



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE CARAZO

FAREM – CARAZO

DEPARTAMENTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SALUD.

---

**TEMA**

Control de Calidad

**SUBTEMA:**

**Propuestas de mejoras para la reducción del defecto Hilo largo en la línea de producción número 8, estilo LI516 (Dickies) bajo la metodología Lean Six Sigma en la empresa textilera BWA planta 1 ubicada en el Km 45 carretera Diriamba - La Boquita durante el primer semestre del año 2019.**

---

Elaborado por:

N° de Carnet.

**Br. Gavinett Centeno Rodolfo Emmanuel**

**14091564**

**Br. García Garay Johny Cristofer**

**14091070**

**Br. González Bonilla Gerardo Enrique**

**14091201**

Tutor: **Ing. Juan José Villavicencio Navarro.**

Jinotepe, 26 de abril del 2019.

**¡A la libertad por la universidad!**

## **DEDICATORIA**

**A:**

Dios, por habernos dado la vida, sabiduría, amor y paciencia por permitirnos llegar hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional.

**A mis padres:**

Por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional sin importar las diferencias de opiniones, por ayudarme moral y económicamente para fortalecer nuestros conocimientos y ser persona de bien, por ser los pilares fundamentales

**A mis compañeros:**

Por el apoyo incondicional durante toda la carrera para poder lograr esta meta y resaltar lo importante que es trabajar en equipo, y demostrar que con esfuerzo y perseverancia se pueden alcanzar nuestros objetivos ya sean profesionales o personales.

**A docentes:**

Porque sé que este logro es parte de ellos también, porque transmitieron sus conocimientos y experiencias tanto laborales como personales, haciendo así posible el desarrollo total de esta investigación.

**Rodolfo Gavinett**

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS:**

Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

### **A MIS PADRES:**

Juan García y Lourdes Garay, por ser el mayor tesoro que me ha regalado la vida, por su apoyo incondicional y económico, por enseñarme a luchar por mis ideales, por ser ese ejemplo de superación y por estar conmigo en todos los momentos difíciles y ser ese motor que me da fuerzas para continuar, no existirá forma de agradecerle el amor que me han dado, son mi mayor orgullo.

### **A MI FAMILIA:**

Quienes son miembros importantes, han sabido escuchar mis problemas y apoyarme para poder superarme, por ser también parte valiosa de mi vida de los cuales he recibido consejos de superación y apoyo.

**Johny García**

## **DEDICATORIA**

A: Dios, por darme la oportunidad de vivir y de soportar todos los contratiempos que pudieron atravesarse en todo el camino universitario y por darme la sabiduría e inteligencia necesaria para pasar todas las materias.

Mi madre, por ser mi ejemplo de vida, que gracias a sus consejos y motivación me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que deseo, por todas esas cosas que al parecer no les encontraba sentido y ahora entiendo que valían la pena seguir y esforzarse para tener una mejor vida.

Mis amigos que de una u otra manera estuvieron pendientes de mí, animándome día a día, para poder cumplir el objetivo propuesto, ya que ellos son uno de los pilares fundamentales por el cual pude terminar mis estudios profesionales dándoles gracias por sus consejos y ayudas.

Mis maestros, por la dedicación y paciencia que tuvieron durante nuestro aprendizaje; al coordinador de la carrera de Ingeniería Industrial, Msc Francisco Hernández por haberme ayudado en ocasiones difíciles y por estar siempre pendiente de una educación de calidad y sobre todo animándonos de aprender de todo un poco; al Ing. Juan Villavicencio, por su tiempo y entrega para la elaboración de nuestro seminario por haber estado siempre pendiente de los errores para poder mejorarlos.

**Gerardo González**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestros agradecimientos se dirigen principalmente a quien nos ha guiado y nos ha dirigido por el camino correcto, a Dios, el que en todo momento está con nosotros y nos bendice en todo momento.

A nuestros padres, por apoyarnos en todo momento de nuestras vidas, en nuestras metas para que nos formáramos como personas de bien con visión a mejorar nuestra vida.

A la Gerencia de la empresa BWA Nicaragua, por la colaboración de manera directa facilitándonos la información oportuna y útil para la realización de esta investigación y dedicarnos parte esencial de su tiempo.

Al Profesor ingeniero Juan José Villavicencio por su disponibilidad en la realización de la investigación, por sus comentarios y sugerencias de manera oportuna.

A todos aquellos que de manera directa e indirecta estuvieron involucrados en la realización de este trabajo, que con palabras de aliento nos motivaron para culminar con éxito esta etapa de estudios.

A todas y todos los que nos acompañaron, nuestra gratitud y reconocimiento.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo trata sobre propuestas de mejoras para la reducción del defecto Hilo Largo en la línea de producción número 8 en la empresa BWA Nicaragua, empleando la metodología DMAIC – Seis Sigma. El trabajo se realizó con el fin de solucionar el problema que presenta la línea de producción, la cual resulta en demasiadas piezas rechazadas por el defecto Hilo Largo. Durante el diagnóstico de la situación se pudo determinar que en la línea de producción se tenían tiempos ociosos, procesos repetitivos, y defectos recurrentes en la calidad.

El trabajo se centró en encontrar la causa Raíz del problema en estudio, mediante la metodología DMAIC y sus herramientas, empezando por definir: problemática, objetivos, justificación, y demás aspectos metodológicos, luego se trabajó el marco teórico para establecer la guía de la investigación, de igual manera se presentan los instrumentos que se utilizaron a lo largo de la investigación.

Posteriormente se recopilaron muestras para realizar las respectivas mediciones donde se hizo uso del software estadístico Minitab; se determinaron variables de mayor incidencia y para la determinación de la causa raíz del problema se hizo uso de la técnica de 5 Por Que, Diagrama de Ishikawa y Diagramas de Pareto. También se realizaron cartas de control por atributos y análisis de capacidad del proceso para saber el nivel sigma de la empresa, cada una de estas herramientas son de vital importancia para analizar cualquier problemática y brindar propuestas de mejoras.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN MANAGUA

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE CARAZO**

**FAREM – CARAZO**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y SALUD.**

**Teléfono: 25322668/Telefax: 253-22684**

**CARTA AVAL PARA SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

Jinotepe, abril de 2019

“Año de la Reconciliación”

Msc. Jairo Gómez

Director del Departamento de ciencias, Tecnología Y Salud.

FAREM-Carazo

Su despacho.

Estimado Maestro:

Reciba los más cordiales saludos y deseos de éxitos en el desempeño de sus funciones.

Mediante la presente le informo que los bachilleres:

Nº Carnet	Nombres:
14091564	Gavinett Centeno Rodolfo Emmanuel
14091070	Garcia Garay Johny Cristofer
14091201	Gonzalez Bonilla Gerardo Enrique

Han cursado bajo mi tutoría la asignatura de seminario de graduación que se ha impartido en la carrera de Ingeniería industrial de la FAREM Carazo, durante el segundo semestre del año académico 2019, de conformidad al tema: “Control de Calidad”, han desarrollado y presentado el subtema:

**Propuestas de mejoras para la reducción del defecto Hilo largo en la línea de producción número 8, estilo Ll516 (Dickies) bajo la metodología Lean Six Sigma en la empresa textilera BWA planta 1 ubicada en el Km 45 carretera Diriamba - La boquita durante el primer semestre del año 2019.**

Estando preparados para realizar defensa del mismo, ante el tribunal examinador, a como lo establece la normativa para las modalidades de graduación como forma de culminación de estudio, plan 2013, de la UNAN - Managua.

Sin más a que hacer referencia, me es grato suscribirme a usted con una muestra de respeto y aprecio.

Atentamente,

  
Ing. Juan José Villavicencio Navarro  
Profesor, FAREM CARAZO

## Contenido

I.	Introducción .....	1
II.	Problema de la investigación.....	2
2.1	Planteamiento del problema.....	2
2.2	Formulación del problema .....	3
2.3	Sistematización del problema .....	3
III.	Objetivos.....	4
3.1	Objetivo general.....	4
3.2	Objetivos específicos .....	4
IV.	Justificación .....	5
V.	Antecedentes.....	6
VI.	Marcos de referencia .....	7
6.1	Marco teórico.....	7
6.1.1	Seis sigmas y lean Manufacturing. ....	7
6.1.2	Definición.....	8
6.1.3	Beneficios del seis sigma. ....	9
6.1.4	Zonas de impacto de seis sigmas .....	9
6.1.5	DMAIC .....	9
6.1.6	Cuando utilizar DMAIC.....	11
6.2	Marco Conceptual.....	13
6.3	Marco Espacial .....	15
6.4	Marco Temporal .....	16
VII.	Diseño metodológico .....	17
7.1	Alcance de la investigación .....	17
7.2	Diseño de la investigación .....	17



7.3	Según periodo del estudio.....	18
7.4	Población de estudio .....	18
7.5	La muestra.....	18
7.6	Fuentes y Técnicas para la recolección de la información .....	18
7.7	Análisis o Tratamiento de la Información .....	19
7.8	Variables utilizadas en el estudio.....	19
VIII.	Descripción del Proceso Actual .....	20
8.1	Reseña histórica de la entidad.....	20
8.2	Modelaje de la Planta.....	21
8.3	Descripción del Proceso Productivo .....	21
8.4	Máquinas y Herramientas .....	25
8.4.1	Descripción Técnica.....	26
8.4.2	Descripción de las principales fallas .....	32
IX.	Datos Muestrales .....	34
9.1	Muestreo .....	34
9.2	Voz del cliente .....	34
9.3	Determinación de p y q.....	34
9.4	Paretto de primer nivel.....	36
9.5	Diagrama de Ishikawa .....	37
9.6	Árbol CTQ .....	38
9.7	Muestreo en el proceso .....	38
X.	Estadísticas .....	40
10.1	Normalidad de los datos .....	40
10.2	Estadística descriptiva .....	40

10.3	Métricas seis sigmas.....	40
10.4	Cartas de Control.....	41
XI.	Análisis de resultados .....	42
11.1	Identificación de la Causa Raíz.....	42
11.2	Costos de No Calidad.....	43
11.3	Hallazgos significativos .....	44
XII.	Mejoras a la calidad del Proceso .....	45
12.1	Descripción de Propuestas .....	45
12.2	Diseño de Propuestas .....	48
12.3	Analizar potenciales riesgos al implementar o no la propuesta. ....	52
XIII.	Conclusiones.....	53
XIV.	Recomendaciones .....	54
XV.	Bibliografía y webgrafía .....	55
XVI.	Anexos .....	56
16.1	Cuadro de diagnóstico para el planteamiento del problema .....	56
16.2	Seguimiento de Gantt.....	58
16.3	Presupuesto. ....	59
16.4	Cursograma Analítico .....	60
16.5	Formato A3 de resolución de problemas .....	63
16.6	Camisa estilo L1516.....	64
16.7	Defecto Hilo largo.....	65

## I. Introducción

En la actualidad la calidad, ha adquirido una gran importancia en las empresas para mantenerse en un nivel competitivo en el mercado y mantener una producción continua. Hoy en día un control de calidad eficiente no implica solo los aspectos técnicos, sino también lo relacionado a la gestión y organización de las actividades de elaboración de los productos y servicios.

BWA Nicaragua es una empresa dedicada al corte, confección, y empaque de prendas de vestir, cabe resaltar que la mayoría de las empresas del sector textil han implementado un sistema de gestión de calidad, lo cual genera una gran ventaja competitiva a nivel estratégico, productivo y comercial. La presente investigación consiste en realizar mejoras de calidad en el proceso productivo de la empresa BWA Nicaragua planta 1 ubicada en el Km 45 carretera Diriamba-La Boquita.

El propósito de la presente investigación es identificar la causa raíz de los defectos que se presentan en el producto terminado y proponer soluciones para mejorar la calidad dirigida a la manufactura de camisas en la zona franca BWA Nicaragua. Para la recolección de datos se hizo uso de algunas herramientas de calidad como el diagrama de Pareto, SIPOC, Diagrama Ishikawa.

Se han logrado observar problemas que afectan la calidad del producto, por lo cual se recomienda la utilización óptima de los recursos con que dispone, junto a un correcto mantenimiento de los diferentes equipos. Aplicando métodos de ingeniería se logrará reducir los problemas del proceso de producción actual.

Esta investigación también ayuda a determinar los diferentes problemas existentes en el proceso de confección de camisas para poder atacarlas y solucionarlas.

## **II. Problema de la investigación**

### **2.1 Planteamiento del problema**

La calidad como tal es un indicador muy importante para el desarrollo y sostenibilidad de una empresa. El mantener un alto estándar de calidad es generado a través de la mejora continua y eficiencia de los procesos.

El historial estadístico muestra que los defectos con mayor presencia en las prendas revisadas son: hilo largo, salto de puntada, fruncido, y variación.

Tanto supervisores como técnicos de calidad coinciden que las causas principales podrían ser: descuido del operario en su operación, mal ajuste de la máquina, método de inspección es deficiente, un alto enfoque a la cantidad producida, es decir, se ha venido dando prioridad al cumplimiento de la meta dejando por un lado la calidad.

Si no se toman acciones para disminuir los efectos de esta situación, BWA, se verá obligado a incurrir en altos costos de reproceso, también podría obligar a su principal cliente a cancelar contratos futuros. Adicional a esto, la disminución de sus utilidades. Este control de calidad deficiente podría afectar directamente a los colaboradores de la empresa, ya que, si continúan confeccionando producto de mala calidad no tendrán clientes y se procedería al cierre de operaciones.

Con el propósito de disminuir el impacto negativo que los rechazos de lotes implican, se realiza una investigación encaminada a determinar los factores que generan los defectos en las prendas confeccionadas y elaborar un plan de mejora basado en la aplicación de la metodología Lean Seis Sigma, en la cual reduzcan los rechazos de lotes al mínimo posible con la menor inversión económica.

