



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE UNA EMPRESA
DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS DE IZAJE MEDIANTE LA APLICACIÓN
DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA.**

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el
título de
INGENIERA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL.

Profesor Guía:
Ing. Homero Vela

Autora:
ANDREA MICHELLE RUIZ LEÓN

Año

2011

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

.....

Ing. Homero Vela

CI: 1703888568

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autores vigentes.

.....
Michelle Ruiz
CI: 1719896449

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, por ser la luz

que guía mi camino.

A mis padres, por sus
consejos y sus palabras
de aliento.

Al Ingeniero Homero
Vela por brindarme sus
conocimientos y su
invaluable ayuda.

DEDICATORIA:

A mis padres, por su infinito amor, cariño, y comprensión.

Porque son mi fuente de inspiración y un ejemplo a seguir.

A Santy, Diego, Pao, y Jenny, con su apoyo incondicional y con su amor alientan cada momento de mi vida.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se ha realizado en una organización que se dedica a fabricar y comercializar elementos de izaje, tales como fajas de nylon y estrobos de cable de acero, los cuales son utilizados para el levantamiento de cargas.

El propósito del proyecto es aplicar una de las herramientas de mejoramiento de procesos: el Seis Sigma, el cual se enfoca en identificar causas que generen errores y no conformidades en los procesos y productos los cuales están generando un impacto negativo en la economía de la organización, en la productividad y la satisfacción del cliente.

Se ha realizado este proyecto en los procesos de fabricación de estrobos de cable y fajas de nylon ya que son los productos estrella y en los cuales la organización ha visto la necesidad de mejorarlos debido a la competitividad que existe actualmente.

Se escogió un producto de cada proceso de fabricación utilizando la matriz de priorización, con la cual se determinó que los productos representativos para ser analizados son: las fajas de nylon con ojal revirado y los estrobos de cable que se realizan con guardacables en los ojos.

En el proceso de fajas de nylon se determinó que la no conformidad que ha causado mayores devoluciones y quejas es la longitud entre puntos de apoyo de las eslingas. Para realizar el estudio del proceso se escogieron varias longitudes y anchos de las fajas más comunes que se fabrica, debido a que los productos que fabrica actualmente no son estandarizados.

Al evaluar las muestras obtenidas con respecto a las tolerancias aceptadas por el cliente se obtuvo una capacidad del proceso no satisfactoria, y el índice Cpk con valores negativos los cuales indican que el proceso se encuentra fuera de las especificaciones.

En el caso de los estrobos de cable se determinó que uno de los atributos más importantes para los clientes es el prensado del casquillo de los estrobos de

cable, ya que asegura el ojo de la eslinga y garantiza su resistencia. Al comparar con las tolerancias se obtuvo una capacidad del proceso menor a uno lo cual indica que el proceso no es capaz, y que existe mucha variabilidad.

Con las herramientas de análisis del seis sigma se identificaron las causas raíz que generan las no conformidades mencionadas anteriormente y se plantearon soluciones con el fin de disminuir el productono conforme.

Para validar estas soluciones se realizaron pruebas piloto en los dos procesos en estudio dando como resultado valores dentro de las especificaciones, y un aumento en la capacidad de los procesos.

Adicionalmente se realizó un análisis de costo-beneficioen cinco años, en el cual se determinóque la organización obtendrá un beneficio al implementar el proyecto, cuando se reduce los costos de la mala calidad como devoluciones, desperdicios, mantenimiento correctivo de la maquinaria, entre otros.

ABSTRACT

This paper was written using information from a company that sells lifting devices such as nylon and wire rope slings, which are used to lift heavy and/or delicate materials.

The main purpose of the project is to apply a continuous improvement process called Six Sigma. This method seeks to identify the causes and errors within company's processes and products. Furthermore, the project is designed to identify the causes of negative impact on the economy, productivity and consumer relationships with the corporation.

As a result of the high competition that exists in the market, this scheme is based on the procedures of assembling and manufacturing wire rope and nylon slings since they are the star products of the organization.

First, one product for each operation has been chosen using a prioritization map, that determines the representative products that should be analyzed are: nylon slings with reversed eyes and wire rope slings with thimbles in both ends. Second, during the nylon slings process, it has been determined that the main reason for returns and complains on the products was the length. In order to complete the study, several samples were chosen with different lengths and widths of the most popular models. This was due to the fact that the manufacturing items were not standard.

Once the samples were evaluated, based on the tolerance accepted by the consumer, the results were not satisfying. Was a result the Cpk index produced negative numbers that indicated that the process was performing outside of specified limits.

