



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE
PROCESOS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS EN EL
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TELAS DE PUNTO**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA INDUSTRIAL Y DE PROCESOS**

JÉSSICA ALEJANDRA ESPÍN ZURITA

DIRECTOR: ING. JORGE GALIANO MSc.

Quito, Febrero 2018

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2018
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722919998
APELLIDO Y NOMBRES:	ESPÍN ZURITA JÉSSICA ALEJANDRA
DIRECCIÓN:	URB. URABA 2da ETAPA, CALLE M CASA 229 Y LAS CARRETAS
EMAIL:	alejandra0208@hotmail.es
TELÉFONO FIJO:	(02) 2474628 – (02) 2477480
TELÉFONO MOVIL:	0987801321

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TELAS DE PUNTO.
AUTOR O AUTORES:	ESPÍN ZURITA JÉSSICA ALEJANDRA
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	06 DE FEBRERO DE 2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. JORGE GALIANO MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA INDUSTRIAL Y DE PROCESOS
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	El objetivo de la presenta investigación fue Implementar un sistema de control estadístico de calidad de materias primas

en la empresa **TEXPUNTO**, la cual se dedica a la fabricación de telas deportivas de punto. El sistema de control estadístico de calidad, fue diseñado con el fin de reducir el número de devoluciones de producto terminado, consumo de repuesto para evitar los reprocesos en el área de tintorería, así como la pérdida de clientes por inconformidades y en consecuencia pérdidas económicas. Para lo cual se identificó y sectorizo las fallas generadas en el proceso de tejeduría; se diagrama las fallas actuales en un diagrama de causa-efecto, así también se priorizo las fallas con un diagrama de Pareto, a continuación, se revelo las principales causas de estas fallas; se diseñó el sistema de control estadístico, y por último se evaluó en un periodo de 15 días laborables los cambio que obtuvimos.

La información proporcionada por la empresa indicó un porcentaje general del 14.59% de tela con algún tipo de falla ya sea provocada por hilo, formación del punto, por operación, calibración y/o por el hilo mal enconado. Con estos resultados se determinó puntos de control para el cumplimiento de las especificaciones establecidas por la empresa y clientes, para lo cual se desarrolló carta de control por atributos (Cartas np y c); lo que aumento el control y seguimientos al proceso. Posteriormente se desarrolló un plan de acción para la planificación de un mantenimiento preventivo a la maquinaria y/o repuestos al igual se desarrolló un AMEF con el mismo fin, después de realizar un monitoreo se determinó que el nuevo porcentaje de fallas es 3.70% con lo cual se superó las especificaciones del gerente.

PALABRAS CLAVES:

Control, Estadístico, Calidad, Fallas, Diagramas, Cartas, Atributos, Agujas, Pilling.

ABSTRACT:

The objective of the present investigation was to implement a statistical control system of quality of raw materials in the company TEXPUNTO, which is dedicated to the manufacture of knitted sports fabrics. The statistical quality control system was designed in order to reduce the number of returns of finished product, the consumption of spare parts and to avoid reprocessing in the dry cleaning area as well as the loss of customers due to nonconformities and consequently economic losses. For which the faults generated in the weaving process were identified and classified; the current faults are diagrammed in a cause-effect diagram, so the faults are prioritized with a Pareto diagram, then the main causes of these faults are revealed; the statistical control system was designed, and finally the changes we obtained were evaluated in a period of 15 working days.

The information provided by the company indicated that we had a general average of 14.59% of fabric with some type of failure, whether caused by yarn, point formation, by operation, calibration and / or by badly-acrid yarn. With these results, control points were determined for compliance with the specifications established by the company and customers, for which control chart was developed by attributes (Letters np and c); which increased control and follow-ups to the process. Later an action plan was developed for the planning of a preventive maintenance to the machinery and / or spare parts as well

KEYWORDS	as an AMEF for the same purpose, after carrying out a monitoring it was determined that the new percentage of faults is 3.70% with the which exceeded the manager's specifications.
	Control, Statistics, Quality, Faults, Diagrams, Charts, Attributes, Needles, Pilling.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

JÉSSICA ALEJANDRA ESPÍN ZURITA

1722919998

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ESPÍN ZURITA JÉSSICA ALEJANDRA**, CI 1722919998 autor/a del proyecto titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TELAS DE PUNTO** previo a la obtención del título de **INGENIERA INDUSTRIAL Y DE PROCESOS** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 06 de febrero de 2018

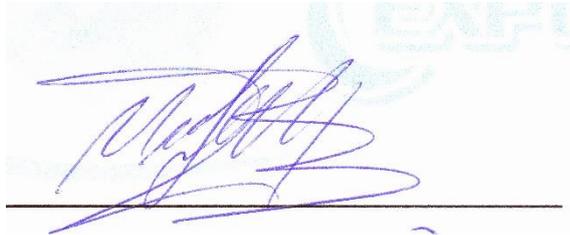


JÉSSICA ALEJANDRA ESPÍN ZURITA

1722919998

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **ESPÍN CHACÓN MARIO RODRIGO** con cédula de identidad N.-1707440267 en calidad de Gerente General de **TEXPUNTO** autorizo a **ESPÍN ZURITA JÉSSICA ALEJANDRA** realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TELAS DE PUNTO.**”, basada en la información proporcionada por la compañía.



ING. MARIO RODRIGO ESPÍN CHACÓN
C.I 1707440267

DECLARACIÓN

Yo **JÉSSICA ALEJANDRA ESPÍN ZURITA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; 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.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



JÉSSICA ALEJANDRA ESPÍN ZURITA

C.I. 1722919998



CARTA DE AVAL DE LA EMPRESA

Yo, **MARIO RODRIGO ESPÍN CHACÓN** con cédula de identidad N.-1707440267 en calidad de Gerente General de TEXPUNTO certifico que la Srta. **ESPÍN ZURITA JÉSSICA ALEJANDRA**, realizó su trabajo de titulación con el tema **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TELAS DE PUNTO.”**, por requerimientos, y basada en la información proporcionada por la empresa. Los resultados del trabajo se entregaron el día **06 de febrero de 2018**.

ING. MARIO RODRIGO ESPÍN CHACÓN

1707440267

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TELAS DE PUNTO.**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera Industrial y de procesos** fue desarrollado por **Jéssica Alejandra Espín Zurita**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Galiano', with a large, sweeping flourish extending to the right.

Ing. Jorge Galiano MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1705607826

DEDICATORIA

A mi hijo Daniel Alejandro quien es el motor principal de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme y protegerme durante todo mi camino y sobre todo por dame la fortaleza para superar todos los obstáculos que se presentaron en mi vida.

A mis padres y hermano por brindarme su apoyo en cada etapa de mi vida, por ser un ejemplo a seguir, por cada palabra de apoyo, por su amor incondicional e infinito

A mi novio Carlos Andrés por brindarme su ayuda en todo momento, incluso en los momentos más difíciles de nuestras vidas, gracias por motivarme para seguir adelante, por creer en mi capacidad y alentarme para culminar mi carrera, simplemente gracias por existir.

A mis amigos y compañero de clase que con su apoyo me ayudaron a superar muchas barreras tanto en el ámbito personal como estudiantil.

A todas las personas que estuvieron implicadas en el desarrollo de este trabajo, quiero agradecerles de una forma muy especial a mi director de tesis y a cada uno de mis profesores que me acompañaron en toda mi carrera, por su entrega, dedicación, por el empeño y más aún por la paciencia que todos los días nos entregan en sus horas de clases.

INDÍCE DE CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	5
2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL	5
2.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	5
2.1.2 IDENTIFICACIÓN DE FALLAS	5
2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD	6
2.2.1 DETERMINACIÓN DE CARTAS DE CONTROL	6
2.2.2 CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS	7
2.2.3 CALCULAR EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO (Cp) Y EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO REAL (Cpk)	7
2.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD	7
2.3.1 PLAN DE ACCIÓN	7
2.3.2 SOCIALIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD	7
2.4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LA EMRSA	8
2.4.1 CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS	8
2.4.2 CALCULAR EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO (Cp) Y EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO REAL (Cpk)	8
2.4.3 DESARROLLO DE INDICADORES	8
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9

3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL	9
3.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	10
3.1.2 IDENTIFICACIÓN DE FALLAS	12
3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD	15
3.2.1 DETERMINACIÓN DE CARTAS DE CONTROL	15
3.2.2 CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS	15
3.2.3 CALCULAR EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO (Cp) Y EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO REAL (Cpk)	18
3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD	19
3.3.1 PLAN DE ACCIÓN	19
3.3.2 SOCIALIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD	21
3.4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LA EMPRESA	21
3.4.1 CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS	21
3.4.2 CALCULAR EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO (Cp) Y EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO REAL (Cpk)	22
3.4.3 DESARROLLO DE INDICADORES	23
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
4.1 CONCLUSIONES	25
4.2 RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFIA	26
ANEXOS	28

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1. Plan de Acción.....	20
Tabla 2. Desarrollo de Indicadores.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Diagrama de Flujo.....	9
Figura 2. Diagrama de Proceso de Fabricación de telas de punto.....	10
Figura 3. Diagrama de pastel – producción mensual.....	11
Figura 4. Diagrama de pastel – total de defectos.....	11
Figura 5. Diagrama de Causa-efecto de la empresa.....	12
Figura 6. Diagrama de Pareto	13
Figura 7. Diagrama de Causa-efecto fallas por hilo	14
Figura 8. Gráfico np para defectos primera corrida.....	15
Figura 9. Gráfico c para defectos primera corrida	16
Figura 10. Gráfico np para defectos segunda corrida	17
Figura 11. Gráfico c para defectos segunda corrida	17
Figura 12. Gráfico np para defectos evaluación.....	21
Figura 13. Gráfico c para defectos evaluación	22

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

Anexo 1. Importaciones por tipo de producto año 2015.....	28
Anexo 2. Máquina Circular Mayer.....	29
Anexo 3. Producción mensual.....	30
Anexo 4. Fallas mensuales	31
Anexo 5. Ficha Técnica.....	32
Anexo 6. Fallas semanales primer periodo	33
Anexo 7. Fallas diarias segundo periodo	34
Anexo 8. Amef Tejeduría	35
Anexo 9. Sistema de Control Estadístico de calidad.....	36
Anexo 10. Checklist	37
Anexo 11. Fallas diarias por quince días para evaluación	38

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue Implementar un sistema de control estadístico de calidad de materias primas en la empresa TEXPUNTO, la cual se dedica a la fabricación de telas deportivas de punto. El sistema de control estadístico de calidad, fue diseñado con el fin de reducir el número de devoluciones de producto terminado, consumo de repuesto para evitar los reprocesos en el área de tintorería, así como la pérdida de clientes por inconformidades y en consecuencia pérdidas económicas. Para lo cual se identificó y sectorizo las fallas generadas en el proceso de tejeduría; se diagrama las fallas actuales en un diagrama de causa-efecto, así también se priorizo las fallas con un diagrama de Pareto, a continuación, se revelo las principales causas de estas fallas; se diseñó el sistema de control estadístico, y por último se evaluó en un periodo de 15 días laborables los cambio que obtuvimos.