## **2.2 Formulación del problema**

¿Cómo mejorar el cumplimiento de las especificaciones del producto terminado en la empresa textilera BWA planta 1?

## **2.3 Sistematización del problema**

2.3.1 ¿Cuáles son los defectos que afectan el cumplimiento con las especificaciones del cliente?

2.3.2 ¿Cómo se encuentran actualmente los defectos que inciden en el proceso productivo?

2.3.3 ¿Cuáles son las causas que generan la aparición de estos defectos?

2.3.4 ¿Qué se puede proponer para mejorar el cumplimiento con la calidad del producto?

### **III. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Proponer un plan de mejora para la reducción de lotes rechazados en la línea de producción número 8, bajo la aplicación de la metodología Seis Sigma.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- 3.2.1 Definir los principales defectos que provocan rechazo de lotes
- 3.2.2 Realizar un diagnóstico de los defectos que inciden negativamente en el proceso productivo de las camisas estilo L1516 en la línea 8
- 3.2.3 Identificar la causa raíz que genera los principales defectos que generan rechazo de lotes del estilo L1516 mediante la aplicación de herramientas seis sigmas
- 3.2.4 Realizar propuestas de mejora al proceso productivo que garantice la disminución de rechazos de lotes por incumplimiento de especificaciones.

#### **IV. Justificación**

La calidad en los procesos productivos es fundamental para que una empresa logre su crecimiento y objetivos propuestos, ésta evita que los productos salgan defectuosos y por ende el rechazo de lotes de estos y la insatisfacción de los clientes.

La presente investigación se enfoca en estudiar las causas principales que ocasionan que los productos finales no cumplan con las especificaciones necesarias para su comercialización, aplicando los conocimientos prácticos y teóricos de la ingeniería industrial para solucionar la problemática de calidad encontrada en la empresa textilera BWA Nicaragua.

Mediante la aplicación de herramientas Six sigma se establecerá una solución óptima y factible para eliminación de las causas que provocan los defectos y conducir a la empresa a obtener mayor utilidad en su proceso productivo.

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar los resultados del proceso productivo en cuanto a calidad se refiere, por ende, la aplicación de instrumentos de recolección de datos en el campo de investigación proporcionará la información necesaria para encontrar la causa del problema y brindar propuestas de solución.

Mediante la aplicación de metodologías sistematizadas y de comprobados resultados sobre el mejoramiento de la calidad se busca fomentar a investigaciones futuras o trabajos de mejora continua, la validez de esta investigación.

## **V. Antecedentes**

Durante el transcurso de operaciones desde su inauguración de la empresa Brands of the World in America BWA Nicaragua ubicada en Diriamba Km 45, la investigación actual es la primera en realizarse sobre la línea de calidad en su proceso productivo y en presentar propuesta de mejoras a sus principales problemas.

Sin embargo se han realizado investigaciones sobre la línea de Control de calidad y aplicando metodologías como Seis sigmas y DMAIC en empresas textiles.

Las jóvenes Javiera Nazareth González Centeno y Ana Ligia Vargas López realizaron una investigación que titularon, Propuestas de Mejoras para la disminución de lotes rechazados, Camisetas Cuello Redondo – Manga Corta (Estilo 3600) mediante la aplicación de metodologías seis sigmas en la Industria Textil Kaizen S.A ubicada en Km 7.5 Carretera Norte, donde fue la Kativo 500 metros al sur, Parque Industrial El Transito, Managua; durante el Segundo Semestre del año 2017.

En el desarrollo de su investigación encontraron que el principal problema de los rechazos era el defecto “Hebras” y que la principal causa raíz del problema eran los operarios en la línea de producción, las propuestas presentadas fueron un rediseño del Layout utilizando a los operarios mas eficientes para eliminar las hebras y un programa de capacitación a las personas para realizar mejor su trabajo.



## VI. Marcos de referencia

### 6.1 Marco teórico

#### 6.1.1 Seis sigmas y lean Manufacturing.

El Método de Seis Sigma es una filosofía que inicia en los años ochenta como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad en la empresa Motorola, cuando el ingeniero Mikel Harry, promovió como meta estimable en la organización; la evaluación y el análisis de la variación de los procesos de Motorola, como una manera de ajustarse más a la realidad. Es en esta época, con el auge de la globalización las empresas del sector industrial y comercial, que se empezaron a desarrollar técnicas más eficientes que le permitieran optimizar los procesos para mejorar su competitividad y productividad, lo que involucró como objetivo principal reducir la variabilidad de los factores o variables críticas que de una u otra forma alteraban el normal desempeño de los procesos.

Por lo que se tomó como medida estadística confiable la evaluación de la desviación estándar del proceso, representada por el símbolo  $\sigma$ , como indicador de desempeño y a su vez permita determinar la eficiencia y eficacia de la organización. Esta iniciativa se convirtió en el punto central del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, llamando la atención al director ejecutivo Bob Galvin; con su apoyo, se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, observó que cuando se realiza el control estadístico a un proceso se toma como variabilidad natural cuando este valor de sigma oscila a tres desviaciones del promedio. Criterio que se modifica con el Método Seis Sigma en donde se exige que el proceso se encuentre a cuatro puntos cinco desviaciones de la media. Esto implica que una considerable información del proceso debe estar dentro de este intervalo, lo que estadísticamente implica que se considera normal que 3.4 elementos del proceso no cumplan los criterios de calidad exigidos por el cliente, de cada millón de oportunidades (1.000.000). Esta es la causa del origen filosófico del Método Seis Sigma como medida de desempeño de toda una organización. Fue así como con el transcurrir del tiempo ha surgido esta nueva filosofía de calidad como evolución de las normas de calidad que actualmente muchas empresas aplican. (Roberto José Herrera Acosta Y Tomás José Fontalvo, 2011)

### **6.1.2 Definición.**

SEIS SIGMA es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes. (Roberto José Herrera Acosta Y Tomás José Fontalvo, 2011)

El método SEIS SIGMA, conocido como DMAIC, se basa en el ciclo de calidad PDCA, propuesto por Deming; en donde las etapas se operacionalizan, según de la siguiente manera:

- Definición del proyecto.
- Medición de la información suministrada por el proceso y los clientes de la organización.
- Análisis de la información, en donde se aplica algunas herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales.
- Mejorar, etapa en la cual se proponen las soluciones de los problemas de calidad planteados.
- Controlar, el cual incluye los métodos estadísticos de seguimiento a las variables del proceso.

La clave para conseguir que el DMAIC se aplique en forma adecuada en la organización es la siguiente:

- El enfoque centrado en las necesidades y los requerimientos de los clientes.
- La identificación de las causas de los problemas que atentan contra la calidad del producto final o del servicio prestado, evitando las soluciones apresuradas que generen decisiones erradas y sin fundamento estadístico.
- La realización de las mediciones de todas las variables críticas del proceso, lo que implica el conocimiento profundo de cada una de las etapas o fases que conforman las actividades de la organización.
- 4. La utilización de las herramientas estadísticas apropiadas que conduzcan a soluciones válidas y efectivas.

- 5. El control mediante un seguimiento constante que evalúe las diferentes actividades que se encaminen a la solución de un problema de calidad.

### **6.1.3 Beneficios del seis sigma.**

Cuando una institución, empresa u organización se compromete con llevar sus procesos a un nivel de calidad seis sigmas los resultados son:

- Toda la organización se llega a conocer mejor a sí misma, sus productos y sus procesos.
- Los defectos reducen significativamente lo que mejora la satisfacción del cliente.
- La organización se convierte más competitiva, por medio del crecimiento económico a través de los ahorros producidos y del crecimiento en las ventas, maximizando las utilidades de la empresa.
- Se estandarizan las técnicas u herramientas que todos utilizan.
- Se eliminan los procesos que no le agregan valor al cliente.
- Se tienen metas objetivas.
- Se acelera la mejora continua.
- El retorno de la inversión se recupera rápidamente.

### **6.1.4 Zonas de impacto de seis sigmas**

Básicamente se puede decir que Seis Sigma abarca tres sectores: los clientes, la cultura de la organización y la capacidad de los procesos. (Roberto José Herrera Acosta Y Tomás José Fontalvo, 2011)

### **6.1.5 DMAIC**

Este es uno de los métodos más utilizados para el desarrollo de proyectos de seis sigmas. El nombre de este método representa las siglas de: definir, medir, analizar, implementar mejora y controlar.

#### **1. Definir**

Esta es una de las etapas más importantes, debido a que con una buena y clara definición el desarrollo del proyecto, este irá en buena dirección y se logrará alcanzar los objetivos y metas. (Roberto José Herrera Acosta Y Tomás José Fontalvo, 2011)

Para definir el proyecto se pueden seguir los siguientes pasos:

- Identificar las oportunidades de mejora
- Seleccionar un proyecto
- Definir las metas y objetivos del proyecto
- Estructurar un grupo de trabajo
- Identificar los recursos clave.
- Entender la voz del cliente
- Empezar a documentar
- Revisar esta etapa con el equipo de trabajo, el Champion, etc.

## **2. Medir**

Seis sigmas se han caracterizado de otras técnicas por su base en las mediciones, y es que seis sigmas consideran importante las mediciones por las siguientes razones:

- La percepción y la intuición no siempre es el reflejo real de las cosas.
- Se deben entender los procesos para conocerlos y poder identificar donde están las áreas de oportunidad; así mismo determinar si el proceso es estable o predecible y la variación del mismo, además sirve para saber el desempeño.
- Para conocer al cliente y entenderlo, para saber si está satisfecho con el producto o no.
- Para poder documentar y comprobar la mejora.

## **3. Analizar**

Como resultado de la etapa de medir, se generan datos del proceso, clientes, etc. Ahora estos se deben interpretar para luego implementar una mejora.

## **4. Implementar**

En esta etapa ya se tiene un análisis de toda la información, ya se ha llegado a conocer mejor el proceso, los clientes, etc. Se conoce bien el problema y sus causas, entonces ya se

tienen ideas de que hacer para mejorar; sin embargo, se debe recordar que no se puede confiar en la intuición o percepción, se debe probar si son correctas y producirán un resultado que solucione el problema.

## **5. Controlar**

Para asegurar que el proyecto generará los beneficios estimados a lo largo de un tiempo, es necesario controlar.

En esta etapa se analiza el y evalúa el desempeño actual y su relación con el desempeño inicial. Además esta es la etapa donde se cuantifican las ganancias.

### **6.1.6 Cuando utilizar DMAIC.**

Cuando se mejora un proceso actual y el problema es complejo o los riesgos son altos, DMAIC debe ser el método siempre disponible. La disciplina del método DMAIC desanima a un equipo que pretenda saltarse pasos cruciales y aumenta las posibilidades de éxito de un proyecto, haciendo que DMAIC sea un proceso que deberían seguir la mayor parte de proyectos. (Berardinelli, 2012)

Si los riesgos son bajos y existe una solución obvia, algunos de los pasos de DMAIC pueden ser omitidos, pero solamente si:

- Datos fiables demuestran que esta es la mejor solución a su problema.
- Se han identificado posibles resultados no deseados y se han desarrollado planes de mitigación.
- Se consigue la aceptación por parte del propietario del proceso. Si la solución obvia no se puede probar con datos fiables, se debería iniciar un proyecto DMAIC.

Por otra parte, la estrategia de proceso Lean es atribuida a Taiichi Ohno, de Toyota, según (Bertolaccini, Viti, & Terzi, 2015). Exponen que en el Sistema de Producción de Toyota (TPS por sus siglas en inglés), tipos específicos de "desperdicios" de manufactura, los cuales absorben personal, recursos o tiempo, pero no añaden valor al proceso en general, o al usuario final del producto o servicio, son eliminados.

La metodología Lean consiste en analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de “valor añadido” y “desperdicio”. Según Vizán y Hernández, "el valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar las materias primas del estado en que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente esté dispuesto a comprar", y por otra parte, el desperdicio lo definen como " todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo" (Vizán Y Hernández, 2013)

(Barahona & Navarro, 2013) Citan a (Womack, 2005), quien enumera siete tipos de desperdicio:

- Sobreproducción
- Espera
- Transporte innecesario
- Sobre procesamiento o procesamiento incorrecto
- Inventarios
- Movimiento innecesario
- Productos defectuosos o retrabajos

El efecto sinérgico entre Lean Manufacturing y Seis Sigma se da debido a que Lean se enfoca en reducir desperdicios o pasos sin adición de valor en el proceso, y Seis Sigma reduce la variación de los procesos a través de métodos estadísticos, como señala (Bertolaccini, Viti, & Terzi, 2015). Además, el uso de las dos metodologías como complemento, en varios proyectos de mejora de calidad, ha llevado a su uso como una sola estrategia: Lean Seis Sigma.

## **6.2 Marco Conceptual**

### **Diagrama Causa-Efecto**

(Ishikawa, 1986) Define a la calidad como "desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor".

### **Análisis de datos**

Consiste en determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del sistema de gestión de la calidad y para evaluar donde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de la calidad (Norma ISO 9001:2008, pág. 16).

### **Proceso**

Sistemática mediante el cual se desarrollan sus diferentes actividades para obtener un producto (Deming, 1989).

### **Diagrama de Flujo de Proceso**

El diagrama de flujo de un proceso es la representación gráfica de la lógica de un proceso. Esta representación, se realiza mediante el uso de símbolos estándares, que identifican la función de cada parte del proceso (Jac14)

### **Límite de Calidad Aceptable (AQL)**

Máximo porcentaje de defectos que puede ser considerado satisfactorio para la muestra escogida. Se permite un máximo de 3 %.

### **Defecto por Hilo Largo**

Hilo que sobra una vez de haber sido costurada la prenda; es decir, hilo sobrante después de cerrada la costura.

