cualquier característica de calidad que pueda ser clasificada de forma binaria, por ejemplo, cumple o no cumple, funciona o no funciona, pasa o no pasa, conforme o disconforme, defectuosos o no defectuosos, serán considerados como un atributo y para su control se utilizan cartas de control para atributos. (J. M. Juran, 2005, pág. 719)

#### **Ventajas:**

- Mediante la inspección por atributos pueden evitarse mediciones costosas en recursos y tiempo.
- Los datos están a menudo disponibles.
- Son rápidos y simples de obtener.
- Son fáciles de interpretar.
- Permiten clasificar el artículo como disconforme si no satisface la especificación
- Son utilizados para contrastar características cualitativas.

#### **Desventajas:**

- No proporciona información detallada del control de características individuales
- No reconoce distintos grados de defectos en las unidades de producto

**Se recomienda utilizar las cartas de control por atributos en los siguientes casos:**

- Los operadores controlan las causas asignables y es preciso reducir el porcentaje de fallos
- Tener información de diagnóstico e información sobre la capacidad del proceso
- Es necesario el control del proceso pero no pueden obtenerse datos cuantitativos
- Para facilitar a la dirección una visión con un resumen informativo sobre la eficacia del proceso.

**2.7.1.1 Carta de control p**

La carta de control P, mide la proporción de unidades no conformes en un grupo de unidades que se inspecciona. Muestra las variaciones en fracción de artículos defectuosos por muestra o subgrupo es ampliamente utilizada para evaluar el desempeño del proceso. La grafica P ayuda a monitorear analizar la proporción de elementos disconformes que están en las muestras repetidas es decir subgrupos que se seleccionan de un proceso. (Pulido, 2005, pág. 254)

La carta P es ampliamente usada para evaluar el desempeño de una parte o todo un proceso tomando en cuenta su variabilidad y detectar así causas o cambios especiales en el proceso. (Pulido, 2005, pág. 254)

Sirve para controlar la fracción defectuosa por muestra o subgrupo se utiliza para evaluar el desempeño del proceso. (Pulido, 2005, pág. 254) (Ruiz, 2006, pág. 65)

**2.7.1.2 Límites de la carta p**

Los límites de la carta p se calcula a partir de la distribución binomial y se supone que la distribución normal se aproxima razonablemente bien a la distribución de las proporciones. (Pulido, 2005, pág. 255)

**2.7.1.3 Interpretación de los límites de control**

El uso de la interpretación de los límites de control es muy importante ya que estos límites de control reflejan la realidad del proceso, de acuerdo a la forma como se hace la inspección .por lo que mientras la proporción de defectos siga cayendo dentro de los límites de control y no hay ningún otro patrón especial, será señal de que el proceso funciona igual que siempre; bien o mal, pero su desempeño estaría dentro de lo previsto. (Humberto Gutierrez Pulido, 2009)

#### **2.7.1.4 Carta de control NP**

Es un diagrama que analiza el número de productos defectuosos por subgrupo, se aplica cuando el tamaño de subgrupo es constante, La gráfica NP es basada en el número de defectuosos en vez de la proporción de defectuosos. (Pulido, 2005, pág. 261)

#### **2.7.1.5 Límites de la carta NP**

Indica la cantidad esperada de piezas defectuosas por cada muestra de n componentes inspeccionados mientras el proceso no tenga cambios importantes.

#### **2.7.1.6 Interpretación de los límites de control de la carta NP**

Los límites de la carta NP indican la cantidad esperada de piezas defectuosas por cada n artículos inspeccionados.

Los límites refleja la realidad del proceso de acuerdo a como se muestrea, y con el uso de la carta podrá identificarse las causas especiales que afectan el proceso. Sin embargo, aunque se elimina tal tipo de causas y se logre tener un proceso estable, la cantidad de piezas defectuosas aun será demasiado grande, como se aprecia en la interpretación de los límites. Por ello, y dado que se ha observado el proceso en un lapso de tiempo pequeño, este se puede catalogar preliminarmente como inestable e incapaz.

Por lo pronto y en tanto no se tenga más datos para evaluar mejor el estado del proceso se recomienda aplicar dos tipos de estrategias.

- Implantar el uso de la carta np en tiempo presente, para detectar de inmediato la fabricación de algún lote ocurrió una causa especial, y se a esta favorable o desfavorable con esto se logra conocer mejor el proceso, eliminar algunas causas especiales, implantar algunos cambios favorables y sobre todo mejorar la estabilidad del proceso.
- Otra estrategia más de fondo es integrar un equipo de mejora apropiada que conozca bien el proceso. (Pulido, 2005, pág. 231) (Ruiz, 2006) (Ventajas , Desventajas , Fuente:,H. Hdez. / Julio 2005/ ) CCC

#### **2.7.1.7 Carta C**

“Este tipo de carta analiza la variabilidad del número de defectos que se produce en una unidad o subgrupo de una muestra, cuando este tamaño se mantiene constante.” (Pulido, pág. 233)

Se utiliza para determinar la ocurrencia de defectos en la inspección de una unidad de producto. Esto es determinar cuántos defectos tiene un producto. Podemos tener un grupo de 5 unidades de producto, 10 unidades, etc. (Hdez, 2005, pág. 16)

Para aplicar esta carta de control se debe hacer la pregunta “Tiene una causa especial la variación causada en la tendencia central de este proceso para producir un numero anormalmente grande o pequeño durante el periodo de tiempo observado” (J. M. Juran, 2005, pág. 722)

**Características:**

- El tamaño de la muestra debe ser constante
- No implican contar los objetos físicos, si no implica contar los eventos
- Debe seguir una distribución de Poisson

**Ventajas:**

- Los datos necesarios están generalmente disponibles, procedentes de registros de inspección
- Todo el personal lo entiende con facilidad
- Proporciona una imagen global de la calidad

**2.7.1.8 Carta U**

Es una herramienta estadística usada para evaluar la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad. Se usa cuando el tamaño del subgrupo no es constante. (Pulido, pág. 235)

**Características:**

- Analizar el número promedio de defectos por artículo o unidad, en lugar del número de defectos por subgrupo.
- El tamaño de subgrupo puede ser constante o variable

Está basado en el número de defectos por unidad de inspección producida. Los principios estadísticos que sirven de base al diagrama de control U se basan en la distribución de Poisson.

En el caso de productos complejos, la existencia de un defecto no necesariamente conlleva a que el producto sea defectuoso. En tales casos, puede resultar conveniente clasificar un producto según el número de defectos que presenta (gráficos C y U).

Analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad de referencia. Se usa cuando el tamaño del subgrupo no es constante.

Se usa la carta u, en la cual se analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad, en lugar del total de defectos en el subgrupo. Así, en esta carta, un subgrupo lo forman varias unidades. De manera que para cada subgrupo se gráfica.

### 2.7.1.9 Carta U con límites variables

Se aplica cuando el tamaño de subgrupo  $n_i$  es muy variable. Para cada  $n_i$  se calculan los límites de control correspondientes.

Para construir una carta u con límites variables es necesario calcular los límites de control para cada tamaño de subgrupo.

**Tabla 3 Criterios para la selección de cartas de control por atributos**

CRITERIOS PARA SELECCIONAR UNA CARTA POR ATRIBUTOS				
CARTA	PROPÓSITO	USO	TAMAÑO DE SUBGRUPO $n$	CONSIDERACIONES ADICIONALES
<b>Proporción de defectuosos (p)</b>	Analizar la proporción de artículos defectuosos por subgrupo (unidades rechazadas/unidades inspeccionadas).  Se supone una distribución binomial.	Por lo general es utilizada para reportar resultados en puntos de inspección, donde una o más características de calidad son evaluadas, y en función de esto el artículo es aceptado o rechazado.	El valor de $n$ puede ser constante o variable, pero suficientemente grande para tener una alta probabilidad de que en cada subgrupo se detecte por lo menos una pieza defectuosa. Esto se logra tomando a $n$ tal que  $\bar{n} > 9 \left[ \frac{1 - \bar{p}}{\bar{p}} \right]$	No es adecuada si $n$ es mucho más pequeño que el valor recomendado.  Para $n$ muy grande, de uno o varios miles, los límites de control estarán muy estrechos; por lo tanto, es mejor graficar la proporción en una carta de individuales.
<b>Numero de defectos (np)</b>	Monitorea el número de unidades defectuosas por subgrupo (número de artículos rechazados por cada muestra inspeccionada).	Se aplica en la misma situación que la carta $p$ , pero con el tamaño de subgrupo constante	El valor de $n$ debe ser constante y en cuanto a su tamaño se aplican los mismos criterios que en la carta $p$ .	Aplican las dos primeras observaciones para la carta $p$ .  Cuando $n$ crece, la sensibilidad o potencial de la carta para detectar cambios es mayor.

<p><b>Numero de defectos por subgrupo (c)</b></p>	<p>Analiza el número de defectos por subgrupo o unidad. Se supone una distribución de Poisson.</p>	<p>Uno de sus usos es en puntos de inspección, donde se busca localizar uno o más tipos de defectos relativamente menores, de tal forma que aunque se encuentren defectos, el artículo no se rechaza.</p>	<p>El tamaño de subgrupo o unidad es constante.  De ser posible se elige de tal forma que el número de defectos por subgrupo (línea central) sea mayor que nueve.</p>	<p>Si en cada subgrupo se esperan cero o muy pocos defectos, mucho menos que nueve, usualmente la carta no es efectiva.  En esos casos, se debe buscar un incremento en el tamaño de subgrupo u otras alternativas.</p>
<p><b>Numero promedio de defectos por unidad (u)</b></p>	<p>Monitorea el número promedio de defectos por artículo o unidad inspeccionada.  Se supone una distribución de Poisson.</p>	<p>Igual que la carta <math>c</math>, pero aquí se prefiere analizar el número promedio de defectos por artículo o unidad, en lugar del número de defectos por subgrupo.</p>	<p>El tamaño de subgrupo puede ser constante o variable, pero siempre está conformado por varias unidades.  Buscar que <math>n</math> cumpla que</p> $n > \frac{9}{\bar{u}}$	<p>Si <math>n</math> es mucho menor que el número recomendado, la carta <math>u</math> suele no ser útil. En esos casos, buscar incrementar <math>n</math>, o utilizar otra carta de control.</p>

**Fuente:** (Gutierrez.P Humberto, 2009, pág. 240)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

### 2.7.2 Cartas de control para variables

Los procesos siempre tienen variación, ya que en él intervienen diferentes factores sintetizados a través de las 6 M: materiales, maquinaria, medición, mano de obra (gente), métodos y medio ambiente. Bajo condiciones normales o comunes de trabajo, todas las M aportan variación a las variables de salida del proceso, en forma natural o inherente, pero además aportan variaciones especiales o fuera de lo común, ya que a través del tiempo las 6 M son susceptibles de cambios, desajustes, desgastes, errores, descuidos, fallas, etc. Así, hay dos tipos de variabilidad: la que se debe a causas comunes y la que corresponde a causas especiales o atribuibles. Resulta fundamental

distinguir de forma eficiente entre ambos tipos de variación, para así tomar las medidas adecuadas en cada caso.

La variación por causas especiales (o atribuibles) es causada por situaciones o circunstancias especiales que no están de manera permanente en el proceso. Por ejemplo, la falla ocasionada por el mal funcionamiento de una pieza de la máquina, el empleo de materiales no habituales o el descuido no frecuente de un operario. Las causas especiales, por su naturaleza relativamente discreta, a menudo pueden ser identificadas y eliminadas si se cuenta con los conocimientos y condiciones para ello. (Humberto Gutiérrez Pulido, 2009, pág. 184)

### **2.7.2.1 Cartas de control $\bar{X} - R$**

Existen muchos procesos industriales considerados de tipo “masivo”, en el sentido de que producen muchos artículos, partes o componentes durante un lapso de tiempo pequeño. Por ejemplo: líneas de ensamble, máquinas empacadoras, procesos de llenado, operaciones de soldadura en una línea de producción, moldeo de piezas de plástico, torneado de una pieza metálica, el corte de una tira en pedazos pequeños, etc. Algunos de estos procesos realizan miles de operaciones por día, mientras que otros efectúan varias decenas o centenas. En ambos casos se está ante un proceso masivo. Si, además, las variables de salida de interés son de tipo continuo, entonces estamos ante el campo ideal de aplicación de las cartas de control  $\bar{X} - R$ .

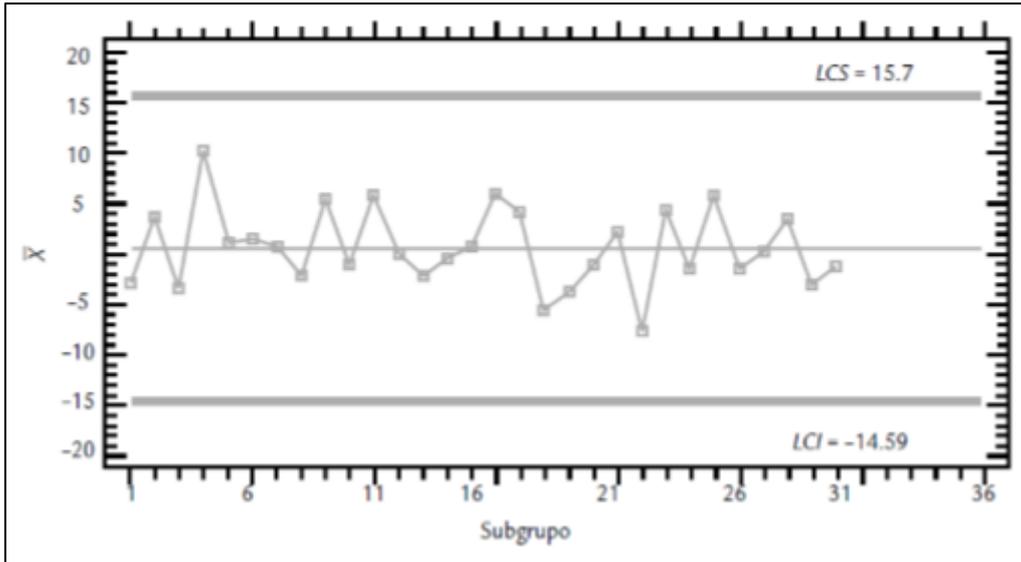
#### **2.7.2.1.1 Límites de control de la carta $\bar{X}$**

Como se ha señalado, los límites de control de las cartas tipo Shewhart están determinados por la media y la desviación estándar del estadístico  $\bar{W}$  que se grafica en la carta, mediante la expresión  $\mu_w \pm 3\sigma_w$ . Los límites son:

$$\text{LCS} = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Límite central} = \mu$$

$$\text{LCS} = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$



**Ilustración 5.-** Carta de control para medias y rangos

**Fuente:** (Gutierrez.P Humberto, 2009, pág. 193)

### 2.7.2.1.2 Límites de control de la carta - R

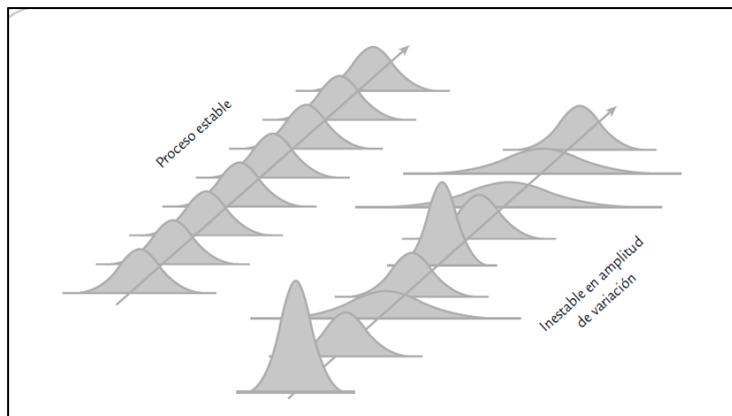
Con esta carta se detectarán cambios en la amplitud o magnitud de la variación del proceso, como se ilustra en la siguiente figura:

Límites:

$$LCI = \bar{R} - 3d_3 \left( \frac{\bar{R}}{d_2} \right) = \left[ 1 - 3 \left( \frac{d_3}{d_2} \right) \right] \bar{R} = D_3 \bar{R}$$

$$\text{Línea central} = \bar{R}$$

$$LCS = \bar{R} + 3d_3 \left( \frac{\bar{R}}{d_2} \right) = \left[ 1 + 3 \left( \frac{d_3}{d_2} \right) \right] \bar{R} = D_4 \bar{R}$$



**Ilustración 6.-** Amplitud y variabilidad de los procesos

**Fuente:** (Gutierrez.P Humberto, 2009, pág. 190)

**Tabla 4 Comparación de las cartas de control “por variables vs Atributos”**

<b>Ventajas y desventajas</b>	<b>Cartas de Control por variables</b>	<b>Cartas de control por atributos</b>
<b>Ventajas</b>	Conducen a un mejor procedimiento de control.	Son potencialmente aplicables a cualquier proceso
	Proporcionan una utilización máxima de la información disponible de datos.	Los datos están a menudo disponibles. Son rápidos y simples de obtener. Son fáciles de interpretar.
		Son frecuentemente usados en los informes a la Gerencia.
<b>Desventajas</b>	No se entienden a menos que se de capacitación; puede causar confusión entre los límites de especificación y los límites de tolerancia.	No proporciona información detallada del control de características individuales.
		No reconoce distintos grados de defectos en las unidades de producto.

**Fuente:** (Ventajas, Desventajas. Hdez. Julio 2005.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

**Tabla 5 Cartas de control por atributos**

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Campo de aplicación.</b>
P	Proporciones	Control de la fracción global de defectuosos de un proceso.
NP	Número de defectuosos	Control del número de piezas defectuosas
C	Defectos por unidad	Control de número global de defectos por unidad
U	Promedio de defectos por unidad	Control del promedio de defectos por unidad.

**Fuente:** (Juran, Gryna Jr, & Bingham, 2005)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

## 2.8 Diagrama Ishikawa

El diagrama Ishikawa sirve para conocer en profundidad el proceso con que se trabaja, visualizando con claridad las relaciones entre los efectos y sus causas. También sirve para guiar las discusiones, al exponer con claridad los orígenes de los problemas en lo que respecta a calidad, permitiendo encontrar rápidamente las causas asignables cuando el proceso se aparta de su funcionamiento habitual. (Pablo Juan Verdoy J. M., 2006 , pág. 197).

## 2.9 AMEF

El AMEF originalmente se orientó a detectar fallas durante el diseño o rediseño del producto, así como fallas en el proceso de producción (FMEA, 1995). Ejemplos de fallas en diseño son: no se dispara el flash en una cámara fotográfica, fugas en el sistema de frenos, fracturas prematuras en las piezas de un carro, etc.

Ejemplos de fallas en procesos son: fallas en el proceso de pulido de un carro, fallas en el proceso de templado, etc. Como se aprecia en estos ejemplos, una falla en diseño (producto) o en el proceso repercute finalmente en el cliente, ya sea interno o externo. Por ello, en los últimos años se amplió el campo de aplicación del AMEF (Lore, 1998; Vandenbrande, 1998; Cotnareanu, 1999), a aspectos como los siguientes:

- Las fallas y obstáculos impiden que la instalación de un equipo sea fácil y rápida.
- Los modos de falla potenciales que obstaculizan que el mantenimiento y/o el servicio a un equipo sea fácil y rápido.
- La facilidad de utilización de un equipo.
- Seguridad y riesgos ambientales. (Gutierrez.P Humberto, 2009, pág. 408)

## 2.10. Metodología PHVA

Según (Alcalde, 2009, pág. 21) las fases de la metodología PHVA son:

- **Planificar:** se estudia el estado en el que la empresa se encuentra para identificar los problemas y transformarlos a oportunidades de mejor. Se identifican posibles soluciones iniciales, de las cuales se quedarán las que mejor se adapten a los objetivos fijados.

- **Hacer:** Se forman equipos de trabajo de ser posible (círculos de calidad) y se efectúan las acciones planificadas para generar acciones de mejora y superar los problemas.
- **Verificar:** Se analiza y comprueba si los resultados que se obtuvieron son los que se esperaban y están acordes al plan trazado.
- **Actuar:** Al estimar los cambios logrados y determinar su buen funcionamiento, se ejecutan las acciones de mejora para toda la organización.

## CAPITULO 3

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el estudio propuesto se realizó el diagnóstico inicial de la empresa “MEGASPORT”, el cual permitió conocer a través del levantamiento de procesos y recopilación de datos, los métodos que se requieren para el control estadístico en la línea de producción.

Con observación de campo, encuestas a los clientes, entrevistas a los trabajadores, se estimó la información del estado actual de la empresa antes de empezar la investigación. De tal manera, se aprovechó el método descriptivo y deductivo lógico para el análisis de la problemática que existe en la empresa.

En la segunda etapa se aplicó la metodología PHVA la cual permitió seguir un orden jerárquico de las acciones que se deben establecer y así se realizó las propuestas de mejoras correspondientes en la línea de producción, bajo la modalidad expuesta a continuación.

#### 3.1. Planificar (FASE I)

Para esta fase se utilizó las herramientas correspondientes a la planificación del proyecto, de las cuales se destacan:

- Brainstorming (lluvia de ideas).- Esta herramienta se ejecutó con los trabajadores involucrados en el proceso de confección de camisetas de algodón, para conocer los problemas más frecuentes en la realización de este producto y tener una referencia de los problemas o inconvenientes que surgen en fabricación del producto.
- Diagrama Pareto.- Con este instrumento de análisis se priorizaron los problemas basándose en la ley de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes que se han evidenciado en el proceso. De esta forma se consiguió enfocar el esfuerzo a resolver los problemas relevantes para la organización.
- Diagrama SIPOC.- por medio de esta herramienta de visualización y descripción se comprendió el funcionamiento global de la empresa y cómo sus procesos se relacionan entre ellos. Con esta descripción se pudo conocer el movimiento comercial y productivo que posee la organización y delinear los límites y alcances que pudiesen presentarse al desarrollar el estudio.

- Hoja de verificación.- Esta herramienta se utilizó como apoyo para recopilar información, datos, sobre el número de veces que pasa un suceso en un tiempo determinado de oportunidades y evitar que las causas especiales interfieran en el estudio.

En esta fase se tomaron los efectos principales que aquejan la línea de producción basándose en la priorización de los problemas resultantes en los productos y que a su vez generaban insatisfacción en los clientes.

Para este análisis se consideró como eje importante “La voz del cliente” siendo el punto de partida para cualquier acción que se tome en favor de optimizar y controlar las variables presentes en el proceso de confección.

Los objetivos de mejora no pueden ser descritos de forma independiente, por lo cual, se involucró a la gerencia y coordinación de los departamentos para ser partícipes en este proyecto brindando su información y experiencia en una estructura dirigida al mejoramiento de la calidad.

### **3.2 Hacer (FASE II)**

Para la esta fase se requirió tomar mediciones del proceso para las variables de análisis, considerando las tolerancias expresadas en la Norma NMX-A-243-1983 donde se expresa las dimensiones acordes a la talla 38 para camisetas deportivas.

#### **3.2.1 Diseño del Muestreo**

Considerando que se requiere de una muestra representativa y que evidencie la realidad del proceso, se tomaron muestras en las dimensiones de las camisetas deportivas talla 38 durante 2 meses siguiendo la técnica del muestreo sistemático por subgrupos racionales, de tal forma que se obtuvo un patrón de la forma:

Unidad: Camisetas deportivas talla 38

Lote diario: 100 unidades estándar<sup>1</sup>

Población respectiva a dos meses de estudio: 4 200 unidades

Con estos datos se calculó el tamaño de la muestra basándose en los criterios de población finita con varianza desconocida y el supuesto de estabilidad<sup>2</sup> del proceso, con la siguiente fórmula:

---

<sup>1</sup> Se entiende como unidad estándar al lote de producción preparado para la venta general, ya que se tienen también lotes por pedido.

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 * N * p * q}{e^2(N - 1) + (Z_{\alpha/2})^2 (p)(q)}$$

Donde:

N: tamaño de la población estimada.

p: proporción de unidades que poseen la característica de estudio requerida.

q: proporción de unidades que no poseen la característica de estudio (1 – p)

$(Z_{\alpha/2})^2$ : Percentil correspondiente a la distribución normal que determina la confianza de la estimación.

e: error admisible para la muestra.

El tamaño de muestra según este cálculo fue de 352 unidades. Sin embargo, considerando que el objetivo del estudio es el mejoramiento de la calidad, se usó el método sistemático para evitar que errores comunes en el proceso o errores en la inspección de las camisetas pasen inadvertidos.

Reflexionando que las constantes de subgrupo<sup>3</sup> para este muestreo van en un rango de 2 a 20, y que la muestra debe ser representativa para los dos meses de estudio, no se pueden tomar las unidades al azar, es decir se debe seguir un orden y secuencia que permita reconocer un patrón de análisis. Por consiguiente, se modeló el muestreo en función de unidades y tiempo de proceso para obtener datos relevantes, de la forma:

Tiempo requerido por lote: 8 horas

Tiempo de análisis: 42 días (336 horas laborables)

Subgrupos: 70 unidades

Prendas inspeccionadas: 5 unidades

Prendas no inspeccionadas: 55 unidades

Para verificar si el modelo cumple con el tamaño de muestra calculado se empleó la siguiente fórmula:

---

<sup>2</sup> El supuesto de estabilidad asume que los datos seguirán una distribución normal. Por lo tanto será predecible.

<sup>3</sup> La constante de subgrupo ( $d_2$ ) permite estimar las tolerancias de cartas de control cuando la varianza poblacional es desconocida o no representativa.

$$K = [N^{\circ} \text{ de unidades tomadas} * N^{\circ} \text{ de subgrupos}] + [N^{\circ} \text{ saltadas} (N^{\circ} \text{ sugrupos} - 1)]$$

Dónde:

K: debe ser igual o cercano al valor calculado de la muestra (n).

Unidades tomadas: hace referencia a las camisetas que si se inspeccionaron.

Unidades saltadas: representa las camisetas que se dejaron pasar.

En este caso K = 4 145 y n = 4 200, existe una diferencia de 55 unidades, representando el 1,3% que no es representativo para afirmar que el proceso se pueda desviar en ese lapso de unidades.

Con la aplicación de este muestreo y al tener lotes en varios días de producción, se observó que era difícil llevar el conteo de cada unidad por lo cual se estimó también el cálculo en función del tiempo de proceso para los lotes:

$$\text{Tiempo entre cada muestra} = \frac{\text{tiempo total}}{\text{tamaño de muestra}} * \text{unidades tomadas}$$

Finalmente se pudo establecer que se deben tomar 5 unidades cada 4,77 horas, en 70 ocasiones, durante 336 horas, para tener un muestreo representativo y significativo del proceso.

### 3.2.2 Índices de Capacidad

Para el análisis del proceso basándose en los datos obtenidos, se emplearon los índices de capacidad previa comprobación de los supuestos necesarios<sup>4</sup>. Con esta herramienta se conoció la realidad del proceso de forma estadística y no empírica, siendo altamente útil para la toma correcta de decisiones en la empresa.

Los índices calculados fueron los descritos en la tabla 6

**Tabla 6 Índices de capacidad**

Índices de capacidad		
Índice	Descripción	Fórmula
Cp	Capacidad potencial del proceso	$Cp = \frac{Esp. Sup - Esp. inf}{6\sigma}$ <p>Donde:</p> <p>6σ: Número desviaciones estándar que se encuentran bajo la curva de</p>

<sup>4</sup> Test de normalidad, muestra representativa, causas especiales de variación, tolerancias dadas por la normativa legal

		<p>probabilidad normal.</p> <p>Esp. Sup: Especificación superior.</p> <p>Esp. Inf: Especificación inferior.</p>
C <sub>Pi</sub>	Capacidad para la especificación inferior	$C_{Pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$ <p>Donde</p> <p><math>\mu</math>: media o promedio</p> <p>EI: Especificación inferior</p> <p><math>3\sigma</math>: Desviaciones estándar para la especificación inferior</p>
C <sub>Ps</sub>	Capacidad para la especificación superior	$C_{Ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$ <p>Donde</p> <p><math>\mu</math>: media o promedio</p> <p>ES: Especificación superior</p> <p><math>3\sigma</math>: Desviaciones estándar para la especificación superior</p>
C <sub>Pk</sub>	Capacidad real del proceso	Valor mínimo entre C <sub>Pi</sub> y C <sub>Ps</sub>
C <sub>PM</sub>	Toma en cuenta la variabilidad y el descentrado del proceso al mismo tiempo	$C_{pm} = \frac{ES - EI}{6\sqrt{\sigma^2 + (u - VCO)^2}}$
C <sub>r</sub>	Muestra el rango de la tolerancia en el proceso que está ocupado por los datos	$C_r = \frac{1}{C_p}$
K	Mide el descentrado del proceso, pero no toma en	$K = \frac{\mu - VCO}{\frac{1}{2}(ES - EI)} * 100$

	cuenta la variabilidad	Donde: VCO: valor central óptimo $\mu$ : media o promedio
Zs	Representa el número de desviaciones estándar que se encuentran entre la especificación central y la superior	$Z_S = \frac{Es - \mu}{\sigma}$ Donde: Es: Especificación superior $\mu$ : media o promedio $\sigma$ : Desviación estándar
Zi	Representa el número de desviaciones estándar que se encuentran entre la especificación central y la inferior	$Z_S = \frac{\mu - Ei}{\sigma}$ Donde: Ei: Especificación inferior $\mu$ : media o promedio $\sigma$ : Desviación estándar
Nivel Z <sup>5</sup>	Muestra el nivel sigma del proceso determinando la capacidad en terminología Six Sigma	$Z = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(PPM)}$ Donde: PPM: Partes por millón no conformes en el proceso
PPM < EI	Partes por millón que se encuentran por debajo del límite de especificación inferior	$PPM < EI = e^{\left(\frac{29.37 - (Zi + 1.5) - 0.8406^2}{2.221}\right)}$ Donde: e: constante 2.718281828459045
PPM >	Partes por millón que se	$PPM > EI = e^{\left(\frac{29.37 - (Zs + 1.5) - 0.8406^2}{2.221}\right)}$

<sup>5</sup> Fórmula de cálculo aproximada correspondiente a un proceso que se descentra 1.5 sigmas a través del tiempo, siendo  $6\sigma$  igual a 3.4 PPM o DPMO

ES	encuentran por debajo del límite de especificación inferior	Donde: e: constante 2. 718281828459045
Yield	Rendimiento esperado del proceso, que determina el porcentaje de unidades o elementos que si cumplen con las especificaciones	$Y = \frac{(1000000 - PPM_{total}) * 100}{1000000}$ Donde: PPMtotal: Partes por millón que están fuera de las especificaciones.
Intervalo CP	Intervalo de confianza para CP	$\widehat{Cp} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\widehat{Cp}}{\sqrt{2n - 1}}$ Donde: n: total de observaciones $\alpha$ : error de estimación
Intervalo CPk	Intervalo de Confianza para CPk	$\widehat{CPk} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{Cpk^2}{2(n - 1)} + \frac{1}{9n}}$
Intervalo CPM	Intervalo de confianza para CPM	$\widehat{CPm} \pm \left( Z_{\frac{\alpha}{2}} * \frac{\widehat{Cpm}}{\sqrt{n}} * \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{(\bar{x} - VCO)^2}{S^2}} \right)$ Donde: S: Desviación Estándar X: Promedio

**Fuente:** Varios

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

### 3.2.3 Cartas de control

Para conocer si el proceso tenía la habilidad de cumplir con las especificaciones y determinar la inestabilidad, se crearon cartas de control con las mediciones realizadas. De esta manera y en función del tipo de variable estudiada se desarrollaron e interpretaron dichas cartas.

Al tener variables continuas se hizo énfasis en el análisis de cartas X – R (para medias y rangos) ya que el objetivo de la investigación es reducir la variabilidad presente en el proceso por causas comunes.

Se descartó elaborar cartas de control X – S (para desviaciones) basándose en los datos obtenidos puesto que el proceso no estaba descentrado.

### **3.3 Verificar (FASE III).**

En esta etapa se analizó con la gerencia la problemática y los impactos que genera el proceso en su situación actual. Se describieron los hallazgos generados y las potencialidades de mejora.

Se diseñaron sugerencias para crear un plan piloto que justifique si las mejoras serán acertadas y viables para optimizar el proceso reduciendo su variabilidad.

### **3.4 Actuar (FASE IV).**

En la fase actuar se crearon las propuestas de mejora para resolver la problemática planteada. Se estructuraron cambios en el método de trabajo debido a la maquinaria y la reorganización adecuada del personal para reducir los problemas de variación en las tallas de las camisetas.

Con la consideración de que el proceso no se había descentrado fuera de los límites estadísticos, se diseñaron también manuales de procedimientos para generar guías que permitan tener un proceso estandarizado en la confección de camisetas.

## CAPÍTULO 4

### 4. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Este capítulo se divide en 3 partes, el diagnóstico situacional, el análisis de datos y la discusión de resultados, para generar un apropiado estudio del proceso de confección de camisetas deportivas.