Third, regarding the wire rope slings, it was determined that one of the most important values for the consumer is the pressed swaging sleeve because it assures the sling eye and guarantees its resilience. By comparing the tolerances the capacity of the method is shown to be less than one, which indicates that the process is not capable and there are several variability.

To conclude, the main problems that generate the inconformity in the products were located with the Six Sigma analysis. As a result, solutions were proposed to reduce the number of rejected products.

To validate these solutions, many pilot tests were made in two study processes. As a result, several values were obtained measuring inside the specifications and suggested an increase in the capacity of the operations.

Finally, a cost-benefit analysis was made for five years. Consequently, it was determined that if the company hopes to reduce the costs of poor quality, it will benefit by implement this project. These benefits include no returned products, no waste and non corrective maintenance for the machines, among many others.

ÍNDICE

1. Capítulo I Introducción	1
1.1 Introducción	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Alcance del proyecto de mejoramiento	4
1.5. Justificación	4
1.6. Metodología.....	5
2. Capítulo II Marco Teórico	7
2.1. Descripciones básicas sobre la metodología	
seis sigma.....	7
2.1.1. Introducción.....	7
2.1.2. ¿Que es el seis sigma?.....	7
2.1.3. Que es la variación.....	8
2.1.3.1. Causas Comunes.....	8
2.1.3.2. Causas Especiales.....	9
2.1.4. La métrica Seis Sigma	9
2.2.4.1. Capacidad del Proceso C.....	11
2.2.4.2. Índice Cpk.....	12
2.2.4.3. Unidades de medición de características	
fuera de las especificaciones.....	13
2.2. Fundamentos básicos del método DMAIC	14
2.2.1. Definir	14
2.2.1.1. Project charter.....	14
2.2.1.2. Matriz de priorización	15
2.2.1.3. Diagrama de Pareto	17
2.2.1.4. Diagrama Sipoc Macro.....	18

2.2.2. Medir	18
2.2.2.1. Diagrama Sipoc Detallado	19
2.2.2.2. Hojas de Verificación	20
2.2.2.3. Histogramas	20
2.2.2.4. Gráficas de control	21
2.2.3. Analizar	22
2.2.3.1. Técnica de las 5 Why	22
2.2.3.2. Diagrama de Ishikawa	22
2.2.3.3. Diagrama de Árbol.....	23
2.2.3.4. Diagrama de Dispersión	23
2.2.3.5. Análisis de Fallas Potenciales	23
2.2.4. Mejorar.....	24
2.2.4.1. Brainwriting y diagrama de Afinidades	24
2.2.4.2. Nube de conflicto.....	24
2.2.5. Controlar	25
2.3. Fundamentos del Sistema Lean de producción	25
2.3.1. Los Siente desperdicios mortales	26
2.3.2. Elementos Claves del Sistema Lean	27
2.3.2.1. Las 5s.....	27
2.3.2.1.1. Significado de las 5s	27
2.3.2.2. Calidad en la fuente.....	28
2.3.2.2.1. Estándares Claros.....	28
2.3.2.2.2. Poka Yoke.....	28
2.3.2.3.Trabajo en equipo.....	29
2.3.2.4. Control visual.....	29
2.3.2.5. Mejoramiento Continuo	29
2.4. Recolección de datos y técnicas de muestreo	30
2.5. Costos de la Calidad.....	32
2.6. Descripción de la empresa	33
2.6.1. Reseña Histórica	33
2.6.2. Misión	34
2.6.3. Visión	34

3.1.4.2. Proceso de fabricación de estrobos de cable	50
3.1.5. Criticas para la Satisfacción del cliente.....	51
3.1.5.1. Matriz CT del proceso de fabricación de fajas de nylon.....	52
3.1.5.2. Matriz CT del proceso de fabricación de estrobos de cable	58
3.1.6. Diagrama Sipoc macro.....	64
3.1.6.1. Diagrama Sipoc Proceso de Fajas de Nylon	64
3.1.6.2. Diagrama Sipoc Proceso de Estrobos de Cable de Acero.....	64
3.1.7. Project Charter	65
3.1.7.1. Project Charter del proceso de fabricación de fajas de nylon	65
3.1.7.2. Project Charter del proceso de fabricación de estrobos de cable	66
3.1.7.3. Cronograma del proyecto	67
3.2. Medir el Sistema	68
3.2.1. Levantamiento de Procesos	68
3.2.1.1. Descripción de los procesos de Fajas de Nylon.....	68
3.2.1.1.1. Descripción de las Equipos Utilizados en el proceso de fabricación de fajas de nylon.....	68
3.2.1.1.2. Lay-out del área de trabajo proceso de fabricación de Fajas de Nylon.....	69
3.2.1.1.3. Diagrama Sipoc Detallado del proceso de fajas de Nylon.....	70
3.2.1.2. Descripción del proceso de fabricación de estrobos de Cable.....	71
3.2.1.2.1. Descripción de los equipos utilizados en el proceso de fabricación de estrobos de cable	72
3.2.1.2.2. Lay-out del área de trabajo del proceso de fabricación de Estrobos de cables.....	72
3.2.1.2.3. Diagrama Sipoc detallado del proceso de fabricación de estrobos de cable de acero	73
3.2.2. Definir variables de medición.....	74
3.2.2.1. Proceso de fabricación de fajas de nylon.....	74