### **Límites de control**

Son calculados para determinar la variación de cada subgrupo, están basados en el tamaño de los subgrupos.

### **Cartas de Control por Atributos**

Se denomina atributos a las características que no son medibles y que presentan diferentes estados tales como conforme y disconforme o defectuoso y no defectuoso.

### **Defectos por unidad (DPU)**

Es el número de defectos en una muestra dividido entre el número de unidades incluidas en la muestra.

### **Defectos por oportunidad (DPO)**

Es el número de defectos en una muestra dividido entre el número total de oportunidades de defectos.

### **Defectos por millón de oportunidades (DPMO)**

Es el número de defectos en una muestra dividido entre el número total de oportunidades de defectos multiplicado por 1 millón.

### **Análisis de Capacidad**

Estudio para estimar la aptitud del proceso. Puede ser “descriptivo” (distribución de probabilidad, media, desviación estándar), sin tomar en cuenta la especificación.



### 6.3 Marco Espacial

La empresa textil BWA Nicaragua está ubicada en el km 45, carretera a la Boquita Diriamba-Carazo.



**Figura 1: mapa de localización de la empresa BWA Nicaragua carretera la Boquita Diriamba - Carazo**

#### **6.4 Marco Temporal**

La realización de la investigación en la empresa BWA Nicaragua se realizó en el Primer semestre del año 2019

## **VII. Diseño metodológico**

La investigación se desarrolla de acuerdo con la metodología que se describe a continuación, tomando en cuenta el alcance de la investigación su enfoque y diseño, así como las variables en estudio.

### **7.1 Alcance de la investigación**

Esta investigación es descriptiva porque se midieron cada una de las variables en estudio para su posterior análisis y de esta forma generar propuestas de mejora al sistema productivo. Se realizan métricas seis sigmas para la medición de variables encontradas en la base de datos de AQL como también las métricas de eficiencias de estas.

Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernández Sampieri, 2014)

#### **1.1. Enfoque de la investigación**

El enfoque de esta investigación es mixto, debido a la recolección de datos numéricos en el proceso para el análisis estadístico de estas y determinar su comportamiento y efecto que tienen en el proceso, así como datos cualitativos como entrevistas y recopilación de las necesidades de los clientes internos y la observación directa de los métodos y el trabajo en general.

La investigación mixta es un enfoque relativamente nuevo que implica combinar los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio. (Hernández Sampieri, 2014)

### **7.2 Diseño de la investigación**

El diseño en esta investigación es no experimental ya que no se manipularon variables para ver los efectos que tendrían sobre otras, es decir los fenómenos y variables en estudio se observaron en su entorno natural, así como su recolección de datos para su análisis.

Investigación no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. (Hernández Sampieri, 2014, pág. 152)

### **7.3 Según periodo del estudio**

Según el periodo en que se lleva a cabo la investigación esta es de carácter transeccional correlacional ya que se recolectan datos en un solo periodo de tiempo y dentro de este se busca determinar cómo las variables dependientes afectan a las independientes.

Diseños transeccionales correlacionales- causales; describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado, ya sea en términos correlacionales, o en función de la relación causa-efecto. (Hernández Sampieri, 2014, pág. 158)

### **7.4 Población de estudio**

La población de estudio la compone todos los productos (camisas) que se hacen en la planta 1 de BWA Nicaragua que a su vez están reflejados en la base de datos de calidad.

### **7.5 La muestra**

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. (Hernández Sampieri, 2014, pág. 175)

Muestra probabilística es un subgrupo de la población en el que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos.

La muestra de esta investigación es del tipo probabilística porque en ella se busca disminuir el error estándar y obtener una muestra significativa que no altere los resultados de la investigación y se cumplan los objetivos de esta.

### **7.6 Fuentes y Técnicas para la recolección de la información**

Para el desarrollo del presente trabajo, enfocado a un área productiva de la empresa BWA Nicaragua, se establecieron fuentes de información de tipo primaria:

Conformada por entrevistas a los involucrados en el proceso de costura: operarios, coordinadores de producción, técnicos de mantenimiento, gerente de ingeniería y gerente de

calidad. Además de observaciones, notas de campo y la implementación de bases de datos sobre los defectos en el producto, útiles para obtener información del proceso relacionada a AQL y posibles causas del problema.

### **7.7 Análisis o Tratamiento de la Información**

Durante la investigación se aplican las herramientas de la metodología Seis Sigma para el análisis de los datos recolectados sobre el proceso productivo de la empresa, herramientas mencionadas en el marco teórico para el análisis de una investigación cuantitativa.

El procesamiento de los datos numéricos mayormente estudiados en esta investigación se hará mediante el software Microsoft Excel y el software estadístico Minitab.

### **7.8 Variables utilizadas en el estudio**

Variables dependientes:

1. Defectos

Variables independientes:

1. Mano de obra
2. Materia prima
3. Métodos
4. Maquinaria

## **VIII. Descripción del Proceso Actual**

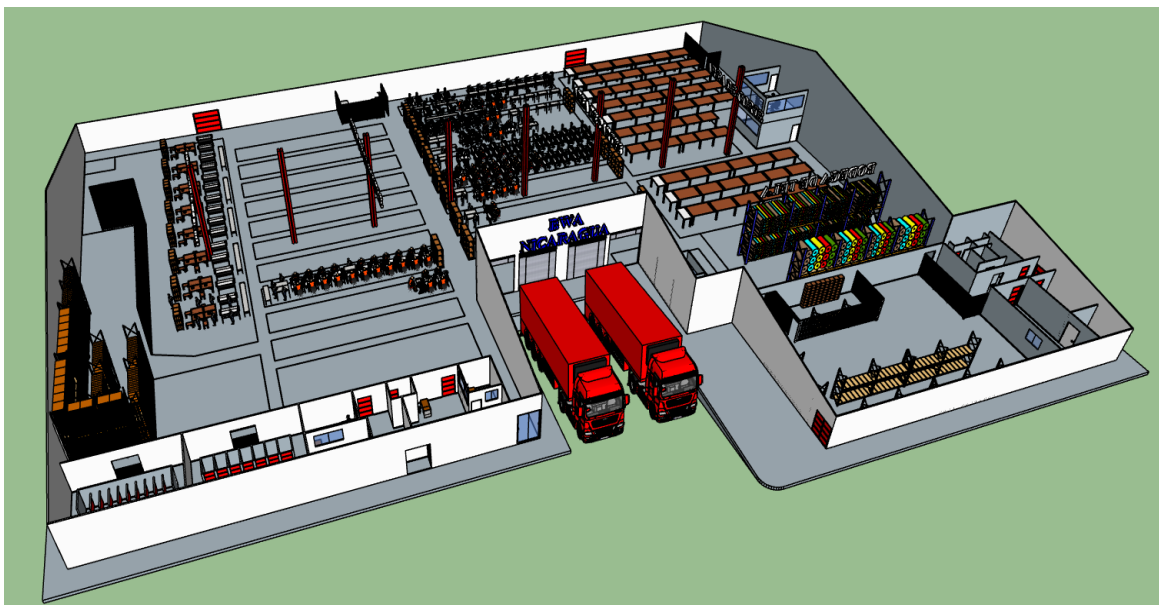
### **8.1 Reseña histórica de la entidad**

PICACHO es una empresa familiar fundada por el Ingeniero Manuel Calero con inicios de operaciones en 1993 que nace con la visión de ser líder en la manufactura de camisas de vestir en el continente americano.

En el transcurso de los años de operaciones de PICACHO en el 2006 aprovechando los beneficios del tratado de libre comercio CAFTA y con la intención de complementar las operaciones para la venta del paquete completo PICACHO firma una alianza estratégica con BWA una compañía familiar americana con valores similares a los de PICACHO con más de 50 años de trayectoria en un mercado que incluye camisas y ropa para dormir utilizando la mejor franela del mundo elaborada en Portugal del 2007 a la fecha la alianza PICACHO y BWA se consolida convirtiéndose en una empresa referente en Centro América dando calidad y respuesta rápida para marcas privadas de prestigios en los Estados Unidos tales como: Dillard's, L.L. Bean, Cabela's, REI, Joseph A. Bank y Belk's, entre otros.

En el año 2017 se traslada una parte de Picacho a Nicaragua inaugurándose el jueves de octubre en el Parque Industrial José Ignacio González, Kilómetro 44, de la Carretera Diriamba-La Boquita, llevando actualmente más de un año de operaciones.

## 8.2 Modelaje de la Planta



Aquí se muestra el área de producción de la industria textil BWA. Este modelaje de la planta se presenta completo en el programa de sketchup.

## 8.3 Descripción del Proceso Productivo

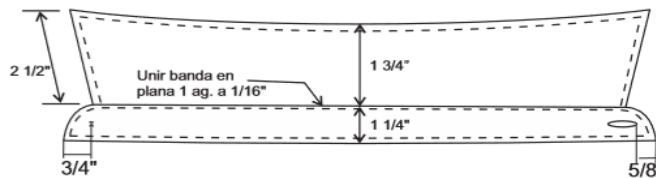
A continuación se desglosa el proceso del estilo LLS516 del cliente DICKIES según la secuencia del cursograma analítico ver anexo 16.4. Primeramente se comienza describir la preparación de las partes que conforman la camisa para luego describir el ensamble y luego el empaclado.



Cuello

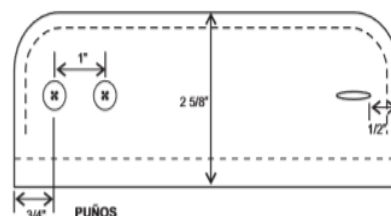
- Primero se cose la ballena a una la entretela del cuello en maquina plana.

- Segundo se hace el cuello o se arma el cuello en maquina plana.
- Tercero se voltea el cuello con una volteadora y esta plancha las puntas.
- Cuarto se decora o se sobrecose el cuello en maquina plana.
- Quinto se hace el contorno del cuello con una máquina de contorno.
- Sexto se hace el ruedo de la banda en maquina plana.
- El siguiente paso se une la banda con el cuello en maquina plana.
- Siguiendo con el decorado o sobrecosido de banda en maquina plana.
- Luego se afina la banda en una maquina overlook.
- Luego se hace el Piquete de en la banda con una máquina de piquete.
- Luego se le hace ojal de banda una máquina de ojal.
- Para terminar el cuello se inspecciona y se limpia el ojal de banda.



## Puño

- Primeramente se hace el ruedo de puño en una de las partes del puño en maquina plana.
- Luego de corta la cadena de puños que se han hecho de forma manual.
- Se hace o se une el puño en maquina plana.
- Luego se voltea y con una volteadora de puño planchándolo al mismo tiempo.
- Luego de decora el puño en maquina plana.
- Pasa a ojal que se hace en una máquina de ojal.
- Luego pasa pegar los botones del puño en una máquina de botón.
- Para finalizar el proceso se inspecciona y se limpia el ojal



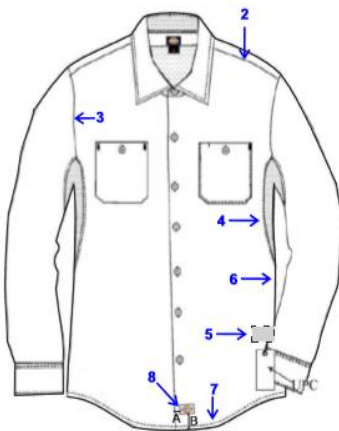




- Luego se decora o se sobrecose el talle superior unido con el mesh en maquina cadeneta.
- Luego se une el mesh con el talle inferior en maquina overlook de 5 hilos.
- Luego se decora o se sobrecose el talle inferior unido con el mesh en maquina cadeneta.
- Luego se arma la pegando tres mesh en maquina overlook de 5 hilos.
- Luego se decoran o se sobrecosen los mesh en maquina cadeneta.
- Por último se pega la etiqueta en el talle superior en maquina plana.