#### 4.1 Situación actual (FASE I)

##### 4.1.1 Razón Social

Nombre de la empresa: MEGASPORT

##### 4.1.2 Objeto de la empresa

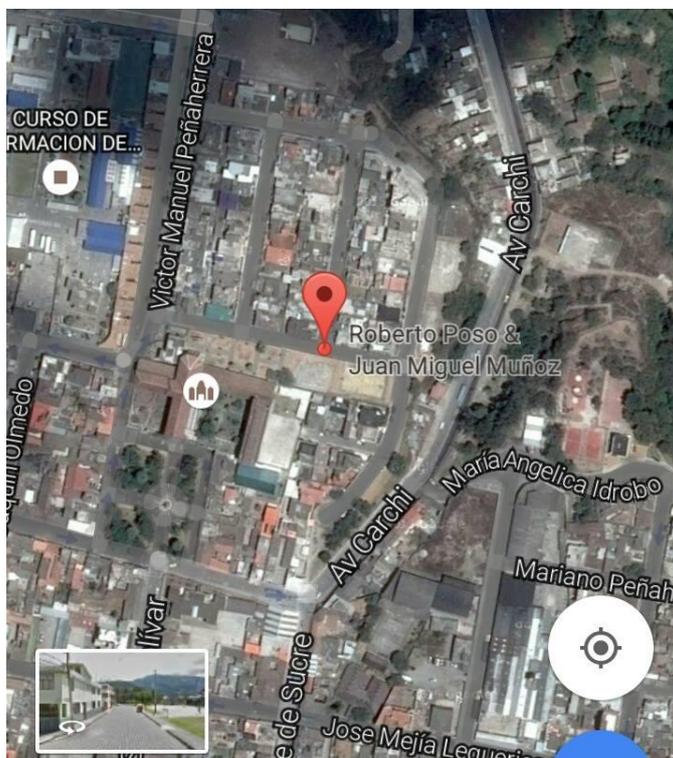
La empresa se dedica a la confección de ropa deportiva: camisetas, calentadores deportivos, chompas deportivas entre otros.

##### 4.1.3 Gerente Propietario

Sr. Polo Cuchala

##### 4.1.4 Ubicación

Juan Miguel Muñoz 1-107 y Roberto Poso en la ciudad de Ibarra



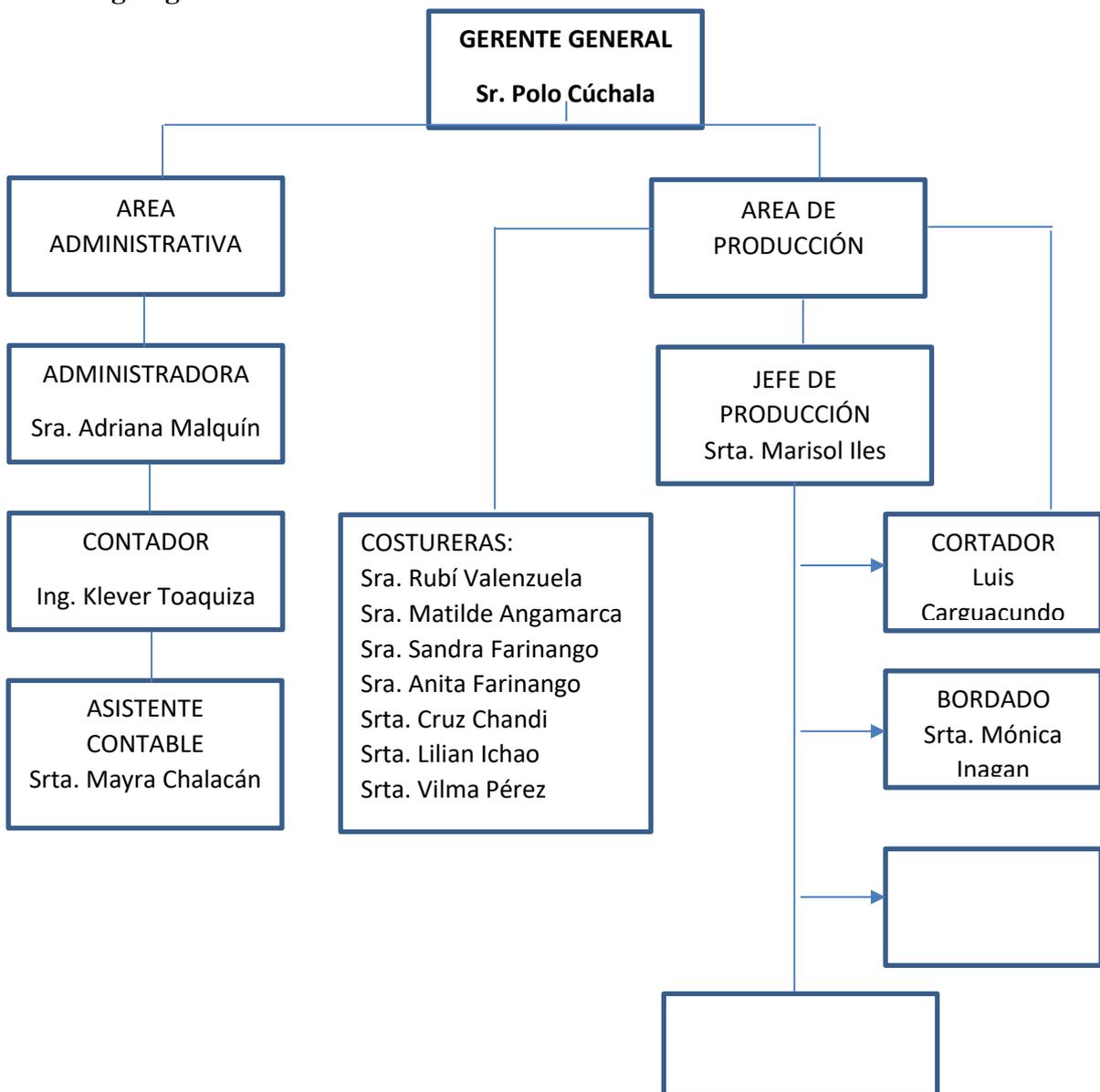
#### 4.1.5 Teléfonos

Celular: 0998712974

Teléfono: 062950216



#### 4.1.6 Organigrama



MEGASPORT es una empresa ubicada en la ciudad de Ibarra, fue fundada originariamente por el Sr. Polo Cuchala y su esposa Sra. Adriana Malquin, como consecuencia del éxito obtenido en un pequeño negocio de sastrería. El carácter familiar de la sastrería, y el trato directo y personal con los clientes, le hizo afianzarse con una clientela fiel, y con un importante prestigio de marca en la provincia de Imbabura.

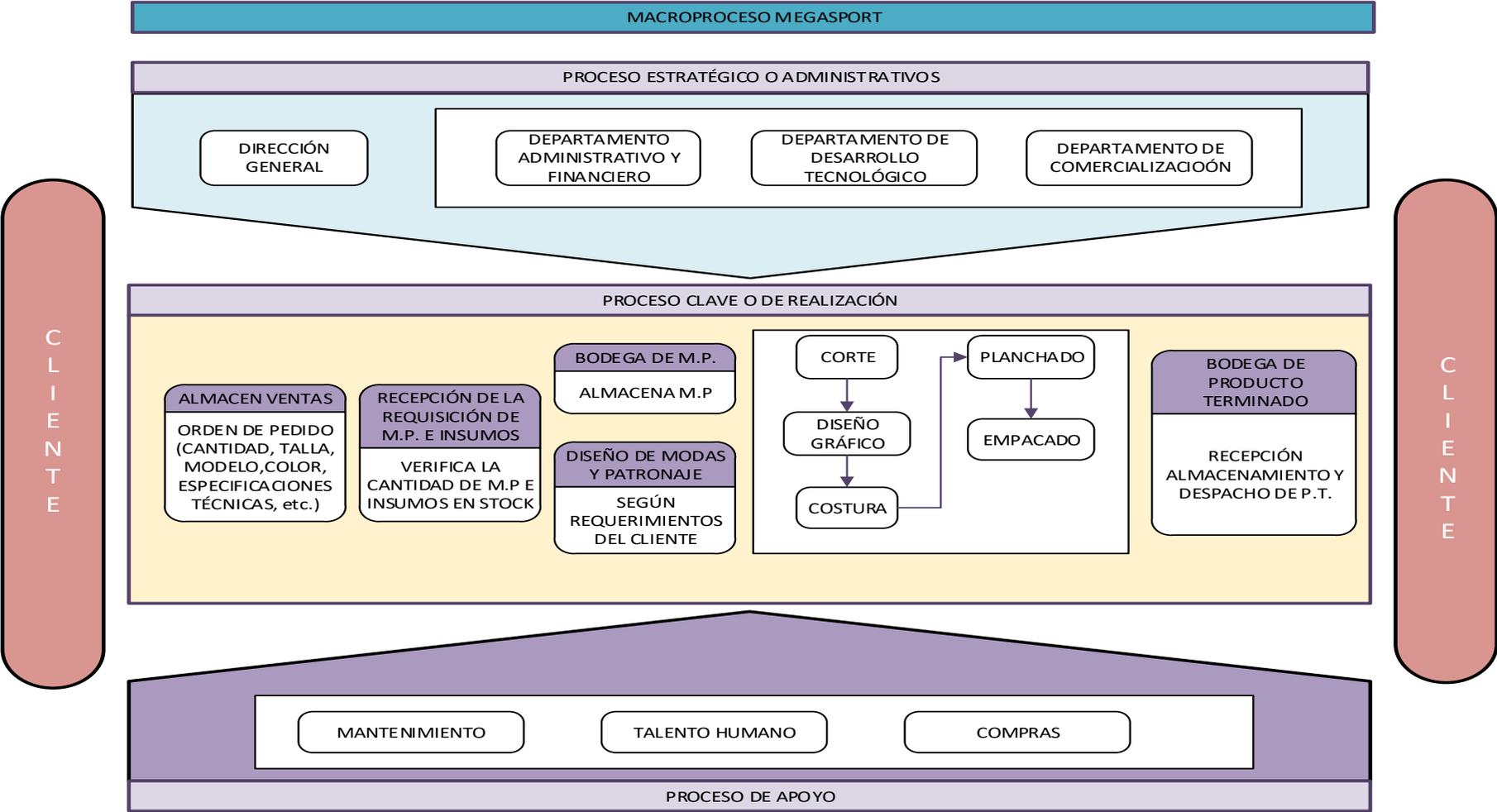
#### **4.1.7 Misión**

Confeccionar y comercializar un producto de calidad, que satisfagan necesidades del mercado en forma competitiva, cumpliendo con ética las obligaciones para con sus clientes, proveedores, empleados, el estado y la comunidad en la que se desarrollan las actividades de la empresa.

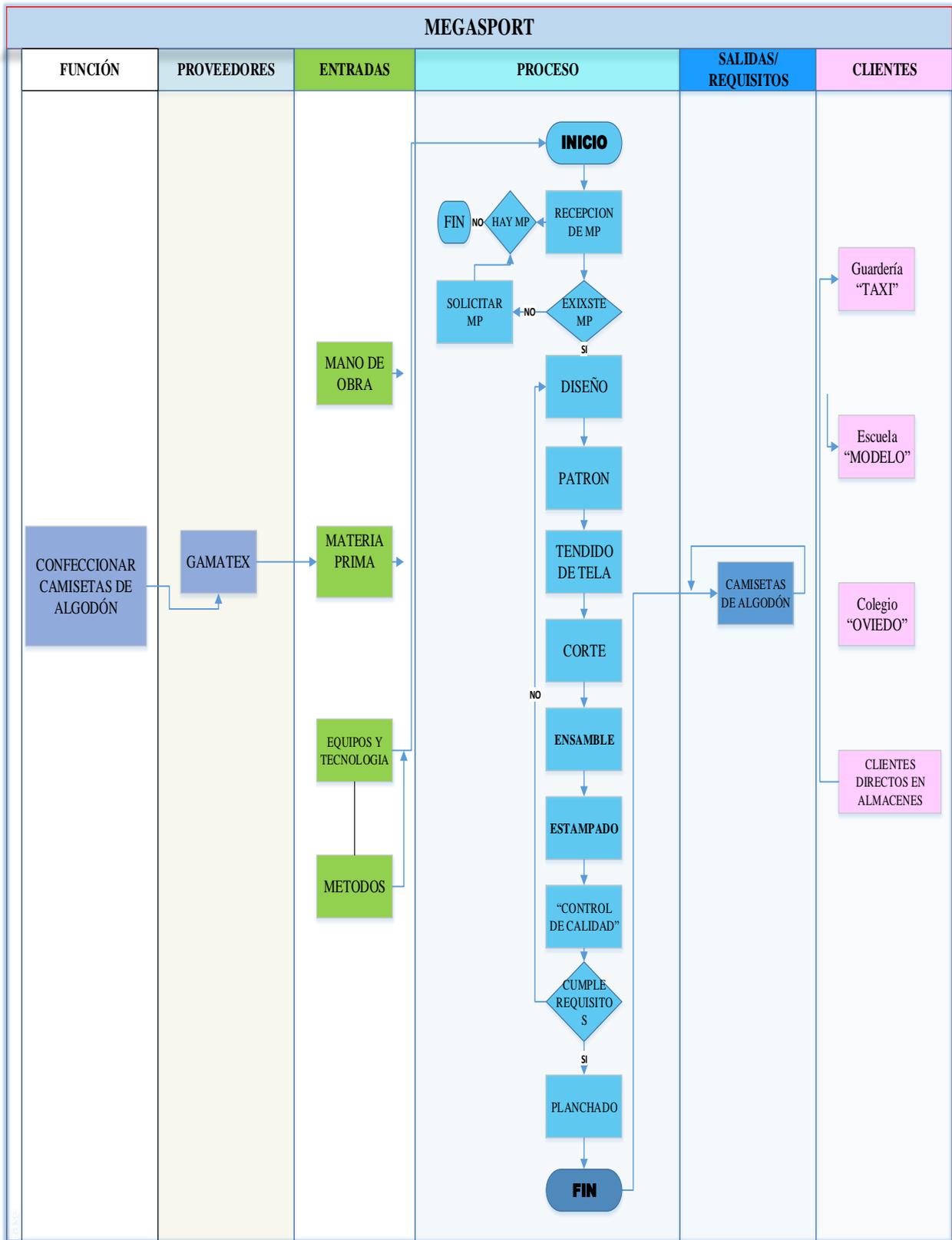
#### **4.1.8 Visión**

Será la empresa modelo de excelencia en todos sus procesos, reflejada en productos competitivos en mercados nacionales e internacionales.

4.1.9 Macro Proceso



#### 4.1.10 Diagrama SIPOC del proceso



#### **4.1.11 Descripción del proceso:**

**Pedido:** Se reciben los pedidos en los almacenes de ventas, con sus diferentes requerimientos por parte de los clientes.

**Patrón:** se realiza el diseño del producto con sus determinados requerimientos, color, talla, entre otros.

**Bodega de materia prima:** se envía a bodega de materia prima las especificaciones de tela, cantidad de tela, de acuerdo a los requerimientos para la realización del producto.

**Tendido de tela:** consiste en extender las capas de tela de manera uniforme a lo largo de la mesa de corte, para inmediatamente proceder a cortar.

**Corte:** se realiza el corte de tela de acuerdo a las especificaciones dadas por el patrón.

**Ensamble:** se unen todas las partes que componen el producto, es decir las partes de la camiseta que consiste en: unir los hombros, el cuello overlock, tirilla, pegado de mangas, cerrado de costados, recubierto de mangas, y por último recubierto de filos.

**Bordado:** se realiza el bordado o estampado en las camisetas de acuerdo al requerimiento del cliente.

**Planchado:** una vez terminado el producto, llega a la fase de planchado.

**Empacado:** se empaca el producto y se envía a almacén para su respectiva entrega.

#### 4.1.12 Brainstorming

Tabla 7 Brainstorming.

<b>BRAINSTORMING</b>			
<b>Fecha:</b>	11/01 2016	<b>Nro. de Participantes:</b>	15
<b>OBJETIVOS</b>	Conocer los principales problemas de la empresa que se presentan en los diferentes sub procesos del proceso de producción de camisetas de algodón.		
	Determinar las posibles soluciones a los problemas encontrados en los diferentes procesos de producción.		
<b>PROCESOS</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>SOLUCIONES</b>	
<i>Orden de compra</i>	Falta de información de los requerimientos del cliente	Llenar conjuntamente con el cliente la orden de compra	
<i>Orden a bodega</i>	El pedido no se lo hace de inmediato a los proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el pedido inmediatamente que esté lista la orden de compra.</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer el pedido de los rollos de tela de acuerdo al pedido de la orden de compra para que no exista ni faltantes ni excedentes de tela</li> </ul>	
<i>Pedido de materia prima</i>	Retrasos en la entrega de materia prima por parte de los proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambiar de proveedor.</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer una fecha exacta de entrega</li> </ul>	
<i>Diseño</i>	Falta de especificaciones del diseño de camisetas de algodón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tomar todos los puntos de ficha de diseño conjuntamente con el cliente</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tomar de base una muestra para que el cliente elija o cambie sus especificaciones de acuerdo a la muestra.</li> </ul>	
<i>Patrón</i>	Falta de mantenimiento de las maquinas impresoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dar mantenimiento a las maquinas impresoras de los patrones</li> </ul>	
	Ingreso de tallas al software para realizar las medidas exactas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar si el software realiza las medidas exactas basándose en el cuadro de tallas de la norma</li> </ul>	
<i>Tendido</i>	Desigualdad de las capas de tela	Tender en capas más pequeñas	

	al momento de tenderlas  La tela de algodón la mayoría de veces no se le deja reposar por lo que tiende a encogerse.	Dejar reposar la tela 12 h
<b>Corte</b>	Desperdicio de tela al momento de cortar.	Estandarizar una medida de corte
<b>Estampado o bordado</b>	Falta de información del tipo de tela al momento de estampar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveer de información al estampador sobre los tipos de tejido y fibra de la tela antes del estampado</li> <li>• Abastecer de agujas de diferente tamaño para cambiarlas de acuerdo a la tela a bordar</li> </ul>
	Las agujas de la máquina de bordado son muy delgadas	
<b>Ensamble</b>	Falta de mantenimiento de las maquinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar mantenimiento a las maquinas con frecuencia</li> </ul>
<b>Control de calidad</b>	Se lo realiza de una manera apresurada, de una manera empírica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El control de calidad se lo debe realizar de una manera exhaustiva.</li> </ul>
<b>Planchado</b>	Falta de ventilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poner énfasis en el cuarto de plancha con respecto a la ventilación.</li> </ul>
<b>Empaque</b>	Desorganización al momento de empaque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar por tallas las camisetas</li> </ul>
<b>Ventas</b>	No hay seguimiento al cliente.	Generar canales de atención y servicios pos venta.

**Fuente:** Entrevista a los trabajadores, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

Del Brainstorming mostrado en la tabla 7 se pudo concluir que los problemas presentes en la empresa, generan defectos apreciables e ineludibles para ser pasados por alto. Además, del análisis realizado con los participantes (miembros de la organización) se destaca la falta de organización y guía en el proceso de confección, permitiéndose que los trabajadores adopten distintos métodos de trabajo según su experiencia.

La ausencia de controles correctos de calidad ha permitido que el producto final se vea afectado negativamente. Es destacable que el estudio realizado, se orientó a las camisetas estándar, donde se pudo notar que se prioriza el tiempo de trabajo al cumplimiento de lotes por pedido, evidenciando el desorden de trabajo en la empresa.

#### 4.1.13 Hoja de verificación

**Tabla 8 Hoja de verificación para defectos.**

<b>HOJA DE VERIFICACIÓN</b>		
<b>Producto:</b> Camisetas de algodón		<b>Fecha:</b> 14-01-2016
		<b>Inspector:</b> Poleth Barrionuevo
<b>Defectos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Subtotal</b>
Variabilidad de tallas	//// // // // // // // // // // // // //// // // // // // // // // // // // //// // // // /	126
Variabilidad de tonos	//// // // // // // // // // // //	43
Defectos en costura	//// // // // // // // // // // // // //// // // // //	69
Defectos por ensamble	//// // // // // // // // // //	39
Defectos por manchas	//// // // // // // // // // // // // //// // // // // //	75
<b>TOTAL</b>		<b>352</b>

**Fuente:** Investigación de campo, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

Para estimar los defectos presentes en las camisetas deportivas, se aplicó una hoja verificación (tabla 8) recopilando los eventos<sup>6</sup> dados durante el proceso de fabricación en un lapso de 42 días.

Al terminar el conteo de defectos se tuvieron un total de 352 hallazgos que corresponde al 8,38% del total de la producción inspeccionada. De estos eventos se destaca la variabilidad presente en las tallas al ser el defecto más repetitivo con un 3% y el menos observado los defectos por ensamble con un 0,92%.

<sup>6</sup> Se distingue un evento de una unidad al analizar el defecto como causa común o especial.

#### 4.1.14 Diagrama Pareto

Para estructurar el diagrama Pareto, se recopilaron las quejas y devoluciones que tuvo la empresa basados en la información obtenida del proceso, además de los considerados por el cliente interno<sup>7</sup>.

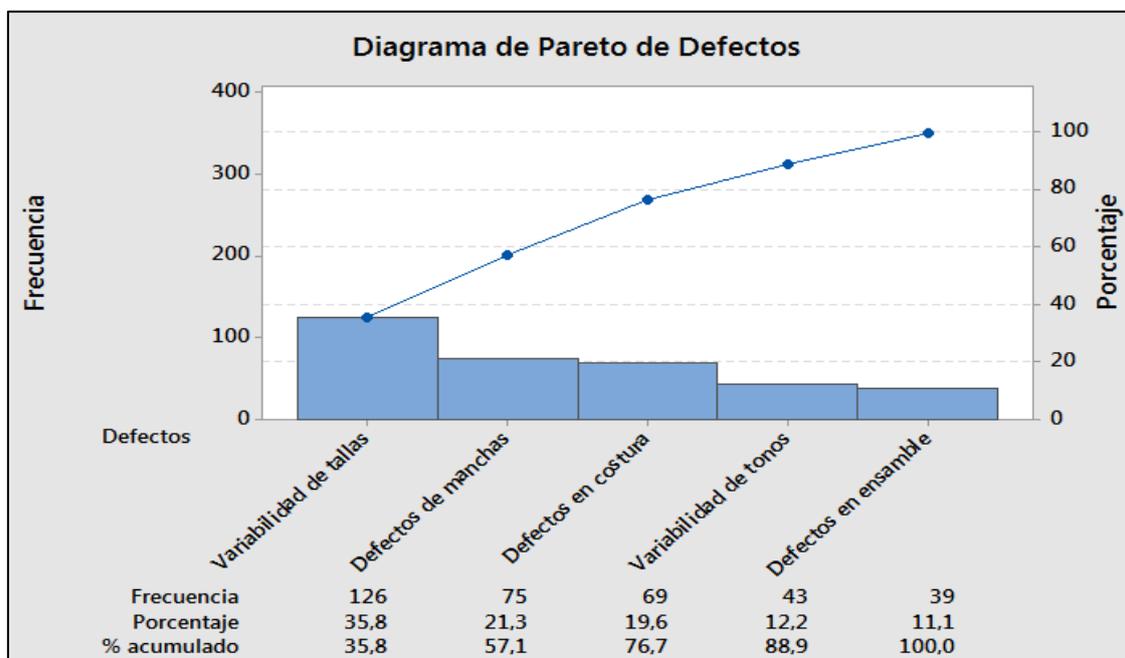
**Tabla 9 Frecuencia de Defectos encontrados en el Producto.**

Defectos	Frecuencia
Variabilidad de tonos	43
Defectos en costura	69
Variabilidad de tallas	126
Defectos de ensamble	39
Defectos de manchas	75

**Fuente:** Megasport, departamento de ventas.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

Con los datos recopilados se elaboró el diagrama Pareto para determinar los efectos más relevantes y enfocar los esfuerzos de mejora hacia estos problemas.



**Ilustración 7.-** Diagrama Pareto para frecuencia de defectos

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

<sup>7</sup> Se hace referencia a las incomodidades y consideraciones expresadas por los miembros de la empresa.

En la ilustración 8 correspondiente al Diagrama Pareto se pueden reconocer los “pocos vitales” referentes a la variabilidad de tallas. Además, se tienen a los defectos en costura, variabilidad de tonos y defectos de ensamble en la categoría de “muchos triviales”.

Por lo tanto, el estudio se enfocó a la resolución de los problemas planteados como importantes y considerables para que la empresa mantenga un prestigio idóneo de calidad y satisfaga a sus clientes.

#### **4.1.15 Síntesis del diagnóstico situacional**

Mediante el diagnóstico de la situación actual realizado a la empresa “MEGASPORT” se determinó que la empresa no cumple con procedimientos adecuados en la confección de sus prendas, no existe planificación para el personal en la realización de sus actividades, lo que implica que sus productos no cumplan con estándares de calidad, lo que implica insatisfacción de los clientes al adquirir los productos. Las camisetas de algodón que son el producto estrella de esta empresa presentaba defectos que repercutían en la calidad tales como la variabilidad de tallas que fue el defecto más representativo que se evidencio y en el cual se enfocó la investigación

## CAPÍTULO 5

### 5. Presentación y análisis de resultados (FASE II)

Para el análisis de los resultados obtenidos en la situación actual de la empresa se consideraron las dimensiones dadas por la norma NMX-A-243-1983 en la cual se expresa:

**Tabla 10 Dimensiones para camisetas talla 38.**

Talla MEDIUM (38)		
Parte	Dimensión en pulgadas	Dimensión en centímetros
Cuello	15,0 – 15,5	38,0 – 39,0
Pecho	38,0 – 40,0	96,0 – 102,0
Largo de manga <sup>8</sup>	34,0	86,0 ( $\pm 1$ tolerancia)
Cintura	34,0 – 36,0	86,0 – 92,0
Largo	27,5 – 28,3	70 – 72
Ancho <sup>9</sup>	38,0 – 40,0	96 – 102

**Fuente:** NMX-A-243-1983

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

De la observación directa, la entrevista con los trabajadores y un pre-muestreo se determinó que las dimensiones más propensas a tener variabilidad eran, el largo de la camiseta ya que se da un corte aislado por el cuello y se producen pérdidas de la medida al coser y pegar las partes superiores, y el ancho debido a que se pueden perder centímetros en el pegado de la pieza al cocerla perdiendo la proporción con la medida respectiva del pecho y la cintura dado en el proceso de diseño y patronaje.

#### 5.1 Muestreo

El análisis del proceso de confección se realizó en un lapso de dos meses con una producción total de 4 200 camisetas de algodón deportivas, que se produjeron para la venta fuera de pedido.

Para la evaluación de calidad respectiva a este proceso se tomó una muestra de 352 unidades de forma sistemática por subgrupos racionales (ver sección 3.2.1). Sin

<sup>8</sup> Dimensión para camisetas de manga larga.

<sup>9</sup> Dimensión para tallas unisex

embargo, para cumplir con la adecuada elaboración de cartas de control se generaron subgrupos homogéneos<sup>10</sup>, elevando el tamaño de la muestra a 355 unidades, aumentando un subgrupo.

De esta manera se tomaron 5 unidades cada 4,77 horas durante 70 ocasiones<sup>11</sup>, completando 336 horas respectivas a la producción de 42 días laborables, más las 3 unidades adicionales que igualan la cantidad de camisetas tomadas para el análisis por subgrupo.

## 5.2 Presentación de datos

Los datos recopilados fueron del largo de la camiseta y de las dimensiones dadas para la cintura, expresados en centímetros respectivos a la variabilidad de tallas, considerándose variables continuas. Asimismo, se recopilaron datos para el problema de defectos de manchas, siendo esta una variable de discreta.

### 5.2.1 Dimensiones Largo de camiseta

Los datos correspondientes a la variabilidad de tallas se muestran en la tabla 11

**Tabla 11 Muestreo para el largo de la camiseta**

Muestreo para el Largo de la camiseta talla 38							
Subgrupo	U1	U2	U3	U4	U5	Rango	Promedio
1	71,0	71,4	70,2	70,2	72,2	2,0	71,00
2	69,2	70,1	69,5	69,4	70,6	1,4	69,76
3	71,0	71,5	72,5	72,2	71,5	1,5	71,74
4	69,2	70,9	69,8	70,3	70,9	1,7	70,22
5	71,5	71,0	71,9	70,5	70,1	1,8	71,00
6	71,3	71,9	72,4	72,5	72,4	1,2	72,10
7	69,1	69,2	69,6	70,3	70,8	1,7	69,80
8	71,9	70,7	70,7	71,0	71,6	1,2	71,18
9	70,8	69,8	69,8	69,9	70,3	1,0	70,12
10	71,6	72,2	70,2	70,6	71,0	2,0	71,12
11	71,3	70,9	69,3	72,2	71,0	2,9	70,94
12	70,1	71,1	70,4	71,6	72,0	1,9	71,04

<sup>10</sup> El subgrupo homogéneo hace referencia a tener siempre las mismas unidades en cada subgrupo, manteniendo los límites de control de las cartas para medias y rangos constantes.

<sup>11</sup> Con el aumento de las tres unidades para homogenizar los subgrupos, se crearon finalmente 71 subgrupos.

13	71,1	71,5	71,0	71,3	71,4	0,5	71,26
14	71,2	70,9	70,7	69,6	70,4	1,6	70,56
15	68,8	69,2	70,6	70,2	70,9	2,1	69,94
16	72,8	71,5	70,9	71,1	72,0	1,9	71,66
17	69,6	70,3	70,8	69,8	70,4	1,2	70,18
18	70,7	71,6	71,4	70,4	70,5	1,2	70,92
19	72,9	69,1	71,1	70,7	70,7	3,8	70,90
20	71,6	70,3	70,7	70,9	71,5	1,3	71,00
21	70,0	70,4	70,9	68,5	70,3	2,4	70,02
22	70,0	72,9	72,4	72,0	72,2	2,9	71,90
23	71,0	71,0	71,4	70,2	70,2	1,2	70,76
24	72,2	69,2	70,1	69,5	69,4	3,0	70,08
25	70,6	71,0	71,5	72,5	72,2	1,9	71,56
26	71,5	69,2	70,9	69,8	70,3	2,3	70,34
27	70,9	71,5	71,0	71,9	70,5	1,4	71,16
28	70,1	71,3	71,9	72,4	72,5	2,4	71,64
29	72,4	69,1	69,2	69,6	70,3	3,3	70,12
30	70,8	71,9	70,7	70,7	71,0	1,2	71,02
31	71,6	70,8	69,8	68,8	69,9	2,8	70,18
32	70,3	71,6	72,2	70,2	70,6	2,0	70,98
33	71,0	71,3	70,9	69,3	72,2	2,9	70,94
34	71,0	70,1	71,1	70,4	71,6	1,5	70,84
35	72,0	71,1	71,5	71,0	71,3	1,0	71,38
36	71,4	71,2	70,9	70,7	69,6	1,8	70,76
37	70,4	68,8	69,2	70,6	70,2	1,8	69,84
38	70,9	72,8	71,5	70,9	71,1	1,9	71,44
39	72,0	69,6	70,3	70,8	69,8	2,4	70,50
40	70,4	70,7	71,6	71,4	70,4	1,2	70,90
41	70,5	70,7	69,1	70,3	70,7	1,6	70,26
42	70,7	71,6	71,1	72,9	70,9	2,2	71,44
43	71,5	70,0	70,4	70,9	71,0	1,5	70,76
44	70,3	71,9	72,9	72,4	72,0	2,6	71,90
45	72,2	68,5	70,3	70,0	69,3	3,7	70,06
46	70,8	70,5	70,1	70,8	70,6	0,7	70,56

47	69,1	71,5	71,0	71,0	71,4	2,4	70,80
48	70,9	72,6	71,4	71,3	71,1	1,7	71,46
49	73,2	69,6	69,3	69,4	68,6	4,6	70,02
50	69,8	70,4	70,6	71,2	71,6	1,8	70,72
51	71,9	71,7	72,2	71,6	72,0	0,6	71,88
52	71,3	69,2	70,2	70,9	71,5	2,3	70,62
53	71,6	71,8	72,2	72,5	71,9	0,9	72,00
54	71,8	70,6	70,9	70,8	68,8	3,0	70,58
55	69,0	71,2	71,5	71,3	71,0	2,5	70,80
56	71,6	70,4	71,3	70,8	69,4	2,2	70,70
57	71,5	72,3	70,4	70,4	72,1	1,9	71,34
58	70,7	73,1	71,0	71,9	72,1	2,4	71,76
59	72,9	70,9	69,4	70,9	69,9	3,5	70,80
60	70,2	71,8	71,9	72,2	71,3	2,0	71,48
61	71,4	70,6	69,3	69,9	70,4	2,1	70,32
62	71,1	71,4	73,1	71,4	70,9	2,2	71,58
63	70,5	70,8	70,5	69,2	69,4	1,6	70,08
64	70,1	69,7	69,7	69,9	70,1	0,4	69,90
65	70,3	71,8	70,9	71,6	70,7	1,5	71,06
66	72,5	69,9	69,5	70,2	70,4	3,0	70,50
67	70,5	72,6	71,7	71,8	71,5	2,1	71,62
68	71,7	70,5	71,3	70,7	70,2	1,5	70,88
69	72,4	71,3	72,0	71,1	71,7	1,3	71,70
70	70,9	69,6	69,7	70,1	70,4	1,3	70,14
71	70,4	72,8	72,3	71,3	70,4	2,4	71,44
TOTAL						$\bar{R}: 4,02$	$\bar{X}: 70,8727$

**Fuente:** Investigación de campo, MEGASPORT.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

En la tabla 11 se detallan los datos tomados del proceso de confección de camisetas deportivas talla 38 fabricadas en algodón. La columna de rango revela la amplitud del subgrupo, mientras que el promedio hace referencia a los valores de la media del subgrupo.