La información proporcionada por la empresa indicó un porcentaje general del 14.59% de tela con algún tipo de falla ya sea provocada por hilo, formación del punto, por operación, calibración y/o por el hilo mal enconado. Con estos resultados se determinó puntos de control para el cumplimiento de las especificaciones establecidas por la empresa y clientes, para lo cual se desarrolló carta de control por atributos (Cartas np y c); lo que aumento el control y seguimientos al proceso. Posteriormente se desarrolló un plan de acción para la planificación de un mantenimiento preventivo a la maquinaria y/o repuestos al igual se desarrolló un AMEF con el mismo fin, después de realizar un monitoreo se determinó que el nuevo porcentaje de fallas es 3.70% con lo cual se superó las especificaciones del gerente.

Palabras Claves: Control, Estadístico, Calidad, Fallas, Diagramas, Cartas, Atributos, Agujas, Pilling.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to implement a statistical control system of quality of raw materials in the company TEXPUNTO, which is dedicated to the manufacture of knitted sports fabrics. The statistical quality control system was designed in order to reduce the number of returns of finished product, the consumption of spare parts and to avoid reprocessing in the dry cleaning area as well as the loss of customers due to nonconformities and consequently economic losses. For which the faults generated in the weaving process were identified and classified; the current faults are diagrammed in a cause-effect diagram, so the faults are prioritized with a Pareto diagram, then the main causes of these faults are revealed; the statistical control system was designed, and finally the changes we obtained were evaluated in a period of 15 working days.

The information provided by the company indicated that we had a general average of 14.59% of fabric with some type of failure, whether caused by yarn, point formation, by operation, calibration and / or by badly-acrid yarn. With these results, control points were determined for compliance with the specifications established by the company and customers, for which control chart was developed by attributes (Letters np and c); which increased control and follow-ups to the process. Later an action plan was developed for the planning of a preventive maintenance to the machinery and / or spare parts as well as an AMEF for the same purpose, after carrying out a monitoring it was determined that the new percentage of faults is 3.70% with the which exceeded the manager's specifications.

Keywords: Control, Statistics, Quality, Faults, Diagrams, Charts, Attributes, Needles.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La empresa TEXPUNTO es una empresa textil ecuatoriana ubicada en la ciudad de Quito que empieza su actividad en el año 2000, con la fabricación de telas de punto en acrílico para la confección de uniformes institucionales. En el año 2008 la empresa cambia la línea de producción, incursionando en la fabricación de telas de punto para elaboración de prendas deportivas, utilizando como materia prima poliéster de 75 filamentos; y la confección de diferentes artículos promocionales para empresas de cosméticos.

En 2014, el mercado textil ecuatoriano se ve afectado por la crisis económica en el cual existe un déficit de productos textiles (hilos, tejidos planos, tejidos de punto, prendas de vestir, productos textiles especiales) (Asociación de Industrias Textiles del Ecuador, 2015). Además los altos costos de producción para la elaboración de cualquier tipo de tela genera que la empresa tome la decisión en 2015 de comenzar la importación de diferentes telas planas con acabados especiales, empleadas para la producción de insumos médicos debido a que este tipo de tela solo una empresa la ofrece en Ecuador (Anexo 1), siendo un mercado amplio para la expansión de la empresa, paralelamente comenzó con la importación de la materia prima utilizada en la producción de la planta debido a que este tipo de materias primas textiles no se producen en el país y que su uso final debe cumplir requerimientos normativos que aseguren la calidad de los mismos.

Dentro del proceso de producción de la empresa, en la recepción de materias primas importadas existe un alto índice de hilo que no cumple con las especificaciones de la empresa, el cual provoca fallas en tejeduría que retrasan el proceso productivo, al ocasionar daños en máquinas e incrementando el consumo de repuestos; de igual manera cuando la afinidad del hilo es de baja calidad se obtiene un mal acabado debido a que no permite igualar los colores, provocando varias tonalidades en la tela producida, al generar en muchos casos reprocesos, pérdida de producto, e incluso pérdida de clientes y en consecuencia pérdidas económicas.

Texpunto no cuenta con un departamento especializado o a su vez con una persona encargada del control estadístico, lo cual genera que alrededor del 10% de materias primas se pierde en la producción. Por ello la empresa se ve en la necesidad de implementar un control estadístico de la calidad. Según (Gutiérrez & De la Vara , 2013) es un método de evaluación y control de los procesos operativos de una organización, basado en la reducción sistemática de la variación de aquellas características que más influyen en la calidad de los productos o servicios.

Las herramientas estadísticas manejadas para la reducción de la variación son fundamentalmente, el seguimiento, el control y la mejora de los procesos (Hernández & Porras, 2010); para el efecto cuenta con herramientas de análisis y resolución de problemas, como diagramas de flujo, diagramas causa y efecto, diagramas de Pareto, y otras herramientas estadísticas como los gráficos de control por atributos, que tienen como objetivo la reducción sistemática de la variación de los procesos (Kiyohiro, Pailamilla, & Allende, 2015)

El control estadístico de procesos y calidad es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con el diseño del producto o servicio correspondiente (Carro & González, 2012), con la finalidad de remediar la mayoría de problemas presentados en una empresa manufacturera.

Al contar con un sistema de control estadístico en materias primas se pueden reducir los reprocesos, los cuales generan pérdidas económicas para la empresa, el proceso productivo se ve afectado por varias razones: daños en la maquinaria, paros repentinos, consumo de repuestos, debido al incumplimiento de las especificaciones de la materia prima, en consecuencia afecta al aprovisionamiento de las entradas del proceso de tejeduría lo cual genera resultados desfavorables en el producto final y a su vez malestar en el cliente.

Calán (2016), realizó un control estadístico de calidad para la producción en los tejidos raschel en la empresa Delltex Industrial S.A., determinando que los problemas más relevantes fueron la falta de información, gestión y capacitación; así mismo la falta de ayudas visuales que permita tener seguimiento al proceso e implementar los controles donde existía variabilidad en el proceso. Concluyo que la información recopilada durante el análisis, sirvió para diseñar un sistema de control estadístico de calidad dentro del área de estampación, realizado el proceso, así como la implantación del sistema, pudo definir puntos de control.

El objetivo general de esta investigación es implementar un sistema de control estadístico de calidad de materias primas en el proceso de producción de telas de punto.

Para el desarrollo de la presente investigación se establecieron los siguientes objetivos específicos

- Diagnosticar la situación inicial del estado de los defectos en el área de recepción de materia prima.
- Aplicar cartas de control por atributos en materias primas.
- Implementar un sistema de control mediante indicadores Cp y Cpk.
- Evaluar el sistema de control

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA EMPRESA

Para realizar el diagnóstico de la empresa textil TEXPUNTO se aplicará la siguiente metodología.

- Recopilación de datos e información
- Diagrama de flujo
- Diagrama de flujo del proceso productivo

Como primer paso se recopilaron todos los datos e información para conocer el proceso que permite identificar si el proceso es estable o inestable en una maquina mayer de 84 conos, para lo cual se desarrolla un diagrama de flujo en el cual se plasma paso a paso la elaboración de este proyecto, seguido de un diagrama de flujo del proceso de la empresa.

2.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En conjunto con el responsable de producción, se recopilo datos históricos desde el mes de enero de 2017 hasta agosto de 2017 considerando que es una línea de producción recién implementada, además se realizó una segunda corrida el mes de octubre para analizar las diferentes fallas que se han presentado a lo largo de este tiempo.

2.1.2 IDENTIFICACIÓN DE FALLAS

Para realizar un mejor análisis de datos resulta útil emplear las técnicas gráficas de calidad, utilizadas para la solución de problemas.

La variabilidad es un efecto o consecuencia de múltiples causas, por ello, al observar alguna inconformidad de calidad en un producto, es importante identificar las posibles causas de la falla. La herramienta más viable es el diagrama de causa y efecto. (Montgomery, 2017)

El diagrama de Pareto ayuda a evidenciar prioridades, puesto que suele ser difícil controlar todas las posibles inconformidades de calidad de un producto, controlando el 20% de los defectos solucionar el 80 % de las inconformidades en el proceso. (Walpode, Myers, & Myers, 2012)

- Diagrama causa – efecto de todas las fallas
- Diagrama de Pareto
- Diagrama causa – efecto de fallas por afinidad

Se realizó un diagrama causa - efecto de la producción de telas de punto, para lo cual se analizó la maquinaria, entorno y material debido a que estos son las causas más comunes para generar pérdidas en la producción.

Posteriormente, se realizó un diagrama de Pareto en el cual se determina cuáles son los problemas sin importancia frente a los que tienen un alto grado de importancia, para lo cual se desarrolló un diagrama de causa-efecto para encontrar todas las causas que provocan las fallas en producción.

2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

2.2.1 DETERMINACIÓN DE CARTAS DE CONTROL

Para su determinación, se estableció todas las características de calidad que se pueden clasificar en elaborar las cartas de control por atributos.

Mediante las siguientes formulas se obtienen los limites superior e inferior el cual nos permiten analizar si se encuentran dentro de los rangos adecuados.

CARTA DE CONTROL NP (NÚMERO DE DEFECTUOSOS)

$$p_i = \frac{D_i}{n} \quad [1]$$

p_i = Proporción defectuosa por subgrupo

D_i = Número de partes defectuosas por subgrupo

n = Tamaño de la muestra (constante)

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k D_i}{n * k} \quad [2]$$

D_i = Número de partes defectuosas por subgrupo

n = Tamaño de la muestra (constante)

k = Número de subgrupos

$$UCL = n\bar{p} + 3 * \sqrt{n\bar{p} * (1 - \bar{p})} \quad [3]$$

$$CL = n\bar{p} \quad [4]$$

$$lCL = n\bar{p} - 3 * \sqrt{n\bar{p} * (1 - \bar{p})} \quad [5]$$

CARTA DE CONTROL C (NÚMERO DE OCURRENCIAS/DEFECTOS)

$$\bar{c} = \frac{\sum \text{Ocurrencias por subgrupo}}{\text{número de subgrupos}} \quad [6]$$

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad [7]$$

$$CL = \bar{c} \quad [8]$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad [9]$$

2.2.2 CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

Las cartas de control por atributos se diseñan para los defectos de producción, y se desarrolla la carta np para el número de defectuosos y la carta c para el número de ocurrencias/defectos, las cuales fueron tomadas en forma consecutiva para un periodo de 8 meses en la implementación de la nueva línea de producción.