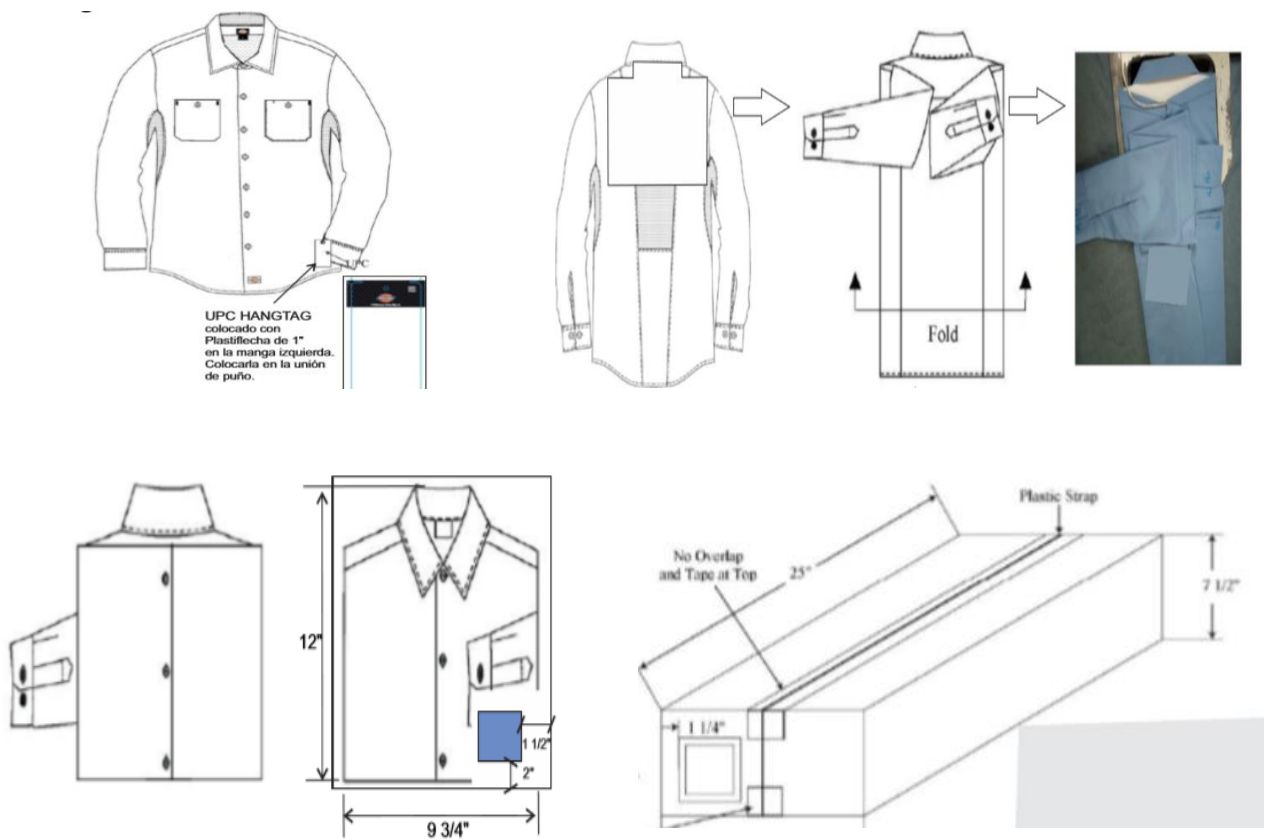
Luego de preparar todas las partes que componen la camisa en estudio se procede al ensamble de la misma: Para el armado de la camisa primeramente de unen los hombro en maquina overlook, luego se decoran los hombros en maquina cadeneta para pasar al unido del cuello en maquina plana, luego se tapa el cuello en maquina plana, se procede a pegar la



manga en maquina overlook de 5 hilos siguiendo con el pegado de los mesh en los frentes y en las pecheras en maquina overlook, para luego ser decorado o sobrecosidos en máquinas cadenetas, se procede a cerrar los costados de la camisa en maquina overlook de 5 hilos, luego de puntean los frentes y las bolsas de forma manual para luego pegar los botones en el frente y en las bolsas con una maquina pega botón, continuando con el pegado de los puños a las mangas con máquinas planas, luego de hace el ruedo de falda en la camisa

en maquina plana para después pegarle la etiqueta en la parte inferior del frente de la camisa en maquina plana finalizando con la inspección de la camisa armada.

Luego de ensamblar la camisa pasa al área de planchado den donde se plancha la camisa, luego se dobla y se corrige o se colocan todos los accesorios pedidos por el cliente seguidamente se embolsa y para finalizar el proceso se empacan.



#### 8.4 Máquinas y Herramientas

Las máquinas de coser se clasifican por su construcción, por el tipo de puntada, por su velocidad y aplicación, por las labores que desarrollan. Por marcas y modelos.

Las máquinas industriales tienen como principal característica la velocidad con la que hacen las puntadas. Las maquinas industriales actuales llegan a alcanzar de 6,000 a 7,500

puntadas por minuto y su velocidad radica en la potencia del motor; las hay 1/3, 14, y 1/2 caballos de fuerza (HP).

Este tipo de maquinaria, que ahorra tiempo de manera considerable en la producción industrial, es una muestra que la industria del vestido va a la vanguardia de los avances tecnológicos y que los logros alcanzados en esta área se traducen en nuevos sistemas de fabricación, sistematización de operaciones, equipo y maquinaria.

#### **8.4.1 Descripción Técnica**

Las máquinas de coser se clasifican por su construcción, por el tipo de puntada, por su velocidad y aplicación, por las labores que desarrollan. Por marcas y modelos.

Las maquinas industriales tienen como principal característica la velocidad con la que hacen las puntadas. Las maquinas industriales actuales llegan a alcanzar de 6,000 a 7,500 puntadas por minuto y su velocidad radica en la potencia del motor; las hay 1/3, 14, y 1/2 caballos de fuerza (HP).

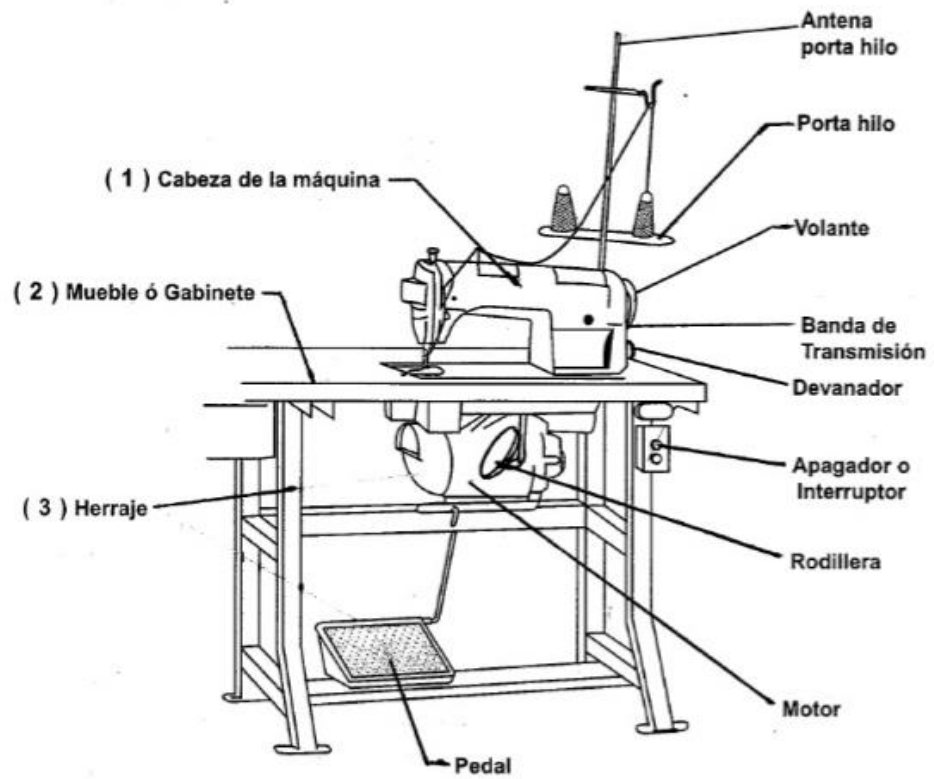
Este tipo de maquinaria, que ahorra tiempo de manera considerable en la producción industrial, es una muestra que la industria del vestido va a la vanguardia de los avances tecnológicos y que los logros alcanzados en esta área se traducen en nuevos sistemas de fabricación, sistematización de operaciones, equipo y maquinaria.

#### **A. Máquina plana industrial**

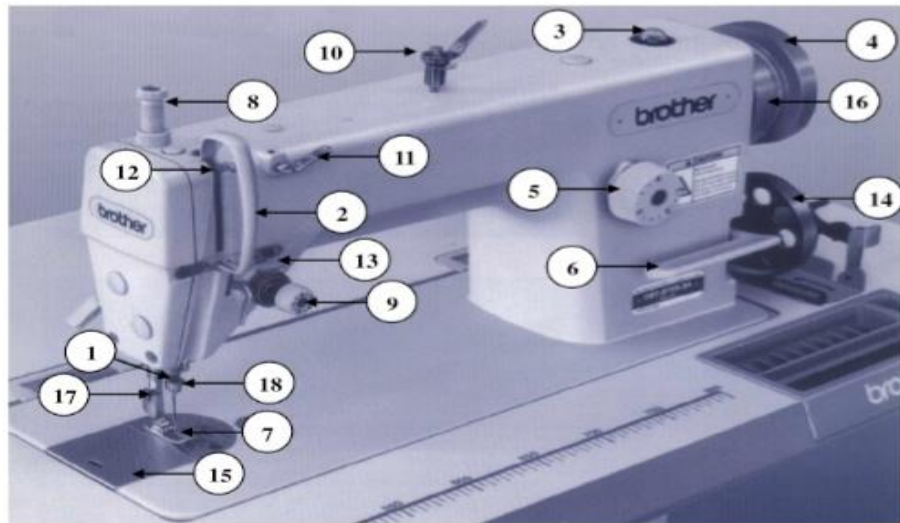
De las máquinas industriales esta es la más usual; con ella se logra una costura de calidad mediante puntadas rectas, en zigzag o una combinación de ambas que permite incluso hacer figuras decorativas.

Sus características son: doble pespunte recto y 5,000 puntadas por minuto, sistema de aguja 16 x 231, dispositivo automático de retroceso, lubricación automática, número de hilos 1, número de aguja 1, puntada federal 301.

## ELEMENTOS PRINCIPALES



## PARTES PRINCIPALES



- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 1. Barra de la aguja                            | 10. Pretensión                       |
| 2. Cubierta del tira hilo                       | 11. Retenedor de hilo                |
| 3. Ventana del aceite                           | 12. Palanca tira hilo                |
| 4. Polea o volante                              | 13. Resorte tira hilo                |
| 5. Control de longitud de puntada               | 14. Devanador                        |
| 6. Palanca de retroceso o de remate             | 15. Placa de la aguja                |
| 7. Prensatejas o pie                            | 16. Banda.                           |
| 8. Tornillo regulador de presión.               | 17. Tornillo del pie prensatejas     |
| 9. Mecanismo de tensión del ensartado superior. | 18. Tornillo de la barra de la aguja |

## Funciones

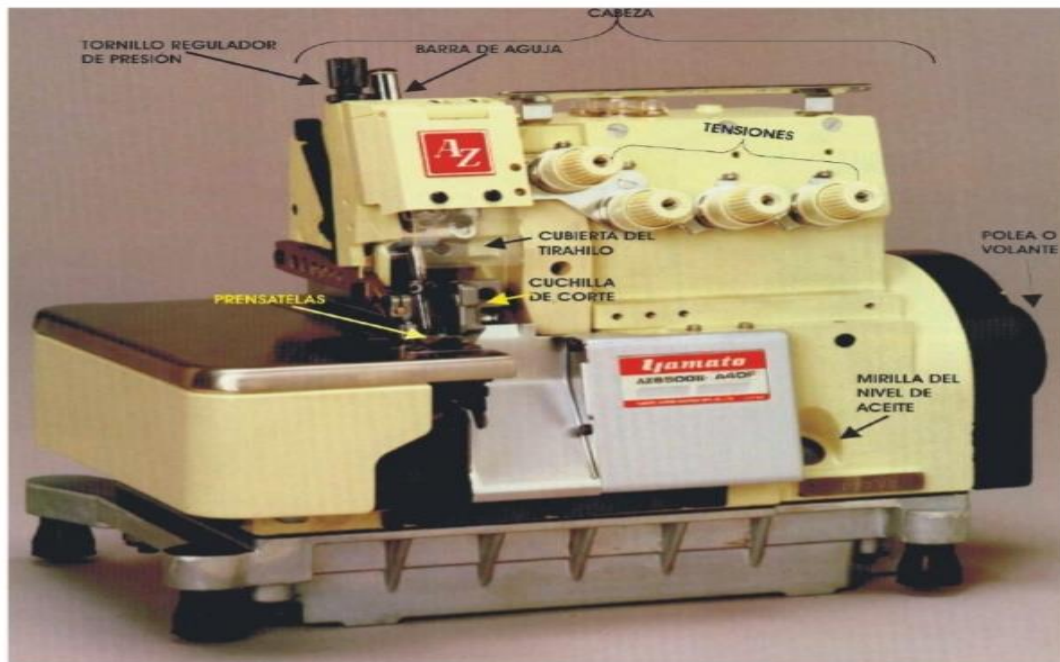
Barra de la aguja	Sostiene la aguja en posición. Un tornillo permite el cambio fácil de la aguja
Cubierta del tira hilo	Sirve de protección tanto del tira hilo como de la operaria
Ventana del aceite	Permite observar a través de ella el flujo de aceite interno para su lubricación
Polea o volante	Recibe la fuerza impulsadora del motor por medio de la banda. Algunas veces se utiliza con la mano y permite a la operaria colocar

	la aguja arriba o abajo o dar 1, 2, 3 puntadas manualmente mientras la maquina no trabaja
Control de longitud de puntada	Esta perilla sirve para regular el tamaño de la puntada., mientras menos es el numero más chica es la puntada y van del 1 al 4
Palanca de retroceso o remate	Sirve para hacer remates al inicio o término de costura cuando esta lo requiera
Pie o prénsatelas	Sirve para prensar la tela o fijarla mientras se costura
Tornillo regulador de presión	Sirve para regular la presión que hay entre el prénsatelas y la alimentación
Mecanismo de tensión del ensartado superior	Este mecanismo tiene como función regular la tensión del hilo de la aguja y controlar la alimentación del hilo para la formación de la puntada
Pretensión	Es la primera pieza que toca el hilo en la cabeza de la máquina, tiene como fin regular la entrada del hilo con cierta suavidad en la tensión
Retenedor de hilo	Sirve para guiar el hilo durante todo su recorrido
Palanca tira hilo	Es un dispositivo que tira la cantidad de hilo justa de la aguja desde su suministro.
Resorte tira hilo	Es otro dispositivo para la formación exacta de la puntada trabaja conjuntamente con la palanca tira hilo
Devanador	Sirve para llenar el carrete de hilo mientras la operaria sigue cosiendo
Palanca de la aguja	Permite el paso de la aguja a través de un orificio, el cual debe tener relación entre la aguja, el hilo, y la alimentación
Banda	Transmite la fuerza del motor a la polea impulsora del mecanismo de costura
Tornillo de la barra de aguja	Tornillo que sujeta la aguja en la barra de la aguja

## B. Máquina industrial Overlock

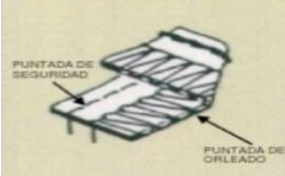
La máquina de coser industrial Overlock, es una de las más utilizadas en la industria del vestido. Esta máquina ahorra tiempo, realiza tres pasos a la vez corta, cose y sobrehíla.