## 5.2.2 Dimensiones par el ancho de la camiseta

**Tabla 12 Muestreo para el ancho de la camiseta.**

Muestreo para el ancho de la camiseta talla 38							
Subgrupo	1	2	3	4	5	Rango	Promedio
1	102,2	101,2	100,6	102,3	100,2	2,1	101,3
2	102,1	103,3	100,3	101,6	99,4	3,9	101,3
3	97,3	96,7	98,9	95,7	98,7	3,2	97,5
4	102,7	97,8	97,9	98,9	100,9	4,9	99,6
5	103,0	104,0	102,4	100,0	98,5	5,5	101,6
6	107,1	100,0	100,4	99,9	100,4	7,2	101,6
7	96,9	99,0	98,6	97,5	97,5	2,1	97,9
8	99,9	99,0	99,6	97,7	98,3	2,2	98,9
9	98,8	98,5	98,3	100,0	100,8	2,5	99,3
10	100,8	101,7	101,0	101,4	99,2	2,5	100,8
11	100,4	100,7	101,1	100,3	103,8	3,5	101,3
12	96,7	98,7	99,3	99,2	99,9	3,2	98,8
13	100,4	102,7	100,9	100,7	101,8	2,3	101,3
14	100,3	99,6	99,7	98,2	99,1	2,1	99,4
15	99,2	96,6	98,2	99,7	99,0	3,1	98,5
16	98,6	99,6	99,4	97,6	98,4	2,0	98,7
17	97,9	97,6	99,5	97,6	99,3	1,9	98,4
18	100,8	100,6	100,8	101,3	101,2	0,7	100,9
19	100,0	102,6	100,6	101,4	100,6	2,6	101,0
20	100,4	101,6	100,3	99,9	101,3	1,7	100,7
21	98,3	102,4	100,8	98,3	98,2	4,2	99,6
22	102,3	104,5	98,7	99,1	101,4	5,8	101,2
23	101,9	97,2	96,1	99,2	97,4	5,8	98,4
24	100,1	100,9	100,0	95,6	103,1	7,5	99,9
25	103,1	102,4	100,2	100,3	100,9	2,9	101,4
26	99,7	98,2	98,9	99,4	98,6	1,5	99,0
27	101,2	101,9	101,1	96,0	102,3	6,3	100,5
28	97,8	99,8	99,9	99,9	98,7	2,1	99,2
29	101,4	99,7	103,9	100,1	99,5	4,4	100,9

30	98,8	98,3	98,6	97,6	97,8	1,2	98,2
31	104,5	100,4	101,2	99,9	100,9	4,6	101,4
32	100,5	99,2	99,3	97,7	99,6	2,8	99,3
33	98,2	97,0	99,2	99,4	98,1	2,4	98,4
34	97,2	96,0	97,6	98,8	100,8	4,8	98,1
35	101,0	99,8	95,8	99,5	96,9	5,2	98,6
36	95,4	100,6	102,2	101,5	101,0	6,8	100,1
37	100,8	101,1	101,0	100,3	102,8	2,5	101,2
38	101,0	101,1	100,3	103,1	101,8	2,8	101,5
39	99,0	97,3	96,1	98,0	101,1	5,0	98,3
40	97,1	99,2	96,3	95,7	98,5	3,5	97,4
41	100,8	102,3	100,5	100,8	97,8	4,5	100,4
42	98,8	101,6	99,5	106,0	98,2	7,8	100,8
43	97,9	97,3	98,7	98,1	98,2	1,4	98,0
44	101,4	100,6	100,1	104,1	101,3	4,0	101,5
45	98,9	97,9	102,1	100,0	99,8	4,2	99,7
46	103,6	103,5	96,9	98,3	96,0	7,6	99,7
47	99,6	94,4	99,3	98,7	98,1	5,2	98,0
48	100,5	100,2	100,6	97,2	100,6	3,4	99,8
49	97,9	98,6	97,2	95,3	98,3	3,3	97,5
50	97,0	97,7	99,2	97,4	101,0	4,0	98,5
51	97,9	99,4	98,5	96,0	99,1	3,4	98,2
52	97,2	99,3	103,8	102,8	100,2	6,6	100,7
53	100,6	100,0	101,7	103,4	100,4	3,4	101,2
54	102,4	105,5	101,8	101,4	98,0	7,5	101,8
55	102,1	101,1	100,3	99,3	97,9	4,2	100,1
56	98,1	98,8	97,2	98,0	100,1	2,9	98,4
57	100,8	101,5	102,5	102,2	101,1	1,7	101,6
58	101,6	102,0	98,3	96,3	99,0	5,7	99,4
59	99,2	98,9	99,5	99,1	93,1	6,4	98,0
60	99,8	98,8	98,6	98,9	95,8	4,0	98,4
61	104,5	100,0	100,4	100,1	101,8	4,5	101,4
62	102,5	104,1	101,1	96,6	100,1	7,5	100,9
63	100,3	98,6	98,4	97,5	99,1	2,8	98,8

64	99,8	97,8	97,8	98,5	98,2	2,0	98,4
65	99,7	99,0	98,0	98,6	99,0	1,7	98,9
66	98,2	98,1	98,4	98,9	99,6	1,5	98,6
67	98,1	99,2	99,4	100,6	103,6	5,5	100,2
68	100,5	100,8	100,8	101,6	100,5	1,1	100,8
69	98,8	100,6	96,7	96,9	98,4	3,9	98,3
70	100,1	101,2	101,5	94,9	101,5	6,6	99,8
	99,4	105,2	101,0	99,8	99,4	5,8	101,0
TOTAL						$\bar{R}: 7,1$	$\bar{X}: 99,7198$

**Fuente:** Investigación de campo, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

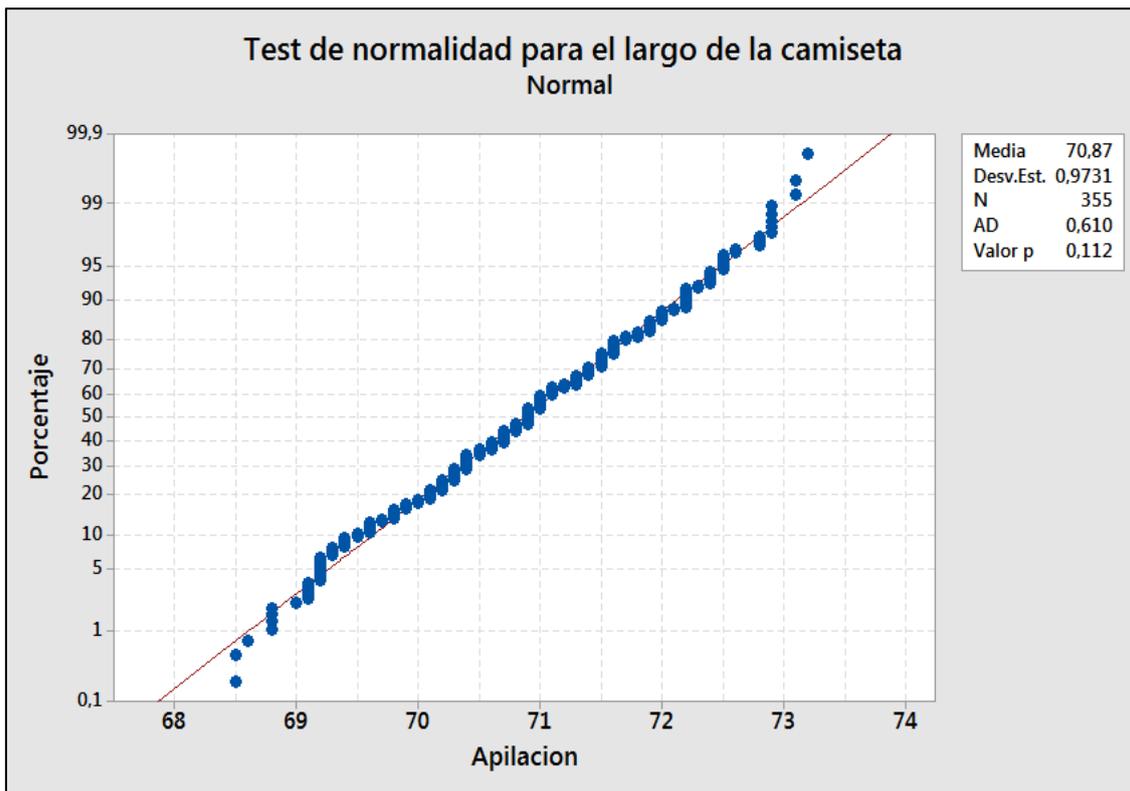
### 5.3 Análisis e interpretación de resultados

Con los datos tomados del proceso de confección se procedió a analizar la variabilidad del proceso y determinar sus causas de inestabilidad, de existir a nivel estadístico.

#### 5.3.1 Test de normalidad para largo de camiseta

De la tabla 12 se procedió a aplicar un test de Anderson Darling<sup>12</sup> para determinar si los datos recopilados se ajustaban a una distribución normal estándar. De esta manera se puede establecer los supuestos que se aplican a tal distribución y afirmar que el comportamiento del proceso es predecible a lo largo del tiempo.

<sup>12</sup> El Test de AD compara la distribución acumulada obtenida de los datos, con la distribución esperada si los datos son normales. (Razali & Wah, 2011, págs. 21-33)



**Ilustración 8.-** Test de normalidad para el largo de la camiseta

**Fuente:** Muestreo del proceso.

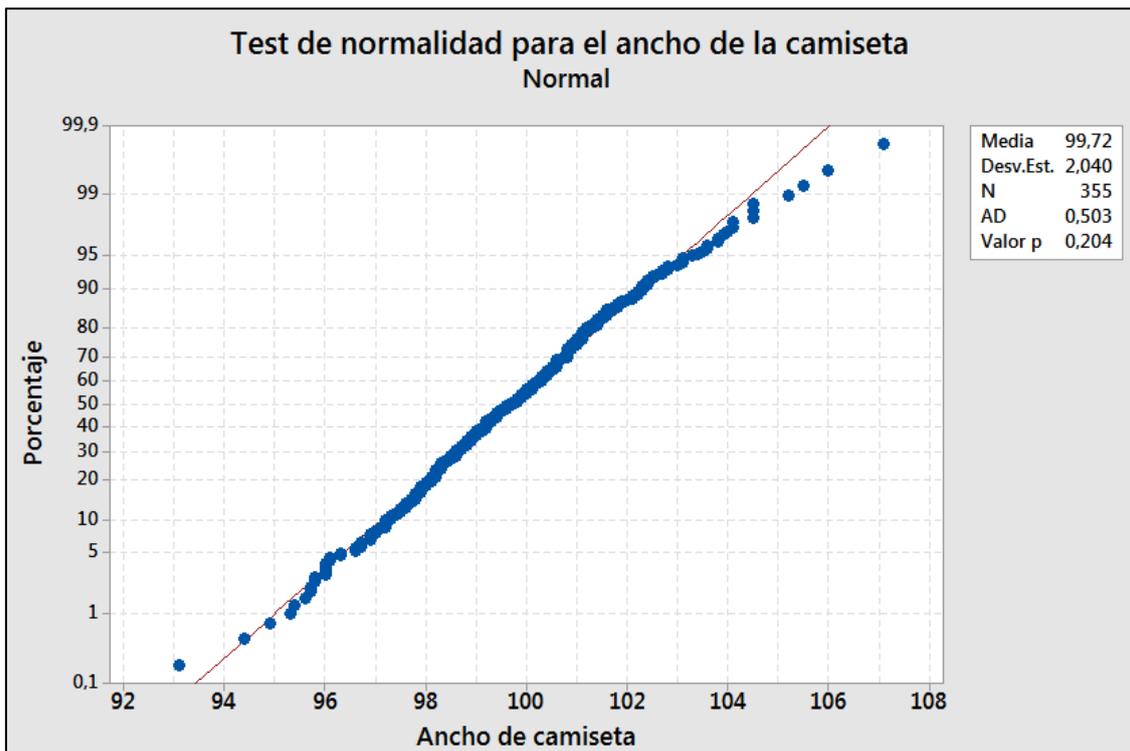
**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

Del test de normalidad se puede observar que el valor  $P^{13}$  es de 0,112 y para estimar la normalidad de los datos se utilizó un nivel de confianza en la prueba del 95%, por lo tanto, el nivel de significancia ( $\alpha$ ) será de 0,05. Como  $P$  es mayor que  $\alpha$  ( $0,112 > 0,05$ ) se acepta que los datos siguen una distribución normal.

### 5.3.2 Test normalidad para el ancho de la camiseta

Con el mismo test aplicado en los datos del largo de la camiseta (Anderson Darling) se evaluó la información obtenida para la dimensión del ancho del producto y determinar si los datos se ajustan al patrón de distribución normal.

<sup>13</sup>  $P$ : es la probabilidad de éxito cuando la hipótesis nula es verdadera, si  $P$  es mayor que el nivel de significancia se acepta como cierta la afirmación de  $H_0$ .



**Ilustración 9.-** Test de normalidad para el ancho de la camiseta.

**Fuente:** Muestreo del proceso.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

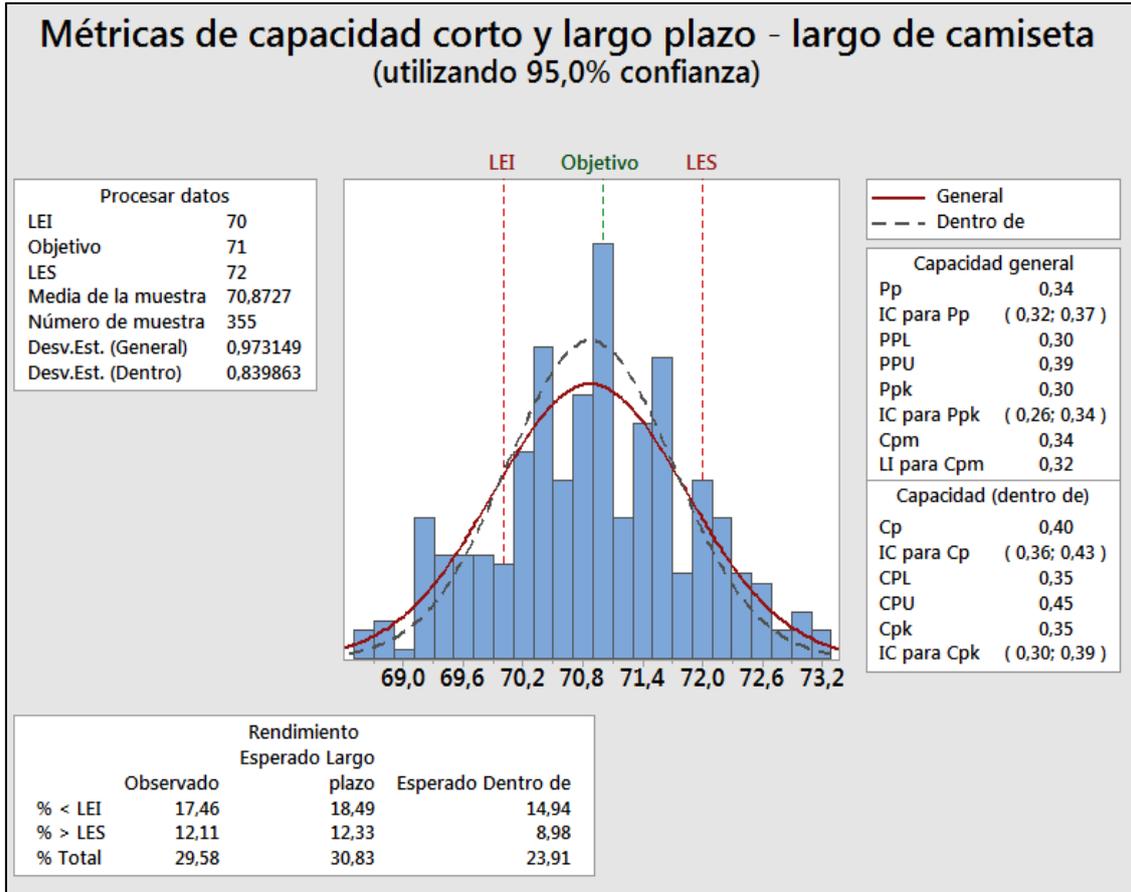
Al aplicar el test de normalidad se constata que el valor del estadístico de prueba es de 0,227. Por lo cual, a un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que los datos se comportan bajo el criterio de una distribución normal, ya que, el valor P donde la probabilidad de éxito para la hipótesis nula<sup>14</sup> es verdadera es mayor que el nivel de significancia  $\alpha$ . ( $0,227 > 0,05$ ).

### 5.3.3 Índices de capacidad

Con el supuesto de normalidad analizado y confirmado, se calcularon los índices de capacidad bajo parámetros de una distribución normal para determinar el comportamiento del proceso referente a las especificaciones.

<sup>14</sup> Ho: Los datos siguen una distribución normal.

### 5.3.3.1 Métricas de capacidad corto y largo plazo para el largo de la camiseta



**Ilustración 10.-** Métricas de capacidad para el largo de las camisetas

**Fuente:** Muestreo del proceso

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

En la ilustración 11 se puede apreciar el comportamiento de los datos con un histograma de valores, para los cuales se ha establecido los límites de especificación dados por la norma NMX-A-243-1983.

Para evaluar los índices, se tuvo una media de la muestra de 70,87 cm. Con una desviación estándar general<sup>15</sup> de 0,973. El cálculo para obtener la desviación estándar dentro<sup>16</sup> se hizo utilizando el rango de los rangos para subgrupos, estimando la desviación con la constante de subgrupo  $d_2$ : 2,326. (Humberto Gutierrez Pulido, 2009, pág. 467)

<sup>15</sup> Se utilizó la desviación estándar general para valorar el proceso en plazo largo.

<sup>16</sup> La desviación estándar dentro se utilizó para valorar el comportamiento del proceso a corto plazo.

**Tabla 13 Métricas de capacidad de corto y largo plazo para el largo de las camisetas.**

<b>Interpretación de las métricas de capacidad</b>		
<b>Capacidad general (Largo plazo)</b>		
Índice	Valor	Interpretación
Pp	0,34	Este valor indica que el proceso no es adecuado para el trabajo. Se encuentra en la categoría 4 y requiere modificaciones muy serias para alcanzar la mejora.
IC para Pp	(0,32; 0,37)	El intervalo de confianza para Pp al 95% refleja el rango en el cual podría moverse el índice con la variabilidad presente en el proceso, en cualquier tiempo. Así, se tiene en su punto máximo un proceso no adecuado de categoría 4.
PPL	0,30	Los valores críticos de Pp indican que este proceso no es adecuado y que no es capaz de cumplir con las especificaciones dadas.
PPU	0,39	
Ppk	0,30	El proceso no es satisfactorio y no cumple con por lo menos una de las especificaciones al mantenerlo a través del tiempo.
IC para Ppk	(0,26; 0,34)	El intervalo de confianza al 95% revela que el índice Ppk es bajo considerando el valor aceptable (1,33). Por lo tanto, este proceso según Ppk no es adecuado.
CPM	0,34	El proceso no cumple con las especificaciones debido a la variabilidad o el descentrado, incluso ambos.
LI para CPM	0,32	Este valor expresa que el proceso es estable y predecible pero no controlado por su alta variabilidad.

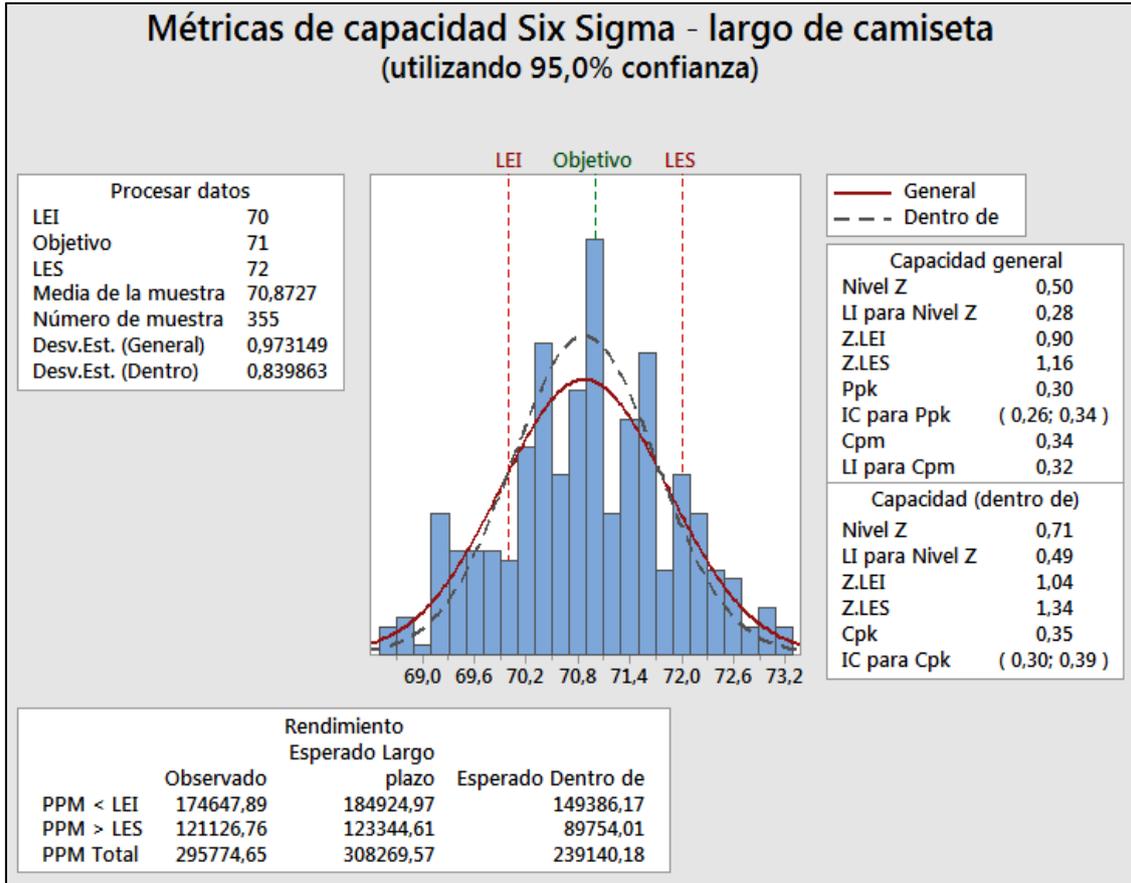
K <sup>17</sup>	-12,73	El centrado del proceso es adecuado, ya que este valor es inferior al 20% considerado máximo. De esta forma se puede entender que el proceso de confección en el largo plazo no se descentra pero tiene alta variabilidad.
<b>Capacidad Dentro (corto plazo)</b>		
Índice	Valor	Interpretación
Cp	0,40	El valor de Cp indica que el proceso requiere modificaciones muy serias para alcanzar la mejora y que se encuentra en categoría 4, siendo no apto.
IC para Cp	(0,36; 0,46)	El intervalo de confianza para Cp al 95% refleja que el proceso presenta estabilidad a corto plazo pero es incapaz de cumplir con las especificaciones.
Cpk	0,35	El índice Cpk de corto plazo muestra que el proceso no es hábil y tiene problemas de centrado o variabilidad.
IC para Cpk	(0,30;0,39)	El intervalo de confianza de Cpk expresa que existe estabilidad pero alta variabilidad según el comportamiento del proceso en el corto plazo.

**Fuente:** Muestreo del proceso

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

<sup>17</sup> Valor K obtenido a través del software Capisoft ultimate 2,1. Ver anexo A1

### 5.3.3.2 Métricas de capacidad Six Sigma para el largo de la camiseta



**Ilustración 11.-** Métricas de capacidad Six Sigma para el largo de las camisetas

**Fuente:** muestreo del proceso

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

**Tabla 14** Métricas de capacidad Six Sigma para el largo de camisetas

Interpretación de las métricas de capacidad Six Sigma		
Capacidad general (Largo plazo)		
Índice	Valor	Interpretación
Nivel Z	0,50	El nivel sigma del proceso a largo plazo muestra que el proceso no tiene la habilidad para satisfacer las especificaciones, de manera especial este índice revela que el rendimiento favorable esperado es de 68,90% <sup>18</sup> . Siendo este porcentaje el de unidades que si cumplirían con las especificaciones dadas y estarían dentro de las tolerancias fijadas para el proceso.

<sup>18</sup> Valor correspondiente al índice YIELD, calculado con el software capisoft ultimate 2,1. Ver anexo A2

LI para Z	0,28	El límite inferior posible para el nivel Z revela que el proceso puede mantenerse centrado en largo plazo al no ser negativo. No obstante, su desempeño es bajo.
Z. LEI	0,90	Los valores críticos de Z y su intervalo de confianza al 95% indican que el proceso en el mejor de los casos podría recorrer 1 nivel sigma en el largo plazo, mejorando su habilidad y su límite inferior revela que el proceso goza de estabilidad y las causas especiales de variación son muy pocas.
Z. LES	1,16	
PPM<LEI	184924,97	
PPM>LES	123344,61	Las partes por millón indican el comportamiento del proceso en términos de unidades que están dentro de las tolerancias aceptables del proceso. Se tiene un valor estimado similar a los dos lados de las especificaciones que no estarían cumpliendo las tolerancias del proceso, por lo cual, se deduce que el centrado del proceso es adecuado.
PPM TOTAL	308269,57	
<b>Capacidad Dentro (corto plazo)</b>		
<b>Índice</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
Nivel Z	0,71	El nivel sigma del proceso para corto plazo, refleja que el proceso es de categoría no adecuada, aunque al comparar los niveles Z de corto y largo plazo (0,54 – 0,71) se puede entender que la variabilidad se encuentra entre lotes y dentro de estos.
LI para Z	0,49	El límite inferior para Z expresa que en la variabilidad es alta al estar fuera de los límites de sigma y del valor esperado, por lo cual la variabilidad entre subgrupos debe considerarse para establecer los objetivos de mejora.

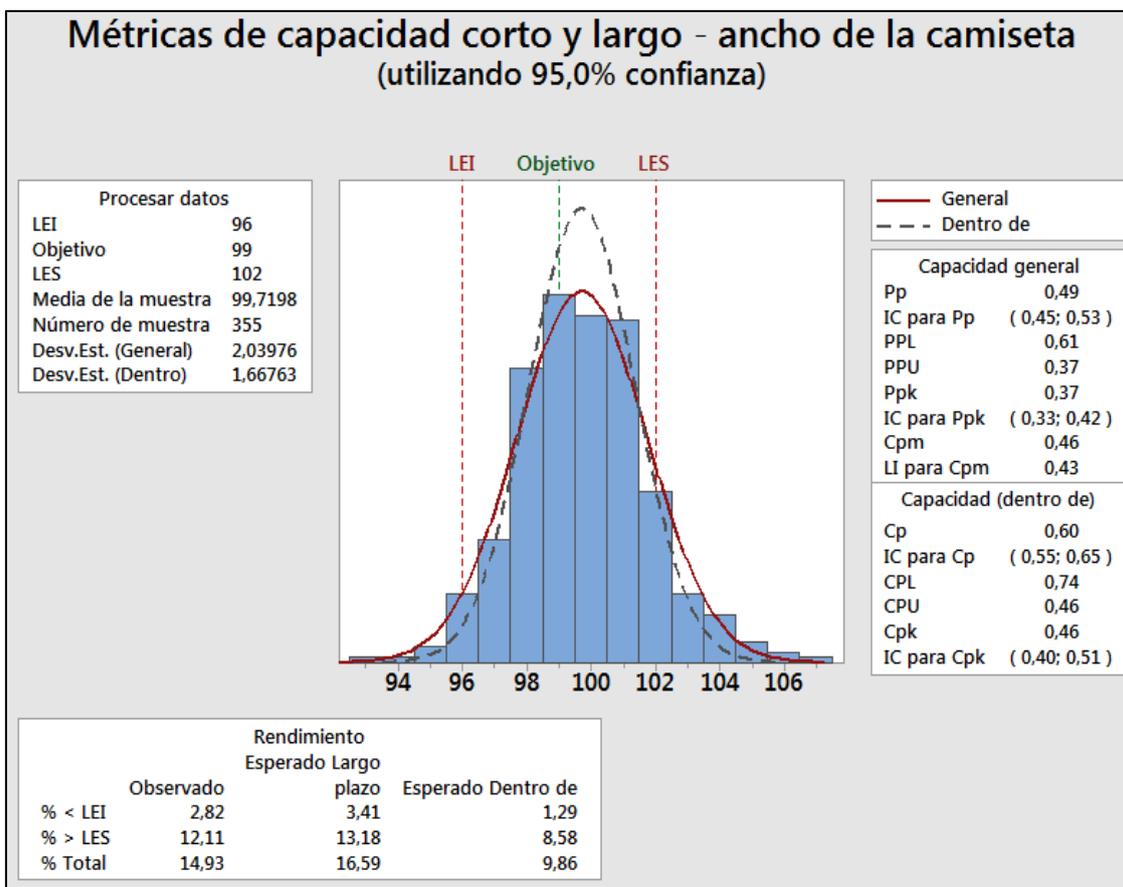
Z. LEI	1,04	El intervalo de confianza al 95% para el nivel sigma del proceso revela que el valor Z es estable y en el mejor de los eventos puede estar próximo a dos sigmas, si el proceso no se descentra por causas comunes.
Z. LES	1,34	
PPM<LEI	149386,17	En las partes por millón se puede apreciar el límite de especificación inferior es el más afectado reflejando un descentramiento hacia la izquierda de las tolerancias. De manera general considerando la desviación estándar dentro, el proceso sería capaz de cumplir el 75,79% <sup>19</sup> de las ocasiones, denominando este porcentaje rendimiento favorable esperado
PPM>LES	89754,01	
PPM TOTAL	239140,18	

**Fuente:** Muestreo del proceso

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

<sup>19</sup> Valor calculado para YIELD con el software Capisoft Ultimate 2,1. Ver anexo A3

### 5.3.3.3 Métricas de capacidad corto y largo plazo para el ancho de la camiseta



**Tabla 15.-** Métricas de capacidad de corto y largo plazo para el ancho de las camisetas.

**Fuente:** Muestreo del proceso.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

Con el mismo procedimiento que se utilizó para calcular los índices de capacidad dados en la dimensión “largo”, se determinaron las métricas acordes al ancho de las camisetas.

En la tabla 15 se aprecia el histograma de los datos tomados en el muestreo del proceso, donde se nota un ligero desplazamiento en la curtosis<sup>20</sup> de la campana de gauss hacia el lado derecho del valor objetivo. La media de la muestra se estimó en 99,72 y la desviación estándar general de los valores observados en 2,04. De igual manera, el valor para la desviación estándar dentro de los subgrupos fue de 1,67.

<sup>20</sup> Copa de la campana de Gauss (Distribución normal).

**Tabla 16 Métricas de capacidad de corto y largo plazo para el ancho de las camisetas.**

<b>Interpretación de las métricas de capacidad</b>		
<b>Capacidad general (Largo plazo)</b>		
<b>Índice</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
Pp	0,49	Este valor indica que el proceso no es adecuado para el trabajo. Se encuentra en la categoría 4 y requiere modificaciones muy serias para alcanzar la mejora.
IC para Pp	(0,45; 0,53)	El intervalo de confianza para Pp al 95% refleja el rango en el cual podría moverse el índice con la variabilidad presente en el proceso, en cualquier tiempo. Así, se tiene en su punto máximo un proceso no adecuado de categoría 4.
PPL	0,61	Los valores críticos de Pp indican que este proceso no es adecuado y que no es capaz de cumplir con las especificaciones dadas.
PPU	0,37	
Ppk	0,37	El proceso no es satisfactorio y no cumple con por lo menos una de las especificaciones al mantenerlo a través del tiempo.
IC para Ppk	(0,33; 0,42)	El intervalo de confianza al 95% revela que el índice Ppk es bajo considerando el valor aceptable (1,33). Por lo tanto, este proceso según Ppk no es adecuado.
CPM	0,46	El proceso no cumple con las especificaciones debido a la variabilidad o el descentrado, incluso ambos.
LI para CPM	0,43	Este valor expresa que el proceso es estable y predecible

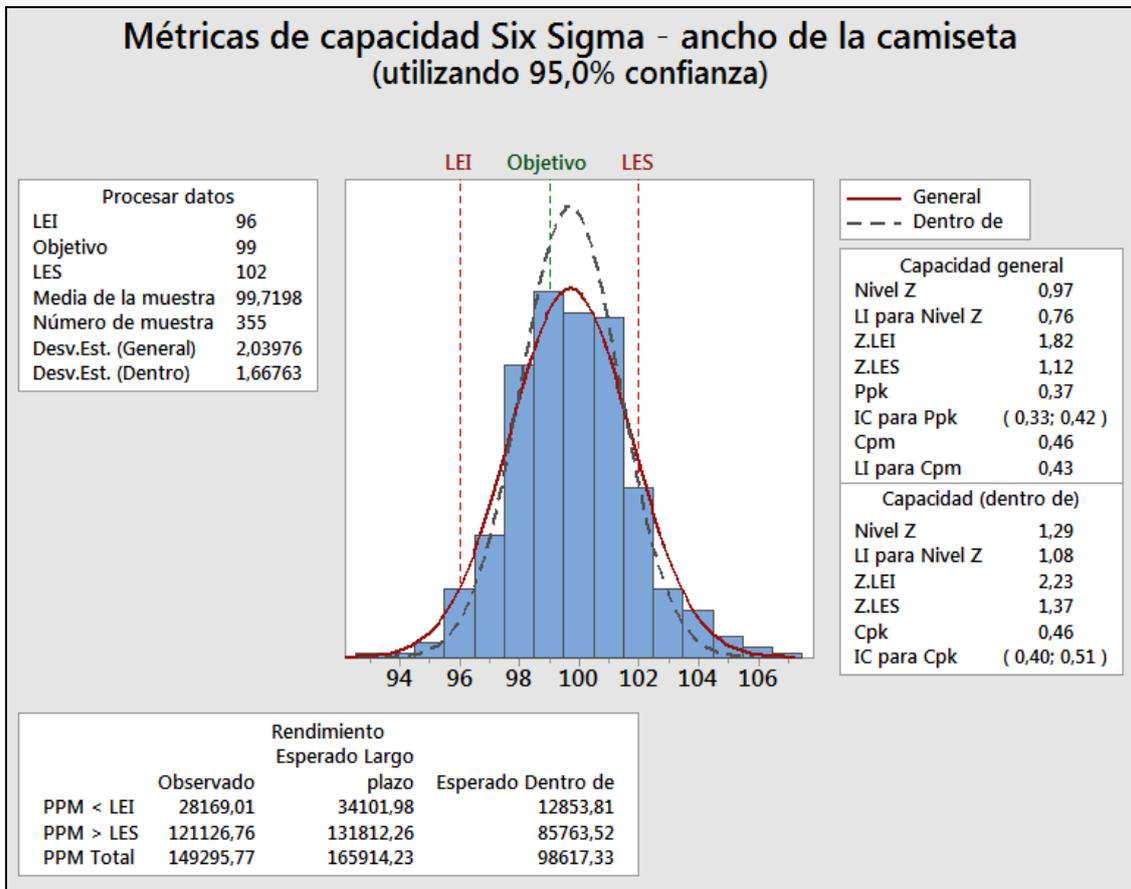
		pero no controlado por su alta variabilidad.
K <sup>21</sup>	23,98%	El centrado del proceso no es adecuado. El proceso se encuentra desviado hacia la derecha de las especificaciones. Demostrando que además de la variabilidad existe problemas de ajuste para esta variable.
<b>Capacidad Dentro (corto plazo)</b>		
<b>Índice</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
Cp	0,60	El valor de Cp indica que el proceso requiere modificaciones muy serias para alcanzar la mejora y que se encuentra en categoría 4, siendo potencialmente no apto.
IC para Cp	(0,55; 0,65)	El intervalo de confianza para Cp al 95% refleja que el proceso presenta estabilidad a corto plazo pero es incapaz de cumplir con las especificaciones.
Cpk	0,46	El índice Cpk de corto plazo muestra que el proceso no es hábil y tiene problemas de centrado o variabilidad. Demás si considera la evaluación de Cp vs CPk se encuentra problemas que evidencian descentramiento.
IC para Cpk	(0,46; 0,51)	El intervalo de confianza de Cpk expresa que existe estabilidad pero alta variabilidad según el comportamiento del proceso en el corto plazo.