2.2.3 CALCULAR LA CAPACIDAD DE PROCESO (Cp) Y LA CAPACIDAD DE PROCESO REAL (Cpk)

Se procede a calcular el índice de capacidad de proceso (Cp) y el índice de capacidad de proceso real (Cpk), de esta manera se analiza el intervalo para las tolerancias adecuadas ($1 \leq Cp \leq 1.33$; $Cpk \geq 1$), si el proceso se encuentra fuera las especificaciones se elaborará un plan de mejora, con el cual se debe realizar modificaciones inmediatas en el proceso para mitigar el problema y seguir con la mejora continua. (Heizer & Render, 2009)

2.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

2.3.1 PLAN DE ACCIÓN

Se diseñó un plan de acción, tiene como objetivo planificar actividades que permitan reducir las fallas en la producción, así como el tiempo empleado en cambiar repuestos, disminuir el presupuesto y aumentar la rentabilidad de la empresa.

2.3.2 SOCIALIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

Una vez diseñado el sistema de control estadístico de calidad en el área de tejeduría se procede a instruir sobre el mismo, tanto al ingeniero de producción como a los trabajadores que se encuentran en esta área.

2.4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

2.4.3 CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

Para la evaluación del sistema estadístico se analizó nuevamente las cartas de control por atributos en un periodo de 15 días laborables, en el cual se revisa las mejoras en la producción de telas de punto.

2.4.3 CALCULAR EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO (C_p) Y EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO REAL (C_{pk})

Posteriormente a la implementación del sistema estadístico de calidad se procedió a calcular el índice de capacidad de proceso (C_p) y el índice de capacidad de proceso real (C_{pk}) para determinar si el sistema se encuentra dentro de las tolerancias adecuadas.

2.4.4 DESARROLLO DE INDICADORES

El desarrollo de los indicadores es un valor o un conjunto de valores que ayudaron a medir objetivamente la evolución del sistema de gestión en las diferentes etapas del sistema de calidad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA EMPRESA

Como primer punto se desarrolló un diagrama de flujo, este se observa en la figura 1, en el cual se plasma el desarrollo de esta investigación.

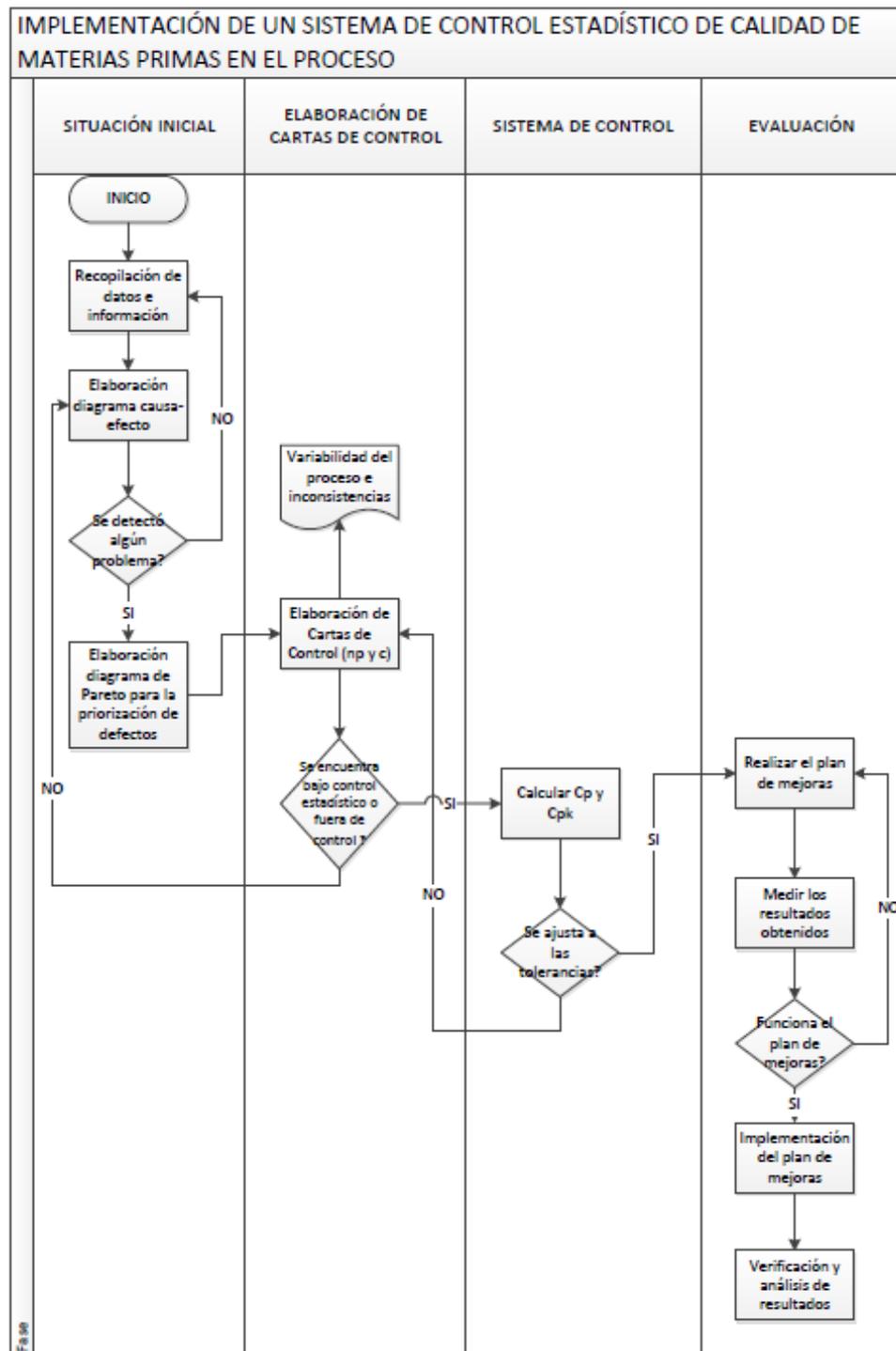


Figura 1. Diagrama de flujo

Al elaborar el diagrama de flujo, observado en la figura 2, se expone de una manera más sencilla la elaboración de telas en una maquina mayer de 84 conos (Anexo 2), la cual permite la interpretación más eficiente de la información recolectada.

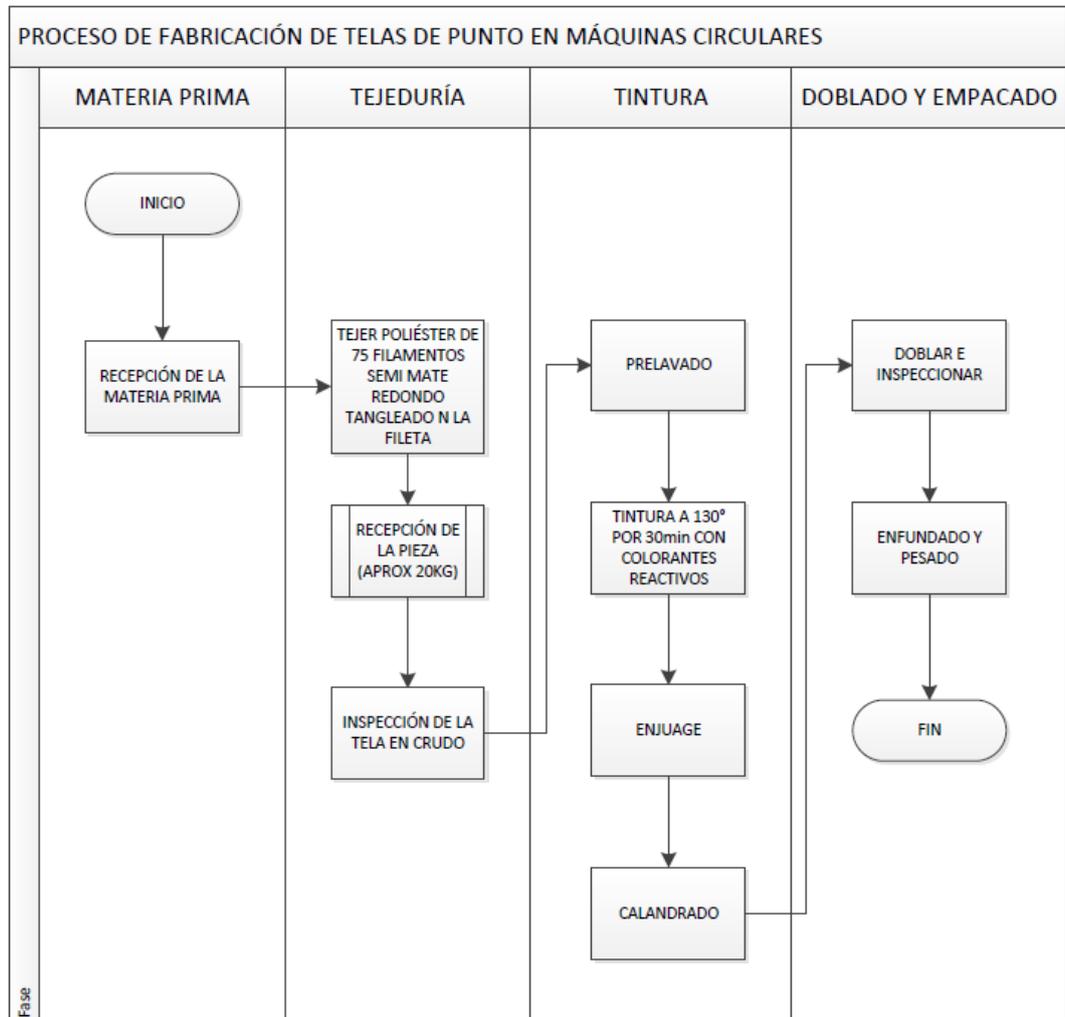


Figura 2. Proceso de Fabricación de telas de punto

3.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En conjunto con el responsable de producción de la empresa, se logró recopilar datos históricos desde el mes de enero de 2017 hasta agosto de 2017 y una segunda corrida del mes de octubre del mismo año para realizar una comparación entre los dos periodos, debido a que es una línea de producción recién implementada.

La producción mensual de tela kiana (rollos) en 8 meses que se observa en la figura 3 ha tenido una variación mínima, excepto en el mes de febrero debido a que la empresa cerró sus puertas por 8 días para dar mantenimiento correctivo a toda la maquinaria, generando en este mes perdidas económicas (Anexo 3).