### Características principales



Especificaciones	
Revoluciones por minuto	(r.p.m)3500
Puntadas por minuto	(p.p.m)6500
Puntadas por pulgada	(p.p.p)6.5 – 25 (min-max)
Largo de puntada	(l.p)1-4 mm
Ancho de puntada de oleado	(a.p)3.5-4.5 mm
Lubricación	Lubricación automática a presión
Sistema de aguja	81 x 1 para orleado
Puntada federal	82 x 13 para puntada de seguridad 504 3 hilos para orleado 5,165 hilos para puntada de seguridad



Usos	<p>Sobrehilados u oleados utilizando 3 hilos</p> <p>Oleado y puntada de seguridad utilizando 5 hilos</p> <p>Uniones de telas en prendas tales como: camisas, pantalones, etc.</p> <p>fruncidos</p>
Apariencia de la costura	 <p>El diagrama muestra una costura de seguridad (PUNTADA DE SEGURIDAD) y una costura de oleado (PUNTADA DE ORLEADO) en un tejido plegado.</p>

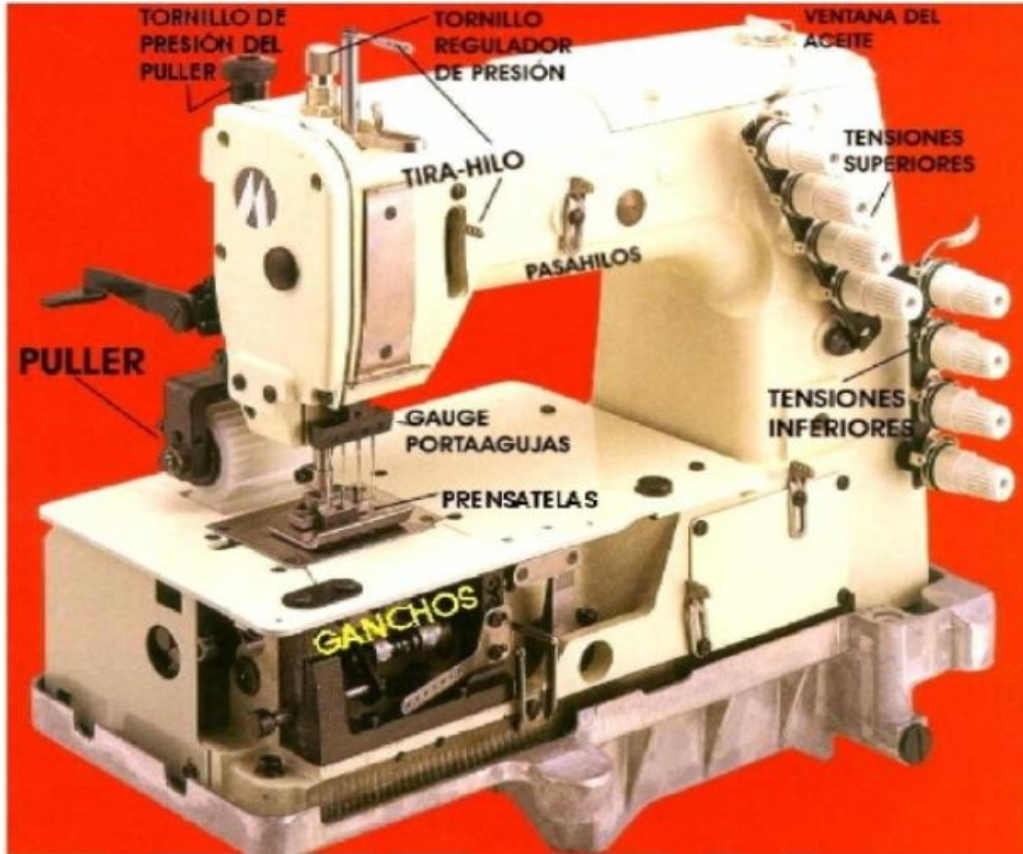
### C. Máquina industrial resortera

La máquina resortera se utiliza principalmente en la confección de ropa interior, se utiliza también en puños de chamarras, etc.

#### Características generales

- No tiene bobina
- Utiliza ganchos
- Su puntada es de cadeneta
- Su sistema de aguja es UY113GS

#### Partes principales



#### 8.4.2 Descripción de las principales fallas

De las máquinas anteriormente mencionadas, se muestran las principales fallas que se presentan durante las horas laborales:

##### A. Máquina plana industrial

- ❖ Revienta hilo
- ❖ Salta las puntadas
- ❖ Quebradura de agujas
- ❖ Tensión de hilo
- ❖ Costura incompleta
- ❖ Fruncido
- ❖ La máquina no transporta la tela

##### B. Máquina industrial Overlock

- ❖ Salto de puntada

- ❖ Revienta hilo
- ❖ Filtración de aceite
- ❖ No corta hilo
- ❖ Fruncido
- ❖ Marcas de prénsatela
- ❖ Perforación
- ❖ Margen de costura

### **C. Máquina industrial resortera**

- ❖ Rotura del hilo del gancho
- ❖ Salto de puntadas
- ❖ Desbalanceo
- ❖ Fruncido

## IX. Datos Muestrales

### 9.1 Muestreo

El muestreo en la investigación se realiza al final del proceso productivo, es decir en el producto terminado, esto se hace con el objetivo de identificar los principales efectos que están provocando el rechazo de los lotes y el mayor impacto económico en la empresa.

### 9.2 Voz del cliente

Cliente	Voz del cliente	Problemas clave
Técnicos	Descuido del operario en su operación, mal ajuste en la maquinaria.	Descuido del operario
Supervisores	Descuido del operario al momento de costurar.	
Ingenieros	Descuido del operario y el método de inspección que se está implementando no es el adecuado, el operario debe de cuidar su operación o sea debe de limpiar el exceso del hilo de la prenda que costure.	Método de inspección y descuido del operario
Calidad	Descuido del operario al no cuidar su operación, cada 5 piezas hechas se revisan 1, para evitar rechazos a futuro.	Descuido del operario.
Mecánico	No todas las maquinas dejan el hilo largo en las piezas eso depende de las operaciones y descuido del operario.	Descuido del operario.

### 9.3 Determinación de p y q

Para la determinación de p y q se hizo uso de bases de datos de defectos certificadas por la empresa de manera que resultado de la siguiente manera:

Resumen	
Defecto	Cantidad
mal remate	19
hilo contaminado	2
marcado por arrastre	10
tono	26
zafado	29
mal alimentado	33
patojera	11
puntada floja	9
fruncido	28
hilo largo	54
salto	29
costura halada	2
variación	28
mal empalme	16
pliegue	13
mal afinado	3
mancha	2
mal medida	3
falla de tela	1
costura caída	9
perforado	7
etiqueta descentrada	3
botón suelto	2
descocido	1
sin etiqueta	1
<b>Total</b>	<b>341</b>

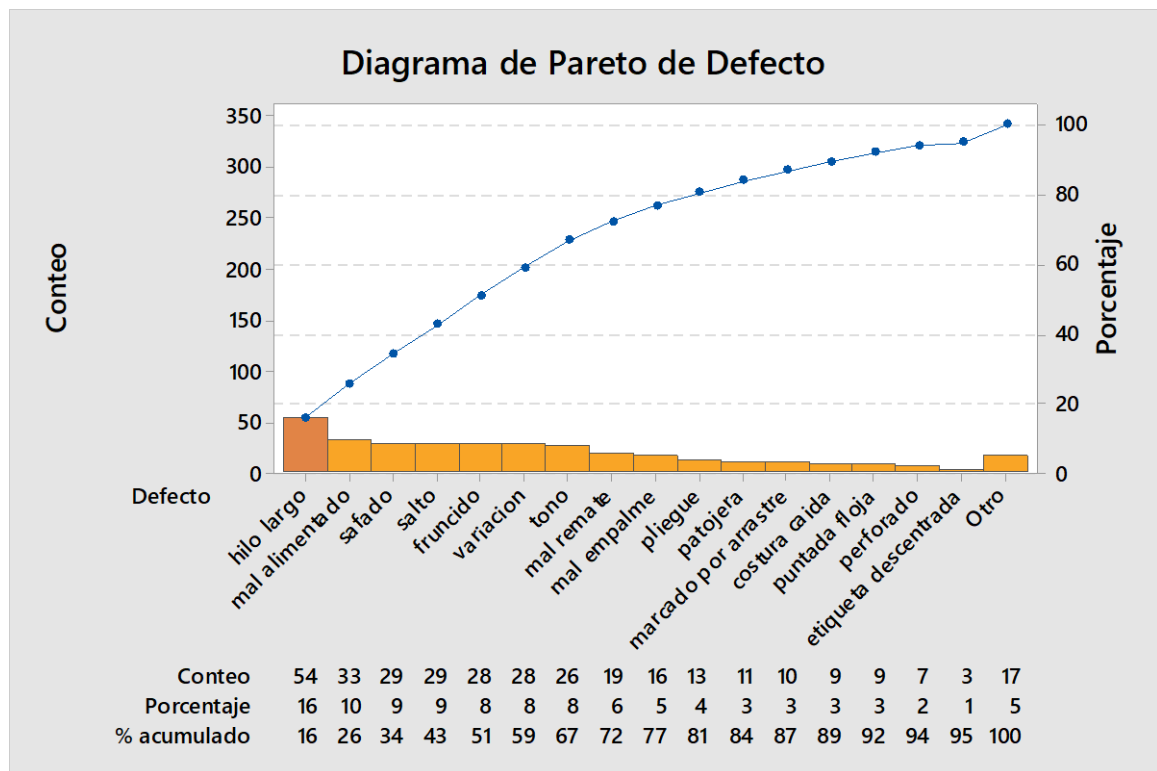
### Determinación de n para hilo largo

La fórmula que se utiliza para calcular n es la siguiente:  $\left(\frac{z(p*q)}{e}\right)^2$

P	0.15835777
q	0.84164223
n	96.2285842

Redondeando la cantidad de **n** para muestreo nos da una cantidad de 97 piezas.

#### 9.4 Pareto de primer nivel



**Grafica 1. Diagrama de Pareto, Defectos de Costura.**

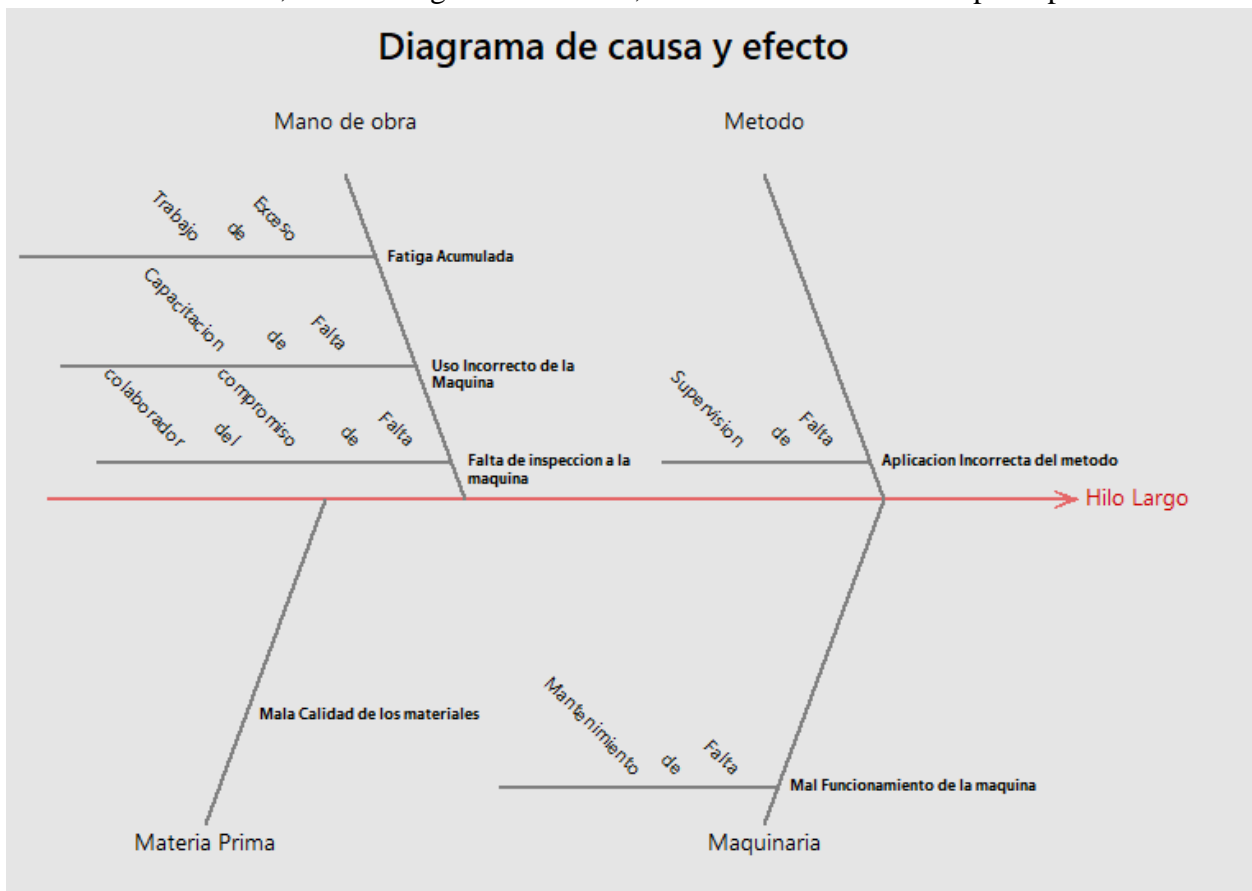
- **Análisis de Pareto de primer Nivel**

En el Pareto de primer nivel se determinó el principal problema de calidad que tiene el proceso productivo, es el de hilo largo, así lo demuestran los datos.