**Fuente:** Muestreo del proceso.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

<sup>21</sup> Valor calculado con el software Capisoft Ultimate 2,1. Ver anexo A4

### 5.3.3.4 Métricas de capacidad Six Sigma para el ancho de la camiseta



**Ilustración 12.-** Métricas de capacidad Six Sigma para el ancho de la camiseta.

**Fuente:** Muestreo del proceso.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

**Tabla 17** Métricas de capacidad Six Sigma para el ancho de las camisetas.

Interpretación de las métricas de capacidad Six Sigma		
Capacidad general (Largo plazo)		
Índice	Valor	Interpretación
Nivel Z	0,97	El nivel sigma del proceso a largo plazo muestra que el proceso no tiene la habilidad para satisfacer las especificaciones, de manera especial este índice revela que el rendimiento favorable esperado es de 83,20% <sup>22</sup> . Siendo este porcentaje el de unidades que si cumplirían con las especificaciones dadas y estarían

<sup>22</sup> Valor correspondiente al índice YIELD, calculado con el software capisoft ultimate 2,1. Ver anexo A4

		dentro de las tolerancias fijadas para el proceso.
LI para Z	0,76	El límite inferior posible para el nivel Z revela que el proceso puede mantenerse centrado en largo plazo al no ser negativo. No obstante, su desempeño es bajo.
Z. LEI	1,82	Los valores críticos de Z y su intervalo de confianza al 95% indican que el proceso en el mejor de los casos podría recorrer 2 niveles sigma en el largo plazo, mejorando su habilidad y su límite inferior revela que el proceso goza de estabilidad.
Z. LES	1,12	
PPM<LEI	34316,12	Las partes por millón indican el comportamiento del proceso en términos de unidades que están dentro de las tolerancias aceptables del proceso. Se tiene un valor estimado descentrado hacia el límite de especificación superior que no estaría cumpliendo las tolerancias del proceso en mayor medida que la especificación inferior, por lo cual, se deduce que el centrado del proceso es inadecuado.
PPM>LES	131995,40	
PPM TOTAL	154929,58	
<b>Capacidad Dentro (corto plazo)</b>		
<b>Índice</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
Nivel Z	1,29	El nivel sigma del proceso para corto plazo, refleja que el proceso es de categoría no adecuada, aunque al comparar los niveles Z de corto y largo plazo (0,97 – 1,29) se puede entender que la variabilidad se encuentra entre lotes y dentro de estos.
LI para Z	1,07	El límite inferior para Z expresa que en la variabilidad es alta al estar fuera de los límites de sigma y del valor esperado, por lo cual la variabilidad entre subgrupos debe considerarse para establecer los objetivos de

		mejora.
Z. LEI	2,23	El intervalo de confianza al 95% para el nivel sigma del proceso revela que el valor Z es estable y en el mejor de los eventos puede estar próximo a 2,5 sigmas, si el proceso no se descentra por causas comunes.
Z. LES	1,37	
PPM<LEI	12796,90	En las partes por millón se puede apreciar el límite de especificación superior es el más afectado reflejando un descentramiento hacia la derecha de las tolerancias. De manera general considerando la desviación estándar dentro, el proceso sería capaz de cumplir el 89,74% <sup>23</sup> de las ocasiones, denominando este porcentaje rendimiento favorable esperado.
PPM>LES	85951,34	
PPM TOTAL	98928,24	

**Fuente:** Muestreo del proceso.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

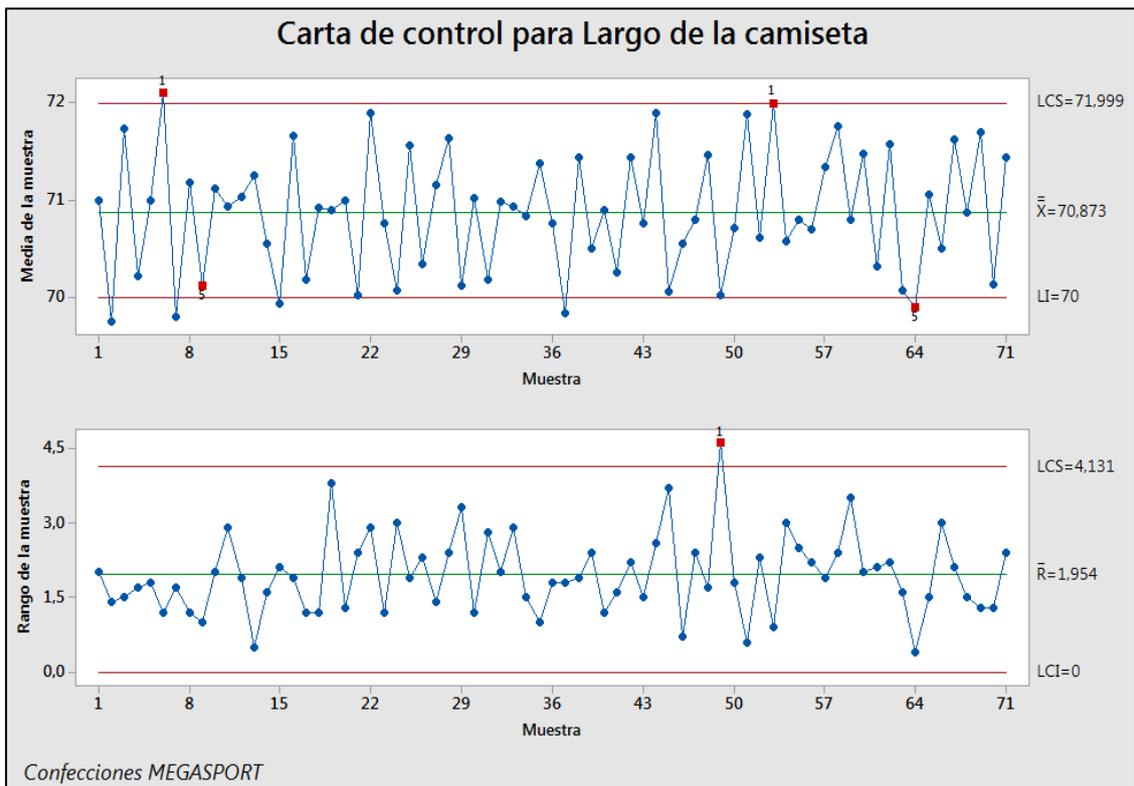
## 5.5 Cartas de control

Con el análisis y aporte brindado por los índices de capacidad se pudo conocer que el proceso no era apto para cumplir con las especificaciones y que aunque se consideraba centrado era variable, con las cartas de control se buscó determinar si el proceso era estable en el tiempo y conseguir analizar sus causas de variación.

### 5.5.1 Cartas $\bar{X} - \bar{R}$ para el largo de la camiseta

Considerando que el largo de la camiseta corresponde a una variable continua, se procedió a desarrollar las cartas para medias y rangos, que permitan determinar las causas de variación del proceso.

<sup>23</sup> Valor calculado para YIELD con el software CapiSoft Ultimate 2,1. Ver anexo A5



**Ilustración 13.-** Carta de control para medias y rangos del largo de la camiseta

**Fuente:** Muestreo del proceso

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

Para la elaboración de la carta de control referente al largo de la camiseta, se colocaron los subgrupos en orden secuencial para observar el comportamiento y estabilidad del proceso. Se realizaron ocho pruebas sobre la carta de control para detectar los cambios y condiciones sobre las cuales se trabaja referentes al cumplimiento de las especificaciones diseñadas para la variación de tallas.

#### A. Análisis de Medias $\bar{X}$

- **Prueba 1:** Un punto mayor a tres desviaciones estándar desde la línea central (fuera de  $3\sigma$ )

Resultado: No superado.

La prueba falló en los subgrupos 6 y 53, obteniendo por lo tanto 2 causas especiales de variación. Este bajo índice de apenas dos puntos expresa que el proceso es estable y se puede predecir.

El fallo en el punto 6 se debió al operador, que intentó cambiar el método de trabajo en el proceso de corte respecto a las condiciones de trabajo normales.

El punto 56 fue el resultado de la acumulación de pedidos en la fabricación en los lotes de prendas que se realizan por pedido, lo cual interfirió con el proceso de confección de camisetas estándar. Evidenciando, además de esta causa especial, un problema de organización.

- **Prueba 2:** Nueve puntos consecutivos del mismo lado de la línea central  
Resultado: Superado.

La prueba no presenta fallo, por lo tanto se puede concluir que el proceso no presenta tendencias que generen patrones fuera de control en el proceso o su vez no presenta pequeños cambios en los subgrupos que sean motivo de preocupación.

- **Prueba 3:** Seis puntos consecutivos, todos ascendentes o todos descendentes  
Resultado: Superado.

La prueba fue superada, por lo tanto se puede afirmar que el proceso no presenta movimientos continuos que deterioren el proceso atribuidos a problemas de maquinaria.

- **Prueba 4:** Catorce puntos consecutivos alternándolos arriba y abajo  
Resultado: Superado.

La prueba no presenta fallo, por lo cual, se puede confirmar que el proceso a nivel sistemático es aleatorio y que por lo tanto, las causas comunes de variación son las responsables de la variabilidad encontrada.

- **Prueba 5:** Dos de cada tres puntos más de  $2\sigma$  con respecto a la línea central (mismo lado)  
Resultado: No superado.

La prueba falló en los puntos 9, 53 y 64. Donde se puede aseverar que existe patrón de variación a nivel de cambios de pequeños en el proceso, atribuido a cambios en el personal o en el método de trabajo utilizado por el operador.

- **Prueba 6:** Cuatro de cada cinco puntos más de  $1\sigma$  con respecto a la línea central (mismo lado)  
Resultado: Superado.

La prueba fue superada, denotando que el patrón de variación en el proceso obedece a cambios pequeños no sistemáticos propios o resultantes del trabajo manual.

- **Prueba 7:** Quince puntos consecutivos dentro de  $1\sigma$  con respecto a la línea central (en cualquiera de los lados)

Resultado: Superado.

Esta prueba corresponde a analizar si existe estratificación en el proceso cuando los puntos (subgrupos) siguen a la línea central muy cerca. La prueba fue superada y se puede concluir que el proceso no tiene sesgo y además no existen problemas de muestreo. Asimismo, se detecta que los límites de control no son demasiado amplios al no existir estratos.

- **Prueba 8:** Ocho puntos consecutivos más de  $1\sigma$  con respecto a la línea central (en cualquiera de los lados)

Resultado: Superado.

En esta prueba no se detecta un patrón de mezcla que ocurre cuando los puntos tienden a evitar la línea central y, en lugar de ello, se sitúan cerca de los límites de control. De esta forma se puede afirmar que no existen cambios en el proceso que impidan proyectar los resultados encontrados a lo largo del tiempo.

- **Índice de inestabilidad**

Esta prueba obedece a confirmar si existe estabilidad en el proceso y permite comprobar si el análisis efectuado es válido para tomar decisiones acertadas.

Para este análisis se tiene el cálculo dado por (Humberto Gutierrez Pulido, 2009, págs. 203-204):

$$S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} * 100$$

Siendo  $S_t$  el indicador de inestabilidad.

$$S_t = \frac{4}{71} * 100$$

El resultado de la inestabilidad del proceso es de 5,63%. Siendo entonces el 94,37% de las ocasiones previsible a nivel de control estadístico sin patrones especiales de variación. Este valor es apto cuando supera el 80%.

De manera general se puede explicar el comportamiento del proceso a nivel de variabilidad atribuible solo a causas comunes, indicando que es estable y por lo tanto predecible. Las principales causas de la variación encontrada se deben al error o saltos en la ejecución del método de trabajo, como desacato a la técnica de corte, de cocido y la premura en el tiempo de operación. Se pudo descartar que la maquinaria presente problemas que afecten significativamente en el proceso y que existe desorganización en control de los trabajadores al irrespetar sus puestos de trabajo y hacer rotación interna no autorizada e informada.

En forma especial, se puede notar en la serie de tiempo de la carta que existe alta variabilidad con escasos subgrupos de baja variación entre sí (nunca mayores a cuatro puntos consecutivos). Este comportamiento es explicable al analizar la gestión administrativa de la empresa.

Cuando existen lotes por pedido de prendas que se deben elaborar, adicionales a las analizadas, se refleja el descuido y falta de tiempo por los plazos de entrega que se compromete a cumplir el departamento de ventas, generando que la fabricación de los lotes estándar sufran pérdidas de calidad a nivel del cumplimiento de tolerancias del proceso.

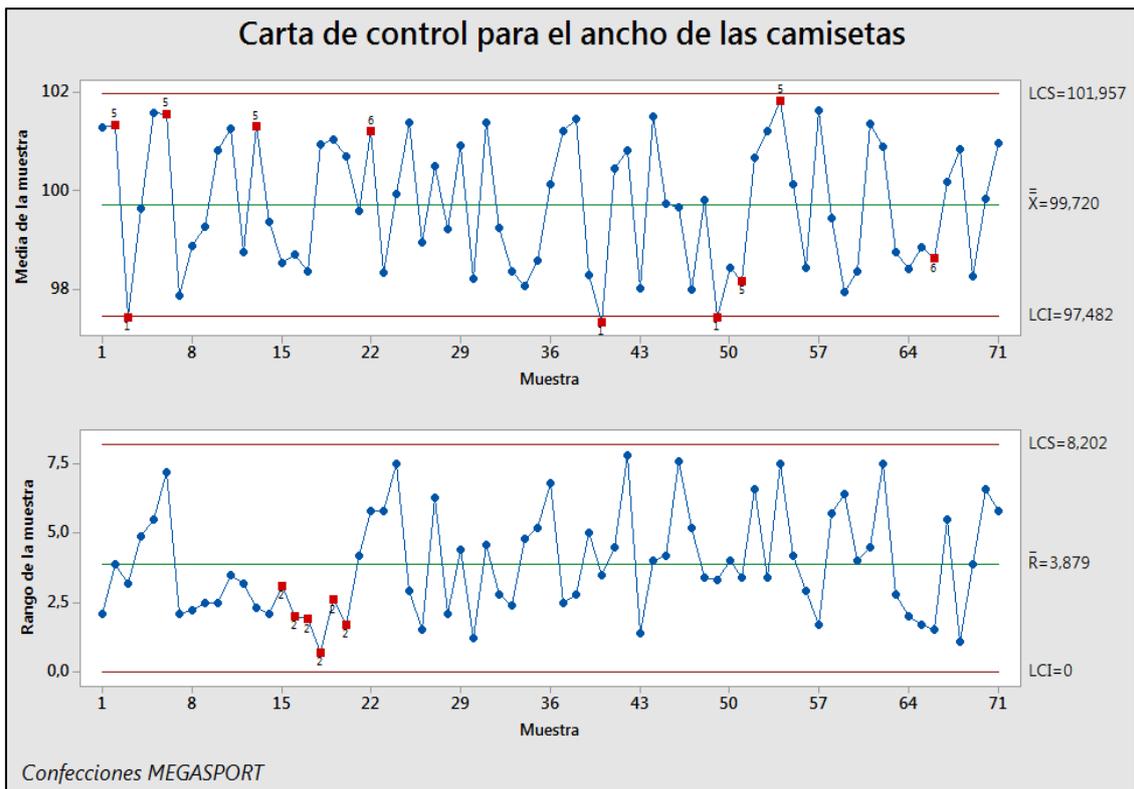
## **B. Análisis de rangos $\bar{R}$**

El análisis de rangos corresponde a interpretar la variación resultante dentro de los subgrupos y la relación del intervalo que tienen entre sí.

De las pruebas realizadas, se pudo evidenciar que la variabilidad presente para los rangos es aceptable y únicamente se tuvo un hallazgo en el subgrupo 49, siendo el rango de los datos superior a tres desviaciones estándar, donde existe un valor que no es el esperado y corresponde a causas especiales.

### **5.5.2 Cartas $\bar{X} - \bar{R}$ para el ancho de la camiseta**

Con las mismas consideraciones que para el largo de la camiseta, en este caso el ancho también se considera una variable continua y al tener el mismo método de muestreo (cinco unidades por subgrupo) se procedió al análisis de la variación a través de las cartas de medias y rangos.



**Ilustración 14.-** Carta de control para el ancho de las camisetas.

**Fuente:** Muestreo del proceso.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

Para analizar la variable del ancho de las camisetas, se colocaron los valores tomados de las muestras en orden secuencial, permitiendo detectar cambios y establecer las condiciones sobre las que se desarrolla el proceso al ser relacionado con esta dimensión.

### A. Análisis de Medias $\bar{X}$

Para analizar el comportamiento de las medias de los subgrupos en el proceso se ejecutaron ocho pruebas que permitan determinar las causas que generan la variabilidad en el ancho de las camisetas.

- **Prueba 1:** Un punto mayor a tres desviaciones estándar desde la línea central (fuera de  $3\sigma$ )

Resultado: No superado.

La prueba falló en los subgrupos 3, 40 y 49, obteniendo por lo tanto 3 causas especiales de variación. Este bajo índice de apenas tres puntos expresa que el proceso es estable y se puede predecir.

El fallo en el punto 3 se debió al operador, al intentar cumplir el tiempo establecido y la producción destinada a esa jornada de trabajo.

El punto 40 y 49 fue el resultado de la acumulación de pedidos en la fabricación en los lotes de prendas que se realizan por pedido, lo cual interfirió con el proceso de confección de camisetas estándar. Evidenciando, además de esta causa especial, un problema de organización.

- **Prueba 2:** Nueve puntos consecutivos del mismo lado de la línea central  
Resultado: Superado.

La prueba no presenta fallo, por lo tanto se puede concluir que el proceso no presenta tendencias que generen patrones fuera de control en el proceso o su vez no presenta pequeños cambios en los subgrupos que sean motivo de preocupación.

- **Prueba 3:** Seis puntos consecutivos, todos ascendentes o todos descendentes  
Resultado: Superado.

La prueba fue superada, por lo tanto se puede afirmar que el proceso no presenta movimientos continuos que deterioren el proceso atribuidos a problemas de maquinaria.

- **Prueba 4:** Catorce puntos consecutivos alternándolos arriba y abajo  
Resultado: Superado.

La prueba no presenta fallo, por lo cual, se puede confirmar que el proceso a nivel sistemático es aleatorio y que por lo tanto, las causas comunes de variación son las responsables de la variabilidad encontrada.

- **Prueba 5:** Dos de cada tres puntos más de  $2\sigma$  con respecto a la línea central (mismo lado)  
Resultado: No superado.

La prueba falló en los puntos 2, 6, 13, 49, 51, 54. Donde se puede aseverar que existe patrón de variación a nivel de cambios de pequeños en el proceso, atribuido a cambios en el personal o en el método de trabajo utilizado por el operador. De manera particular el subgrupo 49 comparte fallos de las pruebas uno y dos, siendo este grupo datos considerado altamente variable y resultado de causa especial.

- **Prueba 6:** Cuatro de cada cinco puntos más de  $1\sigma$  con respecto a la línea central (mismo lado)

Resultado: No superado.

La prueba no se superó en los puntos 22, 51 y 66, por lo tanto, el patrón de variación en el proceso no obedece a cambios pequeños no sistemáticos propios o resultantes del trabajo manual, sino a deficiencias en el método aplicado. Exclusivamente para el ancho de la camiseta se pudo notar mayor despreocupación en el proceso del cocido de las piezas, donde según la experiencia del operador se toma mayor o menor cantidad de tela para asegurar el cosido de la prenda.

- **Prueba 7:** Quince puntos consecutivos dentro de  $1\sigma$  con respecto a la línea central (en cualquiera de los lados)

Resultado: Superado.

Esta prueba corresponde a analizar si existe estratificación en el proceso cuando los puntos (subgrupos) siguen a la línea central muy cerca. La prueba fue superada y se puede concluir que el proceso no tiene sesgo y además no existen problemas de muestreo. Asimismo, se detecta que los límites de control no son demasiado amplios al no existir estratos.

- **Prueba 8:** Ocho puntos consecutivos más de  $1\sigma$  con respecto a la línea central (en cualquiera de los lados)

Resultado: No superado.

Esta prueba no pudo ser superada en el punto 66, para el cual se esperaba según el control estadístico estar por encima de la línea central o cerca de ella. Sin embargo al tratarse del único subgrupo con este fallo se puede aseverar que no se detecta un patrón de mezcla que ocurre cuando los puntos tienden a evitar la línea central y, en lugar de ello, se sitúan cerca de los límites de control. De esta forma se puede afirmar que no existen cambios en el proceso que impidan proyectar los resultados encontrados a lo largo del tiempo si se discrimina el punto que no superó la prueba.

- **Índice de inestabilidad**

El indicador de la estabilidad del proceso se obtuvo de la misma forma que el efectuado para el largo de la camiseta:

$$S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} * 100$$

Siendo  $S_t$  el indicador de inestabilidad.

$$S_t = \frac{10}{71} * 100$$

El resultado de la inestabilidad del proceso es de 14,08%. Siendo entonces el 85,92% de las ocasiones previsible a nivel de control estadístico sin patrones especiales de variación. Este valor es apto cuando supera el 80%.

De manera general se puede explicar el comportamiento del proceso a nivel de variabilidad atribuible solo a causas comunes, indicando que es estable y por lo tanto predecible. Las principales causas de la variación encontrada se deben al error o saltos en la ejecución del método de trabajo, como desacato a la técnica de corte, de cocido y la premura en el tiempo de operación.

Se descartó que la maquinaria influya significativamente en la variabilidad del proceso y que se demostró que existe desorganización en control de los trabajadores los cuales irrespetan sus puestos de trabajo y hacen rotación interna no autorizada, aportando a la variabilidad resultante en las tallas de las camisetas confeccionadas.

En forma particular, se puede notar en la serie de tiempo de la carta que existe alta variabilidad y los puntos buscan estar cerca de los límites de control. Este comportamiento es explicable al analizar la gestión administrativa de la empresa y la ejecución desatinada de los trabajadores al actuar con prisa.

Cuando existen lotes por pedido de prendas que se deben elaborar, adicionales a las analizadas, se refleja el descuido y falta de tiempo por los plazos de entrega que se compromete a cumplir el departamento de ventas, generando que la fabricación de los lotes estándar sufran pérdidas de calidad a nivel del cumplimiento de tolerancias del proceso.

## **B. Análisis de Rangos $\bar{R}$**

En el análisis de los rangos se encontró un conjunto de subgrupos que no pudieron superar la prueba 2, específicamente los puntos 15, 16, 17, 18, 19, 20. De esta manera se

puede deducir que este bloque de valores presenta problemas de variación dentro de los subgrupos y cambios pequeños. Al examinar los datos tomados se pudo concluir que este patrón de falló obedeció al intercambio de trabajadores en los puestos de trabajo y ejecución de distintos métodos de corte y cosido de las piezas de la camiseta.

## **5.6 Discusión de resultados**

Como criterios de discusión para los resultados encontrados, toma relevancia los niveles Cpk de corto plazo, encontrados para la variabilidad de las tallas (largo y ancho) que tienen un valor de 0,35 y 0,46 respectivamente. Es necesario aclarar que para declarar un proceso capaz y adecuado para cumplir con las especificaciones este valor debe superar el 1,33.

Si tomamos como referencia el Nivel Z, las variables analizadas, estas no superan un nivel sigma, cuando el valor aceptable en procesos normales es de 3.

Por lo que es necesario aclarar, que el análisis estadístico se realiza sobre un producto de fabricación textil con tolerancias amplias y generosas en el cumplimiento para los datos. Asimismo, el nivel de confianza de las pruebas se ejecutó al 95%, ya que en el caso de prendas de vestir este esfuerzo es suficiente<sup>24</sup> para el aseguramiento y control de la calidad de los productos ofertados.

Si bien los indicadores de la capacidad concluyen que el proceso es inadecuado y categoría 4. Se puede preservar el comportamiento del proceso como analizable debido que la variación resultante a pesar de ser alta no genera inestabilidad por debajo del 80%.

De tal manera, para justificar la correcta aplicación de la toma de mediciones se realizó un estudio R&R (Repetitividad y Reproducibilidad) para garantizar, que el inspector y el método utilizado de obtención de las muestras son correctas.

## **5.7 Estudio R&R**

Para configurar el estudio R&R se ejecutaron 10 pruebas con dos repeticiones cada una, como se refleja en la tabla 18

---

<sup>24</sup> Como ejemplo en el caso de industrias alimenticias se requiere trabajar con una confianza del 99%.

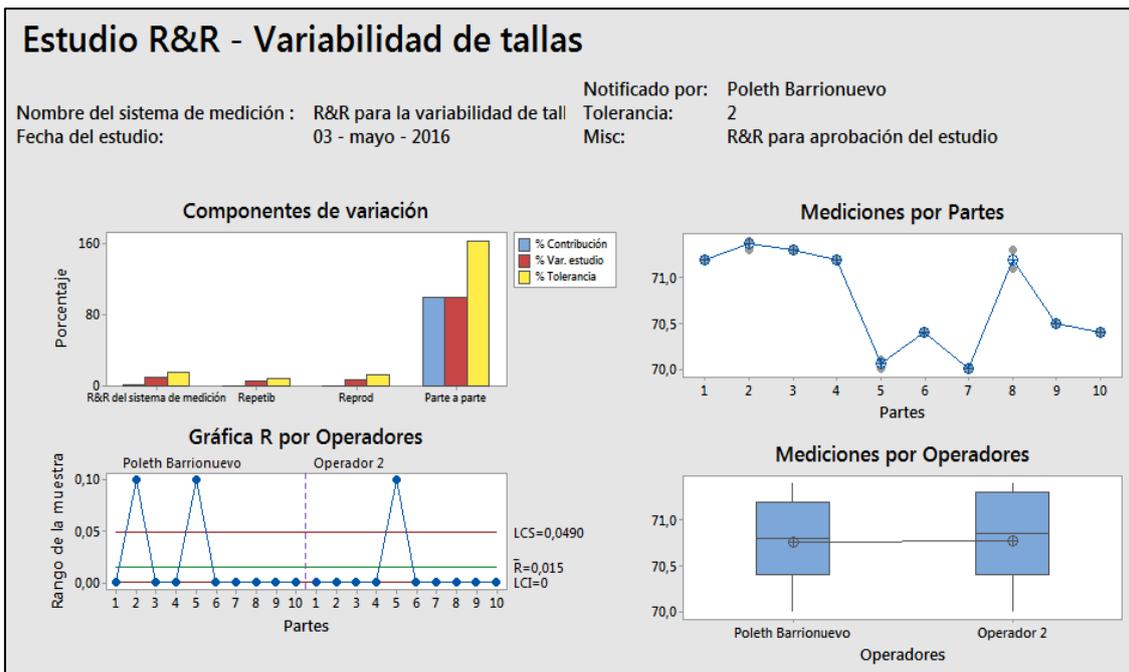
**Tabla 18 Mediciones para estudio R&R.**

Estudio R&R por variables				
Partes	Poleth Barrionuevo		Operador 2	
	Intento 1	Intento 2	Intento 1	Intento 2
1	71,2	71,2	71,2	71,2
2	71,4	71,3	71,4	71,4
3	71,3	71,3	71,3	71,3
4	71,2	71,2	71,2	71,2
5	70,1	70,0	70,0	70,1
6	70,4	70,4	70,4	70,4
7	70,0	70,0	70,0	70,0
8	71,1	71,1	71,3	71,3
9	70,5	70,5	70,5	70,5
10	70,4	70,4	70,4	70,4

**Fuente:** Muestreo de datos, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

De estos valores se procedió a identificar si el sistema y método utilizados en el estudio son los adecuados.



**Ilustración 15.-** Estudio de repetitividad y reproducibilidad para variabilidad de tallas.

**Fuente:** Mediciones de datos, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

El estudio R&R denota el control de las mediciones en repetitividad inherente al proceso y reproducibilidad dada al trabajador. En la gráfica XXX se muestra que la variación del sistema se encuentra dada por la diferencia entre las mediciones entre inspectores y no por la consistencia (repetitividad) entre las diferentes mediciones de un mismo inspector.

### Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

R&R del sistema de medición para Mediciones

Nombre del sistema de medición : R&R para la variabilidad de tallas  
 Fecha del estudio: 03 - mayo - 2016  
 Notificado por: Poleth Barrionuevo  
 Tolerancia: 2  
 Misc: R&R para aprobación del estudio

#### Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	9	10,6362	1,18181	293,414	0,000
Operadores	1	0,0063	0,00625	1,552	0,244
Partes * Operadores	9	0,0363	0,00403	5,370	0,001
Repetibilidad	20	0,0150	0,00075		
Total	39	10,6937			

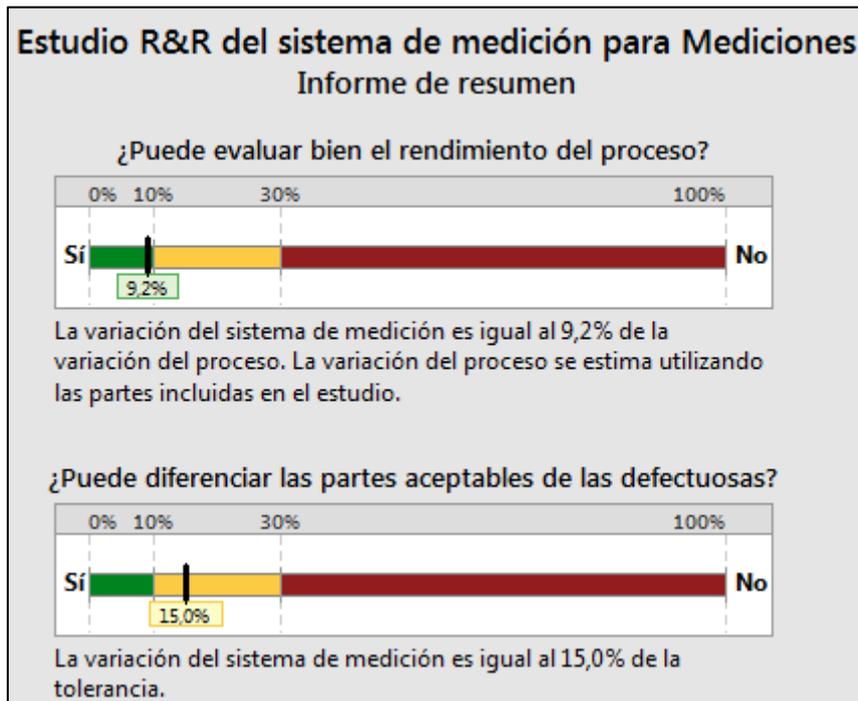
$\alpha$  para eliminar el término de interacción = 0,05

## R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0,002500	0,84
Repetibilidad	0,000750	0,25
Reproducibilidad	0,001750	0,59
Operadores	0,000111	0,04
Operadores*Partes	0,001639	0,55
Parte a parte	0,294444	99,16
Variación total	0,296944	100,00

La tolerancia del proceso es = 2

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. (%VE)	%Tolerancia (VE/Toler)
Gage R&R total	0,050000	0,30000	9,18	15,00
Repetibilidad	0,027386	0,16432	5,03	8,22
Reproducibilidad	0,041833	0,25100	7,68	12,55
Operadores	0,010541	0,06325	1,93	3,16
Operadores*Partes	0,040483	0,24290	7,43	12,14
Parte a parte	0,542627	3,25576	99,58	162,79
Variación total	0,544926	3,26956	100,00	163,48



**Ilustración 16.-** R&R informe resumen

**Fuente:** medición de datos, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

Del estudio de repetitividad y reproducibilidad se deduce que el sistema y métodos empleados en la medición y técnica del muestreo, son válidos ya que el R&R es inferior

al 10% y el valor general de la prueba es del 15% considerable aceptable<sup>25</sup> para el aseguramiento de la calidad.