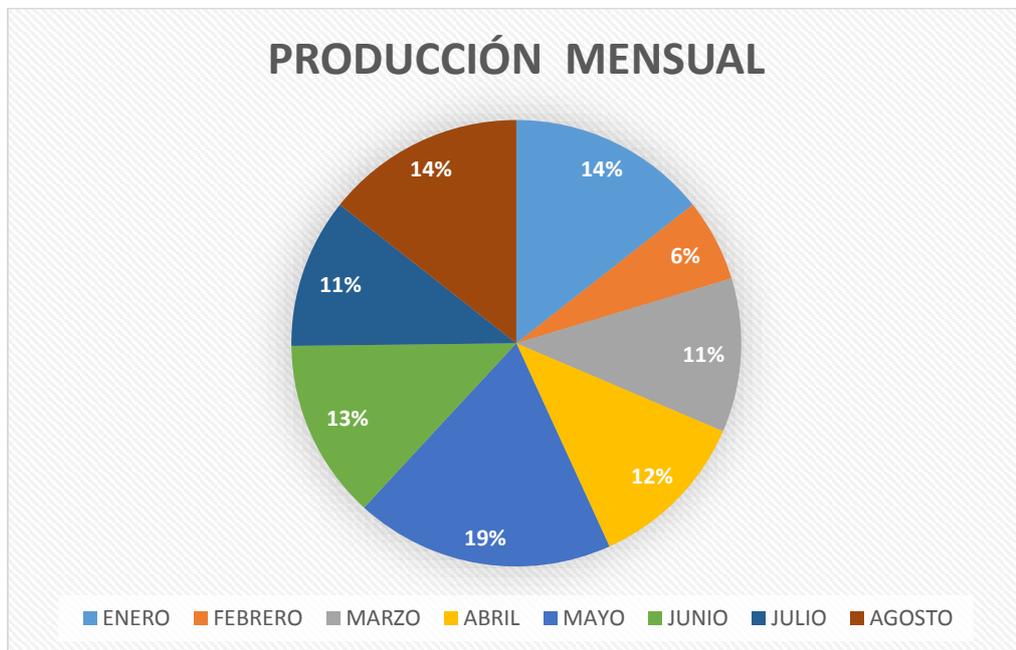


Figura 3. Gráfico de pastel de la producción mensual

Los defectos por mes de la producción mensual se detalla en la figura 4 que son muy variables en la empresa, por tal motivo se desarrolló un diagrama causa-efecto general donde se analiza todas las posibles causas que están generado fallas en la tela (Anexo 4).

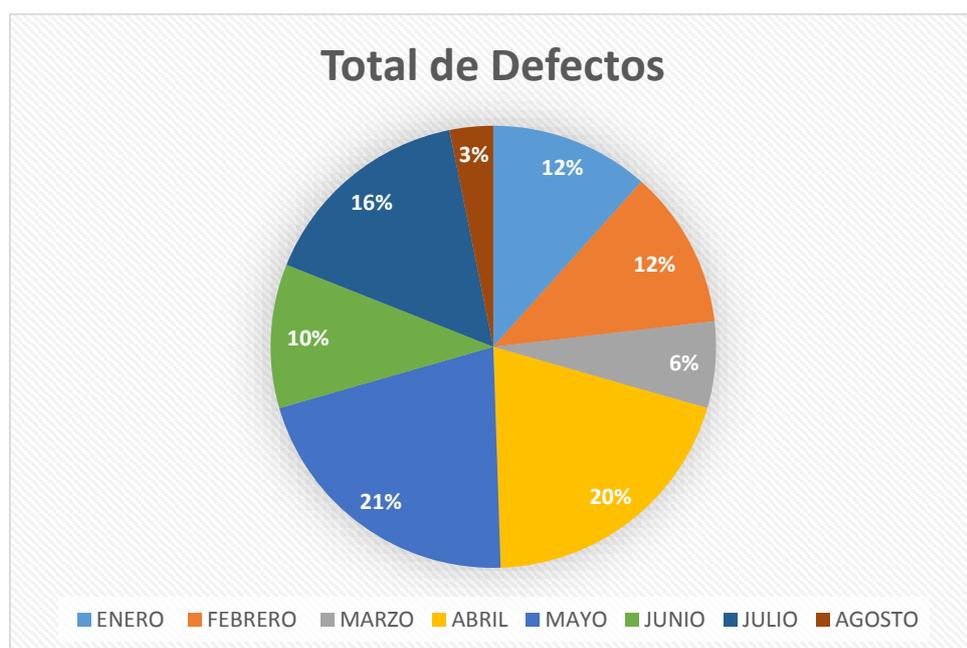


Figura 4. Gráfico de pastel de los defectos por mes

3.1.2 IDENTIFICACIÓN DE FALLAS

A continuación del diagnóstico de la situación actual y con todos los datos facilitados por la empresa, se realizó un diagrama causa – efecto, que se observa en la figura 5, donde analiza de manera general las causas que provocan pérdidas en la producción. Teniendo en cuenta que toda la producción para ser despachada debe cumplir con la ficha técnica expuesta en el (Anexo 5).

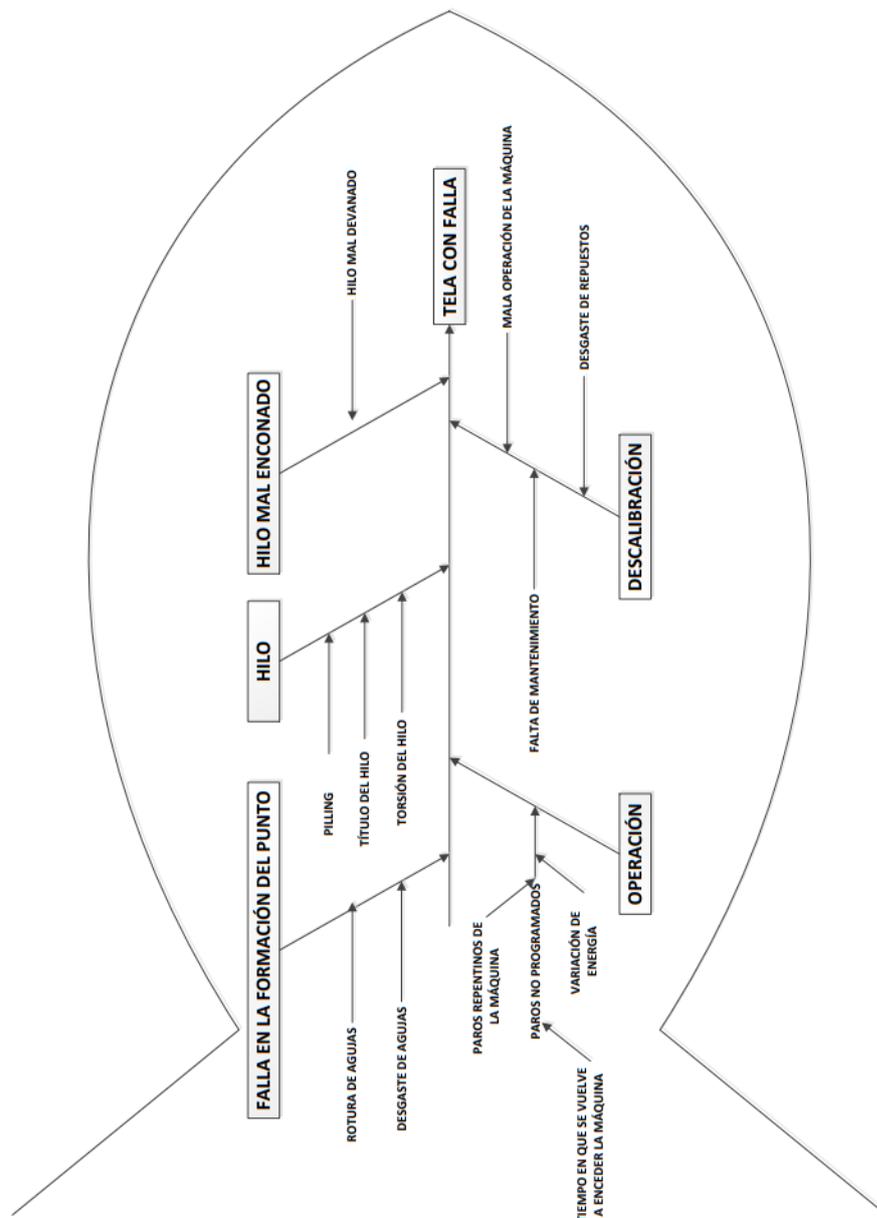


Figura 5. Diagrama de causa - efecto fallas en general

Por el diagrama de Pareto se observa en la figura 6 que el mayor problema en la producción esta generado por las fallas de hilo, lo cual provoca que el 43% sean solo de este tipo, generando en muchas ocasiones retraso en tintorería, debido a la mala absorción de los colorantes, además se concluye que el menor problema que tiene la empresa es con el hilo mal enconado, solo el 2% de fallas son generadas por dicho problema.

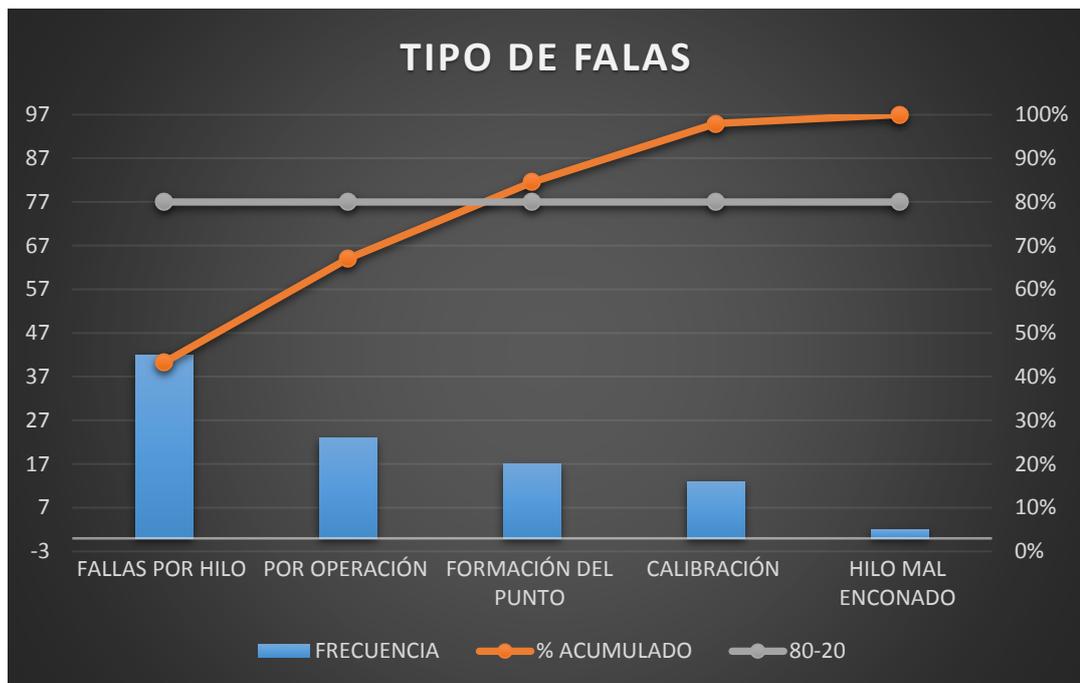


Figura 6. Diagrama de Pareto tipo de fallas

Por lo tanto, las fallas en la formación del punto se dan por dos motivos específicos:

- Rotura de agujas
- Desgaste de agujas

La descalibración se da a causa de varios factores como:

- Falta de mantenimiento
- Mala operación de la maquinaria
- Desgaste de repuestos (piñones, bandas, selectores)

Los paros no programados (por operación) se dan por varios motivos como:

- Variación de energía
- Paros repentinos de la máquina
- Tiempo en que vuelve a iniciar su funcionamiento la máquina

Las fallas por hilo, tienen varias causas para lo cual se desarrolló un diagrama de causa-efecto que se observa a continuación en la figura 7.