## 9.5 Diagrama de Ishikawa

- **Análisis Diagrama Ishikawa**

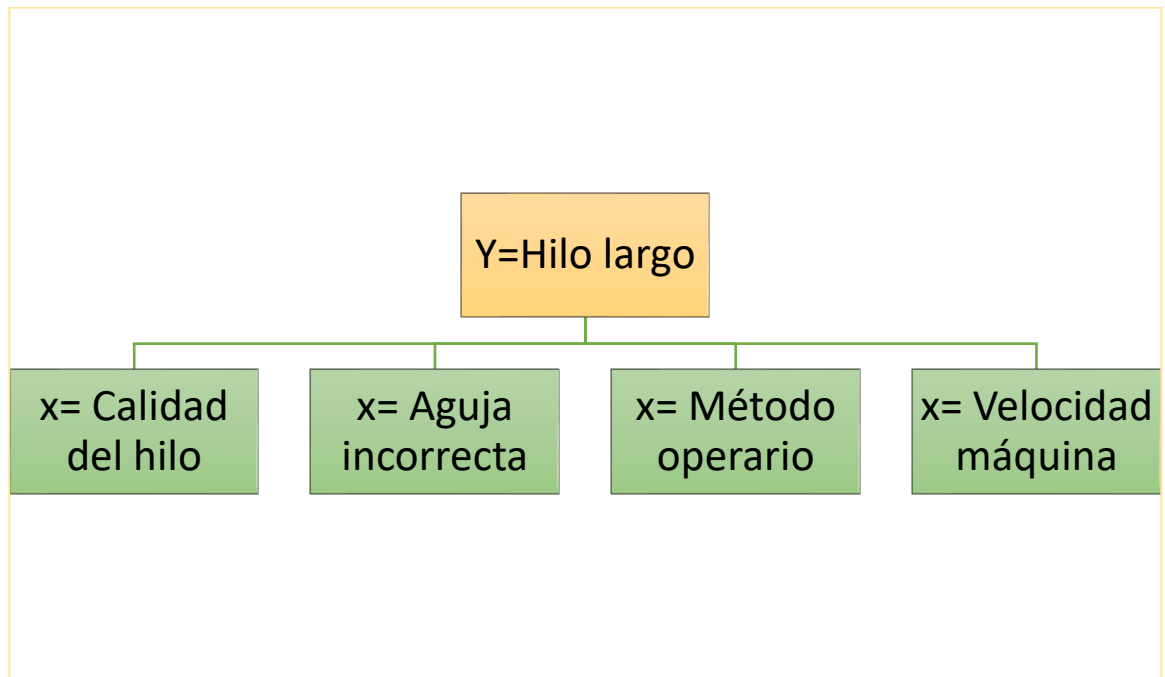
Esta es una herramienta de calidad utilizada para determinar las causas potenciales de un problema de rendimiento, es decir, que nos muestra específicamente las causas que provocan ese efecto. Por tanto, en este diagrama Ishikawa, se tomaron en cuenta las principales ramas



para su estudio, las cuales son Método, Mano de Obra, Materia prima y Maquinarias, cada una de ellas con su propio aporte causal para la cumbre del problema.

Para su realización se relacionó con el Pareto de primer nivel que es donde nos muestra que tipo de defecto es el principal dentro del área de producción, determinado así, como defecto hilo largo.

## 9.6 Árbol CTQ



## 9.7 Muestreo en el proceso

Se procede a realizar el muestreo en el proceso después de la obtención de n para muestras por variables



Defecto	% basado en el resultado de n
safado	4.12%
hilo largo	19.59%
mal remate	10.31%
marcado por arrastre	5.15%
puntada floja	4.12%
salto	12.37%
variacion	6.19%
descocido	1.03%
mal alimentado	13.40%
sin etiqueta	1.03%
fruncido	6.19%
costura caida	2.06%
pliegue	3.09%
perforado	2.06%
tono	9.28%

Con este resultado se reafirma que el defecto con mayor incidencia en el proceso es el de hilo largo por ende los esfuerzos de reducir costos de no calidad se centrarán en este defecto.

## X. Estadísticas

### 10.1 Normalidad de los datos

Los datos recolectados en la investigación no pueden ser sometidos a prueba de normalidad ya que se tratan de variables discretas y no continuas las cuales son las únicas que se les realiza prueba de normalidad.

### 10.2 Estadística descriptiva

Hilo largo	
Media	19
Desviación estándar	4.02
Mínimo	14
Mediana	18
Máximo	27

Estos cálculos de estadística descriptiva se basaron en las cantidades obtenidas del defecto más significativo durante los diferentes días de muestreo, esto quiere decir que en promedio se obtenían 19 piezas con hilo largo por cada muestreo de 97 piezas. De este mismo modo los valores más bajos y altos son de 14 y 27 respectivamente.

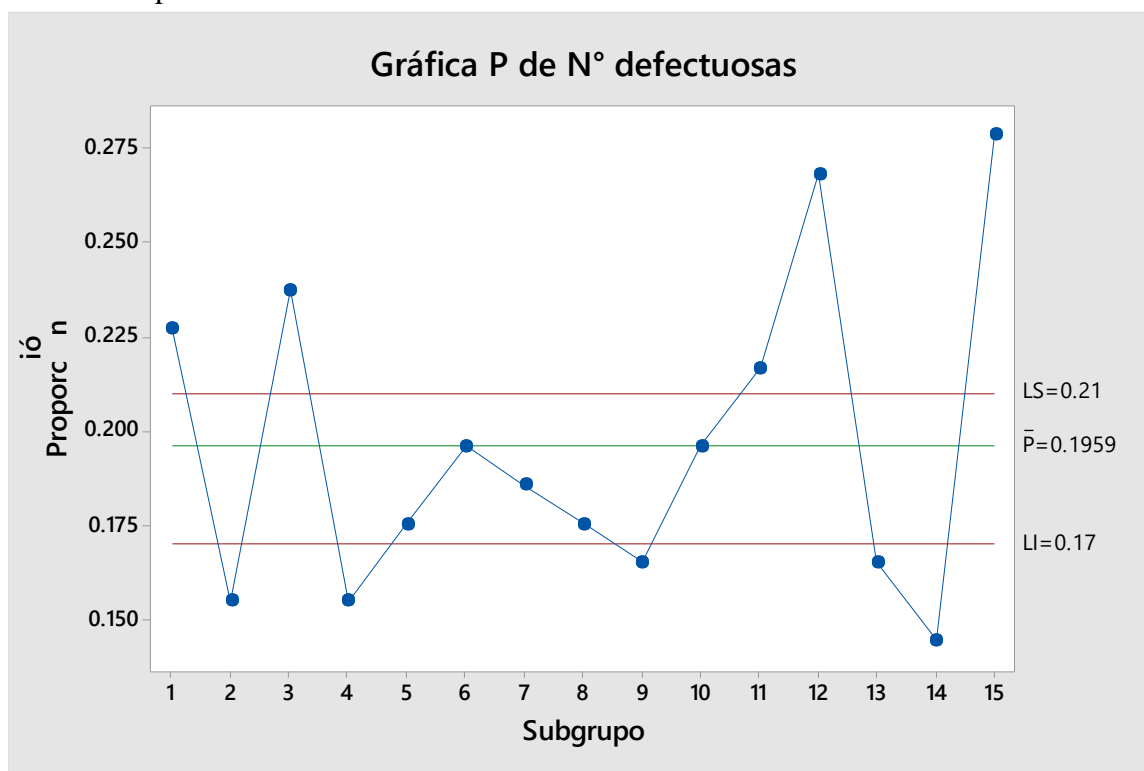
### 10.3 Métricas seis sigmas

Hilo largo	
DPU	0.196
DPO	0.013
DPMO	13,058
Rendimiento	98.69%
Nivel sigma corto plazo	3.58
Nivel sigma largo plazo	2.22

- **Análisis Métricas Seis Sigma**

Para mejor entendimiento del problema en estudio y la magnitud que este significa al proceso productivo de la empresa, se calcularon índices como el DPMO y nivel sigma de la variable en estudio.

Los resultados en esta tabla indican que de un millón de camisetas producidas saldrán 13,058 camisetas defectuosas que impactarán negativamente en las finanzas, también indica que el rendimiento del proceso está en un 98.69% de probabilidad de que un producto cumpla con las especificaciones de calidad.



En cuanto al nivel sigma se obtuvo un 2.22 a largo plazo situando lejos a la empresa de lograr 3.4 defectuosos por millón de oportunidades que considera el nivel síes sigmas.

#### 10.4 Cartas de Control

- **Análisis Gráfica p**

La gráfica de control de P para n defectuosos muestra varios subgrupos donde la cantidad de defectos por unidad excede la cantidad central P igual a 0.1959, línea central en la cual no se encuentran productos defectuosos.

Debido a la variación encontrada en el proceso con la mayoría de los subgrupos fuera de los límites de control  $LS= 0.21$  y  $LI= 0.17$  nos damos cuenta de que el proceso está fuera control, estos límites se ubican 3 desviaciones estándares por arriba y 3 por debajo de la línea central de manera predeterminada. Las posibles causas de variación estarían en maquinaria y mano de obra.

## XI. Análisis de resultados

### 11.1 Identificación de la Causa Raíz

Una vez estudiado el defecto hilo largo en la línea 8 que es el de mayor impacto a la calidad, y tomado en cuenta las estadísticas aplicadas, la observación directa y la voz de los clientes internos del proceso se procede a la aplicación de los 5 Por qué, herramienta importante dentro de la metodología DMAIC para encontrar causas raíces.

EFECTO/SINTOMA				
Defecto por hilo largo en la línea 8				
POR QUÉ?	MANO OBRA	MAQUINA/EQUIPO	MATERIA PRIMA	METODO
1	Porque no están conscientes de la importancia de la calidad	Porque el hilo no se corta automáticamente		
2	Porque trabajan sin revisar la costura de las piezas	Las máquinas actuales no tienen sistemas automatizados		
3	Porque quieren lograr la meta de producción	Porque las máquinas no son de última tecnología		
4	Porque quieren el bono monetario de producción	Porque la compra de estas significa una inversión elevada		
5				
SOLUCION				
Destinar mano de obra a la eliminación del defecto de manera emergente y capacitación y concientización del personal				

Tras la aplicación de los 5 Por qué, nos damos cuenta de que la principal causa raíz del problema en estudio, son las personas, los operarios involucrados en esta línea no son conscientes de la importancia de la calidad y de revisar su trabajo para garantizar que los lotes no sean rechazados por el cliente.

Por otra parte la empresa no ha implementado capacitaciones ni campañas de concientización a los operarios para que mejoren su desempeño en la calidad de los productos

### 11.2 Costos de No Calidad

Los costos de no calidad presentados a continuación están basados en el salario mínimo de los trabajadores y lo estipulado por la ley del código del trabajo de Nicaragua y otros costos operativos, calculados durante el periodo en que se llevó a cabo la investigación.

Costos de no calidad - Horas extras				
Puesto	Costo hora extra	Núm. de trabajadores	horas extras trabajadas	Sub total costos
Operarios	C\$ 61.57	33	51	C\$ 103,627.22
Ingenieros	C\$ 78.13	2	51	C\$ 7,968.75
Total				C\$ 111,595.97

Costos de no calidad - Alimentación			
Número de trabajadores	Costo alimentación unitarios	Días de alimentación	Total
35	C\$ 60.00	12	C\$ 25,200

Costos de no calidad - Transporte		
Días de transporte	Costo diario	Total
12	C\$ 1,800.00	C\$ 21,600.00

Costos de No calidad	
Horas extras	C\$ 111,595.97
Energía	C\$ 8,000.00
Alimentación	C\$ 25,200.00
Transporte	C\$ 21,600.00
Total	C\$ 166,395.97

Debido a que los lotes son rechazados pero si tienen reparación para ser aceptadas como primera calidad, los costos de no calidad se basaron en costos operativos como pagos de mano de obra y funcionamiento de maquinaria, también en la asistencia que brinda la empresa a sus empleados como alimentación y transporte, que juntos suman la cantidad de **C\$ 166,395.97** cabe mencionar que estos costos se generaron en solo un lote del estilo de camisas estudiados.

### **11.3 Hallazgos significativos**

Los principales hallazgos encontrados durante la investigación realizada en la empresa textilera BWA Nicaragua S.A bajo la metodología Six Sigma que se basa en análisis numéricos y mediante la observación directa y recopilando las voces de los clientes internos, se destacó el defecto de hilo largo, debido a este defecto se han rechazado lotes completos lo que genera costos elevados de no calidad por los reprocesos de estos lotes.

Los factores que más inciden para que se genere este defecto son las causas raíces encontradas, maquinaria sin automatización y la poca participación de las personas en alcanzar la calidad deseada por la empresa.

La inversión para la automatización del proceso con las máquinas de coser es una cantidad elevada para hacerse en corto tiempo y tratar de disminuir el defecto de hilo largo por esa vía no es muy factible para la empresa puesto que se pueden seguir generando rechazos de lotes y costos de no calidad.

Por otra parte las personas encargadas de costurar tienen la responsabilidad de revisar y reparar su trabajo en caso defectos, hecho que actualmente las personas ignoran por el deseo de completar las metas establecidas por la empresa para obtener los bonos monetarios.