De esta manera, se puede aseverar que el estudio y los datos obtenidos son objetivos y representan la realidad del proceso y de la empresa.

---

<sup>25</sup> Este valor es aceptable cuando no se trata de industrias alimenticias o farmacéuticas, para las cuales se requiere un valor general de 10%.

## **CAPÍTULO 6**

### **6. PROPUESTA**

Para establecer la propuesta de mejora, se crearon planes e ideas a través de diagramas en función de las seis M considerando el análisis obtenido de los datos y se plasmaron las sugerencias de mejora en manuales de procedimientos. Para encontrar defectos o errores en la propuesta, se optó por someter a prueba las consideraciones realizadas a través de un plan piloto y estipular la gestión correcta de la línea de confección.

## 6.1 AMEFF

CUADRO DE ANÁLISIS DE MODO Y FALLA DE EFECTOS AMEFF		
<b>Numero de proyecto:</b> 1	<b>Función:</b> Confección de camisetas de algodón	<b>Producto afectado:</b> Camisetas de algodón talla 38 unisex
<b>Responsabilidad:</b> MEGASPORT	<b>Líder del proyecto:</b> Poleh Barrionuevo	<b>Revisión:</b>
<b>Fecha:</b> 31-05-2016	<b>Fecha AMEFF original:</b> 10-06-2016	

Función del proceso	Modo de falla potencial	Efecto de falla potencial	S E V E R	Causa/mecanismo De la falla potencial	O C U R R	Controles actuales del Proceso para su detección	D E T E C	N. P. R.	Acciones Recomendadas	Responsabilidad	Acciones tomadas
Confeccionar camisetas deportivas con tela de algodón	Variabilidad de tallas	Dimensiones asimétricas en la confección de camisetas de algodón	4	No se tiene un patrón establecido por tallas	5	Especificaciones de la ficha técnica de medidas en el patrón.	2	40	El patrón debe cumplir con las medidas de tallas especificadas en una norma nacional o internacional.	Diseñador	El patrón de la tallas 38 de camisetas de algodón unisex deben cumplir con la norma NMX-A-243-1983
				Tendido de tela incorrecto	4	Verificación de igualdad al momento de tender las capas	3	48	Capacitarse acerca de la forma correcta de tender tela de algodón.	Ayudante de tendido de tela y tendedor	Realización de un manual de calidad: tendido de tela

			Corte de tela sin establecimiento de tolerancias	5	Verificación de las partes de camiseta comparándoles uno sobre otro	3	60	Realizar un muestreo y medir con una cinta métrica las partes de las camisetas de algodón	Inspector de calidad	Realización de un manual de calidad en el proceso de corte.
			Ensamble de partes del corte sin verificación de tolerancias del talle.	3	Unir partes del corte sin bordes sobresalientes al momento de cocer.	4	48	Realizar un muestreo para verificar si las partes del corte no poseen defectos.	Inspector de calidad	Realización de un manual de calidad en el proceso de ensamble
			Los operarios no planifican sus actividades lo cual provoca atrasos y camisetas con alta variabilidad de tallas	3	Multas			La alta gerencia debe planificar los pedidos con anterioridad para que los operarios no tengan apuro al momento de confeccionar las camisetas		Informe de la problemática a la alta gerencia para reorganizar las actividades de los trabajadores.

## 6.2 Plan Piloto (FASE III)

El plan piloto se ejecutó dentro de la empresa para poner a prueba las sugerencias de mejora en los procesos que generan variación en las dimensiones de las camisetas deportivas talla 38 Unisex.

Se aplicó las consideraciones planteadas en los manuales de procedimientos que corrigen el proceso y se ejecutó durante un mes, para determinar si el proceso es capaz de reducir las tolerancias y disminuir la variación en el corto plazo.

### 6.2.1 Muestreo del proceso ajustado

Para tomar las mediciones durante el mes que se ejecutó el plan piloto se mantuvo la misma técnica de muestreo por subgrupos racionales, que al disminuir en 21 días laborables el análisis del proceso<sup>26</sup> se obtuvieron 35 subgrupos con cinco unidades en cada uno.

### 6.2.2 Presentación de datos con el proceso ajustado

Los datos tomados en un mes de trabajo con las aplicaciones sugeridas en el proceso para reducir la variación del largo de las camisetas se muestran en la tabla 19.

**Tabla 19 Muestreo para el largo de las camisetas con mejoras en el proceso**

Muestreo para el Largo de la camiseta talla 38							
Subgrupo	U1	U2	U3	U4	U5	Rango	Promedio
1	71,9	70,5	72,0	70,6	72,1	1,6	71,42
2	70,1	71,2	71,4	70,8	70,8	1,3	70,86
3	70,6	71,5	71,1	70,8	71,7	1,1	71,14
4	70,7	72,1	71,8	72,1	71,3	1,4	71,60
5	71,5	70,5	71,2	71,3	71,8	1,3	71,26
6	71,1	70,3	71,3	71,0	70,0	1,3	70,74
7	71,4	70,9	70,7	70,9	70,8	0,7	70,94
8	71,2	71,1	70,6	70,1	69,9	1,3	70,58
9	70,6	71,2	71,7	70,8	70,8	1,1	71,02
10	71,0	70,4	70,7	70,5	70,6	0,6	70,64
11	71,1	71,0	70,6	70,6	70,8	0,5	70,82

<sup>26</sup> El seguimiento del plan de piloto se realizó por un mes, debido al consumo de recursos que representa: tiempo, dinero y facilidades que brinda la empresa para realizar el estudio.

12	71,6	71,6	69,7	71,0	70,5	1,9	70,88
13	72,0	69,9	70,4	71,6	71,6	2,1	71,10
14	71,2	71,3	71,3	70,6	70,9	0,7	71,06
15	72,0	71,5	70,2	70,7	71,5	1,8	71,18
16	71,1	71,1	71,2	71,2	71,5	0,4	71,22
17	71,2	70,8	70,9	71,5	71,1	0,7	71,10
18	71,6	70,2	71,4	70,1	71,2	1,5	70,90
19	71,0	71,6	70,9	70,5	70,7	1,1	70,94
20	71,7	70,7	70,3	71,3	70,6	1,4	70,92
21	70,3	71,7	70,9	72,3	70,9	2,0	71,22
22	72,7	71,1	70,9	70,4	69,9	2,8	71,00
23	71,2	71,6	70,5	71,1	71,6	1,1	71,20
24	71,6	71,0	71,2	71,4	70,0	1,6	71,04
25	70,6	72,1	70,5	72,0	71,3	1,6	71,30
26	72,4	72,8	72,0	71,0	71,4	1,8	71,92
27	71,2	71,4	70,7	70,7	70,5	0,9	70,90
28	70,7	69,8	70,6	70,0	70,6	0,9	70,34
29	71,0	71,3	70,8	70,3	71,5	1,2	70,98
30	70,8	71,0	71,1	71,3	71,1	0,5	71,06
31	70,3	70,7	70,6	71,6	71,3	1,3	70,90
32	70,3	71,3	72,5	71,5	70,8	2,2	71,28
33	71,7	72,6	71,9	70,4	72,0	2,2	71,72
34	70,6	71,5	71,0	70,8	70,4	1,1	70,86
35	70,0	71,6	70,7	70,5	71,0	1,6	70,76
TOTAL						$\bar{R}: 2,4$	$\bar{X}: 71,0514$

**Fuente:** Muestreo del proceso ajustado, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

Los datos de la tabla 20 corresponden a los valores tomados para el largo de las camisetas con el proceso ajustado según las mejoras propuestas.

**Tabla 20 Muestreo del proceso ajustado para el ancho de las camisetas.**

Muestreo para el Ancho de la camiseta talla 38							
Subgrupo	U1	U2	U3	U4	U5	Rango	Promedio
1	98,5	99,4	99,2	99,7	97,3	2,4	98,82
2	99,4	100,5	99,1	99,3	99,0	1,5	99,46
3	97,9	99,6	99,3	100,7	99,3	2,8	99,36
4	98,4	97,6	98,0	97,7	100,4	2,8	98,42
5	100,3	99,4	100,0	100,4	98,5	1,9	99,72
6	99,6	97,8	99,1	99,3	99,0	1,8	98,96
7	100,2	98,1	99,4	97,5	97,4	2,8	98,52
8	99,5	97,9	99,5	99,1	97,7	1,8	98,74
9	99,6	97,8	103,2	100,6	100,2	5,4	100,28
10	100,0	98,7	98,2	98,8	99,2	1,8	98,98
11	100,1	98,5	99,2	99,2	100,3	1,8	99,46
12	99,6	99,4	98,4	98,2	97,5	2,1	98,62
13	98,6	99,3	97,8	100,1	101,0	3,2	99,36
14	100,1	99,4	99,3	98,1	97,6	2,5	98,90
15	96,6	99,6	97,6	100,8	99,2	4,2	98,76
16	99,5	99,9	101,0	99,3	99,2	1,8	99,78
17	99,9	99,4	98,0	98,5	99,5	1,9	99,06
18	98,4	98,4	99,0	99,7	98,7	1,3	98,84
19	97,7	98,0	99,0	101,4	98,5	3,7	98,92
20	99,6	98,7	98,1	98,8	98,3	1,5	98,70
21	100,8	96,3	98,6	98,2	98,3	4,5	98,44
22	98,3	100,1	101,3	100,6	97,8	3,5	99,62
23	99,2	99,0	96,9	100,2	98,7	3,3	98,80
24	98,7	100,1	100,4	99,5	98,3	2,1	99,40
25	99,2	98,8	98,4	99,4	101,3	2,9	99,42
26	99,1	98,9	100,1	99,0	99,9	1,2	99,40
27	100,4	99,1	99,5	97,7	97,2	3,2	98,78
28	97,9	98,7	100,3	96,4	101,5	5,1	98,96
29	98,6	97,4	99,4	99,6	99,6	2,2	98,92
30	97,9	98,2	99,6	98,1	100,5	2,6	98,86
31	100,6	100,0	98,3	98,4	99,1	2,3	99,28
32	98,8	99,6	98,1	99,3	96,4	3,2	98,44
33	99,2	98,6	97,5	98,2	98,3	1,7	98,36
34	97,9	99,8	99,8	99,1	98,8	1,9	99,08
35	98,3	100,1	98,5	99,0	98,8	1,8	98,94
TOTAL						$\bar{R}: 4,2$	$\bar{X}: 99,0389$

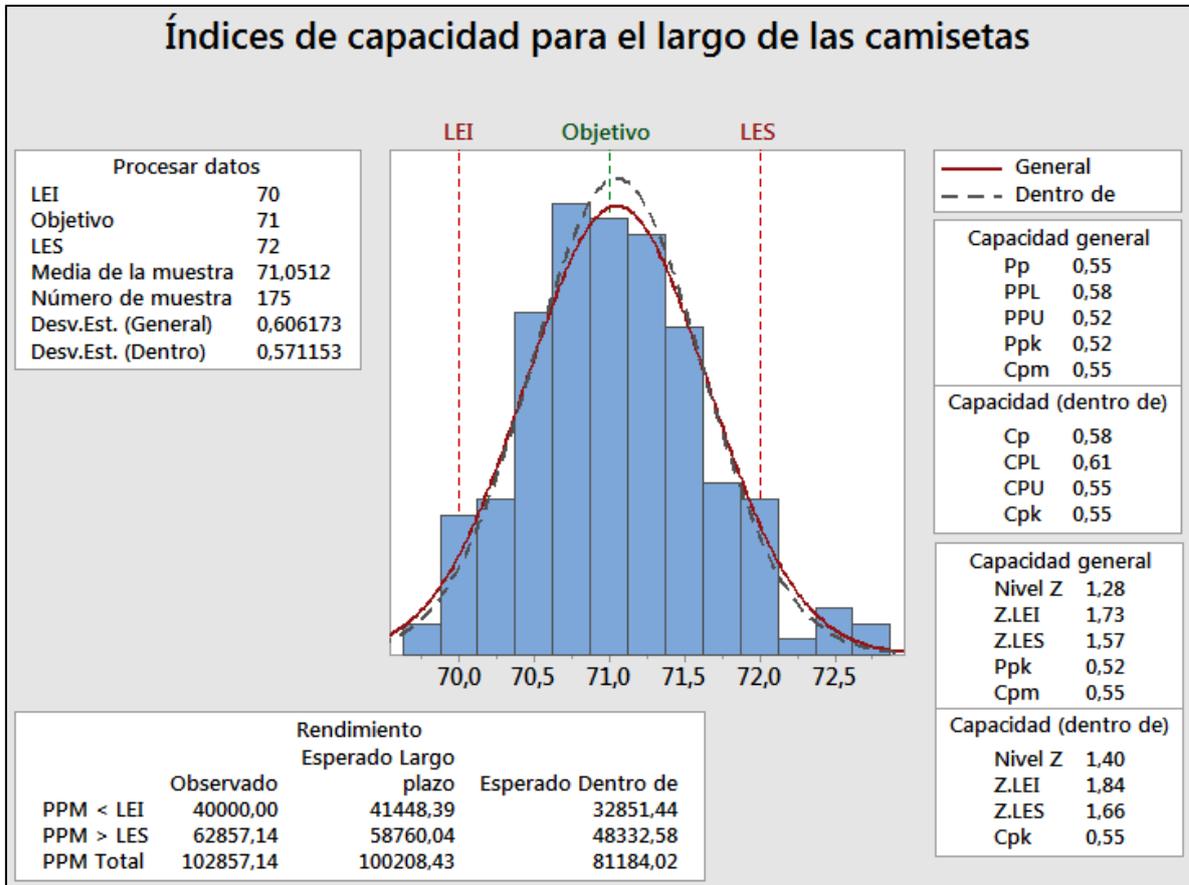
**Fuente:** Muestreo del proceso ajustado, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

La tabla 20 expresa los valores obtenidos para el ancho de las camisetas cuando se ajustó el proceso con las consideraciones dadas en los manuales de procedimientos creados para la organización.

### 6.2.3 Comparación de la capacidad del proceso a corto plazo

#### A. Largo de las camisetas



**Ilustración 17.-** Índices de capacidad para el proceso ajustado.

**Fuente:** Muestreo del proceso ajustado, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

En la ilustración 18 se puede observar el histograma de los valores tomados cuando el proceso se ajustó considerando los manuales de procedimientos. Se obtuvo una desviación estándar dentro de 0,57 y una media de 71,05 para estos datos.

Se hizo la verificación de los principales indicadores de la capacidad del proceso para comparar el nivel de mejora que se consiguió.

**Tabla 21 Comparación de los principales índices de capacidad largo de las camisetas.**

Índices de capacidad para el largo de las camisetas					
Índice	Corto plazo		Largo Plazo		Análisis
	Antes	Después	Antes	Después	
Cp	0,40	0,58	0,34	0,55	<p>En el corto plazo el indicador potencial del proceso indica que aún se podía mejorar 0,18 para Cp cambiando el proceso a categoría 3.</p> <p>Para el largo plazo la mejora potencial aún puede ajustar en 0,15. Demostrando que el proceso es estable.</p>
Cpk	0,35	0,55	0,30	0,52	<p>La capacidad real del proceso mejoró 0,2 en Cpk pero aún no es aceptable según las tolerancias del proceso respecto a variabilidad.</p> <p>En el largo plazo el proceso aun no consigue un comportamiento aceptable respecto a las tolerancias e indica que aún existe variabilidad presente.</p>
CPm	0,39	0,58	0,34	0,55	El Cpm indica que se mejoró en la variabilidad y

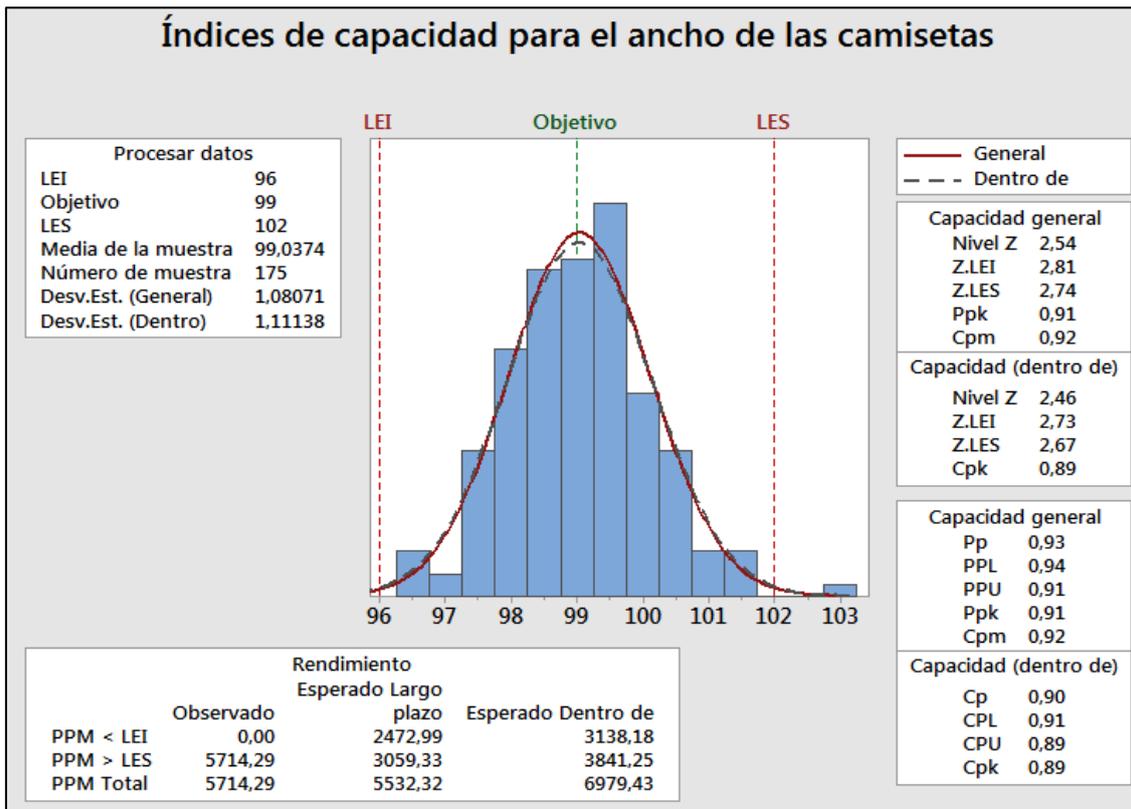
					<p>centrado del proceso, volviendo más apto para cumplir con las especificaciones.</p> <p>En largo plazo CPM pierde 0,3 décimas respecto a su capacidad a corto plazo, indicando que el proceso aún tiene un ligero descentramiento pero tolerable.</p>
K	-12,73%	5,12%	-12,73	5,12%	El centrado del proceso mejoró considerablemente acercando 7,61% al valor central óptimo.
Cr	2,52	1,71	2,92	1,82	<p>La proporción ocupada por los datos en las bandas de las especificaciones pasó de 39,68% a 58,48% en el corto plazo.</p> <p>Para el largo plazo este indicador pasó de 34,25% a 54,96%</p>
Z	0,71	1,40	0,50	1,28	El nivel sigma del proceso tanto a corto como largo plazo indica que se pudo dar un salto de 1 sigma, mejorando el proceso 1 desviación estándar.
PPM	239140,18	81184,02	308269,57	100208,43	En el corto plazo se pudo mejorar la cantidad de

					<p>unidades que si cumplen especificaciones en 57,23%.</p> <p>En el largo plazo se pudo mejorar este porcentaje en 20,62% que representa la cantidad de camisetas que ya cumplen con especificaciones.</p>
Yield	75,79%	91,78%	68,90%	89,84%	<p>De manera general a corto plazo se pudo mejorar el proceso en un 16%.</p> <p>Mientras que a largo plazo el proceso tendrá una mejora en calidad de 20,94%.</p>

**Fuente:** Muestreo del proceso antes y después, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

## B. Ancho de las camisetas



**Ilustración 18.-** Índices de capacidad para el ancho de las camisetas con el proceso ajustado.

**Fuente:** Muestreo del proceso ajustado, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

**Tabla 22 Comparación de índices de capacidad para el ancho de las camisetas.**

Índices de capacidad para el largo de las camisetas					
Índice	Corto plazo		Largo Plazo		Análisis
	Antes	Después	Antes	Después	
Cp	0,60	0,90	0,49	0,93	A corto y largo plazo la capacidad potencial indica que aún se puede mejorar el proceso llevándolo a dar un salto de categoría de la 4 a la 3.
Cpk	0,46	0,89	0,37	0,91	La capacidad real del proceso indica que tanto a corto y largo plazo el proceso mejoró un nivel de categoría de calidad.

CPm	0,46	0,90	0,46	0,92	Cpm a corto y largo plazo refleja que el proceso se encuentra muy cerca de declararse apto en términos de calidad, estando a tan solo 0,8 décimas del valor objetivo.
K	23,99%	1,25	23,99	1,25	El centrado del proceso indica que los valores obtenidos tienen una media muy cercana a los valores objetivos dados por las especificaciones. Es necesario aclarar que el ancho de las camisetas tenía un descentramiento fuera de los límites aceptables y se tuvo acercamiento excelente al cumplimiento de las tolerancias.
Cr	1,67	1,11	2,04	1,08	A corto plazo la proporción de los datos que ocupan las tolerancias pasó de 59,88% a 90,09%. Mientras que a largo plazo el proceso pasó de 49,02 a 92,59% de cumplimiento.
Z	1,29	2,46	0,97	2,54	El nivel sigma del proceso finalmente se quedó a tan solo 0,5 sigmas de considerarse bueno. No obstante la mejora que se tuvo fue de 1,5 sigmas, logrando un cambio excelente en la reducción de la variabilidad del proceso.
PPM	98617,33	6979,43	165914,23	5532,32	Las unidades fuera de las especificaciones a corto plazo decayeron un 7% y a largo plazo el 3,33%.
Yield	90,01%	99,31%	83,21%	99,45%	En forma general a corto plazo el proceso mejoró su rendimiento de calidad en 9,3% y a largo plazo lo hará en 6,24% respecto a la calidad ofertada de las variables analizadas.

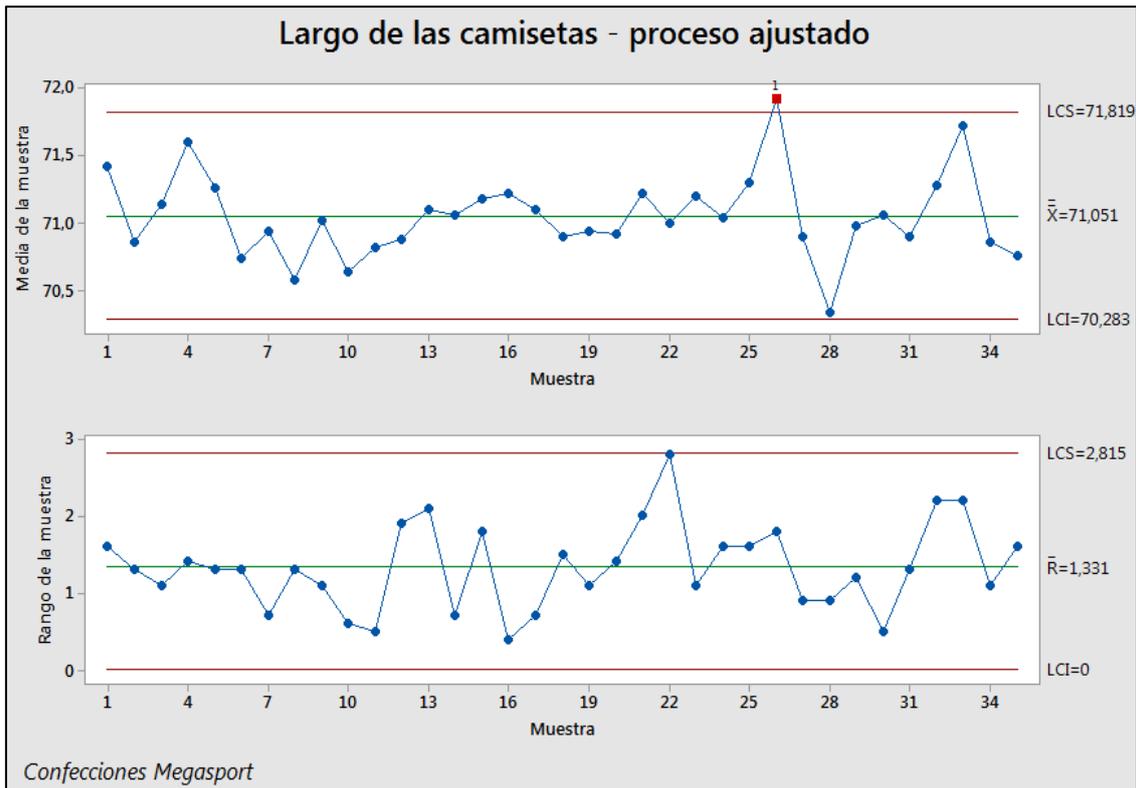
**Fuente:** Muestreo del proceso antes y después, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

## 6.2.4 Comparación de cartas de control

Para establecer si el proceso adoptó las mejoras orientadas a la reducción de variabilidad se diseñaron las cartas de control para medias y rangos, donde se pueda estimar los cambios que existen y establecer el nivel de rendimiento que se pudo obtener en las mejoras propuestas.

### A. Largo de las camisetas



**Ilustración 19.-** Largo de las camisetas para el proceso ajustado.

**Fuente:** Muestreo del proceso ajustado, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

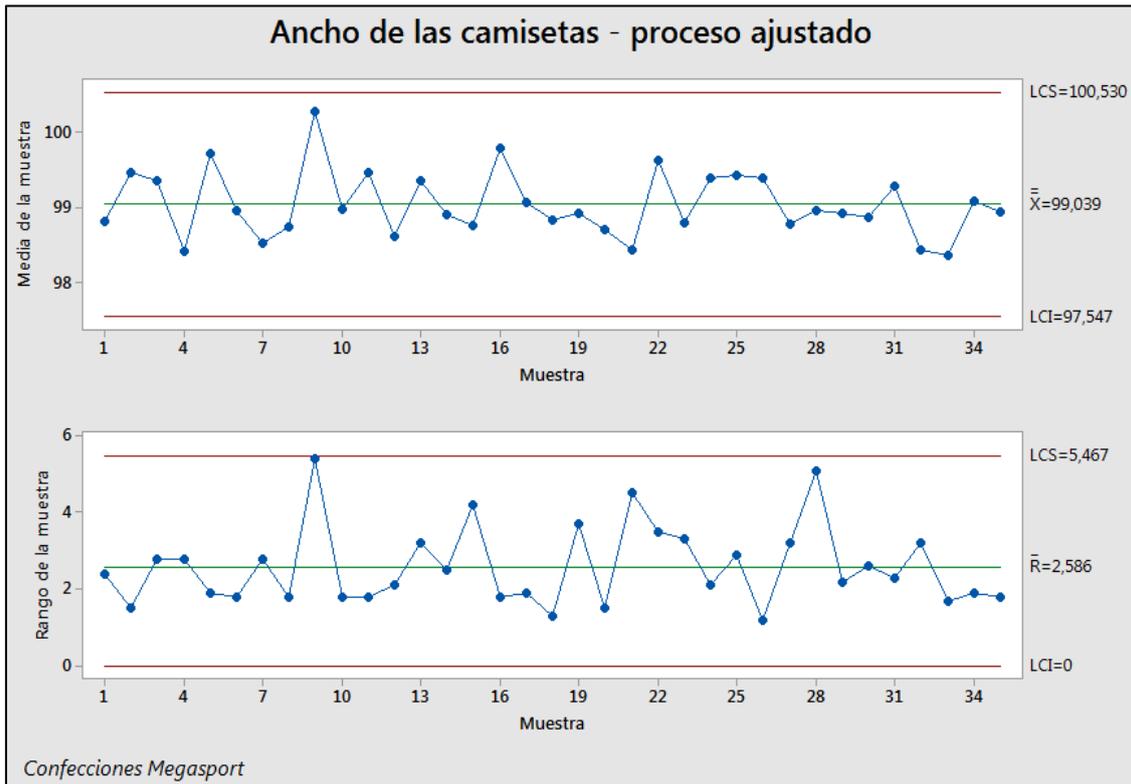
El análisis de la carta para medias se efectuó con las ocho pruebas anteriores ejecutadas en el análisis del proceso antes de ser mejorado.

Para este caso se puede observar un comportamiento con menos variabilidad del proceso y cumpliendo las tolerancias diseñadas. Se aprecia de forma general que el comportamiento de los subgrupos se acerca a buscar el valor central. Aunque una causa especial de variación (punto 26) y una variabilidad latente entre el subgrupo 25 a 28, resulta evidente la mejora del proceso.

La causa especial de variación se debió a los plazos de entrega de pedidos que aún tiene la empresa respecto a los lotes no estándar, al ser un problema relacionado con la gerencia, no es posible mitigar completamente esta causa.

La gráfica de rangos por su parte refleja un comportamiento tolerable en la variación presente dentro del subgrupo, siendo superadas todas las pruebas.

### B. Ancho de las camisetas



**Ilustración 20.-** Ancho de las camisetas para el proceso ajustado.

**Fuente:** Muestreo del proceso ajustado, Megasport.

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo.

La carta de medias demuestra que los subgrupos sin excepción se encuentran dentro del rango de las tolerancias diseñadas para el proceso. De manera particular a partir del punto 16 se denota una reducción en la variabilidad, resultado del énfasis en el control del método de trabajo.

La carta de rangos revela un comportamiento muy aceptable al superar todas las pruebas realizadas sobre ella. No existen causas especiales de variación que degeneren el proceso y se puede afirmar que para esta variable se logró un cambio excelente al alcanzar un proceso confiable y estable.

### **6.3 MANUALES DE PROCEDIMIENTOS (FASE IV)**

Después de someter a prueba el plan piloto y encontrar oportunidades de mejoras en la reducción de la variabilidad de tallas y métodos de trabajo, se crearon y rediseñaron los procedimientos en el área de tendido de tela, corte, y confección con parámetros de calidad referentes a las variables analizadas. De esta forma, se diseñaron manuales de procedimientos para la fabricación de camisetas de algodón.

#### **6.3.1. Manual de procedimientos para el tendido de tela**

Para un adecuado tendido de tela se procedió a realizar un manual de procedimientos para este proceso con estándares que permitan reducir la variabilidad de telas. Ver anexo B1

#### **6.3.2 Manual de procedimientos para el corte de tela**

Se realizó un manual de procedimientos con estándares de calidad para el proceso de corte, el cual permitió establecer métodos correctos al momento de cortar los patrones de las partes de la camiseta de algodón. Ver anexo B2

#### **6.3.3 Manual de procedimientos para la confección de las camisetas de algodón**

Se realizó un manual de procedimientos para la confección de las camisetas de algodón con especificaciones y tolerancias que permitan confeccionar camisetas de buena calidad. Ver anexo B3

#### **6.3.4 Manual de control de calidad para el proceso de confección de camisetas deportivas.**

## **CONCLUSIONES**

- Se establecieron las bases teóricas necesarias sobre el control estadístico para realizar esta investigación y fundamentar apropiadamente el estudio.
- Se crearon manuales de procedimientos para los procesos de tendido, corte, ensamble, y control de calidad, en los que se destaca la estandarización de dichos procesos a través de la investigación de varias fuentes en lo que respecta a la confección de camisetas.
- Se puso en marcha un plan piloto para verificar si las propuestas establecidas de mejora reducían la variabilidad de tallas que se debían a los procedimientos inadecuados que realizaban los trabajadores al momento de confeccionar las camisetas.
- El análisis del proceso mejorado dio como resultado que la capacidad potencial del proceso mejoró de categoría pasando de 4 a la categoría 3 de incremento de calidad.
- El yield mejoro con un incremento del 16% y 9,3% respectivamente en las variables continuas analizadas del proceso.
- Con las propuestas de mejora establecidas en un mes se logró reducir las quejas y devoluciones del producto del 9% al 5%.