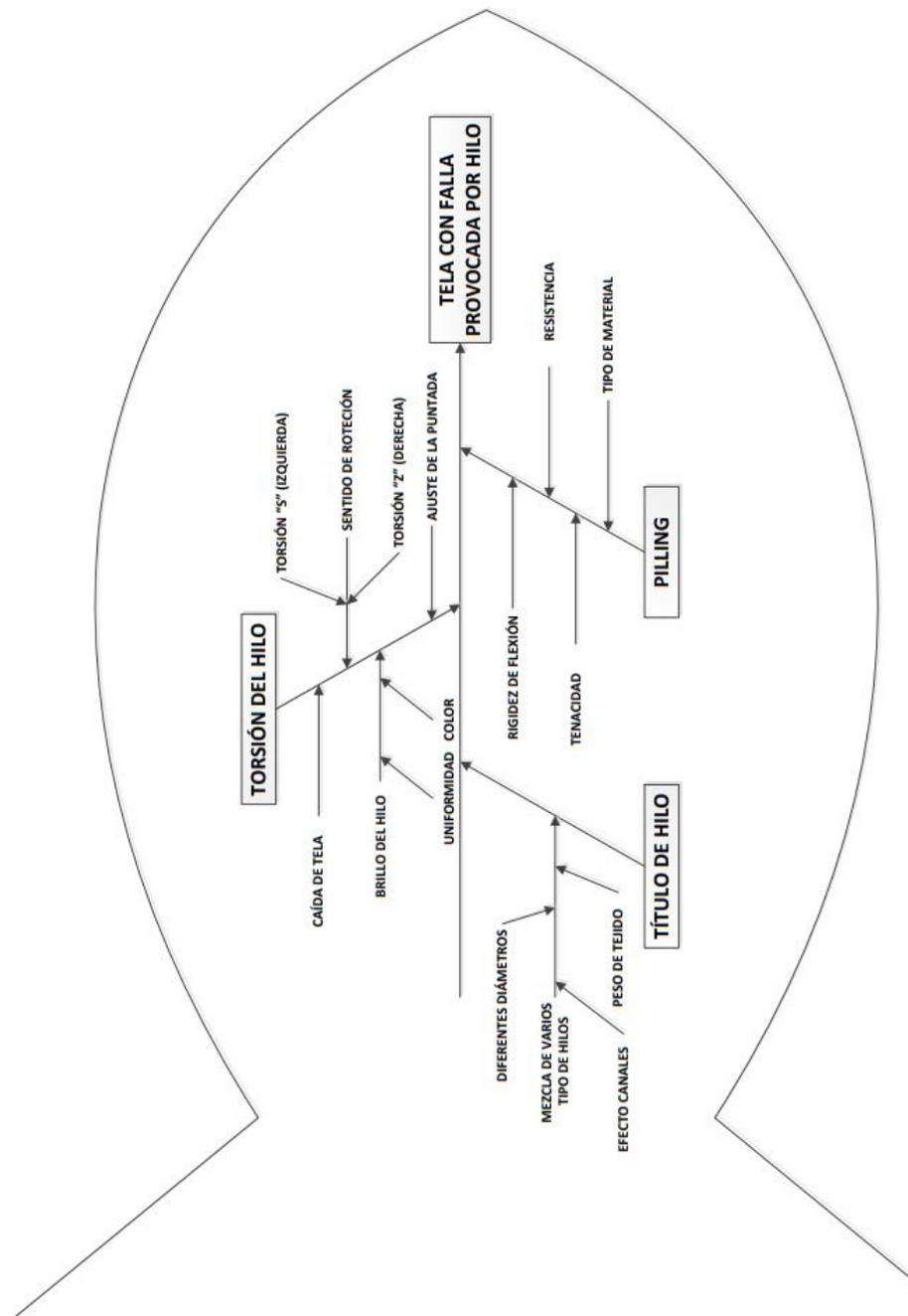


Figura 7. Diagrama causa-efecto fallas por hilo

Según (Hollen, 1990) y cómo se puede observar en los reportes de la empresa muy pocas fallas son producidas por el hilo mal enconado el cual provoca que la materia prima se arranque de la fileta y esto provoque fallas en la tela.

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

3.2.1 DETERMINACIÓN DE CARTAS DE CONTROL

Para establecer las cartas de control por atributos se debe considerar todas las características de calidad que se deben clasificar en forma binaria.

3.2.2 CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

Las cartas de control sirven para analizar el comportamiento de los diferentes procesos los cuales mediante métodos estadísticos se puede prevenir o revertir fallos en las diferentes industrias, cualquier característica que se clasifique en forma binaria: “cumple o no cumple”, “funciona o no funciona”, “pasa o no pasa”, son utilizadas para las cartas de control por atributos.

La gráfica np para el número de defectos, observada en la figura 8, está diseñada para determinar si los datos provienen de un proceso bajo un control estadístico. La gráfica de control se construye bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución binomial con una media igual a 2,96875. Ninguno de los 32 datos que se localizan en el (Anexo 6) se encuentra fuera de los límites de control.

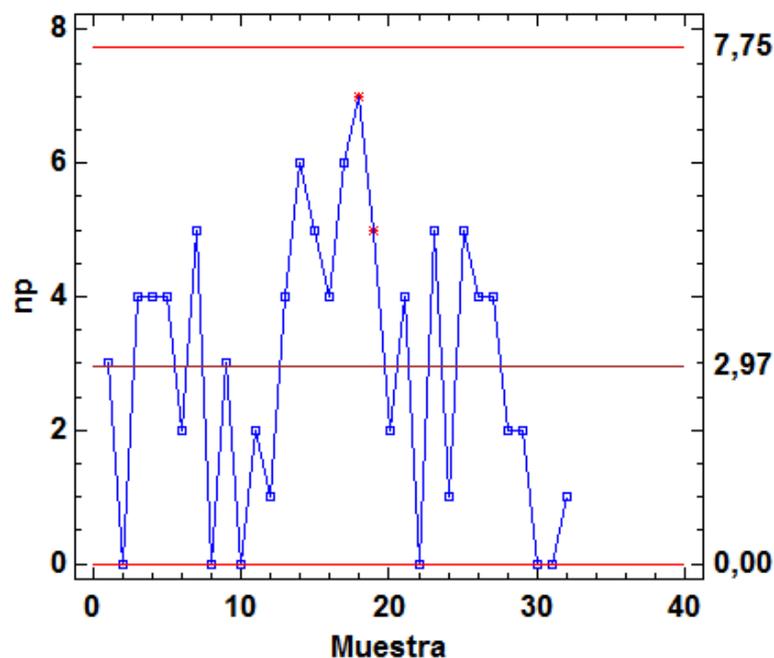


Figura 8. Gráfico np para defectos primera corrida

La gráfica c para defectos que se encuentra a continuación en la figura 9 está diseñada para establecer si los datos provienen de un proceso bajo control estadístico. La gráfica de control se construye bajo una distribución de Poisson con una media igual a 2,96875. Ninguno de los 32 datos que se encuentran en el (Anexo 6) está fuera de los límites de control.

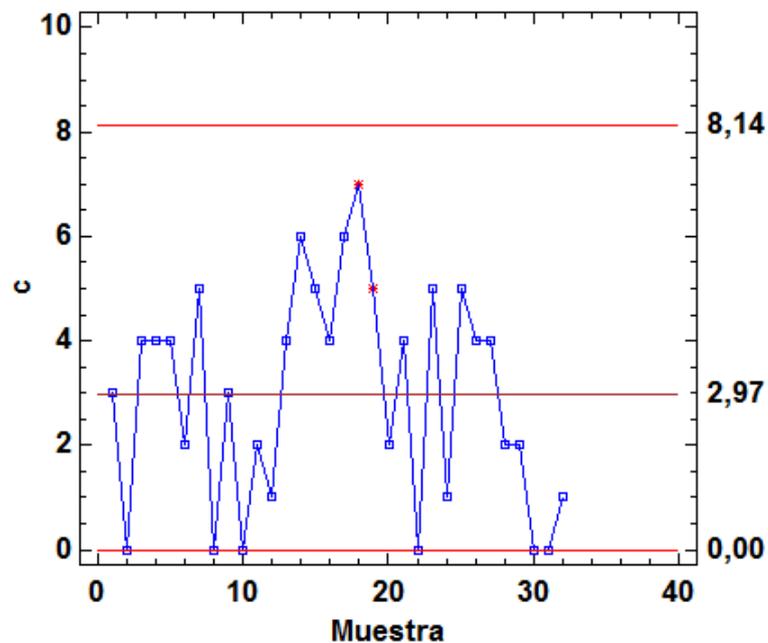


Figura 9. Gráfico c para defectos primera corrida

La grafica de control c para defectos ayuda a vigilar los procesos en los que se incurre una gran cantidad de errores, aunque su número sea relativamente pequeño, la distribución de probabilidad de Poisson constituye la base del grafico c. (Lejarza & Lejarza)

Por lo tanto, se concluye que la gráfica de control np y la gráfica c tiene una alta desviación típica muestral, debido a que posee muchos puntos en el mismo lado de la línea central además tiene un comportamiento desigual, revelando problemas existentes en la producción de telas de punto.

La gráfica np para defectos plasmada en la figura 10 está diseñada para determinar si los datos provienen de un proceso en un estado de control estadístico. La gráfica de control se construye bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución binomial. Ninguno de los 26 datos que se localizan en el (Anexo 7) se encuentra fuera de los límites de control.