Tomando en cuenta estos dos hallazgos principales se procederá a proponer y diseñar mejoras que puedan impactar positivamente al proceso, teniendo como directriz la menos costosa.

## **XII. Mejoras a la calidad del Proceso**

### **12.1 Descripción de Propuestas**

#### **1. Añadir nuevo operario a la línea**

Al obtener los resultados obtenidos según la etapa de medir y analizar se considera que para prevenir los rechazos por mala calidad por el defecto de hilo largo se puede contratar una persona para que esta se encargue de limpiar o cortar el hilo largo de las piezas que salen del proceso productivo. Cabe mencionar que esta inspección se agregará extra al tiempo estipulado del estilo ya que éste está costeadado solo con las operaciones de costura que es lo que paga el cliente.

#### **2. Compra de máquinas modernas**

Otra de la propuesta es invertir en maquinarias nuevas con sistema de corte integrado para evitar el defecto de hilo largo, esto ayudará a que los operarios no se preocupen de cortar el exceso de hilo que queda al final de cada operación.

#### **3. Asignar operarios con mayor eficiencia**

Se considera que al colocar operarios con mayor eficiencia en su trabajo y que tengan tiempo sobrante en sus operaciones puedan realizar la limpieza del hilo largo sin necesidad de contratar una nueva persona.

#### **4. Capacitación y concientización del personal**

Esta propuesta se basa en la capacitación y concientización tanto de los operarios como de los mecánicos, los operarios, porque según el procedimiento implementado es que de cada cinco piezas costuradas revisar una, la número cinco si esta va de acuerdo a las especificaciones seguir costurando y así sucesivamente, esto debe de implementarse desde que los operarios entren al área de entrenamiento, y los mecánicos porque también de ellos depende que las máquinas estén ajustadas de forma que el operario no tenga ninguna dificultad al momento de costurar, por ende por la inexperiencia de la mayoría de los mecánicos se consideran capacitaciones en el tema expuesto.

Por consiguiente, para determinar estas alternativas o propuestas de mejoras, se elaboró una matriz de decisión o de criterio, para elegir la mejor opción planteada. Se realiza una ponderación comparándola con los criterios establecidos para tener como resultado la alternativa más viable para dar respuesta al problema.



**Cuadro de ponderación para evaluar propuestas de mejora**

VALOR	CRITERIOS DE EVALUACION	PROPUESTAS DE MEJORA			
		Agregar nuevo operario a la línea	Asignar operarios más eficientes	Máquinas automatizadas	Capacitación y concientización del personal
5	Costos	4	5	1	5
5	Impacto al proceso	5	4	4	4
3	Tiempo de implementación	5	5	1	3
4	Valoración de la empresa	5	3	2	4
TOTAL		80	72	36	70

Puntuación	Criterios de puntuación	
	Criterios	Costos
5	Excelente	Muy Bajos
4	Muy Bueno	Bajos
3	Bueno	Razonables
2	Malo	Elevados
1	Muy Malo	Muy Elevados

Para esta ponderación de las propuestas se consulto con el gerente del departamento de ingeniería de la Planta 1, sitio donde se desarrolló la investigación.

De acuerdo al análisis obtenido de esta, se puede concluir que la mejor opción es la de contratar una persona que se encargue de cortar o limpiar las camisas fuera del proceso productivo enfocándose específicamente en el defecto de hilo largo para obtener resultados a corto plazo, mientras tanto se debe capacitar sobre la sensibilización de la calidad para evitar la falta de revisión en los procesos.

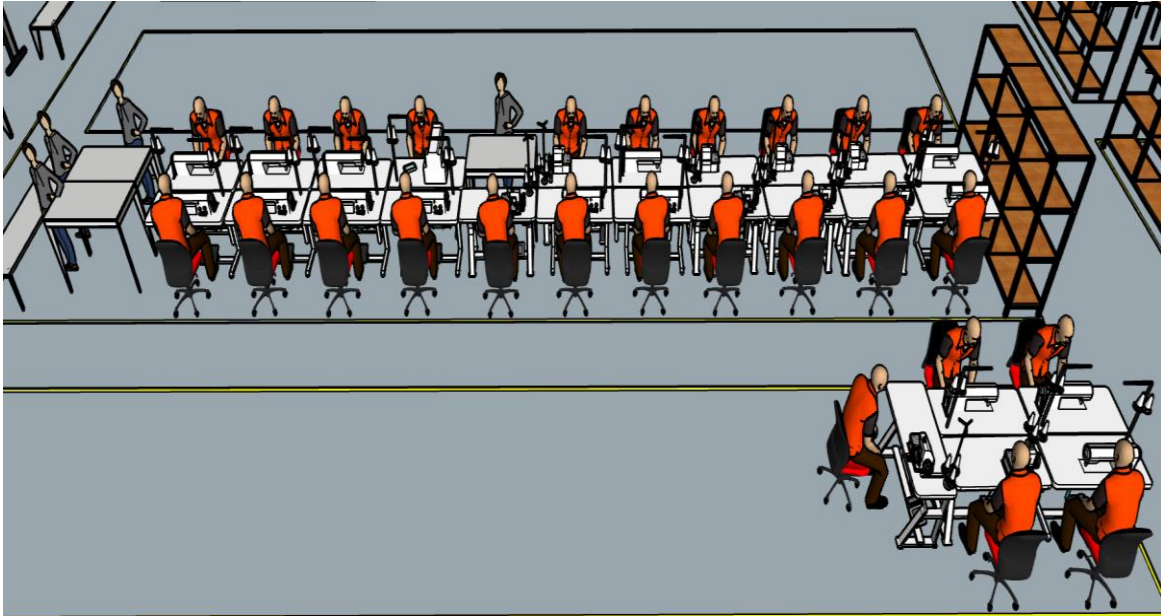
Cabe mencionar que la propuesta elegida será de manera emergente, para evitar que rechacen el próximo lote ha producir y que se repitan los costos de no calidad, esta duraría un mes, debido a esto se diseñara también una propuesta para la causa raíz, que son las personas.

## **12.2 Diseño de Propuestas**

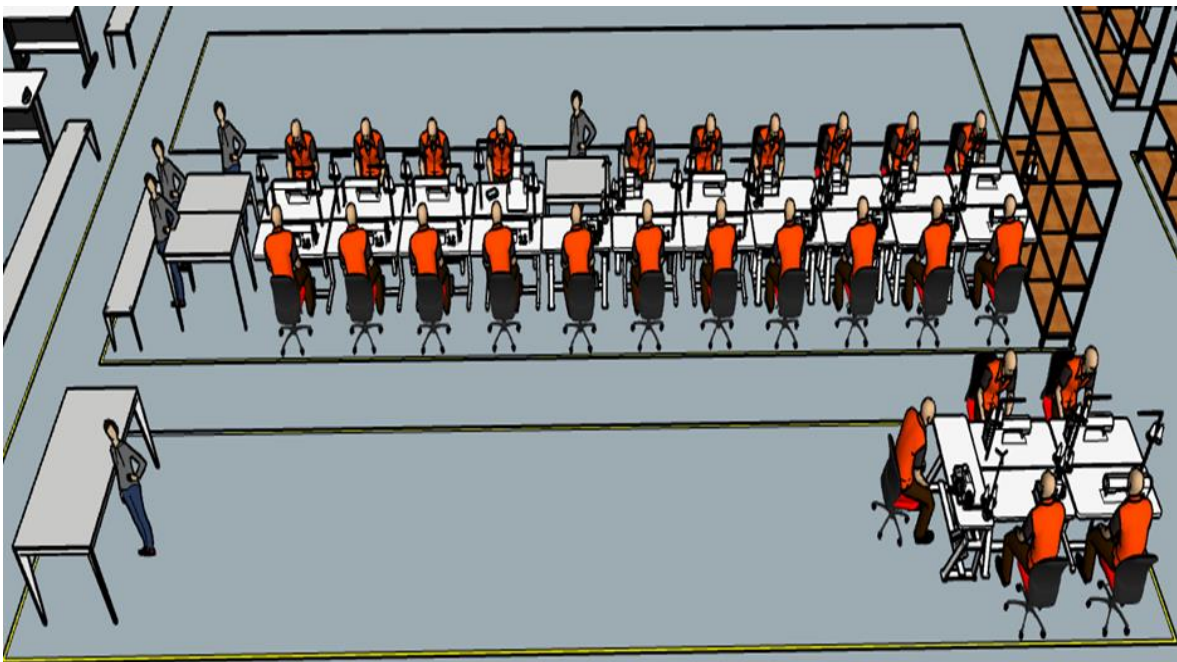
### **1. Agregar nuevo operario a la línea**

A como se explicaba anteriormente, la matriz de decisión reflejó con un puntaje de 80 que la mejor alternativa a tomar es contratar a una persona encargada de cortar el hilo largo para disminuir el porcentaje de defectos. La ventaja de aplicar esta alternativa es que no incurrirá en un costo elevado y no afectará al flujo de las operaciones, puesto que solo se colocará una persona al lado de las inspectoras para cortar el exceso de hilo largo. A continuación, se muestra el layout actual y el propuesto incluyendo una persona más.

- **Layout actual**



- **Layout propuesto**



Se puede observar que en esta propuesta no hay necesidad de mover la línea de producción sino de solo colocar a una persona al lado de las inspectoras, dicho cambio ayuda a reducir el defecto de hilo largo y por ende se reducirán los rechazos de los lotes.

Con respecto a la calidad, esta propuesta de mejora no ataca en si la causa raíz puesto que en los hallazgos significativos se constató que el defecto por hebra también se presenta por que los operarios no usan el procedimiento de que en cada cinco piezas costuradas hay que revisar la numero cinco para constatar la calidad de la pieza. Esta propuesta se implementará hasta que se concienticen y capaciten a las personas para que sigan el procedimiento adecuado para poder reducir el porcentaje de defecto.

## 2. Plan de capacitación y concientización del personal

	<b>PROCEDIMIENTO</b>		<b>REVISION:</b>	
	<b>FORMACIÓN DE CONCIENCIA PARA LA CALIDAD</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>ELABORÓ:</b>		<b>Firma:</b>	<b>REFERENCIA:</b>	
<b>APROBO:</b>		<b>Firma:</b>	<b>Departamento:</b>	
<b>OBJETIVO</b>		<b>ALCANCE</b>		
Promover la conciencia de la calidad en los operarios de producción		Este procedimiento es aplicable para el área de producción de la empresa BWA Nicaragua.		
<b>RESPONSABILIDADES</b>				
<p><b>Gerente Calidad:</b> Planificar, Programar y Seleccionar las acciones formativas para la creación de conciencia sobre la calidad</p> <p><b>Responsable de Recursos Humanos:</b> Proveer los recursos necesarios para la concientización de la calidad.</p>				
<b>DOCUMENTO APLICABLES</b>		<b>TERMINOLOGÍA</b>		
"Procedimiento de la formación de la conciencia para la calidad"		<b>FORMACIÓN DE CONCIENCIA PARA LA CALIDAD</b> Reconocimiento sobre los elementos principales que influyen en la realización del trabajo de manera eficiente		
<b>ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO</b>				

### **1. PIZARRA DE AVISOS**

El responsable de calidad debe colocar en una pizarra de información respecto al tema calidad. Cada operario debe consultar la pizarra y estar informado. Entre los temas que se pueden considerar relevantes están:

- Ideas para la mejora
- Nuevos problemas encontrados
- Posibles soluciones a estos problemas

Es importante mencionar que el responsable de calidad es la una persona con autoridad para colocar y quitar la información de la pizarra

### **2. ACTIVIDADES POR MODULO**

Se exige a todos los supervisores de producción promover la conciencia de calidad en cada uno de los módulos. La forma de ejecutar dicha actividad queda de su total preferencia. Algunas opciones pueden ser:

- Pláticas entre los equipos
- Manuales
- Platicas individuales
- Gestión visual
- Revisar el trabajo de costura individualmente

### **3. CONTENIDO**

Las actividades de conciencia para la calidad a realizarse deben estar enfocadas en los siguientes puntos:

- La importancia de lograr la satisfacción del cliente
- Informes de no conformidad (OQL del módulo)
- Cumplir con los procedimientos
- Posibles Mejoras
- Informe de problemas existentes

### **4. SOBRE BONOS MONETARIOS**

La persona que estará de manera emergente limpiando las piezas de hilos largos tiene que durar como máximo un mes, por ende se condicionarán los bonos para ser obtenidos de la siguiente manera:

- La primera semana después del inicio de la capacitación la cantidad de piezas que lleguen a esta persona será de 14.7% de piezas con hilo largo, sabiendo que la cantidad actual es de 19.59%
- La segunda semana 9.81%
- La tercera semana 4.92%
- La cuarta semana 0.03%

De no cumplirse los objetivos semanales se reducirá el bono al 50% si la cantidad es mayor o igual a la actual no se entregará bono.

Cada uno de los bonos es de 830 córdobas semanalmente para cada uno de los operarios, se propone entregar un incentivo extra al finalizar la capacitación y concientización para motivar al personal.

Esta propuesta de concientización para la calidad es muy importante, ya que el recurso humano es el más difícil de tratar y representa el principal elemento para cumplir con los métodos que aseguran la calidad y el cumplimiento de los objetivos.

La conciencia se construye con información que los colaboradores necesitan saber y aplicar en su trabajo para lograr las metas de la organización, por ende debería ser parte de la orientación laboral.

Por tanto, este procedimiento planteado para crear conciencia para la calidad trata de inculcar la importancia de la autorresponsabilidad y la comunicación eficaz entre operarios de producción y el resto del personal que se encuentre involucrado en el procesamiento y calidad del producto.