## **RECOMENDACIONES**

- La empresa debe continuar con los controles y métodos de trabajo diseñados en los manuales de procedimientos y de esta manera lograr el aseguramiento de la calidad de sus productos.
- Se debe destinar tiempo a la preparación y capacitación de los trabajadores, e involucrarlos en los procesos de mejora de la calidad para dar cumplimiento con el direccionamiento estratégico de la empresa..
- El personal del departamento de ventas debe mejorar la comunicación con el área de producción en la toma de pedidos, para poder establecer plazos de entrega reales y efectivos.
- Para seguir mejorando de categoría en lo que respecta a la calidad, se debe poner énfasis a la reducción de los principales defectos que se encontraron en las camisetas que fueron defectos por manchas, costuras, variabilidad de tonos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, D. R. (2007). *ClubEnsayos*. Recuperado el martes de mayo de 2016, de <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/An%C3%A1lisis-del-Modo-y-Efecto-de-Falla/470438.html>
- Alcalde, P. M. (2009). *Calidad*. Madrid.
- Arvelo L, A. F. (1998). *La Capacidad de los procesos industriales*. Caracas.
- Azorín, F., & Sánchez Crespo, J. (1994). *Métodos y aplicaciones de muestreo*. Madrid: Alianza.
- Bario, J. F. (2005 ). *CONTROL ESTADISTICO DE LOS PROCESOS SPC*. Madrid , España : fundacion confemetal.
- Besterfield, D. H. (2009). *Control de calidad*. Mexico: prentice.
- Borrego, D. J. (2010). *Control estadístico de procesos*.
- Carro, P. R., & Gonzáles, G. D. (s.f.). *Control estadístico de procesos. Administración de operaciones*, 25.
- Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Epidem Med PREV* 1.1, 3-7.
- CASTAÑO, L. C. (2012). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MUESTREO PARA CONTROL DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE AUDITORÍA MILITAR EN LA EMPRESA CI. NICOLE SAS*. Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- Celestino.Gladys. (s.f.). *elrincondecelestecielo.blogspot*. Obtenido de [elrincondecelestecielo.blogspot.:](http://elrincondecelestecielo.blogspot.com/2012/05/normas-de-seguridad-para-costureras-2.html)  
<http://elrincondecelestecielo.blogspot.com/2012/05/normas-de-seguridad-para-costureras-2.html>
- Colección ... Saber hacer....* (s.f.). Obtenido de [http://www.conevyt.org.mx/educambba/pdfs/ropa\\_hombre/elab\\_playera.pdf](http://www.conevyt.org.mx/educambba/pdfs/ropa_hombre/elab_playera.pdf)
- Criollo, R. G. (s.f.). *Estudio del trabajo* . Mc graw hill.
- E.Niedzwiecki, M. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad Volumen I*. Buenos Aires, Argentina.
- Fernández, P. (1996). Determinación del tamaño muestral. *Cad Atem Primaria*, 138-141.
- G. F. (1997). *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. fundacion confemetal.
- G. F. (1997). *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. fundacion confemetal.
- Galgano, A. (1995 ). *Los 7 INSTRUMENTOS DE LA CALIDAD TOTAL* . Madrid.

- Galindo, E. (2007). *estadística para la administración y la ingeniería*.
- Gomez, R. C. (2009). *Control Estadístico de Procesos*.
- GROOVER, M. P. (1997). *FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA: MATERIALES, PROCESOS Y SISTEMAS*. Mexico: Pearson.
- Gutierrez.P Humberto, R. d. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. Guanajuato, Mexico: McGraw-hill.
- Hansen, B. L. (2007). *Control de calidad*. Madrid : Diaz de Santos .
- Hdez, H. (2005). *cartas de control*.
- <http://es.thefreedictionary.com/>. (2014). *es.thefreedictionary*. Obtenido de <http://es.thefreedictionary.com/>
- Humberto Gutiérrez Pulido, R. d. (2009). *CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SEIS SIGMA*. Mexico: McGRAW- HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Humberto Gutiérrez Pulido, R. d. (2009). *Control Estadístico de Calidad y seis sigma*. Mexico: Mc GRAW- HILL/INTER AMERICANA.
- J. M. Juran, F. G. (2005). *Manual de control de la calidad*. reverté.
- Juran, J. M. (1989). *Juran y el liderazgo para la calidad: Manual para ejecutivos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Juran, J. M. (2009). *Juran y el liderazgo para la calidad: manual para ejecutivos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Juran, J. M., Gryna Jr, F. M., & Bingham, R. S. (2005). *Manual de control de calidad Vol.2*. Barcelona - España: Reverté S.A.
- Levine, M. L. (s.f.). *ESTADÍSTICA BÁSICA EN ADMINISTRACIÓN*.
- Loarca, H. K. (2007). *OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE TENDIDO Y CORTE DE KORAMSA, PARA ELEVAR LA EFICIENCIA*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Lyonnet, P. (1989). *Los metodos de la calidad total*. Diaz de Santos.
- MARCELA, S. O. (2007). *MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA*. Quito: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
- MARCELA, S. O. (2007). *MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA EMPRESAS DE PRENDAS DEPORTIVAS*. Quito: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
- Martínez Bencardino, C. (2012). *Estadística y muestreo. 13 Edición*. Bogotá - Colombia: ECOE Ediciones.
- Nagoya., B. (s.f.). *Manual de Instrucciones y uso overlock machine*. Japón, 1994.
- Navarro, L. K. (2011). *Método de Corte y Confección KORISA*.

- Ocampo, J. R. (2004). *Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la*. San Pedro Sula.
- Ojeda, J. L. (2012). *Proyectos Seis Sigma* . reverte.
- Pablo Juan Verdoy, J. M. (2006 ). *MANUAL DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD: TEORIA Y APLICACIONES* .
- Pablo Juan Verdoy, J. M. (2006). *Manual de Control Estadístico de Calidad*. Publicaciones de la Universidad Jaume I.
- Prieto Corcoba, M. (2010). *Seis sigma un antídoto para la crisis*. Madrid - España: Asociación española para la calidad.
- Pulido, H. G. (2005). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma* (1 ed., Vol. 1). (McGraw-Hill, Ed., & INTERAMERICANA, Trad.) Mexico, MEXICO, MEXICO: McGraw-Hill INTERAMERICANA.
- Pulido, H. G. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Pulido, H. G. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (Vol. 2da ). Guadalajara , México : Mc Graw Hill.
- Pulido, H. G. (s.f.). *Control Estadístico de la calidad y seis sigma*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Razali , N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*. Vol 2, No 1, 21-33.
- Render, J., & Heizer, B. (2009). *Principios de la administración de operaciones*. México.
- Reyes, P. (2004). Herramientas para la solución de problemas.
- Roberto Carro Paz, D. G. (s.f.). Control Estadístico de Procesos . *Administración de las Operaciones* , 25.
- Ruben Darío Guevara, J. A. (2006). Intervalos de confianza para los índices de capacidad cpm y cpmk. *Revista Colombiana de Estadística*.
- Ruiz, A. (2006). CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS. (Icade, Ed.) 7.
- Sacristan, F. R. (2003). *Técnicas de resolución de problemas*. España.
- SALGUERO, A. M. (2004). *PROPUESTA DE MODELO DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD PARA LA MANUFACTURA DE ROPA PARA EL HOGAR*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA .
- Sra. Loyda García Obando, S. J. (2011). “Programa de Apoyo a la Mejora del Clima de Negocios e Inversiones en Nicaragua PRAMECLIN-MIFIC”. INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO.
- Stephens, F. E. (s.f.). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* .

Ventajas , Desventajas , Fuente:,H. Hdez. / Julio 2005/ . (s.f.).

Vicenc, F. A. (2008). *Desarrollo de sisteas de informacion: una metodologia basada en el modelado*. Catalunya: Upc.Edicions.Upc. Obtenido de ISBN:8483018624

Vivanco, M. (2005). *Muestreo estadístico - Diseño y aplicaciones*. Universitaria.

Wiley, J. (s.f.). *La guía Lean six sigma para hacer con menos*.

## ANEXOS

### ANEXOS A: TABLAS DE CÁLCULO

**Anexo A1:** Valor K obtenido a través del software Capisoft ultimate 2,1.

ESTADÍSTICA PARA LA CALIDAD Y SEIS SIGMA

Archivo Editar Capturar Formato Ayuda

CAPACIDAD DE PROCESO:

Ingreso de datos

Límite Superior:	$\bar{R}/d2$ :	Nivel de Confianza	Tipo de proceso	Calcular
72	0,639863	<input type="radio"/> 80%	<input checked="" type="checkbox"/> Corto plazo	Interpretar
Límite Inferior:	Promedio:	<input type="radio"/> 85%	<input type="checkbox"/> Largo plazo	Ayuda
70	70,6727	<input type="radio"/> 90%		Borrar
VCO:	Número de Datos:	<input checked="" type="radio"/> 95%		
71	355	<input type="radio"/> 97,5%		
		<input type="radio"/> 99%		

INDICES DE CAPACIDAD:

Cp:	Cps:	Zs:	CPM (Taguchi):
0,4	0,45	1,34	0,39
Cr:	Cpi:	Zi:	PPM < LEI:
2,52	0,35	1,04	150972,9
K (%):	Cpk:	Nivel Z:	PPM > LES:
-12,73	0,35	0,7	91109,99
Rendimiento favorable esperado:	75,7917102484826%		PPM TOTAL:
			242082,9

Estimación de índices mediante una muestra (por intervalo):

IC para Cp:	IC para Cpk:	IC para CPM:
Superior 0,43	Superior 0,39	Superior 0,42
Inferior 0,37	Inferior 0,3	Inferior 0,36

**Anexo A2:** Valor correspondiente al índice YIELD, calculado con el software capisoft ultimate 2,1.

ESTADÍSTICA PARA LA CALIDAD Y SEIS SIGMA

Archivo Editar Capturar Formato Ayuda

CAPACIDAD DE PROCESO:

Ingreso de datos

Límite Superior:	S:	Nivel de Confianza	Tipo de proceso	Calcular
72	0,973149	<input type="radio"/> 80%	<input type="checkbox"/> Corto plazo	Interpretar
Límite Inferior:	Promedio:	<input type="radio"/> 85%	<input checked="" type="checkbox"/> Largo plazo	Ayuda
70	70,8727	<input checked="" type="radio"/> 95%		Borrar
VCO:	Número de Datos:	<input type="radio"/> 97,5%		
71	355	<input type="radio"/> 99%		

INDICES DE CAPACIDAD:

Pp:	Pps:	Zs:	CPM (Taguchi):
0,34	0,39	1,16	0,34
Cr:	Ppi:	Zi:	PPM < LEI:
2,92	0,3	0,9	185983,06
K (%):	Ppk:	Nivel Z:	PPM > LES:
-12,73	0,3	0,47	124987,52
Rendimiento favorable esperado:	68,9029418890557%		PPM TOTAL:
			310970,58

Estimación de índices mediante una muestra (por intervalo):

IC para Pp:	IC para Ppk:	IC para CPM:
Superior 0,37	Superior 0,34	Superior 0,36
Inferior 0,32	Inferior 0,26	Inferior 0,31

**Anexo A3:** Valor calculado para YIELD con el software Capisoft Ultimate 2,1.

ESTADÍSTICA PARA LA CALIDAD Y SEIS SIGMA

Archivo Editar Capturar Formato Ayuda

CAPACIDAD DE PROCESO:

Ingreso de datos

Límite Superior:	$\bar{R}/d2$ :	Nivel de Confianza	Tipo de proceso	<input type="button" value="Calcular"/>
<input type="text" value="72"/>	<input type="text" value="0,839863"/>	<input type="radio"/> 80%	<input checked="" type="checkbox"/> Corto plazo	<input type="button" value="Interpretar"/>
Límite Inferior:	Promedio:	<input type="radio"/> 85%	<input type="checkbox"/> Largo plazo	<input type="button" value="Ayuda"/>
<input type="text" value="70"/>	<input type="text" value="70,8727"/>	<input checked="" type="radio"/> 95%		<input type="button" value="Borrar"/>
VCO:	Número de Datos:	<input type="radio"/> 97,5%		
<input type="text" value="71"/>	<input type="text" value="355"/>	<input type="radio"/> 99%		

INDICES DE CAPACIDAD:

Cp:	Cps:	Zs:	CPM (Taguchi):
<input type="text" value="0,4"/>	<input type="text" value="0,45"/>	<input type="text" value="1,34"/>	<input type="text" value="0,39"/>
Cr:	Cpi:	Zi:	PPM < LEI:
<input type="text" value="2,52"/>	<input type="text" value="0,35"/>	<input type="text" value="1,04"/>	<input type="text" value="150972,9"/>
K (%):	Cpk:	Nivel Z:	PPM > LES:
<input type="text" value="-12,73"/>	<input type="text" value="0,35"/>	<input type="text" value="0,7"/>	<input type="text" value="91109,99"/>
Rendimiento favorable esperado:	<input type="text" value="75,7917102484826%"/>		PPM TOTAL:
			<input type="text" value="242082,9"/>

Estimación de índices mediante una muestra (por intervalo):

IC para Cp:	IC para Cpk:	IC para CPM:
Superior <input type="text" value="0,43"/>	Superior <input type="text" value="0,39"/>	Superior <input type="text" value="0,42"/>
Inferior <input type="text" value="0,37"/>	Inferior <input type="text" value="0,3"/>	Inferior <input type="text" value="0,36"/>

**Anexo A4:** Valor K calculado con el software Capisoft Ultimate 2,1.

ESTADÍSTICA PARA LA CALIDAD Y SEIS SIGMA

Archivo Editar Capturar Formato Ayuda

CAPACIDAD DE PROCESO:

Ingreso de datos

Límite Superior:	S:	Nivel de Confianza	Tipo de proceso	<input type="button" value="Calcular"/> <input type="button" value="Interpretar"/> <input type="button" value="Ayuda"/> <input type="button" value="Borrar"/>
<input type="text" value="102"/>	<input type="text" value="2,03976"/>	<input type="radio"/> 80%	<input type="checkbox"/> Corto plazo	
Límite Inferior:	Promedio:	<input type="radio"/> 85%	<input checked="" type="checkbox"/> Largo plazo	
<input type="text" value="96"/>	<input type="text" value="99,7198"/>	<input type="radio"/> 90%		
VCO:	Número de Datos:	<input checked="" type="radio"/> 95%		
<input type="text" value="99"/>	<input type="text" value="355"/>	<input type="radio"/> 97,5%		
		<input type="radio"/> 99%		

INDICES DE CAPACIDAD:

Pp:	Pps:	Zs:	CPM (Taguchi):
<input type="text" value="0,49"/>	<input type="text" value="0,37"/>	<input type="text" value="1,12"/>	<input type="text" value="0,46"/>
Cr:	Ppi:	Zi:	PPM < LEI:
<input type="text" value="2,04"/>	<input type="text" value="0,61"/>	<input type="text" value="1,82"/>	<input type="text" value="34467,21"/>
K (%):	Ppk:	Nivel Z:	PPM > LES:
<input type="text" value="23,99"/>	<input type="text" value="0,37"/>	<input type="text" value="0,97"/>	<input type="text" value="133461,78"/>
Rendimiento favorable esperado:	<input type="text" value="83,2071018086937%"/>		PPM TOTAL:
			<input type="text" value="167928,98"/>

Estimación de índices mediante una muestra (por intervalo):

IC para Pp:	IC para Ppk:	IC para CPM:
Superior <input type="text" value="0,53"/>	Superior <input type="text" value="0,42"/>	Superior <input type="text" value="0,5"/>
Inferior <input type="text" value="0,45"/>	Inferior <input type="text" value="0,33"/>	Inferior <input type="text" value="0,43"/>

**Anexo A5:** Valor calculado para YIELD con el software Capisoft Ultimate 2,1.

ESTADÍSTICA PARA LA CALIDAD Y SEIS SIGMA

Archivo Editar Capturar Formato Ayuda

CAPACIDAD DE PROCESO:

Ingreso de datos

Límite Superior:	$\bar{R}/d2$ :	Nivel de Confianza	Tipo de proceso	<input type="button" value="Calcular"/> <input type="button" value="Interpretar"/> <input type="button" value="Ayuda"/> <input type="button" value="Borrar"/>
<input type="text" value="72"/>	<input type="text" value="0,571153"/>	<input type="radio"/> 80%	<input checked="" type="checkbox"/> Corto plazo	
Límite Inferior:	Promedio:	<input type="radio"/> 85%	<input type="checkbox"/> Largo plazo	
<input type="text" value="70"/>	<input type="text" value="71,0512"/>	<input checked="" type="radio"/> 95%		
VCO:	Número de Datos:	<input type="radio"/> 97,5%		
<input type="text" value="71"/>	<input type="text" value="355"/>	<input type="radio"/> 99%		

INDICES DE CAPACIDAD:

Cp:	Cps:	Zs:	CPM (Taguchi):
<input type="text" value="0,58"/>	<input type="text" value="0,55"/>	<input type="text" value="1,66"/>	<input type="text" value="0,58"/>
Cr:	Cpi:	Zi:	PPM < LEI:
<input type="text" value="1,71"/>	<input type="text" value="0,61"/>	<input type="text" value="1,84"/>	<input type="text" value="33189,15"/>
K (%):	Cpk:	Nivel Z:	PPM > LES:
<input type="text" value="5,12"/>	<input type="text" value="0,55"/>	<input type="text" value="1,4"/>	<input type="text" value="48976,91"/>
Rendimiento favorable esperado:	<input type="text" value="91,7833936359761%"/>		PPM TOTAL:
			<input type="text" value="82166,06"/>

Estimación de índices mediante una muestra (por intervalo):

IC para Cp:	IC para Cpk:	IC para CPM:
Superior <input type="text" value="0,63"/>	Superior <input type="text" value="0,61"/>	Superior <input type="text" value="0,62"/>
Inferior <input type="text" value="0,54"/>	Inferior <input type="text" value="0,5"/>	Inferior <input type="text" value="0,54"/>

## ANEXOS B: MANUALES DE PROCEDIMIENTOS

### ANEXO B1: Manual de procedimientos para el tendido de tela

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL TENDIDO DE TELA</b>		<b>CÓDIGO:</b> MP-MS1.1-4
	<b>PROCESO:</b>	<b>Tendido de tela</b>	<b>VERSIÓN:</b> 1.0 <b>PÁGINA:</b> 1-9 <b>FECHA EMISIÓN:</b> <b>FECHA REVISIÓN:</b>

<b>HISTORIAL DE CAMBIOS</b>			
Modificación Ítems	Fecha de Modificación	Solicitado por	Descripción del cambio

#### 1. OBJETIVO:

El tendido es el punto fundamental para el corte de piezas, ya que si se quiere un buen corte es indispensable tener primero un tendido de tela adecuado, por lo cual se deben describir los procedimientos correctos para dicho proceso.

#### 2. ALCANCE

El siguiente procedimiento comprende los pasos para un adecuado proceso de tendido de tela que deben seguir las personas encargadas de dicho proceso.

### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

ABREVIATURAS		
Nro.	TÉRMINO	DEFINICIÓN
1	<b>AQL</b>	Nivel aceptable de calidad (siglas en inglés, Acceptable Quality Level), Máximo porcentaje defectuoso o el número máximo de defectos en 100 unidades, que para los fines de la inspección por muestreo, de por resultado la aceptación de los lotes sometidos a auditoria. (CASTAÑO, 2012)
2	<b>Nap</b>	Término que indica la dirección en que va tendida la tela. (Loarca, 2007)

TÉRMINOS	DEFINICIÓN
<b>Tolerancias</b>	En este caso es el rango de la medida permitida, es decir, un valor por encima o por debajo de cierta medida. (CASTAÑO, 2012, pág. 27)
<b>Divisiones</b>	Son los puntos en que se permite realizar cambio de rollo, ya que en ellos existe la separación de talla. (Loarca, 2007)
<b>Empalmes</b>	Son los puntos donde se debe cortar la sección completa de tela, para eliminar los defectos encontrados, y así sólo utilizar la que se encuentre en óptimas condiciones, para producir prendas de calidad. (Loarca, 2007)
<b>Serapiar</b>	Es la operación de preparar mesa colocando papel kraft y encima el <i>marker</i> , para marcar divisiones, empalmes y datos generales, dejando la mesa lista para tender. (Loarca, 2007)
<b>Tendido</b>	Es la operación de tender lienzos de tela. (Loarca, 2007)

#### 4. DOCUMENTOS Y REFERENCIAS

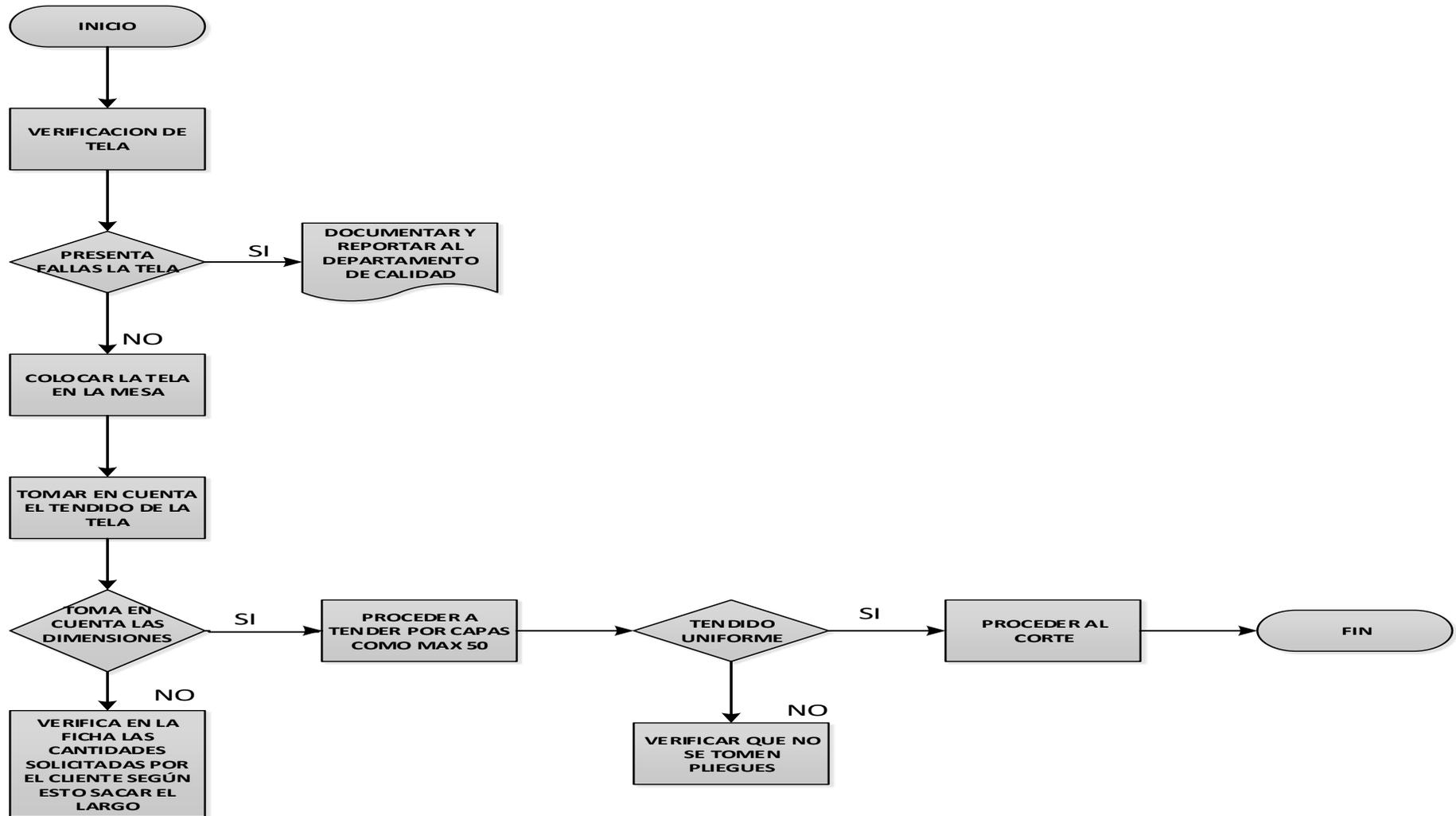
<b>DOCUMENTOS INTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>MAN-PRO- T.T- 0.0.1</b>	Manual de procedimientos para el tendido de tela

<b>DOCUMENTOS EXTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>DOC. EXT.01</b>	Manual de control de calidad para empresas de prendas deportivas
<b>2</b>	<b>DOC.EXT.02</b>	Manual de instrucciones y procedimientos para el área de confección.
<b>3</b>	<b>DOC.EXT.03</b>	Métodos de corte y confección.

#### 5. POLÍTICAS

- Los registros serán aprobados y revisados por la dirección y podrán ser utilizados por el personal delegado del proceso.
- La verificación de que se cumpla este manual de procedimientos es responsabilidad de la gerencia, jefe de producción y en sí de cada uno de los trabajadores de la empresa.
- Este manual se debe implementar al proceso de tendido para mejorar sus actividades en este proceso.
- Se debe llevar la verificación conforme a la ficha de tendido presentada en los registros y documentos relacionados.

## 6. DIAGRAMA DE FLUJO



## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

**Tabla 23 Procedimientos para el tendido de tela**

Nro.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	<b>Inspección de tela</b>	Para realizar una inspección adecuada se debe utilizar la tabla de los cuatro puntos, tanto para telas planas como para circulares. (Ver anexo 1)	Jefe de tendido
2	<b>Verificación de empalmes y tendido</b>	<p>-La dirección de la tela debe ser consistente a lo largo de todo el tendido</p> <p>-Los paños tendidos deben estar lisos, sin aglomeramientos ni dobleces.</p> <p>-El tendido debe tener el largo del trazo, con una tolerancia adicional de 4 cm. a 6 cm. como máximo.</p> <p>-El orillo de la tela debe estar alineado verticalmente. Todos los defectos de tela deben ser retirados en el momento de tender.</p>	Tendedor
3	<b>Posición del trazo</b>	El inspector debe verificar que el trazo sea colocado paralelamente sobre la orilla del tendido y que todas las piezas sean cortadas completas.	Inspector de tendido
4	<b>Observación de variaciones de tonalidad</b>	Seleccionar rollos de tela para el tendido de una sola tonalidad. Esto se lo realiza cortando cuadros de tela de la misma tonalidad de las capas y compararlas con las demás.	Inspector de tendido

<b>5</b>	<b>Trazos</b>	El inspector de tendido debe observar que el trazo no esté arrugado, dañado o que tenga partes sobrepuestas.	Inspector de tendido
<b>6</b>	<b>Empalmes</b>	Se tiene que verificar que ambos lados de los empalmes sobrepasen las marcas en la mesa por lo menos por media yarda.	Tendedor
<b>7</b>	<b>Anchos del tendido</b>	Después del tendido, se tiene que verificar que ambas orillas del tendido sobrepasen el ancho del trazo.	Tendedor
<b>8</b>	<b>Tensión</b>	Durante el tendido verificar la tensión de la tela. Esto es muy importante en telas de tejido de algodón.	Tendedor
<b>9</b>	<b>Torceduras</b>	Visualmente, se debe verificar que una orilla del tendido sea paralela a la orilla de mesa.	Tendedor
<b>10</b>	<b>Conteo</b>	Se tiene que verificar el número de lienzos en el tendido antes de cortar. Se debe contar todos los lienzos en ambos extremos del tendido y no debe existir ninguna tolerancia.	Ayudante de tendido

**Fuente:** (SALGUERO, 2004) (ORTIZ, 2007)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

## 8. REGISTROS Y DOCUMENTOS RELACIONADOS



### VERIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD EN EL AREA DE TENDIDO

<b>RESPONSABLE:</b>					<b>FECHA:</b>			
<b>RECIBIDO DE:</b>					<b>DIRIGIDO A:</b>			
Día	Nro Tendido	Peso de tela	Posición del trazo	Orillas laterales	Tensión	Nro de capas	Defectos de tela	Empalmes realizados
<b>OBSERVACIONES</b>								
<b>FIRMA:</b>					<b>FIRMA:</b>			
<b>JEFE DE PRODUCCIÓN</b>					<b>TENEDOR</b>			

## 9. ANEXOS

DOCUMENTOS ANEXADOS		
Nro.	CÓDIGO	TÍTULO DEL DOCUMENTO
1	Tab. I.T.4ptos	Tabla de Inspección de tela de los 4 puntos
2	Tab. I.L	Tabla de Inspección del lote
3	DOC. MS. TT	Documento de medidas de seguridad en el tendido de tela

### Anexo 1

**Tabla 24 Cuatro puntos**

Defectos Verticales (Longitudinales o al largo de rollo)		Defectos Horizontales (transversales o al ancho del rollo)	
Tamaño del Defecto	Puntos	Tamaño del Defecto	Puntos
de 0,10 a 8,00 cm	1	de 0,10 a 8,00 cm	1
de 8,10 a 15,00 cm	2	de 8,10 a 15,00 cm	2
de 15,10 a 23,00 cm	3	de 15,10 a 23,00 cm	3
de 23,10 a 92,00 cm	4	más de 23,10 a todo el ancho	4

**Fuente:** (ORTIZ, 2007)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

Cuando se trata de telas que son compradas a diferentes proveedores se hará una revisión del 100% del lote. Esto ayudará a tener un producto final de primera calidad. (ORTIZ, 2007)

### Anexo 2

**Tabla 25 Tabla I.T**

Telas tejidas (planas) yardas/metros	Porcentaje a Inspeccionar
Menos de 2.000 yardas (1.800 metros)	Un rollo o 10% (lo que sea mayor)
2.001 A 20.000 yardas (1.801 – 18.000 metros)	Inspeccionar el 10 %
20.000 a 50.000 yardas (18.001 – 46.000 metros)	Inspeccionar el 5%

Más de 50.001 yardas 46.001 metros	Inspeccionar el 3 %
<b>Telas tejidas (tejido circular) yardas/metros</b>	<b>Porcentaje a Inspeccionar</b>
Menos de 2.000 yardas (1.800 metros)	Un rollo o 10% (lo que sea mayor)
2.001 A 5.000 yardas (1.801 – 4.600 metros)	Inspeccionar el 10 %
5.001 a 20.000 yardas (4.601 – 18.000 metros)	Inspeccionar el 5%
Más de 20.001 yardas 18.001 metros	Inspeccionar el 3 %

**Fuente:** (ORTIZ, 2007)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

### **Anexo 3: DOC. MS. TT**

Según (ORTIZ, 2007) las medidas de seguridad que se deben tomar en el puesto de trabajo de tendido de tela son:

- Abierta, limpia y seca.
- Contar con temperatura y humedad controladas. La temperatura adecuada para trabajar es entre los 68° F y 80° F (20° C – 28° C).
- Distancia de Observación: La inspección deberá realizarse a una distancia de 60 a 120 centímetros posibilitando así una visión completa del ancho de la tela.
- Iluminación: Se recomienda una iluminación superior fría fluorescente para la inspección. El nivel de iluminación deberá tener un mínimo de 1075 lux (100 luces).

Responsable de Elaborar:	Responsable de aprobar:
Fecha:	Fecha:
Firma	Firma

## ANEXO B2: Manual de procedimientos para el corte de tela

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL CORTE DE TELA</b>		<b>CÓDIGO:</b> MP-MS2.2-4
	<b>PROCESO:</b>	<b>Corte de tela</b>	<b>VERSIÓN:</b> 1.0 <b>PÁGINA: 1-6</b> <b>FECHA EMISIÓN:</b> <b>FECHA REVISIÓN:</b>

<b>HISTORIAL DE CAMBIOS</b>			
Modificación Ítems	Fecha de Modificación	Solicitado por	Descripción del cambio

### 1. OBJETIVO:

Realizar un corte de pieza adecuado basándose en el manual de procedimientos para tener un corte simétrico de las piezas que conforman la camiseta de algodón.

### 2. ALCANCE

El siguiente procedimiento comprende los pasos para un adecuado corte de tela que deben seguir las personas encargadas de dicho proceso.

### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

<b>TÉRMINOS</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>Corte industrial</b>	Corte de patrones en capas de tela cortado con máquina cortadora.
<b>Corte manual</b>	Corte de patrón de manera individual cortado con tijera.
<b>Margen</b>	Orilla de una cosa. Espacio que se deja después de la costura.
<b>Marcado</b>	Operación que consiste en señalar donde va la costura.

#### 4. DOCUMENTOS Y REFERENCIAS

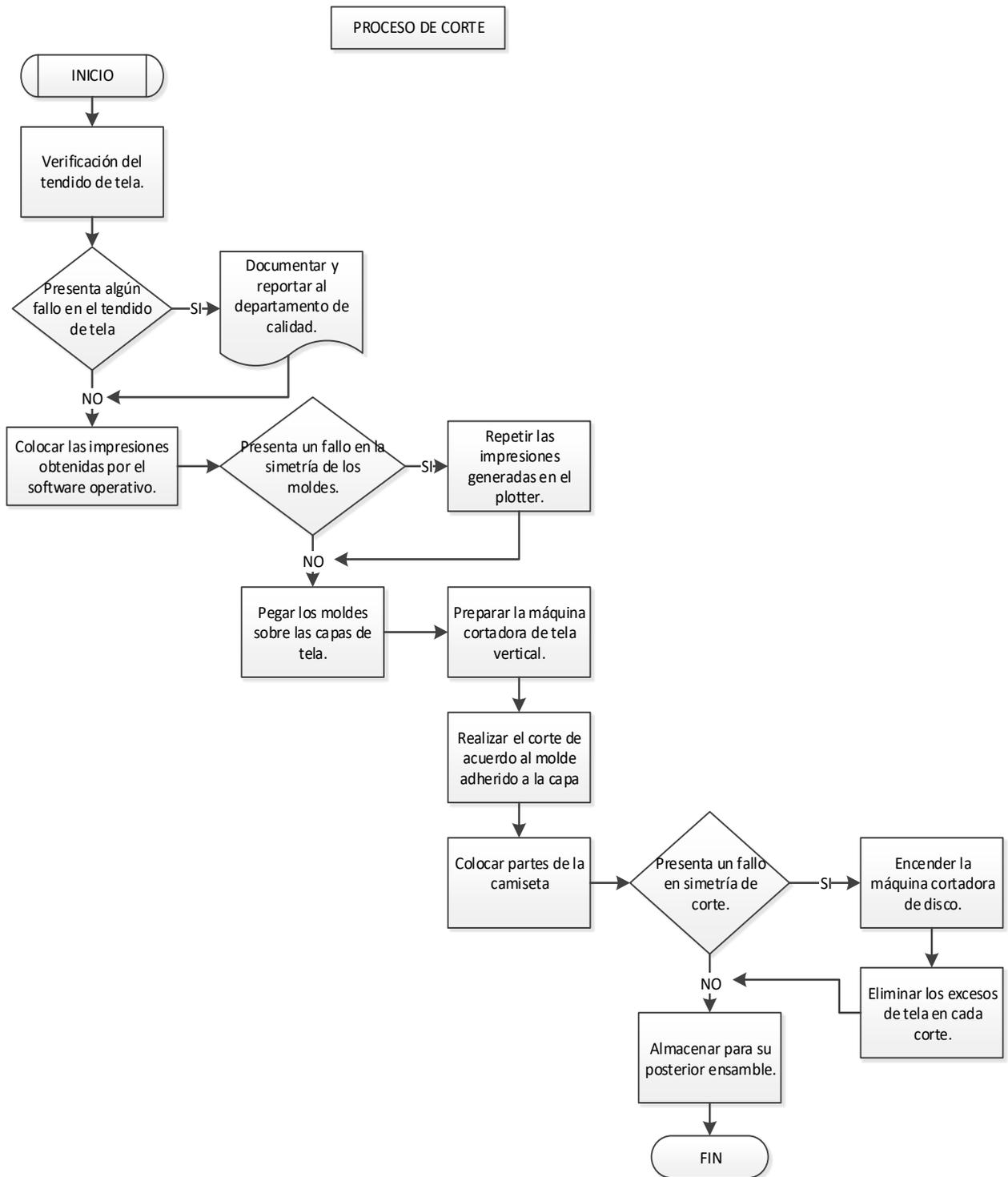
<b>DOCUMENTOS INTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>MAN-PRO- T.T- 0.0.1</b>	Manual de procedimientos para el corte de tela

<b>DOCUMENTOS EXTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>DOC. EXT.01</b>	Manual de control de calidad para empresas de prendas deportivas
<b>2</b>	<b>DOC.EXT.02</b>	Manual de instrucciones y procedimientos para el área de confección.
<b>3</b>	<b>DOC.EXT.03</b>	Métodos de corte y confección.