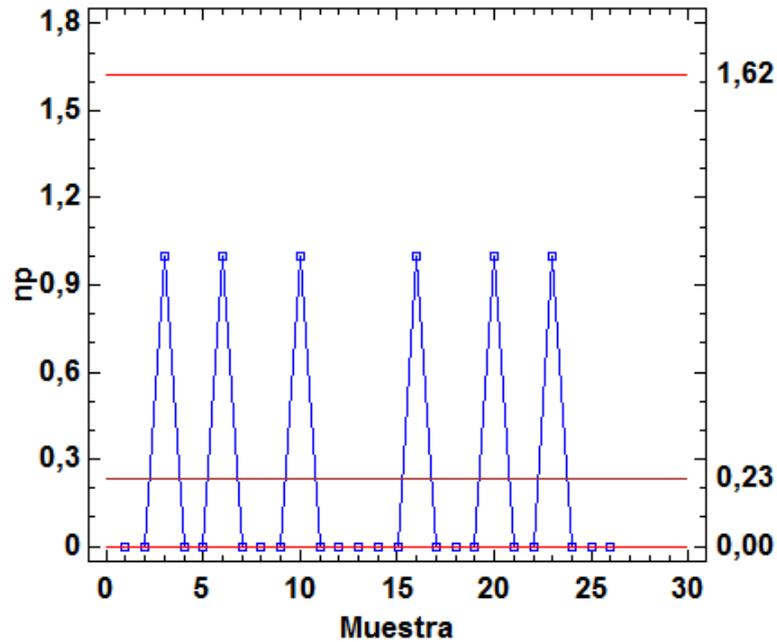


Figura 10. Gráfico np para defectos segunda corrida

La gráfica c para defectos, que se observa en la figura 11, está diseñada para determinar si los datos provienen de un proceso bajo control estadístico. La gráfica de control se construye bajo una distribución de Poisson con una media igual a 0,230769. Ninguno de los 26 datos que se encuentran en el (Anexo 7) está fuera de los límites de control. Se concluye que en este periodo de tiempo disminuyó los problemas menores, sin embargo, es necesario reducir los problemas existentes para disminuir el número de fallas.

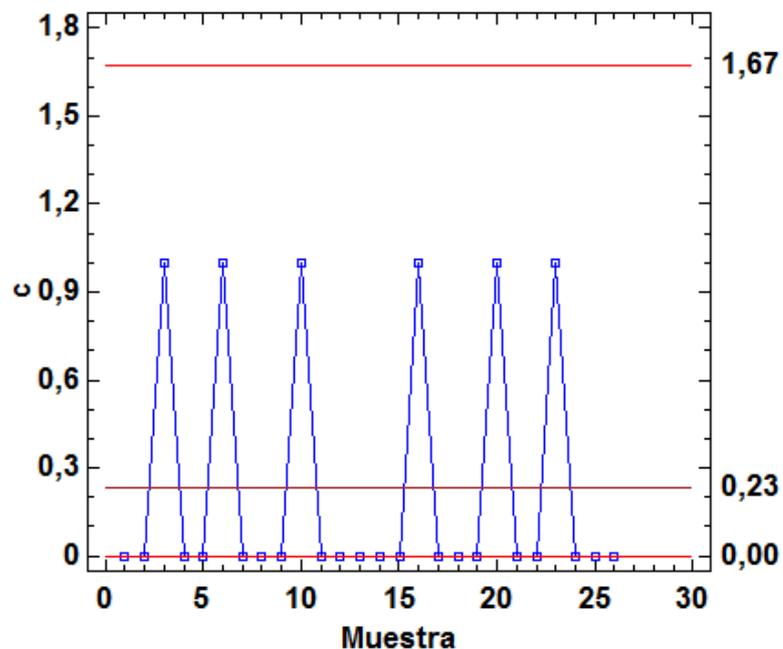


Figura 11. Gráfico c para defectos segunda corrida

Por lo tanto, para la comparación de los datos se tomó en cuenta dos periodos de tiempo mencionados anteriormente, se establece que existió una mejora considerable, debido a una menor dispersión en los puntos en la línea central arrojando un resultado favorable, obteniendo una mayor estabilidad en el proceso, en consecuencia, se estableció 8 horas para la producción, 6 días a la semana disminuyendo la variabilidad en la producción de la empresa.

3.2.3 CALCULAR EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO (Cp) Y EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO REAL (Cpk)

Los indicadores de capacidad de proceso evalúan si el proceso tiene capacidad para producir los resultados que sean conformes con las especificaciones de manera adecuada y para estimar la cantidad de productos no conformes que pueden esperarse en el proceso para el desarrollo se utiliza la ecuación 10 para determinar la capacidad de proceso.

$$C_p = \frac{\text{Límite de E.Superior} - \text{Límite de E.Inferior}}{6 \text{ veces la desviación estandar}} \quad [10]$$

(Newbold, Carlson, & Thorne, 2008)

El Cpk se utiliza para comprobar la calidad de un proceso, admitiendo algunos límites en las especificaciones como muestra la ecuación 11

$$C_{pk} = \left(\frac{\text{Límite de E.Superior} - \bar{X}}{3 \text{ veces la desviación estándar}} ; \frac{\bar{X} - \text{Límite de E.Inferior}}{3 \text{ veces la desviación estándar}} \right) \quad [11]$$

Primera corrida

La primera corrida se estableció en un periodo de tiempo de 8 meses para determinar las fallas existentes en el proceso, en el cual nos arroja que se encuentran fuera de las tolerancias adecuadas ya que deberían encontrarse ($1 \leq C_p \leq 1.33$; $C_{pk} \geq 1$)

$$C_p = \frac{8.14 - 0}{6(2.04)} = 0.67$$

$$C_{pk} = \frac{8.14 - 2.97}{3(2.04)} = 0.85$$

Segunda corrida

De igual manera la segunda corrida se estableció en un periodo de tiempo de 1 mes para determinar si existen mejorías en el proceso, como se observa en la resolución de las ecuaciones [10] y [11] es notable que hubo un cambio favorable ya que podemos afirmar que el $C_{pk} = 1.14$ se encuentra dentro de las tolerancias adecuadas.

$$Cp = \frac{1.67 - 0}{6(0.42)} = 0.67$$

$$Cpk = \frac{1.67 - 0.23}{3(0.42)} = 1.14$$

3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

3.3.1 PLAN DE ACCIÓN

El plan de acción asigna tareas, se definen los plazos de tiempo y calcula el uso de recursos, además se realizó un Amef con el fin de identificar los modos potenciales de falla dentro de un proceso y priorizarlos en base a su severidad, frecuencia de ocurrencia y probabilidad de detección cuando la falla se presenta (Anexo 8). (Beltrán & Munevar, 2010)

Tabla 1. Plan de Acción

					
PLAN DE ACCIÓN					
Máquina:	Mayer	Tipo de punto:	Interlock		
Galga:	28	N° de conos:	84		
PROBLEMA		OBJETIVO	RECURSOS	RESPONSABLE	INDICADOR
HILO	Pilling	Reducir las dimensiones del orificio de las filetas para reducir el pilling	Adquirir purgadores de cerámica cónicos para reducir el diámetro	Ing. Mario Espín	# de paralizaciones por pilling/ 6 días trabajado
	Título del hilo	Revisar la relación entre peso, longitud y regularidad del hilado		Ing. Mario Espín	Variación en el título
	Torsión del hilo	Determinar la torsión para que este dentro del rango adecuado		Ing. Mario Espín	Conteo de sobretorsión
FALLA EN LA FORMACION DEL PUNTO	Roturas de agujas	Reducir el uso de repuestos		Marcelo Carvajal	Cantidad de agujas cambiadas/ 6 días trabajados
	Desgaste de agujas			Marcelo Carvajal	
DESCALIBRACIÓN	Falta de mantenimiento	Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo		Ing. Mario Espín	Tiempo productivo/ tiempo planificado para la producción
	Mala operación de la maquinaria	Reducir paros por fallas humanas		Marcelo Carvajal	N° de paros por falla humana / 6 días laborados
	Desgaste de repuestos	Uso de repuestos por periodo	Mantener un stock de repuestos	Ing. Mario Espín	Costo de recambios por mantenimiento
HILO MAL ENCONADO		Reducir los kilos de hilo por mal devanado	Rebobinadora	Marcelo Carvajal	Kilos dañados/kilos producidos
OPERACIÓN	Paros no programadas por variación de energía	Reducir el tiempo de los paros no programados		Marcelo Carvajal	Tiempo productivo/ tiempo planificado para la producción
	Paros repentinos de las máquinas			Marcelo Carvajal	

3.3.2 SOCIALIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

Planteado el sistema de control estadístico de calidad en el área de tejeduría se procedió a capacitar sobre el mismo el cual se encuentra en el (Anexo 9), así como también la lista de chequeo que se encuentra en el (Anexo 10), tanto al ingeniero de producción como a los trabajadores que se encuentran en esta área con quienes se socializó temas esenciales para el correcto manejo del sistema. El cual se impartió el día 18 de diciembre de 2017.

3.4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

3.2.3 CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

La gráfica de control np, observadas en la figura 12, se construyen bajo una distribución binomial, con una media igual a 0,133333. Ninguno de los 15 datos que se encuentran en el (Anexo 11) está fuera de los límites de control. Se observa una disminución considerable en las fallas de la tela poliéster, se puede determinar que mientras el proceso tenga una estabilidad en la titularidad del hilo, torsión, pilling, el proceso no va a tener variación, como medida adicional se cambió de proveedor, dando un mayor aseguramiento a la calidad del hilo y a las especificaciones requeridas por la empresa.

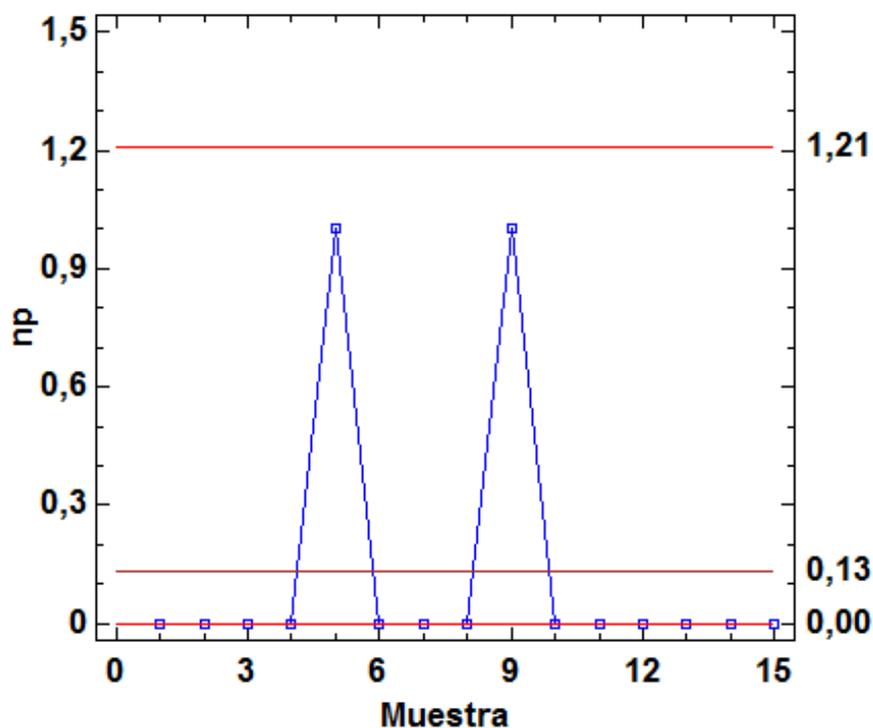


Figura 12. Gráfico np para defectos evaluación

La gráfica de control c, observadas en la figura 13, se construyen bajo una de Poisson, con una media igual a 0,133333. Se puede determinar que la cantidad de errores ha disminuido notablemente, ayudando a vigilar y mejorar el proceso.