Este procedimiento muestra diversas actividades que la gerencia puede implementar para concientizar a sus colaboradores, así como las pizarras de avisos que consisten en murales donde se presenten las principales noticias referente a la calidad y propuestas de mejora implementadas para solucionar problemas; así mismo, la gerencia debe delegar responsabilidades a los supervisores que son las personas que mantienen más contacto con los operarios de las líneas de producción, por lo que en el documento se muestra el contenido de los temas a debatir.

### **12.3 Analizar potenciales riesgos al implementar o no la propuesta.**

- **Al implementar**

De implementarse la propuesta de mejora podría provocar que las personas en la línea de producción no desarrollen la disciplina de revisar su trabajo y despreocuparse de la calidad respecto al defecto hilo largo ya que hay una persona que lo elimina al final del proceso ese defecto.

- **Al no implementar**

La no implementación de la propuesta seguirá causando rechazo de lotes por incumplimiento de la calidad, lo que generará reproceso y por ende seguirá afectando económicamente a la empresa.

### **XIII. Conclusiones**

Al finalizar la presente investigación en la Empresa Brands of the Word in America S.A (BWA Nicaragua) se logró identificar los principales defectos que afectan al proceso así como sus causas raíces y se dió paso a realizar propuestas de mejora que impacten positivamente en la economía de la empresa.

- Se identificaron los principales defectos dentro del proceso mediante el muestro de las piezas y el uso del diagrama de Pareto, resultando el de Hilo largo como el de mayor incidencia negativa en la calidad del producto con un 19.59% de piezas afectadas por este, luego se encamino la investigación a reducir la aparición de este defecto.
- Se procedió a realizar un diagnóstico del defecto que más afectaba al proceso productivo, teniendo como resultado que el proceso estaba fuera de control según los análisis hechos mediante las cartas de control, y que el nivel sigma del proceso estaba en 3.58, lo que genera 13,058 camisetas defectuosas por millón producida.
- Tras la aplicación de herramientas seis sigmas se identificaron las principales causas que generan Hilo largo, éstas son principalmente las personas por el descuido de estas al querer cumplir la meta de producción y la maquinaria, ya que estas no tienen ningún tipo de automatización y son modelos viejos.
- La propuesta con mejor evaluación costo-beneficio para reducir los rechazos de lotes por hilo largo fue la de agregar una persona a la línea de producción que se encargue de la limpieza o eliminación de este defecto, pero de manera emergente, puesto que se diseño un plan de capacitación y concientización del personal.

#### **XIV. Recomendaciones**

- Realizar capacitaciones y jornadas de concientización a las personas encargadas de la costura para realizar mejor su operación y también a los mecánicos para un mejor ajuste de las máquinas
- Implementar las mejoras propuestas y realizar medidas de seguimiento
- Mejorar el sistema de control estadístico de la calidad que permita la mejora continua
- Implementar procedimientos y manuales de calidad estandarizados
- Tomar en cuenta las inversiones en la automatización de la maquinaria



## XV. Bibliografía y webgrafía

- Roberto José Herrera Acosta Y Tomás José Fontalvo. (s.f.). *Seis Sigma, Metodos Estadisticos Y sus Aplicaciones*.
- Barahona, L., & Navarro, J. (2013). *Mejora del proceso de Galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six Sigma*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Berardinelli. (Noviembre de 2012). *To DMAIC or not to DMAIC? Identify when you need a structured method for problem solving*. Recuperado el 15 de Febrero de 2019, de <http://asq.org/quality-progress/2012/11/back-to-basics/to-dmaic-or-not-to-dmaic.html>
- Bertolaccini, Viti, & Terzi. (2015). *The Statistical point of view of Quality: the Lean Six Sigma methodology*. *Journal of Thoracic Disease*.
- Deming. (1989).
- Hernández Sampieri, R. (s.f.). *Metodología de la investigación* (sexta ed.). Mexico DF: McGrawHill.
- Ishikawa. (1986).
- Norma ISO 9001:2008. (s.f.).
- Vizán Y Hernández. (2013).
- Womack, J. (2005). *Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. España: Planeta DeAgostini Profesional y Formación, S.L.

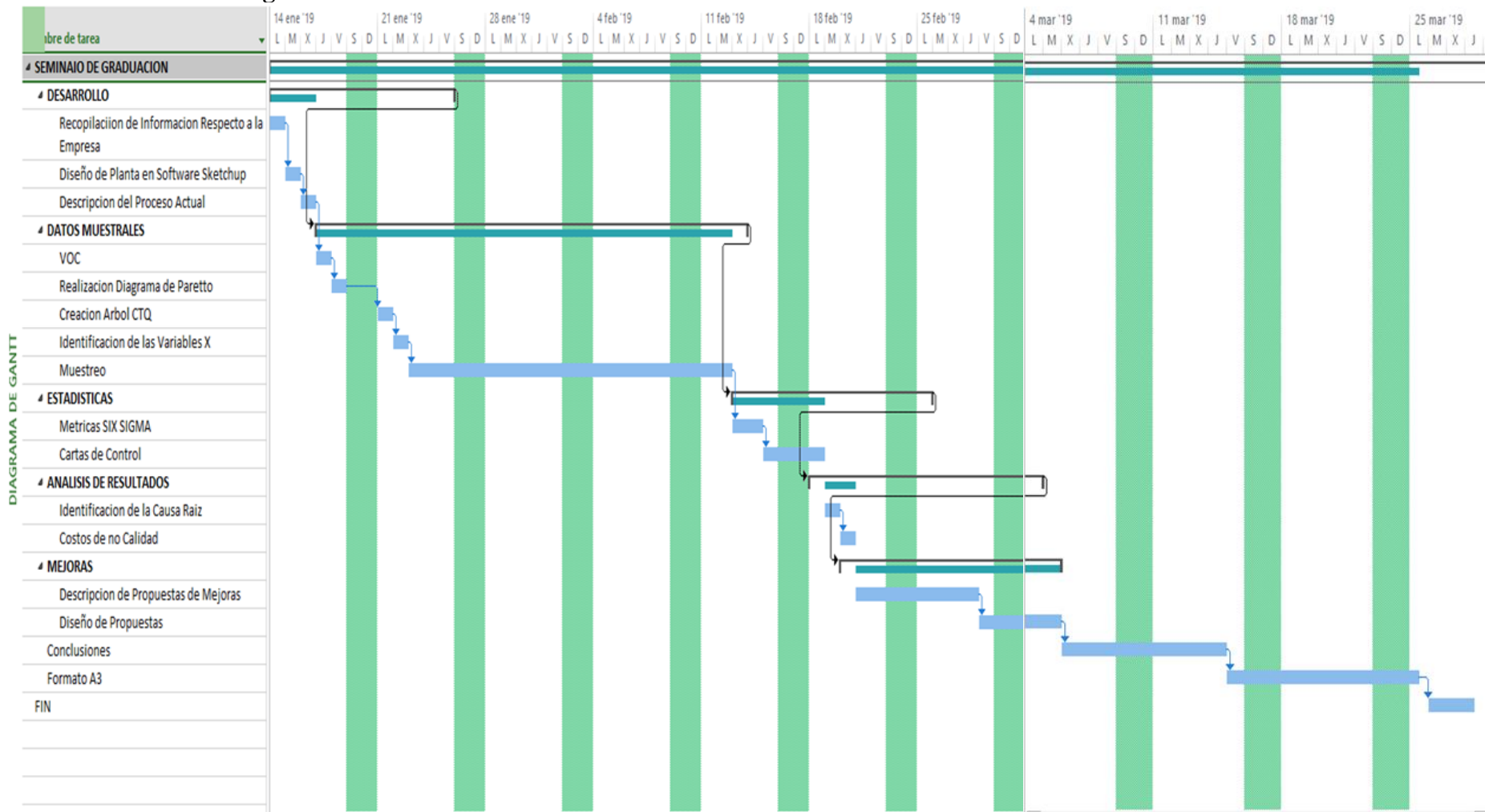
## XVI. Anexos

### 16.1 Cuadro de diagnóstico para el planteamiento del problema

Síntomas	Causas	Pronostico	Control del pronostico
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hilo largo tanto en las partes de la camisa como en el producto terminado. 21.1% de los productos afectados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspección deficiente por parte de los operarios.</li> <li>Descuido de los operarios en sus operaciones</li> <li>Mala calibración en las maquinarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechazos de los bultos o camisas terminadas.</li> <li>Mala apariencia en el producto terminado</li> <li>Reprocesar los rechazos</li> <li>La empresa no presta la adecuada importancia al problema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concientizar a los inspectores de calidad y a los operarios para que realicen bien su trabajo, como también capacitar a los mecánicos para que realicen un trabajo eficiente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zafado de costura en las prendas confeccionadas. 14% de los productos afectados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se respeta el margen de tolerancia al momento del corte de las piezas.</li> <li>Los operarios no respetan las medidas al momento de coser.</li> <li>Método incorrecto por parte de los operarios.</li> <li>Ajuste inadecuado de las maquinas por parte de los mecánicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechazos completos de los bultos por las inspectoras.</li> <li>Reproceso de las piezas rechazadas.</li> <li>Rechazo completo del corte a exportar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar un plan de capacitación tanto para los operarios como para los mecánicos para reducir el nivel de defectos, reprocesos y rechazos.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costura caída en las camisas. 13.7% de los productos afectados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste inadecuado de las maquinas por parte de los mecánicos.</li> <li>• Método inadecuado por partes de los operarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechazos completos de los bultos por las inspectoras.</li> <li>• Reproceso de las piezas rechazadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de para los operarios en donde se les enseñe el método correcto.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pliegue en las prendas confeccionadas. 10% de las piezas afectadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de guías en las maquinas.</li> <li>• Método incorrecto por parte de los operarios.</li> <li>• Ajuste inadecuado de las maquinas por parte de los mecánicos.</li> <li>• Mal funcionamiento de las piezas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechazos completos de los bultos por las inspectoras.</li> <li>• Reproceso de las piezas rechazadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de para los operarios en donde se les enseñe el método correcto</li> </ul>

## 16.2 Seguimiento de Gantt



### 16.3 Presupuesto.

PRESUPUESTO TRANSPORTE				
	COSTO	DÍAS * SEMANA	TOTAL SEMANAS	TOTAL
RODOLFO	C\$ 70.00	1	12	C\$ 840.00
JOHNY	C\$ 40.00	1	12	C\$ 480.00
GERARDO	C\$ 20.00	1	12	C\$ 240.00
TOTAL				C\$ 1,560.00

## 16.4 Cursograma Analítico


Cursograma Analítico Orientado al Material										
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1 de 1			Resumen					
Objeto:		Actividad			Actual		Propuesta	Economía		
Actividad:		Operación			60					
Método: Actual		Inspección			6					
Lugar: BWA Nicaragua		Espera			0					
Operario (s): 66		Transporte			0					
Fecha:		Almacenamiento			0					
Ficha núm:										
Compuesto por:		Distancia (m)								
Aprobado por:		Tiempo (min-hombre)								
Fecha:		- Mano de obra								
Fecha:		Total								
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones
					○	□	D	→	▼	
COSER BALLENA A ENTRET			0.21278							
HACER CUELLO			0.35930							
VOLT.CUELLO			0.28964							
SOBRECOSER CUELLO			0.33690							
CONT DE CUELLO			0.10769							
RUEDO DE BANDA			0.19720							
UNIR BANDA A CUELLO			0.48600							
SOBRECOSER BANDA			0.31412							
AFINAR BANDA			0.10420							
PIQUET BANDA			0.1042							
OJAL A BANDA (TANDEN)			0.071							
LIMPIAR + INSPEC CUELLO			0.2032							







## 16.5 Formato A3 de resolución de problemas

Titulo	<b>Reducir el Defecto HILO LARGO en la línea de producción número 8, en la empresa BWA Nicaragua.</b>
<b>I. Antecedentes</b> Actualmente el proceso productivo de la empresa BWA está sufriendo rechazos de sus lotes debido a la presencia de defectos de calidad en las prendas confeccionadas dejando el proceso en un nivel sigma de 3.58, lo que ocasiona mayores costos operativos en reproceso para poder corregir el defecto presente que ascienden a la cantidad de C\$ 166,395.97	
<b>II. Situacion Actual</b> El principal defecto que se encuentra presente en el proceso productivo es el de hilo largo el cual ocasiona mayor rechazos de lotes producidos. Este esta presente en el 19.59 % de las piezas muestreadas.	
<b>III. Objetivo</b>  Proponer un plan de mejora para la reducción de lotes rechazados en la línea de producción número 8, bajo la aplicación de la metodología Seis Sigma.	
<b>IV. Analisis</b> La causa raiz son las personas, los operarios involucrados en esta línea no son conscientes de la importancia de la calidad y de revisar su trabajo para garantizar que los lotes no sean rechazados por el cliente, estos al querer recibir su bono de producción trabajan mas rápido pero descuidan la calidad	

<b>V. Tomar medidas</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se debe consientizar y capacitar a las personas para que realicen mejor su trabajo y reducir los lotes rechazados</li> <li>2. Debido a que los operarios están en un nivel tope de capacidad, se debe colocar una persona extra para que realice limpieza de hilo largo a las piezas</li> </ol>
<b>VI. Planificar</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prseentar formato A3 con propuetas de mejora a la gerencia de calidad - Fecha: 01/04/19</li> <li>2. Contratar un operario encargado de la limpieza de hilo largo - Fecha: 02/04/19</li> <li>3. Capacitar operario encaragdo de la limpieza de hilo largo - Fecha: 03/04/19</li> <li>4. Desarrollar un plan de capacitaciòn y concientizaciòn a los operarios de costura sobre la calidad en el trabajo - Fecha inicio: 04/04/19 - Fecha final: 14/04/19</li> <li>5. Seguimiento del plan</li> </ol>

**16.6 Camisa estilo LI516**



**16.7 Defecto Hilo largo**