#### 5. POLÍTICAS

- La verificación de que se cumpla este manual de procedimientos es responsabilidad de la gerencia, jefe de producción y en sí de cada uno de los trabajadores de la empresa.
- Este manual se debe implementar al proceso de corte para mejorar sus actividades en este proceso.
- Se debe llevar la verificación conforme a la ficha de corte presentada en los registros y documentos relacionados.

## 6. DIAGRAMA DE FLUJO



## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Tabla 26 Procedimientos para el corte de tela

Nro.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	<b>Colocación de la tela</b>	<p>-Para el corte la tela siempre se coloca al revés. Cuando el corte es manual la tela se coloca doblada y cuando el corte es industrial se hacen tendidos por capas. (Obando, Ruiz, Mercado, Rivas, &amp; Sra. Nelly Pedroza Carballo, 2011)</p> <p>-Los bordes de la tela deben estar cortados limpiamente, sin mostrar mordeduras o protuberancias.</p> <p>.No deben cortarse piezas en el dobléz o borde de la tela.</p> <p>- Anotar el largo del tendido tomando la medida de extremo a extremo, si la diferencia entre el tizado y el tendido es mayor a 4cm el jefe de corte deberá aprobar el tendido antes de proceder a cortar.</p>	Inspector del área de corte
2	<b>Colocación de los patrones sobre la tela según modelo y prenda</b>	<p>-La línea de corte debe sobreponerse a la línea del trazo. Los piquetes no deben tener una profundidad mayor a 1/8".</p> <p>-Contar todas las piezas que están dibujadas en el trazo y comparar con la cantidad de piezas de una prenda multiplicada por la proporción de la orden de corte.</p> <p>-Verificar que todas las piezas que conforman la prenda, se encuentren dibujadas en el mismo sentido</p> <p>-Verificar que los empalmes del tizado, coincidan con los marcados en la mesa de tendido.</p> <p>- Revisar el corte vs la línea del trazo que no haya una desviación mayor a -1/8" caso contrario debe ser aprobado por el jefe de corte.</p>	Cortador
		-La fijación de los patrones sobre la tela se realizan de dos manera, cuando los patrones son	

3	<b>Fijados de los patrones sobre la tela</b>	<p>individual se fijan con alfileres y se acomoda de la forma más económica.</p> <p>-Si el corte es industrial para la fijación de los patrones se utilizan prensas para fijar los patrones sobre la tela y para que las capas no se muevan. (Obando, Ruiz, Mercado, Rivas, &amp; Sra. Nelly Pedroza Carballo, 2011)</p>	Cortador
4	<b>Marcado de márgenes para costura según modelo y prenda</b>	<p>-El marcado de márgenes cuando el corte es individual se marca con papel de costura (papel de pasar) y el rodo dejando un margen de costura de 2 a 3 cm más después del patrón en los costados de cada pieza de la prenda a cortar. En las partes de bocamanga y escote de boca sólo se les da 1 cm de costura.</p> <p>-Cuando el corte es industrial en los patrones va incluido el margen de costura que es de 1 a 1.5 cm parejo en todo sus contornos a excepción de las partes que llevan ruedo que son a 3 cm de margen. (Obando, Ruiz, Mercado, Rivas, &amp; Sra. Nelly Pedroza Carballo, 2011)</p>	Cortador e Inspector
5	<b>Marcado de líneas de costuras en cada pieza de la prenda y sus complementos</b>	<p>Las piezas que se marquen deben colocarse derecho con derecho, para que el marcado se haga por el revés y su marcado quede uniforme. (Obando, Ruiz, Mercado, Rivas, &amp; Sra. Nelly Pedroza Carballo, 2011)</p>	Cortador

**Fuente:** (Obando, Ruiz, Mercado, Rivas, & Sra. Nelly Pedroza Carballo, 2011); (ORTIZ, 2007); (SALGUERO, 2004)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

## 8. REGISTROS Y DOCUMENTOS RELACIONADOS

				
<b>VERIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE CORTE</b>				
<b>Responsable:</b>			<b>Fecha:</b>	
<b>Recibido:</b>			<b>Dirigido a:</b>	
DESCRIPCIÓN	CANT	Nro. de lote	Piezas con falla	Tipo de falla
<b>TOTAL</b>		<b>Piezas aceptadas:</b>		
<b>Firma del Inspector de turno</b>		<b>Piezas rechazadas:</b>		
<b>Observaciones:</b>		<b>Acción Correctiva:</b>		

## 9. ANEXOS

DOCUMENTOS ANEXADOS		
Nro.	CÓDIGO	TÍTULO DEL DOCUMENTO
1	DOC. MS. CT	Documento de medidas de seguridad en el corte de tela

## **Anexo 1: DOC. MS. CT**

### **MEDIDAS DE SEGURIDAD**

Según (Obando, Ruiz, Mercado, Rivas, & Sra. Nelly Pedroza Carballo, 2011) las medidas de seguridad que se deben tomar en el proceso de corte son:

- Mantener limpio el área de trabajo.
- Alistar los materiales necesarios para el corte de patrones, que estén accesibles para su uso.
- Equipo adecuado para el trabajo de corte de los patrones.
- Revisión de los equipos y materiales a utilizar que estén limpios y en buenas condiciones.
- El área de trabajo bien iluminada.
- Tener el equipo protector para el trabajo a realizar.
- Tener el equipo adecuado para el trabajo a desarrollar.
- El área de circulación debe estar siempre despejada por cualquier eventualidad de desastre natural.
- Depósito de desechos de manera seleccionada.
- Contar con un botiquín de primeros auxilios.
- Al terminar el trabajo dejar los materiales en orden y en sus respectivos lugares.

### **ANEXO B3: Manual de Procedimientos para la confección de camisetas de algodón**

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CONFECCIÓN DE CAMISETAS DE ALGODÓN</b>		<b>CÓDIGO:</b> MP-MS3.3-4
	<b>PROCESO:</b>	<b>Confección</b>	<b>VERSIÓN:</b> 1.0 <b>PÁGINA: 1-10</b> <b>FECHA EMISIÓN:</b> <b>FECHA REVISIÓN:</b>

<b>HISTORIAL DE CAMBIOS</b>			
Modificación Ítems	Fecha de Modificación	Solicitado por	Descripción del cambio

### 1. OBJETIVO:

Confeccionar camisetas de algodón con estándares de calidad que satisfagan las necesidades del cliente.

### 2. ALCANCE:

El proceso de confección es muy importante, ya que permite que el producto final que son las camisetas de algodón sea de buena calidad evitando así defectos por fallas en costura, manchas, variabilidad entre otros defectos que se pueden producir.

### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

<b>TÉRMINOS</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>Overlock</b>	Llamada también sobre orilladora comprendida por 1 aguja (3 hilos), dicha máquina se utiliza para el ensamble de las partes de la prenda provenientes de la sala de corte realizando las siguientes operaciones: cerrar costados (según el modelo), unir hombros, pegar cuellos, pegar mangas, orillar, armar, unir espaldas, etc. dando de esta manera la forma general de la prenda.
<b>Recta</b>	Maquinaria para realizar operaciones como: sujetar etiquetas, pespuntos externos, etc.
<b>Elastiguera</b>	Maquinaria para realizar operaciones de armado de prenda como: pegar elástico, cerrar costados, unir hombros, pegar cuellos, pegar mangas, orillar, unir espaldas, igualar fundillos, etc.

<b>Ribb</b>	Es un tejido que tiene elasticidad, y recupera su estado original cuando una fuerza externa deja de actuar sobre ella. Ambas caras presentan el mismo aspecto en el tejido (Nagoya.)
<b>Pespunte</b>	Labor de costura que consiste en dar una serie de puntadas seguidas e iguales, de manera que queden unidas entre sí.
<b>Orillos</b>	Remate de un paño o tela, generalmente de tejido más basto y de diferentes colores. ( <a href="http://es.thefreedictionary.com/">http://es.thefreedictionary.com/</a> , 2014)
<b>Puntada de clase 300 (puntada 301)</b>	Se forma por una o varias agujas y dos series de hilos que se entrelazan entre ambos con lo que se asegura el material y se cierra la puntada (generalmente son aguja y caja bobina). Costura rígida, No se deshace fácilmente, Igual aspecto por el derecho y revés, Usos: unión de piezas, presillado, bolsillos, dobladillos.
<b>Puntada de clase 200(puntada 201)</b>	La puntada 201 está formada por dos hilos de aguja (1 y 2) los cuales atraviesan el material en la misma perforación, siguiendo direcciones opuestas, sin anudado no entrelazado entre sí, el ciclo se repite avanzando una nueva perforación.
<b>Puntada clase 500 (505)</b>	La puntada 505 está formada por tres hilos, uno de aguja (1) y dos de áncora (a y b). Un bucle del hilo 1 pasa a través del hilo a situado sobre el material por el lado de la aguja y atravesándolo seguidamente, el bucle del hilo 1 es entrelazado con un bucle del hilo b en el punto de salida del material por el otro lado. El bucle del hilo b es conducido por el borde de material en donde se entrelaza con un segundo bucle del hilo a. El hilo a es conducido de este punto de entrelazamiento hasta el punto de penetración de la aguja.
	Consiste en distribuir la holgura de tejido sobre otro de

<b>Costura embeber</b>	menor longitud, de forma que la unión por costura no se produzca arrugas entre los puntos donde se indique “recoger o sostener”. Se produce una contracción o deformación controlada de la estructura del tejido, que tiene holgura dando lugar la reducción de longitud.
<b>Unión simple</b>	Consiste en la unión de dos o más tejidos de iguales longitudes en la línea de emplazamiento de los puntos de penetración de la aguja, según la configuración de los materiales. Se debe tener en cuenta la estructura de los tejidos (rayas y Cuadros) y la alineación de dibujos de estampado o bordado.
<b>Vivo</b>	Es el acabado de un borde con la incrustación de un bias o trencilla entre dos tejidos para la unión, va doblado por la mitad, a lo largo y puede llevar un cordón por dentro a lo largo del doblado.

#### 4. DOCUMENTOS Y REFERENCIAS

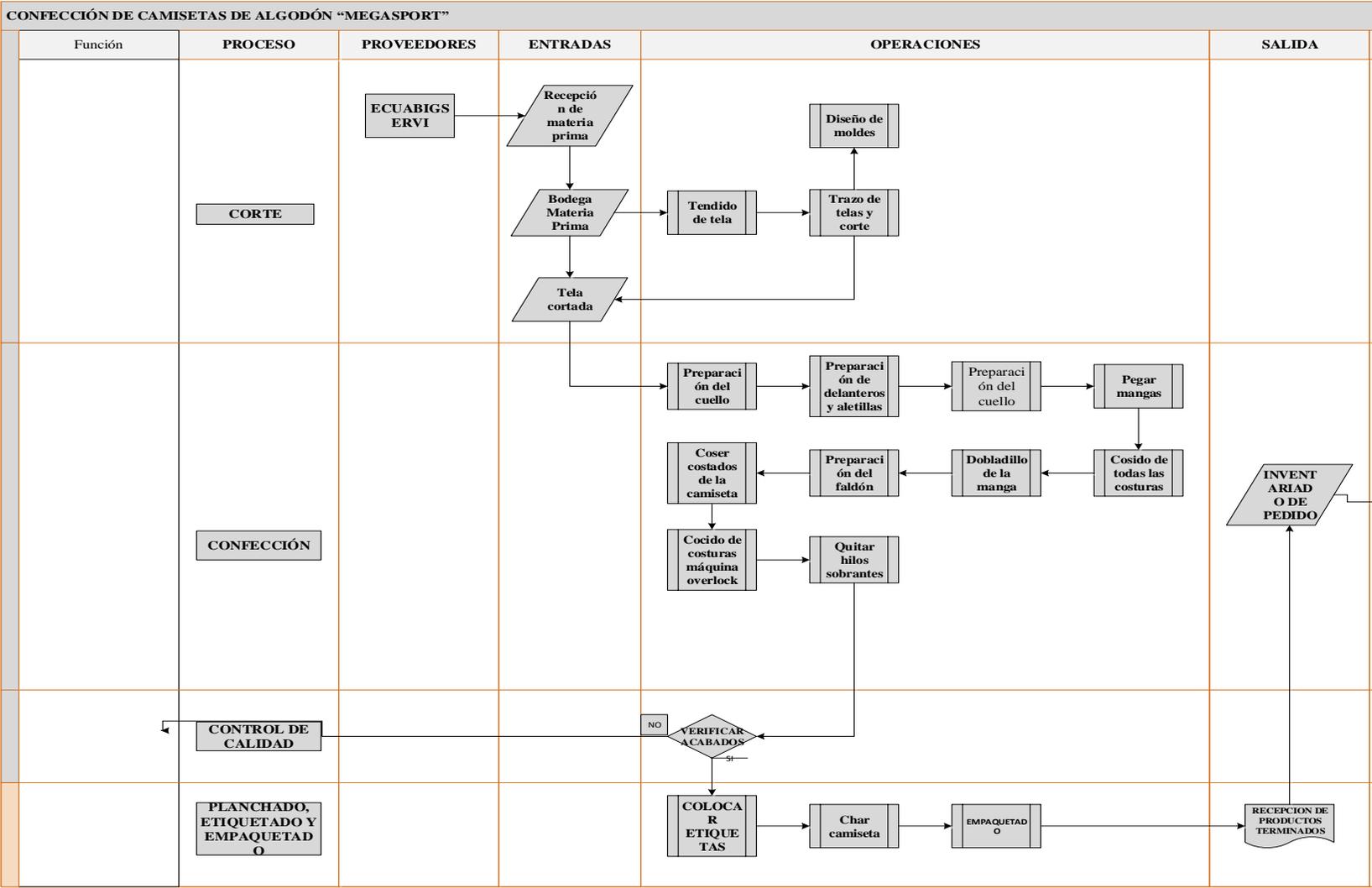
<b>DOCUMENTOS INTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>MAN-PRO- C.C- 0.0.3</b>	Manual de procedimientos para confección de camisetas

<b>DOCUMENTOS EXTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>DOC. EXT.01</b>	Manual de control de calidad para empresas de prendas deportivas
<b>2</b>	<b>DOC.EXT.02</b>	Manual de instrucciones y procedimientos para el área de confección.
<b>3</b>	<b>DOC.EXT.03</b>	Métodos de corte y confección.

#### 5. POLÍTICAS

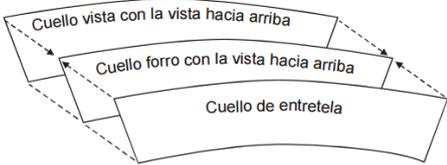
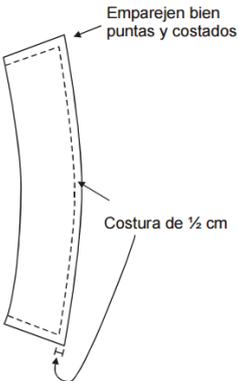
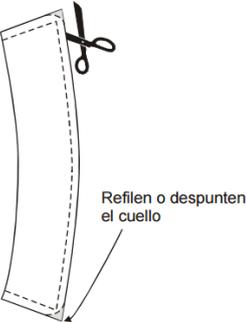
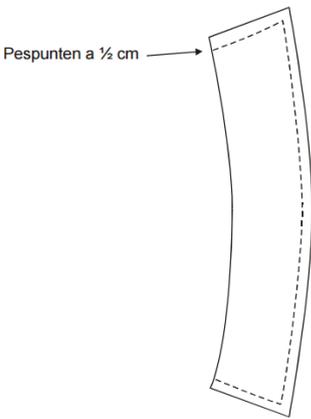
- La verificación de que se cumpla este manual de procedimientos es responsabilidad de la gerencia, jefe de producción y en sí de cada uno de los trabajadores de la empresa.
- Se debe llevar la verificación conforme a la ficha de tendido presentada en los registros y documentos relacionados.

### 6. DIAGRAMA DE FLUJO



## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Tabla 27 Procedimientos para la confección de una camiseta

Nro.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	RESPONSABLE
1	<b>Preparación del cuello</b>	<p>-Colocar vista del cuello hacia arriba.</p> <p>-Colocar el cuello forro con la vista hacia abajo sobre el cuello vista.</p> <p>-Colocar encima el cuello de entretela.</p> <p>- Emparejar las piezas y coser dejando una pestaña de ½ cm de la parte de arriba.</p> <p>- Refilar o despuntar las puntas de cuello para que no hagan se hagan bolas cuidando que no se reviente la costura.</p> <p>- Sobrecoser a ½ cm todo el contorno del cuello, menos la parte no cosida, revisando que las puntas del cuello no queden una más grande que la otra.</p> <p>-</p>	<p style="text-align: center;"><b>CUELLO</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>CUELLO</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>CUELLO</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>CUELLO</b></p> 	

2

### Preparación de delanteros y aletilla

-Poner la entretela a la aletilla fijándola con una costura a  $\frac{1}{2}$  cm para pestaña por el revés de la tela.

-Poner el delantero con vista hacia arriba.

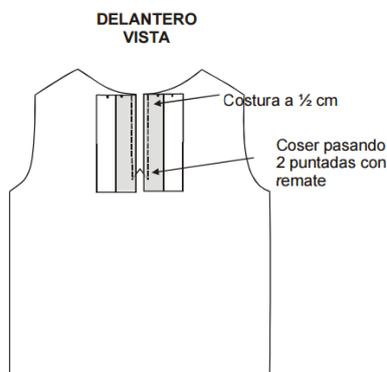
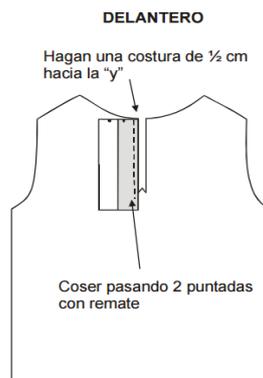
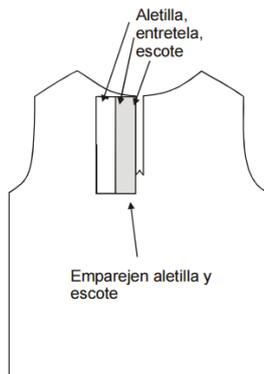
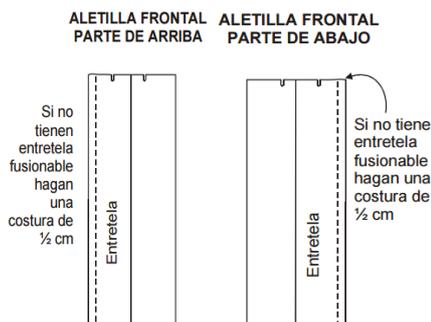
-Poner la aletilla del lado derecho del delantero con la vista hacia abajo sobre el delantero por la parte del escote.

-Emparejar la aletilla y el delantero por el lado donde está la entretela y el escote.

- Empezar a coser el escote del delantero dejando una pestaña de costura a  $\frac{1}{2}$  cm.

-Poner la otra aletilla del lado izquierdo del delantero con la vista hacia abajo sobre el otro lado del delantero.

- Emparejar la aletilla y el delantero por el lado donde está la entretela y el escote.



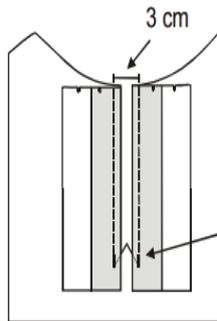
- Empezar a coser por el escote dejando una pestaña de costura a ½ cm.

-Revisar que de costura a costura, de las aletillas mida 3 cm de ancho para que la aletilla quede exacta.

-Revisar que las 2 terminaciones de la aletilla queden a la misma altura para que al acomodar la aletilla no causen arruga.

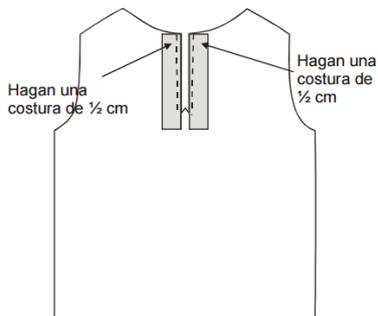
-Terminar de coser hasta donde termina la cortada del delantero, es decir, pasando 2 puntadas y rematando la costura. Estas 2 puntadas se hacen para garantizar que al voltear las aletillas no se frunza ni se deshile la tela del delantero.

-Doblar donde termina la entretela y fijar las aletillas con una costura en la parte del escote, de 3 cm, es decir, lo que mide el ancho de la aletilla para que sea

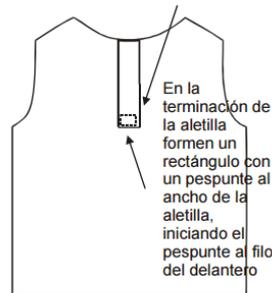


Pasando 2 puntadas de donde termina la "Y" para que no se deshile la tela del delantero al voltear las aletillas.

**DELANTERO**



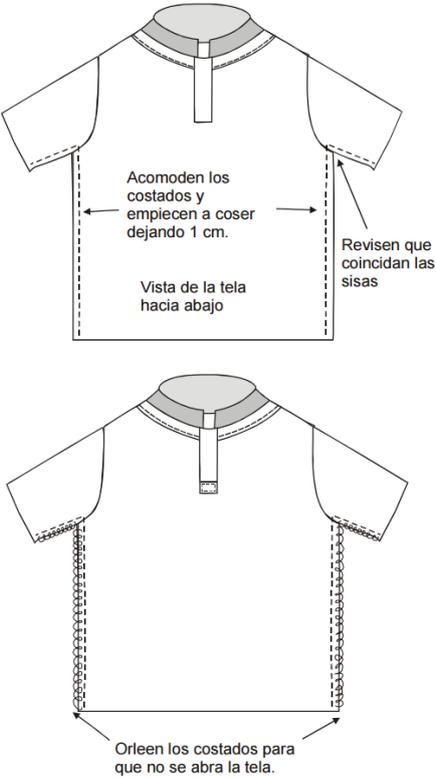
Acomoden bien el delantero y la aletilla de modo que no quede abierta, ni pasada ni fruncida



En la terminación de la aletilla formen un rectángulo con un pespunte al ancho de la aletilla, iniciando el pespunte al filo del delantero

		<p>fácil su acoplamiento al voltear las 2 aletillas.</p> <p>-Esta costura de 3 cm se hace únicamente sobre las aletillas y a ½ cm del escote.</p> <p>-Pongan el delantero con la vista hacia abajo para voltear o sacar la aletilla.</p> <p>-Desdoblar el delantero y acomodarlo bien a modo de que la aletilla no quede abierta, sino encima de la otra aletilla.</p> <p>- Hacer una sobrecostura al filo donde quedó el delantero para formar un rectángulo.</p> <p>-Rematar el filo de la terminación de la aletilla, y formen un rectángulo con un pespunte al ancho de la aletilla.</p>		
--	--	--	--	--

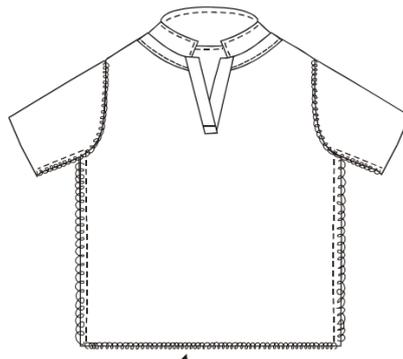
<p>3</p>	<p><b>Unión o ensamble de delantero con espalda</b></p>	<p>-Poner la espalda con la vista hacia arriba.</p> <p>- Poner el delantero con la vista hacia abajo, encima de la espalda.</p> <p>- Acomodar ambas piezas del hombro.</p> <p>- Coser dejando 1 cm de pestaña en los hombros. 46. Orlen la costura de los hombros a mano o a máquina.</p> <p>-Orlen la costura de los hombros a mano o a máquina.</p>		
<p>4</p>	<p><b>Pegar mangas</b></p>	<p>-Poner la camiseta con la vista hacia arriba y la manga con la vista hacia abajo sobre la playera.</p> <p>-Empezar a coser la sisa con la corona de la manga o el contorno de la manga a 1 cm de la orilla.</p> <p>-Hacer el mismo procedimiento con la</p>		

		<p>otra manga.</p> <p>- Orlen las sisas de la camiseta a mano o a máquina.</p>		
5	<p><b>Coser costados de la camiseta</b></p>	<p>-Poner la manga de modo que quede vista con vista la tela y acomodar los costados y empezar a coser dejando un centímetro de pestaña. Cuiden que coincida la sisa.</p> <p>- Hacer el mismo procedimiento con el otro costado.</p> <p>-Orlen los costados a mano o a máquina.</p>		

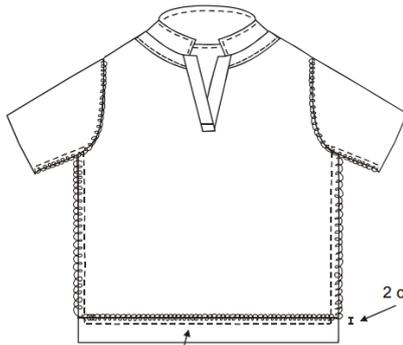
6

**Preparación del faldón**

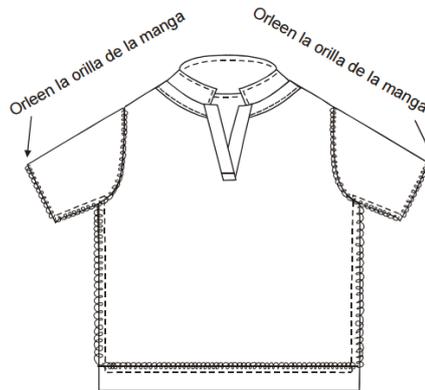
- Orlen la orilla del faldón para dobladillo.
- Hacer el dobladillo del faldón doblando 2 cm y sobrecozer al filo de la orilla.
- Orlen la orilla de la manga.

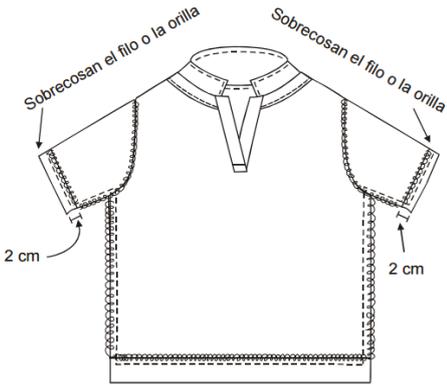


Orleen la orilla del faldón para dobladillo



Hagan el dobladillo del faldón doblando 2 cm por el filo de la orilla



7	<p><b>Dobladillo de la manga</b></p>	<p>-Hacer el dobladillo en las mangas doblando 2 cm y sobrecozer al filo o a la orilla.</p> <p>-</p>	<p>Hagan el dobladillo en las mangas doblando 2 cm</p>  <p>Sobrecozan el filo o la orilla</p> <p>Sobrecozan el filo o la orilla</p> <p>2 cm</p> <p>2 cm</p>	
---	--------------------------------------	--	---	--

**Fuente:** (TAREASUNIVERSITARIAS.COM, 2010)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

## 8. REGISTROS Y DOCUMENTOS RELACIONADOS

					
<b>Orden Nro.:</b>					
<b>Fecha:</b>		<b>Resultado Final:</b>			
		<b>Lote aceptado ( )</b> <b>Lote rechazado ( )</b>			
<b>Nro. Lote:</b>		<b>Verificación</b>			
Nro.	Actividad	Máquina	Unidades a inspeccionar	MARQ (X)	Acción correctiva
					Descripción de fallas
1	Unir hombros	Overlock			
2	Proceder a unir el cuello	Overlock			
3	Pegar la tirilla debajo del cuello	Tirilladora.			
4	Pegar las mangas	Overlock			
5	Cerrar costados	Overlock			
6	Recubrimiento de las mangas	Recubridora.			
7	Recubrir los filos de la camiseta	Recubridora.			
<b>OBSERVACIONES:</b>					
Firma Inspector:			Firma Autorización:		

## 9. ANEXOS

DOCUMENTOS ANEXADOS		
Nro.	CÓDIGO	TÍTULO DEL DOCUMENTO
1	DOC. MS. CC	Documento: medidas de seguridad en la confección de camisetas.

### Anexo 1: DOC. MS. CC

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL TRABAJADOR

**Según** (Celestino.Gladys, s.f.) Las medidas de seguridad que deben tener los trabajadores de costura son:

- **CABELLO**

El cabello largo se puede enredar en el volante de la máquina o en la palanca tira hilos. También puede dificultarle la visión, además lo tendrá demasiado cerca de la cara causándole molestias y calor.

**Medidas de control**

Si tiene el cabello corto no tendrá problemas, ni correrá demasiado riesgo. Sin embargo no se acerque demasiado a la palanca tira hilos que está en el frente de su máquina, ni al volante, él que esta al costado derecho de su máquina.

- **VISTA**

El puesto de trabajo en general debe tener una iluminación muy buena, si fuera posible por luz natural (luz del día).

Ubicar las máquinas de manera que la luz natural entre de izquierda a derecha. La mayoría de las personas colocan la máquina al frente de una ventana, por supuesto tendrás luz, pero temprano en el día. La mejor forma de colocarla es buscando la luz de que llegue por la parte izquierda que es en donde se encuentra el sitio de la aguja y en donde colocas la tela.

Si se utiliza luz artificial ten en cuenta la misma recomendación. Además de colocar una o dos lámparas de techo ahorradoras de luz, coloca otra a tu izquierda, y una lámpara de mesa sobre el sitio de la costura.

La costura en una de las actividades que produce más desgaste en la vista por la fijeza de los ojos en un sitio y sobre las piezas a coser.

Si se cose materiales oscuros, procurar coser en las horas en que hay más luz natural, y la iluminación artificial debe ser muy buena en el sitio de trabajo. También puedes colocar lámparas individuales aparte de la que trae la máquina de coser, cerca de ellas o atadas a la parte trasera de la máquina quedando su ubicación sobre el sitio de la aguja de la máquina.

- **BOCA**

Coger con la boca elementos punzantes tales como alfileres, agujas, ganchos, etc, que puede causarte un pinchazo o en un momento de descuido tragarte uno de estos elementos.

**Medidas de control**

Utilizar una almohadilla que se debe sujetar en el brazo del cabezote; es muy útil cuando se está cociendo.

Es muy conveniente también, tener otra almohadilla auxiliar o una ruleta de alfileres, sobre la mesa de corte.

- **DIENTES**

Cortar hebras o rasgar tela con los dientes ocasiona grandes daños a los mismos, pues pierden el esmalte natural que los cubre y pueden producir caries, además te puedes desportillar algún diente y tener que recurrir a odontología.

**Medidas de control**

Utilizar tijeras en toda ocasión para hacer un corte por muy pequeño que sea. No por la prisa utilizar lo primero que se ocurre que son los dientes. Además algunas máquinas vienen ya con una corta hilos ubicado en la parte trasera de la máquina.

- **ESPALDA Y CINTURA (COLUMNA VERTEBRAL)**

La altura inapropiada de la mesa y la silla que se puede estar utilizando, y las malas posturas corporales anormales que el trabajador toma frente a la maquina son causas de dolores de espalda. Cintura y malas formaciones de la columna vertebral.

**Medidas de control**

La silla utilizada debe tener aproximadamente 44 cm de alto y preferiblemente con espaldar.

La altura de la máquina es igual en todas las marcas y estilos, pero si es el solo cabezote se debe colocar sobre una mesa que tenga de alto 68 cm aproximadamente.

Para una posición correcta que se debe conservar para manejar la máquina el trabajador se debe sentar de manera que el cuerpo quede de frente a la barra portadora de la aguja y a unos 20 cm del cuerpo a la máquina.

Usar un cojín si el asiento o la silla son muy duros, así el trabajador se sentirá más cómodo, pues el mantener una sola posición frente a la máquina produce cansancio.