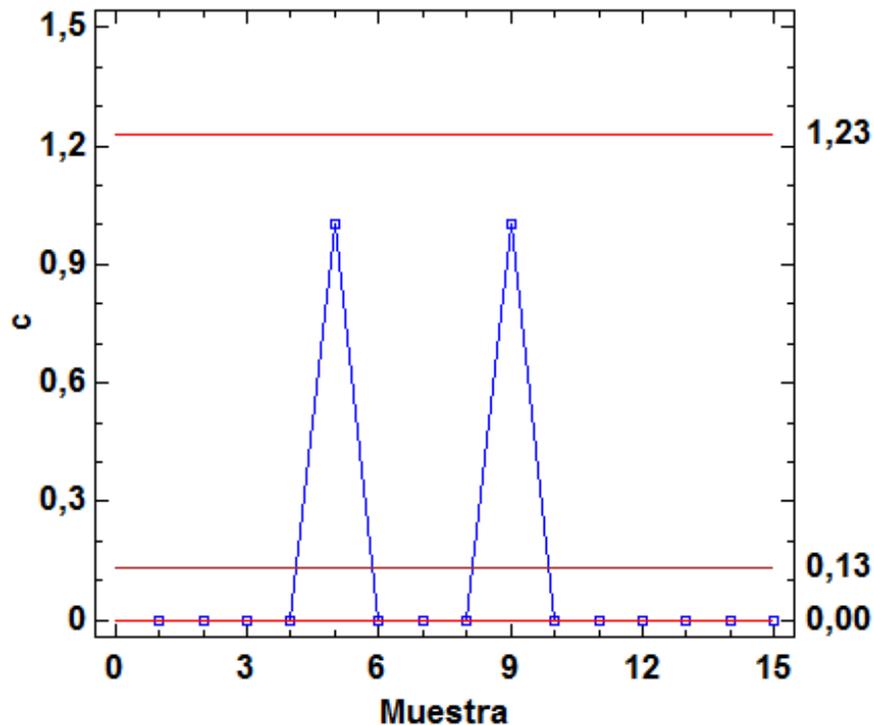


Figura 13. Gráfico c para defectos evaluación

3.3.3 CALCULAR EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO (Cp) Y EL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO REAL (Cpk)

Un control de proceso implica tener el proceso bajo control, y que la variación natural del mismo sea lo suficientemente pequeña como para obtener productos que cumplan estándares requeridos (Newbold, Carlson, & Thorne, 2008)

$$Cp = \frac{1.23 - 0}{6(0.33)} = 0.63$$

$$Cpk = \frac{1.23 - 0.13}{3(0.33)} = 1.11$$

3.3.4 DESARROLLO DE INDICADORES

Implementado el nuevo sistema estadístico en un periodo de 15 días laborables se desarrolló y evaluó los indicadores propuestos en el plan de acción, se comprueba que existe una disminución significativa en las paras alrededor del 68.86%, así como en el consumo de repuestos reduciendo el presupuesto en un 40% y en consecuencia se redujo el tiempo improductivo.

Tabla 2. Desarrollo de Indicadores

ROBLEMA		INDICADOR	Lunes 16 - Sábado 21 de octubre	Lunes 8 - Sábado 13 de enero
HILO	Pilling	# de paralizaciones por pilling/ 6 días trabajado	$\frac{32 \text{ paros}}{6 \text{ días}} = 5,33 \text{ paros/día}$	$\frac{10 \text{ paros}}{6 \text{ días}} = 1,66 \text{ paros/día}$
	Título del hilo	Variación en el título	Pruebas por petición a los nuevos proveedores	
	Torsión del hilo	Conteo de sobretorsión		
FALLA EN LA FORMACIÓN DEL PUNTO	Roturas de agujas	Cantidad de agujas cambiadas/ 6 días trabajados	$\frac{5 \text{ agujas}}{6 \text{ días}} = 0,83 \text{ agujas/día}$	$\frac{2 \text{ agujas}}{6 \text{ días}} = 0,33 \text{ agujas/día}$
	Desgaste de agujas			
DESCALIBRACIÓN	Falta de mantenimiento	Tiempo productivo/ tiempo planificado por producción	$\frac{520 \text{ minutos/día}}{570 \text{ minutos/día}} = 0,91$	$\frac{550 \text{ minutos/día}}{570 \text{ minutos/día}} = 0,965$
	Mala operación de la maquinaria	N° de paros por falla humana / 6 días laborados	$\frac{24 \text{ paros}}{6 \text{ días}} = 4 \text{ paros/día}$	$\frac{13 \text{ paros}}{6 \text{ días}} = 2,16 \text{ paros/día}$
	Desgaste de repuestos	Costo de recambios por mantenimiento	Agujas = \$1 * 5 unidades= \$5	Agujas = \$1 * 2 unidades= \$2
HILO MAL ENCONADO		Kilos dañados/kilos producidos	$\frac{20 \text{ kilos dañados}}{1000 \text{ kilos producidos}} = 0,02$	$\frac{11 \text{ kilos dañados}}{1000 \text{ kilos producidos}} = 0,011$
OPERACIÓN	Paros no programadas por variación de energía	Tiempo productivo/ tiempo planificado por producción	$\frac{510 \text{ minutos/día}}{570 \text{ minutos/día}} = 0,89$	$\frac{555 \text{ minutos/día}}{570 \text{ minutos/día}} = 0,97$
	Paros repentinos de las máquinas			

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico de la situación inicial de la empresa TEXTOPUNTO, en el área de tejeduría, se determinó que llevan un control manual de las fallas, sin embargo, no le dan el uso necesario ni la importancia para reducir el número de fallas, lo cual está generando pérdidas económicas.
- A pesar de que la línea de producción es nueva se determinó que la mayoría de fallas son por hilo, aunque es una variable que no se puede controlar, pero si podemos realizar acciones para que este no entre a producción y no genere inconvenientes.
- La información recopilada durante el análisis, se aprovechó para diseñar un sistema de control estadístico de calidad dentro del área de tejeduría, realizado el proceso, así como la implantación y evaluación del sistema y además se pudo definir puntos de control para evitar la pérdida de tela por fallas.
- La implementación y socialización permitió estabilizar el proceso para tener un mejor desempeño en el área de tejeduría y no atrasar el proceso de tintorería.
- Es innegable que un sistema de control estadístico de calidad, permite mejorar los procesos, optimiza tiempos de respuesta, reduce el consumo de repuestos, permitiendo la toma de decisiones acertadas para evitar o corregir cualquier inconveniente que se presente.

4.2 RECOMENDACIONES

- Continuar con el control estadístico implementado, a fin de mejorar el proceso productivo, y disminuir paulatinamente el producto con fallas, para no retrasar todo el proceso de fabricación de telas de punto.
- Se recomienda utilizar las herramientas presentadas en este proyecto, además implementar tecnología actualizada en todas las áreas de producción, ya sea para el desarrollo del producto y/o para los datos históricos de todo lo que sucede en la planta.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación de Industrias Textiles del Ecuador* . (28 de Abril de 2015). Obtenido de <http://www.aite.com.ec/boletines/2015/importaciones.pdf>
- Beltrán , J., & Munevar, J. (2010). *Guía para la aplicación de la metodología AMEF para la gestión y administración del riesgo*. Cundinamarca: Soacha.
- Calán, P. (10 de Febrero de 2016). Diseño de un sistema de control estadístico de calidad para la producción en los tejidos raschel en la empresa Delltex Industrial S.A.
- Carro, R., & González, D. (2012). *Administración de operaciones*. Administración de operaciones. Mar de Plata : Universidad Nacional de Mar de Plata. Obtenido de Control estadístico de procesos SPC.
- Gutiérrez, H., & De la Vara , R. (2013). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México: Mcgraw-Hill Interamericana.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Administración de Operaciones* . México: Pearson.
- Hernández, O., & Porras, R. (16 de agosto de 2010). Obtenido de <https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/CAPITULO+1>
- Hollen, N. (1990). *Introducción a los textiles*.
- INEN. (01 de 2014). TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA FIABILIDAD DE SISTEMAS PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE LOS MODOS DE FALLO Y DE. *NTE INEN-IEC 60812*.
- Lejarza, J., & Lejarza , I. (s.f.). *MODELOS DE PROBABILIDAD*.
- Levin, Rubin, Balderas, Del Valle, & Gómez. (2004). *Estadística para Administración y Economía*. México : Pearson.
- Kiyohiro, I., Pailamilla, L., & Allende, P. (2015). 7 Herramientas para el Control de Calidad. *Universidad Santiago de Chile*.
- Montgomery, D. (2017). *Control estadístico de la Calidad*. México: Limusa.

Newbold, P., Carlson, W., & Thorne, B. (2008). *Estadística para Administración y Economía*. México : Pearson.

Walpode, Myers, & Myers. (2012). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. México: Pearson.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Importaciones por tipo de Producto

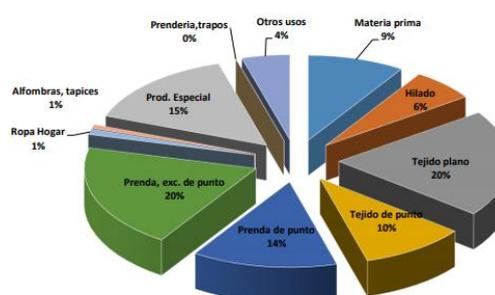


IMPORTACIONES POR TIPO DE PRODUCTO



IMPORTACIONES 2015 POR TIPO DE PRODUCTO			
TIPO DE PRODUCTO	TON	FOB M\$	CIF M\$
Materia prima	35.288,860	64.898,000	68.264,756
Hilado	17.443,201	43.426,039	45.465,203
Tejido plano	30.894,430	144.174,677	148.536,524
Tejido de punto	14.414,855	70.773,065	72.877,478
Prenda de punto	3.678,846	97.143,363	100.370,991
Prenda, exc. de punto	5.576,076	139.521,941	144.556,374
Ropa Hogar	909,351	7.155,159	7.410,607
Alfombras, tapices	1.296,317	4.940,170	5.261,634
Prod. Especial	20.783,986	105.451,023	110.544,243
Prendería, trapos	34,073	21,952	28,537
Otros usos	7.055,598	32.087,397	33.373,038
Total general	137.375,595	709.592,786	736.689,384

Importaciones de Bienes Textiles por Tipo de Producto
Valores FOB



FUENTE: Banco Central del Ecuador
ELABORACIÓN: Departamento Técnico AITE
ISC/6-06-2017

Anexo 2. Máquina circular Mayer



Anexo 3. Producción mensual

	N° DE PIEZAS	PRODUCCIÓN MENSUAL
ENERO	94	14%
FEBRERO	39	6%
MARZO	72	11%
ABRIL	76	12%
MAYO	121	19%
JUNIO	84	13%
JULIO	72	11%
AGOSTO	93	14%

Anexo 4. Fallas mensuales

	FALLAS POR HILO	FORMACIÓN DEL PUNTO	POR OPERACIÓN	CALIBRACIÓN	HILO MAL ENCONADO	FALLAS MENSUALES
ENERO 2017	3	3	4	1	0	11
FEBRERO 2017	4	2	3	2	0	11
MARZO 2017	6	0	0	0	0	6
ABRIL 2017	7	3	6	3	0	19
MAYO 2017	11	5	2	2	1	20
JUNIO 2017	4	2	0	4	0	10
JULIO 2017	7	2	6	0	0	15
AGOSTO 2017	0	0	2	1	1	3
OCTUBRE 2017	2	1	1	2	0	6
DICIEMBRE 2017 /ENERO 2018	2	0	0	0	0	2

Anexo 5. Ficha Técnica



Quito, 20 de Agosto de 2017

FICHA TÉCNICA

TELA:	KIANA		
TEJIDO:	INTERLOCK		TOLERANCIA
COMPOSICIÓN	POLIESTER	100%	
PESO:	g/m ² : (colores claros)	337	+/- 0.5%
	g/m ² : (colores oscuros)	331	
ANCHO:	cm: (colores claros)	160	No tiene variación
RENDIMIENTO	m/kg (colores claros)	5.40	
	m/Kg (colores oscuros)	5.30	
ENCOGIMIENTO:	LARGO:	0.5%	máx
	ANCHO:	0.5%	máx

Responsable:



Ing. Mario Espín
Gerente General

Dir.: Urb. Uraba 2da. Etapa Calle M Casa 229
E-mail: texpunto001@hotmail.com
QUITO - ECUADOR

Telf.: 02 2474-628
02 2477 480
Cel.: 0987 010 084

Anexo 6. Fallas semanales primer periodo

SEMANAL			
	SUBGRUPO	TAMAÑO MUESTRA	DEFECTOS
ENERO 2017	1	27	3
	2	22	0
	3	25	4
	4	20	4
FEBRERO 2017	5	15	4
	6	4	2
	7	14	5
MARZO 2017	8	6	0
	9	18	3
	10	18	0
	11	17	2
ABRIL 2017	12	19	1
	13	20	4
	14	18	6
	15	19	5
MAYO 2017	16	19	4
	17	30	6
	18	31	7
	19	38	5
JUNIO 2017	20	22	2
	21	21	4
	22	23	0
	23	21	5
JULIO 2017	24	19	1
	25	18	5
	26	15	4
	27	17	4
AGOSTO 2017	28	22	2
	29	24	2
	30	27	0
	31	20	0
	32	22	1

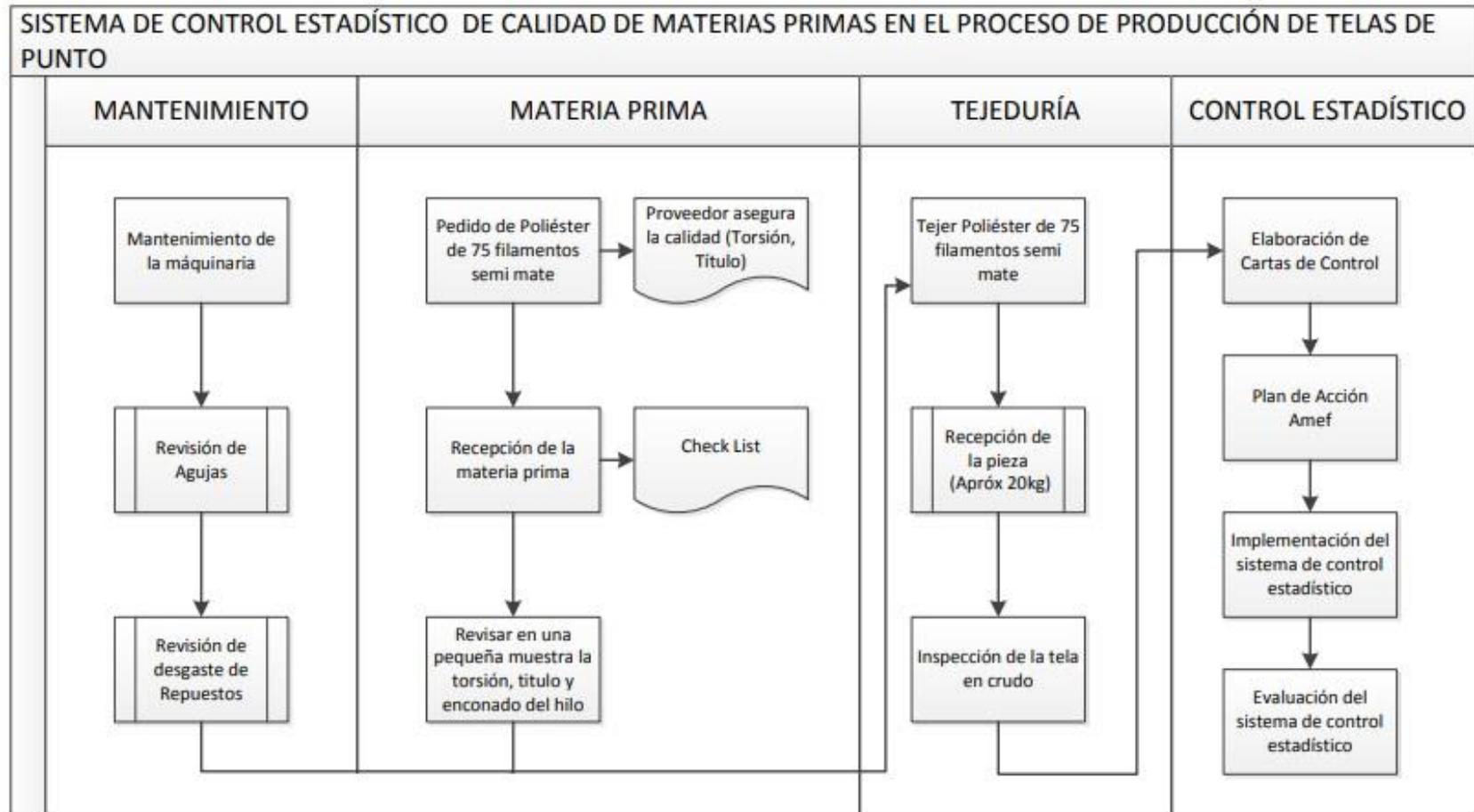
Anexo 7. Fallas diarias segundo periodo

	DIARIO		
	SUBGRUPO	TAMAÑO MUESTRA	DEFECTOS
OCTUBRE 2017	1	4	0
	2	3	0
	3	3	1
	4	4	0
	5	3	0
	6	4	1
	7	2	0
	8	4	0
	9	4	0
	10	4	1
	11	3	0
	12	3	0
	13	4	0
	14	4	0
	15	3	0
	16	2	1
	17	3	0
	18	3	0
	19	4	0
	20	4	1
	21	4	0
	22	3	0
	23	3	1
	24	4	0
	25	4	0
	26	4	0

Anexo 8. Amef de Tejeduría

AMEF													
Máquina:		Mayer				Tipo de punto:				Interlock			
Galga:		28				N° de conos:				84			
MODO DE FALLO		EFECTO	C. existentes				ACCIÓN	RESPONSABLE	ACCIONES TOMADAS	R. Acción			
			GRA	OCU	DET	NPR				GRA	OCU	DET	NPR
HILO	Pilling	Tela con pilling	5	6	8	240	Reducir las dimensiones del orificio de las filetas para reducir el pilling	Ing. Mario Espín	Adquirir purgadores de cerámica cónicos para reducir el diámetro	4	5	5	100
	Título del hilo	Mala absorción de colorantes	7	7	8	392	Revisar la relación entre peso, longitud y regularidad del hilado	Ing. Mario Espín	Revisar el diámetro del hilo en forma aleatoria	6	6	5	180
	Torsión del hilo	Caída del hilo	10	7	8	560	Revisar de forma aleatoria la torsión del hilo	Ing. Mario Espín	Revisar de forma visual la torsión del hilo	9	6	7	378
FALLA EN LA FORMACIÓN DEL PUNTO	Roturas de agujas	Fallas en la tela	8	7	10	560	Reducir el uso de repuestos	Marcelo Carvajal	Cambio de agujas rotas y lubricación en agujas desgastadas	7	6	7	294
	Desgaste de agujas		8	7	10	560		Marcelo Carvajal		7	6	7	294
DESCALIBRACIÓN	Falta de mantenimiento	Fallas en la tela	7	5	7	245	Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo	Ing. Mario Espín	Mantenimiento de la maquinaria	6	4	6	144
	Mala operación de la maquinaria		6	5	6	180	Reducir paros por fallas humanas	Marcelo Carvajal	Capacitación a los trabajadores	5	4	5	100
	Desgaste de repuestos		6	5	6	180	Uso de repuestos por periodo	Ing. Mario Espín	Mantener un stock de repuestos	5	4	5	100
HILO MAL ENCONADO			6	5	9	270	Reducir los kilos de hilo por mal devanado	Marcelo Carvajal	Rebobinar el hilo mal devanado	5	4	6	120
OPERACIÓN	Paros no programadas por variación de energía	Tiempo perdido	5	7	10	350	Reducir el tiempo de los paros no programados	Marcelo Carvajal	El trabajador debe permanecer en su puesto de trabajo	4	6	7	168
	Paros repentinos de las máquinas		5	8	10	400		Marcelo Carvajal		4	7	8	224
	Tiempo en que se vuelve a encender la máquina		5	7	10	350				4	6	8	192

Anexo 9. Sistema de Control Estadístico de calidad de materias primas en el proceso de producción de telas de punto



Anexo 10. Checklist

			
FECHA:		HORA:	
TIPO DE HILO			
TITULO DEL HILO:			
LOTE N°			
N° DE CAJAS			
RESPONSABLE:			
PROVEEDOR:			
	SI	NO	COMENTARIOS
CAJAS COMPLETAS (6 CONOS)			
CAJAS MOJADAS			
CAJAS DAÑADAS			
CAJAS SELLADAS			
HILO ENFUNDADO			
CONOS DAÑADOS			
HILO SUCIO			
HILO LASCADO			
OBSERVACIONES GENERALES:			

FIRMA: _____

Anexo 11. Fallas diarias por quince días para la evaluación

	15 DÍAS		
	SUBGRUPO	TAMAÑO MUESTRA	DEFECTOS
DICIEMBRE 2017- ENERO2018	1	4	0
	2	3	0
	3	3	0
	4	4	0
	5	3	1
	6	4	0
	7	3	0
	8	4	0
	9	4	1
	10	4	0
	11	4	0
	12	3	0
	13	4	0
	14	4	0
	15	3	0