- **MANOS**

Muchas veces cuando estamos cosiendo a mano o a máquina podemos sufrir un pinchazo.

**Medidas de control**

Al coser a mano es aconsejable utilizar el dedal que protege el dedo, con el cual se ayuda a empujar la aguja.

Cuántas veces si tenemos que coser a mano y no utilizamos dedal, terminamos con el dedo medio lleno de agujeros.

Para evitar un pinchazo con la aguja de coser a máquina tener en cuenta lo siguiente:

- Cuando se vaya a enhebrar la aguja de la máquina retirar los pies del pedal o acelerador de la máquina.
- No acercarse demasiado los dedos a la aguja.
- No utilizar anillos, ni brazaletes en el puesto de trabajo.

- **PIES**

Si la máquina es de pedal el trabajador va a necesitar un poco de esfuerzo para colocar la máquina en movimiento; la mala posición de los pies sobre el pedal producirá cansancio físico, el utilizar un solo pie puede causar dolores musculares agudos.

**Medidas de control**

Colocar los pies sobre el pedal, el pie derecho un poco separado y más adelante que el pie izquierdo.

Si la máquina es eléctrica plana, u overlock, etc, se puede usar un solo pie, pero si se desea colocar los dos pies en la misma posición. Para empezar a tener práctica en el manejo del pedal de máquina industrial, se puede hacer dando pequeños impulsos con el pie y luego frenar, haciendo lo mismo como cuando se comienza a manejar un vehículo, así el pie o los dos pies se van sensibilizando, hasta dominar la velocidad.

## **8.1.MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL PUESTO DE TRABAJO E HIGIENE OCUPACIONAL**

Según (Navarro, 2011) las medidas de seguridad que se deben mantener en el puesto de trabajo son:

- Mantener limpio el área de trabajo.
- Alistar los materiales necesarios para el corte de patrones, que estén accesibles para su uso.
- Equipo adecuado para el trabajo de corte de los patrones.
- Revisión de los equipos y materiales a utilizar que estén limpios y en buenas condiciones.
- El área de trabajo bien iluminada.
- Tener el equipo protector para el trabajo a realizar.
- Tener el equipo adecuado para el trabajo a desarrollar.
- El área de circulación debe estar siempre despejada por cualquier eventualidad de desastre natural.
- Depósito de desechos de manera seleccionada.
- Contar con un botiquín de primeros auxilios.
- Al terminar el trabajo dejar los materiales en orden y en sus respectivos lugares.
- Una vez finalizado el trabajo dejar limpio y ordenado.

Responsable de Elaborar:	Responsable de aprobar:
Fecha:	Fecha:
Firma	Firma

## ANEXO B4: Manual de control de calidad para el producto terminado

	<b>MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA LAS CAMISETAS DE ALGODÓN</b>		<b>CÓDIGO:</b> MP-MS3.3-4
	<b>PROCESO:</b>	<b>Control de calidad</b>	<b>VERSIÓN:</b> 1.0
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> <b>PÁGINA: 1-5</b>	<b>Muestreo</b>	<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>  <b>FECHA DE REVISIÓN:</b>

HISTORIAL DE CAMBIOS			
Modificación Ítems	Fecha de Modificación	Solicitado por	Descripción del cambio

### 1. OBJETIVO:

Controlar la calidad del producto final que son las camisetas del algodón, y de esta manera garantizar un producto de excelente calidad que cumpla con los requerimientos del cliente.

### 2. ALCANCE:

El siguiente procedimiento comprende la técnica de muestreo que se debe utilizar para controlar la calidad del producto final.

### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

ABREVIATURAS		
Nro.	TÉRMINO	DEFINICIÓN
1	AQL	Nivel aceptable de calidad (siglas en inglés, Acceptable Quality Level), Máximo porcentaje defectuoso o el número máximo de defectos en 100 unidades, que para los fines de la inspección por muestreo, de por resultado la aceptación de los lotes sometidos a auditoria. (CASTAÑO, 2012)

<b>TÉRMINOS</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>Calidad</b>	Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.
<b>Muestreo</b>	Selección de un conjunto de personas o cosas que se consideran representativos del grupo al que pertenecen, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo.
<b>Lote</b>	Cantidad definida de algún producto, material o servicio, que comparte unas circunstancias que permiten entender que su calidad es homogénea (elementos de un tipo, grado, clase, tamaño, composición, producidos bajo condiciones uniformes y esencialmente en el mismo periodo de tiempo)

#### 4. DOCUMENTOS Y REFERENCIAS

<b>DOCUMENTOS INTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>MAN-PRO- T.T- 0.0.1</b>	Manual de control de calidad

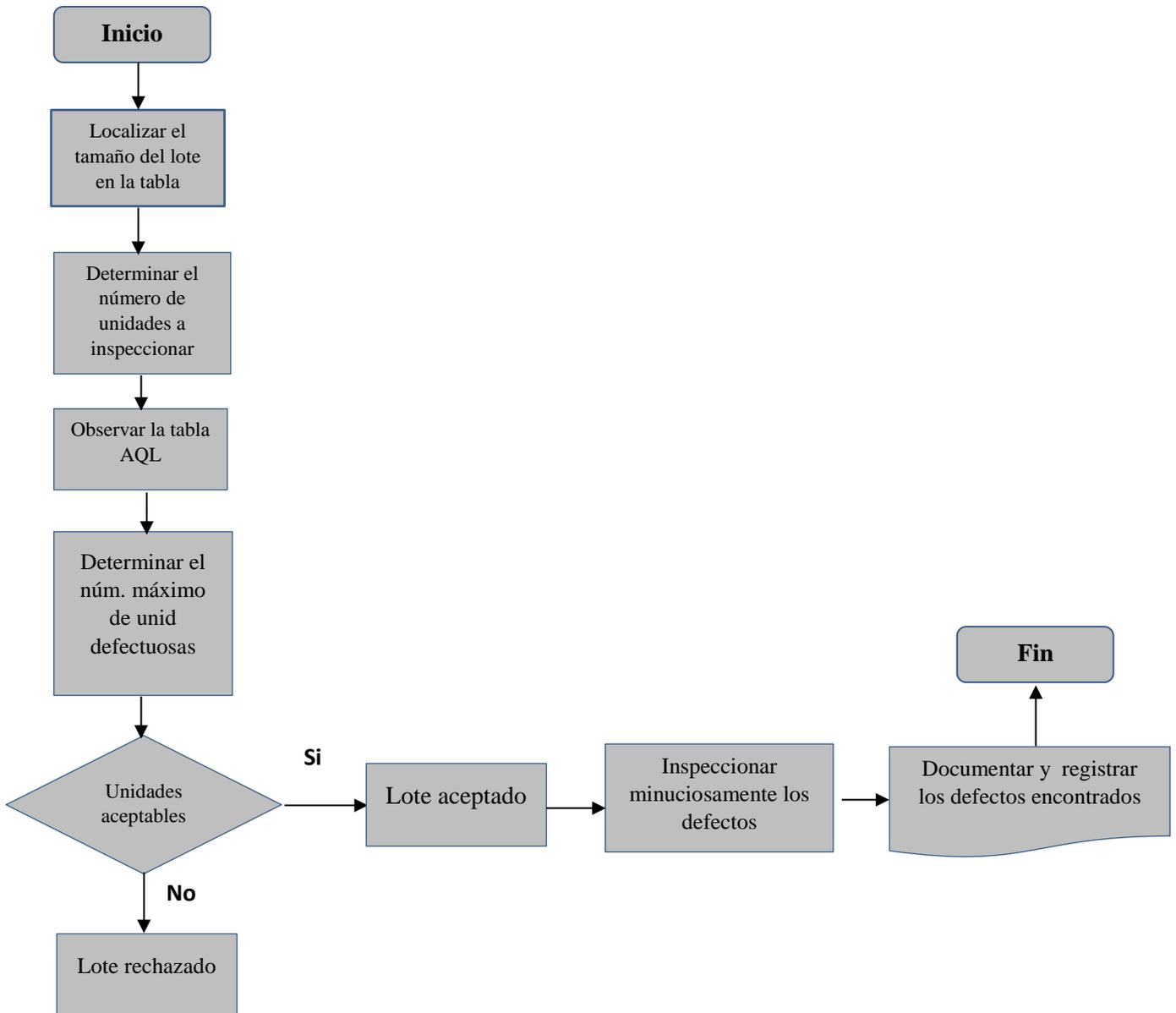
<b>DOCUMENTOS EXTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>ICONTEC 228</b>	Norma técnica colombiana 228
<b>3</b>	<b>NTE INEN-ISO 2859-1</b>	Norma técnica ecuatoriana: procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. parte 4: procedimientos para la evaluación de los niveles de calidad declarados (iso 2859-4:2002, idt)

#### 5. POLÍTICAS

- Todos los registros operativos deben ser verificados y firmados por el supervisor respectivo, o por el jefe de área.
- Las planillas de control de calidad son verificadas por el Jefe de Control de Calidad.
- Verificación del área de trabajo, este debe estar libre de elementos que impidan un correcto control de calidad
- Realización e inspección mediante fichas a cargo del jefe de calidad.

## 6. DIAGRAMA DE FLUJO

Muestreo



## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

**Tabla 28 Procedimiento para realizar un muestreo**

Nro.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Muestreo	<p><b>1- Localizar el tamaño del lote en la tabla de muestreo (Ver anexo 1).</b> El tamaño del lote (del lote es el total de unidades con que se empieza a realizar la auditoría. Buscar en la columna de tamaño del lote hasta que encuentre el rango que contenga el número de prendas del lote que usted está inspeccionando.</p> <p><b>2- Determinar el número de unidades a inspeccionar (Ver anexo 2).</b> Buscar en la columna unidades a inspeccionar que corresponda al tamaño del lote para localizar el número exacto de unidades que usted debe inspeccionar. Hay que asegurarse de seleccionar el número que corresponde al nivel aceptable de calidad AQL correcto para la mercadería que se está auditando.</p> <p><b>3- Determinar el número máximo de unidades defectuosas que se puede aceptar.</b> En la tabla de muestreo el número de unidades defectuosas permitido esta listado en la columna "aceptar". Hay dos columnas "aceptar" una para un AQL de 4.0 y otra para un AQL de 6.5. Por ejemplo si se está inspeccionando un lote de 1000 unidades, el nivel aceptable de calidad para la mercadería que se está auditando es de 4.0. Se debe buscar en la tabla de muestreo para determinar cuántas unidades se tienen que seleccionar para la muestra y cuantas unidades defectuosas son permitidas. 3 unidades defectuosas permitidas.</p>	Jefe de control en calidad

	<p><b>4-</b> Si se encuentra menos unidades defectuosas que las permitidas, el lote debe ser aceptado. Si se encuentra más unidades defectuosas que las permitidas, el lote debe ser rechazado, entonces todo el lote debe ser inspeccionado y todos los defectos corregidos.</p> <p><b>5- Asegurarse un muestreo representativo.</b> La auditoría estadística consiste en seleccionar unas cuantas unidades del lote completo, hacer una inspección detallada de las pocas y hacer una proyección basada en los resultados. Por esto, es extremadamente importante que las unidades sean seleccionadas de una forma representativa. Idealmente, esto significa que se selecciona una muestra del lote completo.</p> <p><b>6-</b> Todas las unidades en el lote deben estar terminadas antes de que se tome la muestra. No se puede tomar una muestra de un parcial del lote. Se puede tomar una muestra representativa seleccionando las unidades en un radio correspondiente al desglose de tallas y color del lote.</p>	
--	--	--

**Fuente:** (SALGUERO, 2004)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

## 8. REGISTROS Y DOCUMENTOS RELACIONADOS

				
MUESTREO				
<b>Responsable:</b>			<b>Fecha:</b>	
<b>Recibido:</b>			<b>Dirigido a:</b>	
DESCRIPCIÓN	CANT	Lote aceptado ( )	Piezas con falla	Tipo de falla
		Lote rechazado ( )		
<b>TOTAL</b>		<b>Piezas aceptadas:</b>		
<b>Firma del Inspector de turno</b>		<b>Piezas rechazadas:</b>		
<b>Observaciones:</b>		<b>Acción Correctiva:</b>		

## 9. ANEXOS

DOCUMENTOS ANEXADOS		
Nro.	CÓDIGO	TÍTULO DEL DOCUMENTO
1	Tab NTE INEN-ISO 2859-1	Tablas de muestreo Norma técnica Ecuatoriana
2	Tab AQL	Tabla de nivel aceptable de calidad

### Anexo 1: Tab NTE INEN-ISO 2859-1

TAMAÑO LOTE		Niveles de inspección especiales				Niveles generales de inspección		
		S1	S2	S3	S4	I	II	III
2	8	A	A	A	A	A	A	B
9	15	A	A	A	A	A	B	C
16	25	A	A	B	B	B	C	D
26	50	A	B	B	C	C	D	E
51	90	B	B	C	C	C	E	F
91	150	B	B	C	D	D	F	G
151	280	B	C	D	E	E	G	H
281	500	B	C	D	E	F	H	J
501	1200	C	C	E	F	G	J	K
1201	3200	C	D	E	G	H	K	L
3201	10000	C	D	F	G	J	L	M
10001	35000	C	D	F	H	K	M	N
35001	150000	D	E	G	J	L	N	P
150001	500000	D	E	G	J	M	P	Q
más de	500001	D	E	E	J	N	Q	R







**Anexo 2**

Tamaño del lote	NIVEL ACEPTABLE DE CALIDAD (AQL)			
	4		6.5	
	Unidades a inspeccionar	Aceptar	Unidades a inspeccionar	Aceptar
26-90	3	0	8	1
91-150	13	1	8	1
151-280	13	1	13	2
281-500	20	2	20	3
501-1200	32	3	32	5
1201-3200	50	5	50	7
3201-10000	80	7	80	10
10001-35000	125	10	125	14
35001-150000	200	14	200	21
150001-500000	315	21	200	21
500001 y mas	315	21	200	21

**Ilustración 21 Tab AQL**

**Fuente:** (ORTIZ, 2007)

Responsable de Elaborar:	Responsable de aprobar:
Fecha:	Fecha:
Firma	Firma

	<b>MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA LAS CAMISETAS DE ALGODÓN</b>		<b>CÓDIGO:</b> MP-MS3.3-4
	<b>PROCESO:</b>	<b>Control de calidad</b>	<b>VERSIÓN:</b> 1.0
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> <b>PÁGINA:</b> 1-4	<b>Inspección de defectos</b>	<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> <b>FECHA DE REVISIÓN:</b>

<b>HISTORIAL DE CAMBIOS</b>			
Modificación Ítems	Fecha de Modificación	Solicitado por	Descripción del cambio

### **1. OBJETIVO:**

Inspeccionar los defectos del producto terminado que son las camisetas del algodón, y de esta manera garantizar un producto de excelente calidad que cumpla con los requerimientos del cliente.

### **2. ALCANCE:**

El siguiente procedimiento comprende la manera en cómo se debe inspeccionar las camisetas de algodón e identificar los defectos que estas presenten.

### **3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

<b>TÉRMINOS</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>Calidad</b>	Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.
<b>Defecto</b>	Imperfección o falta que tiene alguien o algo en alguna parte o de una cualidad o característica.
<b>Inspección</b>	Acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.

#### 4. DOCUMENTOS Y REFERENCIAS

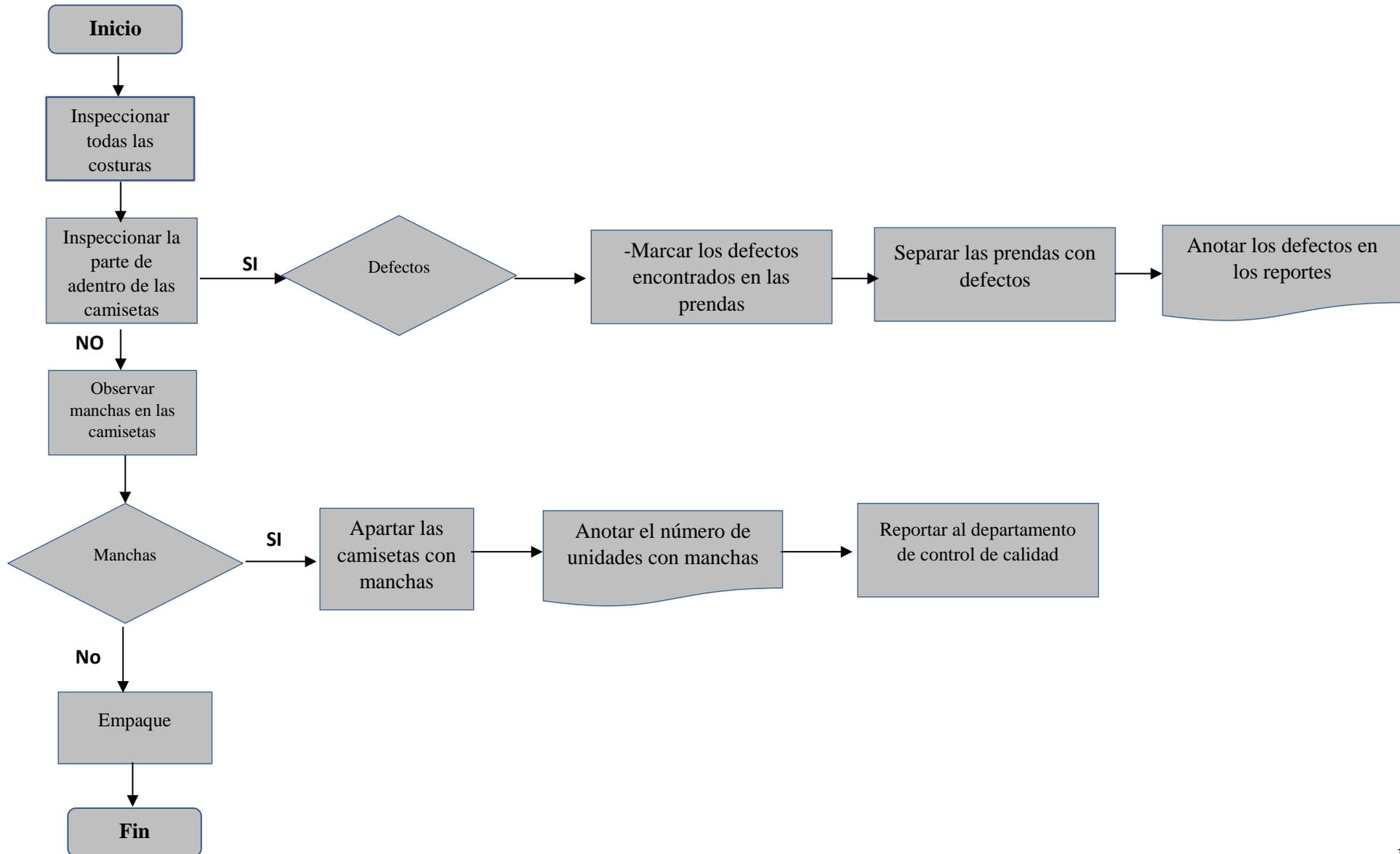
<b>DOCUMENTOS INTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>MAN-PRO- T.T- 0.0.1</b>	Manual de control de calidad

<b>DOCUMENTOS EXTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>DOC. EXT.01</b>	Manual de control de calidad para empresas de prendas deportivas
<b>2</b>	<b>DOC.EXT.02</b>	Manual de instrucciones y procedimientos para el área de confección.
<b>3</b>	<b>DOC.EXT.03</b>	Métodos de corte y confección.

#### 5. POLÍTICAS

- Todos los registros operativos deben ser verificados y firmados por el supervisor respectivo, o por el jefe de área.
- Las planillas de control de calidad son verificadas por el Jefe de Control de Calidad.
- Verificación del área de trabajo, este debe estar libre de elementos que impidan un correcto control de calidad
- Realización e inspección mediante fichas a cargo del jefe de calidad.

## 6. DIAGRAMA DE FLUJO



## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

**Tabla 29 Procedimientos para la verificación de defectos**

Nro.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Inspección de defectos	<p><b>1-</b> Voltear la prenda e inspeccionar la parte de atrás de la misma forma que se inspeccione el frente. Si este procedimiento se sigue para todas las camisetas o prendas que se estén inspeccionando se evitará que se pasen por alto algunas operaciones.</p> <p><b>2-</b> Se deben inspeccionar todas las costuras de ambos lados y aplicarlas una leve presión para ver dentro de la costura, lo que permitirá descubrir cortes de aguja, costuras abiertas y puntadas rotas.</p> <p><b>3-</b> Inspeccionar la parte de adentro de las camisetas, ya que las puntadas de cadeneta no es una puntada doble o cerrada y con que haya una puntada saltada la costura se abrirá.</p> <p><b>4-</b> Identificar todos los defectos según la clasificación de los patrones básicos de calidad para cada prenda inspeccionada.</p> <p><b>5-</b> Marcar los defectos encontrados en las prendas con cinta o etiqueta adhesiva, alfileres u otros elementos para ayudar al supervisor a identificarlos.</p>	Jefe de control en calidad

		<p><b>6-</b> Separar las prendas con defectos -Anotar los defectos en los reportes de auditoria.</p> <p><b>7-</b> Mantener los instrumentos de medir, los patrones y otras herramientas de trabajo en buenas condiciones.</p> <p><b>8-</b> Una puntada rota puede ocasionar una costura abierta, en todo caso se considera una costura abierta como un defecto ocasionado por el operador.</p> <p><b>9-</b> Una puntada rota puede haber sido causada por el operador, la máquina, mal hilo, o el planchador. Si el hilo de la costura está roto, llamarlo una puntada rota. En este momento se debe determinar quién causó el problema o cómo ocurrió.</p> <p><b>10-</b> Un corte de aguja resultara en un agujero (hoyo), si aparecen pequeños agujeros cerca de la costura, identificar el defecto como un corte de aguja y no como un agujero. Se debe considerar un agujero a aquel que generalmente sucedió al fabricar la tela.</p>	
--	--	--	--

**Fuente:** (SALGUERO, 2004)

**Elaborado por:** Poleth Barrionuevo

## 8. REGISTROS Y DOCUMENTOS RELACIONADOS

				
<b>Inspección de defectos</b>				
<b>Responsable:</b>			<b>Fecha:</b>	
<b>Recibido:</b>			<b>Dirigido a:</b>	
DESCRIPCIÓN	Tipo de defecto	Lote aceptado ( )	Piezas con falla	Tipo de falla
		Lote rechazado ( )		
<b>TOTAL DE CAMISETAS INSPECCIONADAS:</b>		<b>Unidades aceptadas:</b>		
<b>Firma del Inspector de turno</b>		<b>Unidades Rechazadas :</b>		
<b>Observaciones:</b>				

Responsable de Elaborar:	Responsable de aprobar:
Fecha:	Fecha:
Firma	Firma

	<b>MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA LAS CAMISETAS DE ALGODÓN</b>		<b>CÓDIGO:</b> MP-MS3.3-4
	<b>PROCESO:</b>	Control de calidad	<b>VERSIÓN:</b> 1.0
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> <b>PÁGINA: 1-6</b>	Determinación de variabilidad de tallas de las camisetas	<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> <b>FECHA DE REVISIÓN:</b>

<b>HISTORIAL DE CAMBIOS</b>			
Modificación Ítems	Fecha de Modificación	Solicitado por	Descripción del cambio

### 1. OBJETIVO:

Determinar mediante la medición correcta de las partes de las camisetas la variabilidad de tallas de las camisetas que se encuentren fuera de las tolerancias establecidas.

### 2. ALCANCE:

El siguiente procedimiento comprende la manera en cómo se debe proceder a medir las camisetas para determinar la variabilidad de tallas que afectan la calidad del producto final.

### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

<b>ABREVIATURAS</b>		
Nro.	TÉRMINO	DEFINICIÓN
<b>1</b>	<b>RIB</b>	Tejido de punto elástico de apariencia acanalada. RIB 1 POR 1: cuando el canal se hace con un punto por el derecho y un punto por el revés. RIB 2 POR 2: cuando el canal se logra tomando 2 puntos por el derecho y dos puntos por el

		revés el RIB se utiliza mayormente para cuellos y pretinas en prendas deportivas, aunque por ser un tejido elástico que se adapta al cuerpo es bien recibida por las damas en prendas completas.
--	--	--

<b>TÉRMINOS</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>Faldón</b>	Parte de una prenda larga de vestir que cae suelta desde la cintura y cubre la parte baja del tronco y las piernas o parte de ellas.
<b>Dobladillo</b>	Pliegue que se hace en los bordes de una tela, doblándola dos veces hacia abajo para coserla.
<b>Orlar</b>	Coser los bordes de una prenda.
<b>Aletilla</b>	Pieza de tela que acompaña a la cremallera de una prenda.

#### 4. DOCUMENTOS Y REFERENCIAS

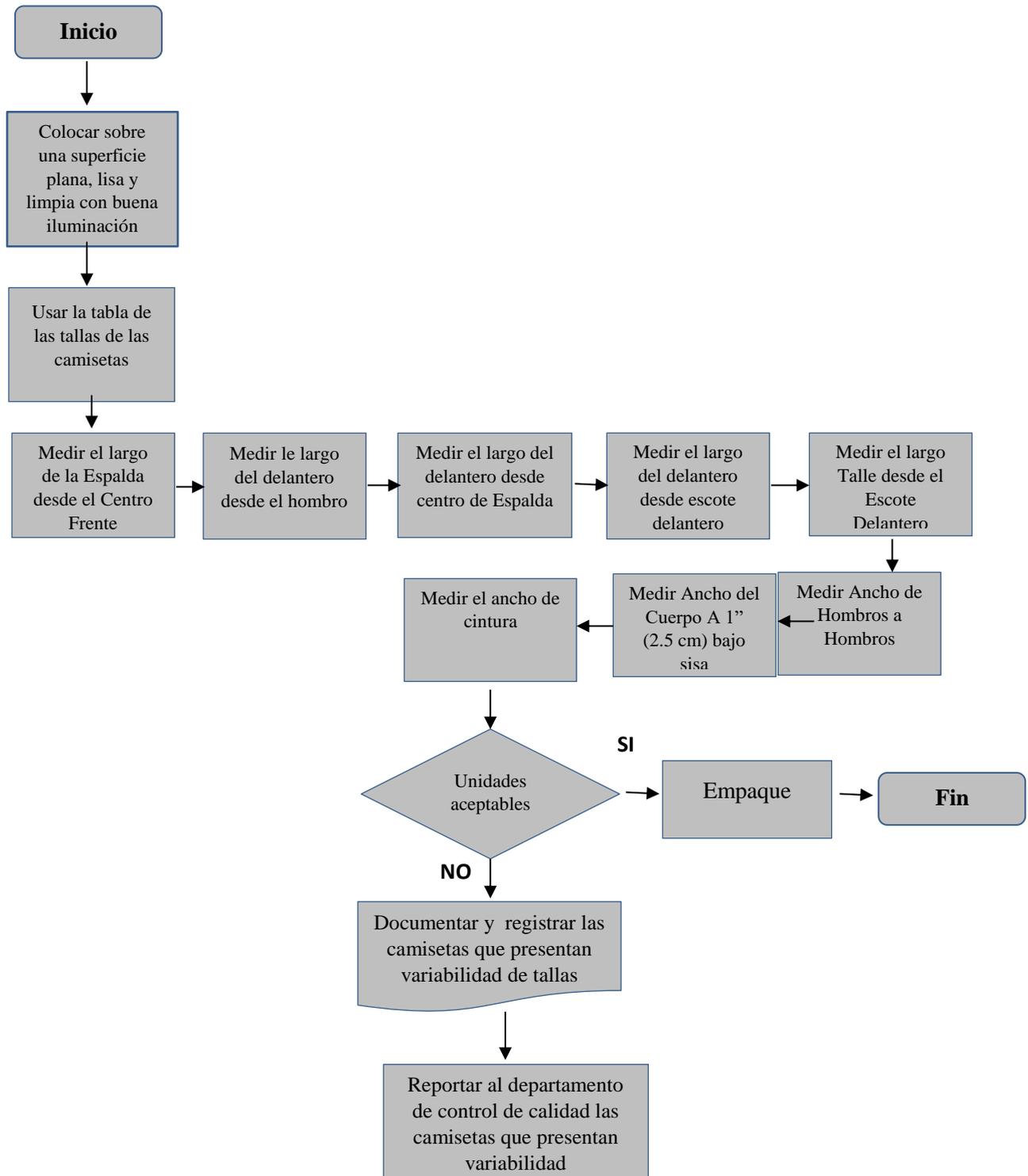
<b>DOCUMENTOS INTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
1	MAN-PRO- T.T- 0.0.1	Manual de control de calidad

<b>DOCUMENTOS EXTERNOS</b>		
<b>Nro.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
1	DOC. EXT.01	Manual de control de calidad para empresas de prendas deportivas
2	DOC.EXT.02	Manual de instrucciones y procedimientos para el área de confección.
3	DOC.EXT.03	Métodos de corte y confección.

## **5. POLÍTICAS**

- Todos los registros operativos deben ser verificados y firmados por el supervisor respectivo, o por el jefe de área.
- Las planillas de control de calidad son verificadas por el Jefe de Control de Calidad.
- Verificación del área de trabajo, este debe estar libre de elementos que impidan un correcto control de calidad
- Realización e inspección mediante fichas a cargo del jefe de calidad.

## 6. DIAGRAMA DE FLUJO



## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Tabla 30 Procedimiento para determinar la variabilidad de tallas en camisetas

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE VARIABILIDAD DE TALLAS DE LAS CAMISETAS				
Nro.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	RESPONSABLE
1	<b>Largo de la Espalda desde el Centro Frente</b>	Medir desde el centro de la costura o borde del cuello en la parte posterior hasta el dobladillo o borde de la banda. Las prendas que tengan RIB en el cuello deberán medirse partiendo de la costura del cuello.		Jefe de control en calidad
2	<b>Largo del delantero desde el hombro</b>	Medir verticalmente en línea recta, desde la unión del cuello y hombro hasta el dobladillo. En el caso de Hombro caído mida desde el dobléz natural de la prenda: cuello con dobladillo medir desde el hombro hasta el borde del dobladillo por la parte del frente, cuello con banda mida desde el hombro hasta el borde del dobladillo por la parte del frente.		
3	<b>Largo del delantero desde centro de Espalda</b>	Medir desde el centro de cuello en la parte posterior hasta el borde del dobladillo por la parte del frente. Las prendas con cuello de banda deberán medirse a partir de la costura de la banda. Para tomar las medidas, la prenda debe estar extendida con el frente hacia arriba.		

4	<b>Largo del delantero desde escote delantero</b>	Centro con dobladillo, debe medirse en línea recta, desde el borde del cuello hasta el dobladillo del cuerpo. Extienda la prenda por completo, evitando bolsas.		
5	<b>Largo Talle desde el Escote Delantero</b>	Cuello con dobladillo, mida desde el centro del cuello hasta la costura de la cintura, en línea recta. Extendiendo la prenda por completo, evitando bolsas.		
6	<b>Ancho de Hombros a Hombros</b>	Medir el dobléz natural del hombro, puede ser: hombro caído, integrados.		
7	<b>Ancho del Cuerpo A 1” (2.5 cm) bajo sisa</b>	Medir la mitad formando una línea recta a todo lo ancho de la prenda, de lado a lado. Sisa integrada o con dobladillo, medir 1” debajo de la sisa. Sisa con banda medir a 1” debajo de la costura de la sisa.		
8	<b>Cintura</b>	Medir la mitad, en línea recta a todo lo ancho de la prenda, de lado a lado en la parte más angosta.		

Fuente: (ORTIZ, 2007)

Elaborado por: Poleth Barrionuevo

## 8. REGISTROS Y DOCUMENTOS RELACIONADOS

			
<b>Determinación de variabilidad de tallas de las camisetas</b>			
<b>Responsable:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Recibido:</b>		<b>Dirigido a:</b>	
<b>Tipo de medida</b>	<b>Variabilidad</b> Marcar (x)	<b>Descripción</b>	
Largo de la Espalda desde el Centro Frente			
Largo del delantero desde el hombro			
Largo del delantero desde centro de Espalda			
Largo del delantero desde escote delantero			
Largo Talle desde el Escote Delantero			
Ancho de Hombros a Hombros			
Ancho del Cuerpo A 1" (2.5 cm) bajo sisa			
Ancho de cintura			
<b>TOTAL DE CAMISETAS INSPECCIONADAS:</b>		<b>Unidades aceptadas:</b>	
<b>Firma del Inspector de turno</b>		<b>Unidades Rechazadas :</b>	
<b>Observaciones:</b>			

## 9. ANEXOS

DOCUMENTOS ANEXADOS		
Nro.	CÓDIGO	TÍTULO DEL DOCUMENTO
1	NMX-A-243-1983	Dimensiones para camisetas talla 38.

### Anexo 1: NMX-A-243-1983

Talla MEDIUM (38)		
Parte	Dimensión en pulgadas	Dimensión en centímetros
Cuello	15,0 – 15,5	38,0 – 39,0
Pecho	38,0 – 40,0	96,0 – 102,0
Largo de manga	34,0	86,0 ( $\pm 1$ tolerancia)
Cintura	34,0 – 36,0	86,0 – 92,0
Largo	27,5 – 28,3	70 – 72
Ancho	38,0 – 40,0	96 – 102

Responsable de Elaborar:	Responsable de aprobar:
Fecha:	Fecha:
Firma	Firma

## ANEXOS C: FOTOS



**Ilustración D1:** Toma de medidas al ancho de las camisetas



**Ilustración D2:** Toma de medidas al largo de las camisetas



**Ilustración D3:** Presentación de los manuales de procedimientos a la gerencia



**Ilustración D4:** Revisión de los manuales de procedimientos