3.2.2.2. Proceso de fabricación de estrobos de cable.....	75
3.2.2.3. Técnica de muestreo.....	75
3.2.3. Validación de los equipos de Medición.....	76
3.2.3.1. Flexómetro.....	77
3.2.3.2. Calibrador.....	77
3.2.4. Tabulación de datos y representación gráfica de los datos.....	79
3.2.4.1. Proceso de fabricación de fajas de Nylon.....	79
3.2.4.1.1. Faja Nylon 2" x2mts.....	79
3.2.4.1.2. Faja Nylon 2" x6mts.....	80
3.2.4.1.3. Faja Nylon 3"x3 mts.....	81
3.2.4.1.4. Faja nylon 4" x4 mts.....	82
3.2.4.1.5. Faja Nylon 4" x 6mts.....	83
3.2.4.1.6. Faja Nylon 6"x6 mts.....	84
3.2.4.1.7. Boxplot.....	86
3.2.4.2. Proceso de fabricación de estrobos de cable.....	88
3.2.4.2.1. Casquillos de 3/8".....	88
3.2.4.2.2. Casquillos de 5/8".....	89
3.2.4.2.3. Casquillos de 7/8.....	89
3.2.5. Gráficos de Control Estadístico.....	90
3.2.5.1. Proceso de fabricación de fajas de nylon.....	90
3.2.5.2. Proceso de fabricación de estrobos de Cable.....	92
3.2.6. Estudio de la capacidad del proceso.....	93
3.2.6.1. Estudio de la capacidad del proceso de fajas de nylon.....	93
3.2.6.1.1. Faja nylon 2 pulgadas.....	94
3.2.6.1.2. Faja nylon 4 pulgadas.....	95
3.2.6.1.3. Faja nylon 6 pulgadas.....	96
3.2.6.2. Estudio de la capacidad para el proceso de estrobos de cable.....	96
3.2.6.2.1 Capacidad del proceso Casquillo 3/8.....	97
3.2.6.2.2. Capacidad del proceso Casquillos 5/8.....	98
3.2.6.2.3. Capacidad del proceso Casquillos 7/8.....	99
3.2.7 Análisis de Resultados.....	99

4. Capítulo IV Analizar	101
4.1. Identificación de causas potenciales.....	101
4.1.1. Diagrama de Árbol (Fajas de nylon)	102
4.1.2. Diagrama de árbol (Estrobos de Cable).....	103
4.2. Selección de las causas principales.....	104
4.2.1. Proceso de fabricación de fajas de nylon	104
4.2.1.1. Análisis de Fallas potenciales.....	104
4.2.2. Proceso de fabricación de estrobos de cable	108
4.2.2.1. Análisis de Fallas potenciales.....	108
4.2.2.2. Analisis Multi-Vari	111
4.3. Generar Soluciones Potenciales.....	113
4.3.1. Proceso de Faja de nylon	113
4.3.1.1 Matriz de Acciones preventivas en el proceso de fabricación de fajas de Nylon	113
4.3.1.2. Propuesta de método de almacenamiento de la cinta	113
4.3.1.3. Propuesta de Método de Medición	114
4.3.1.4. Establecer una carta de Control para el proceso.....	115
4.3.1.5. Especificaciones de Productos.....	116
4.3.2. Proceso de estrobos de cable	116
4.3.2.1 Matriz de Acciones preventivas	116
4.3.2.2. Cambiar posición del manómetro	117
4.3.2.3. Documentar instructivos de trabajo	117
4.3.2.4. Mantenimiento preventivo de la prensa	118
4.3.2.5. Mantenimiento Autónomo.....	118
4.3.2.6. Colocar una entenalla cerca de la prensa	119
4.4. Plan de Acción.....	120
4.4.1. Proceso de fabricación de fajas de nylon	120
4.4.2. Proceso de fabricación de estrobos de cable	121
4.5. Plan de Control	122
4.6. Pruebas Piloto	123
4.6.1. Pruebas piloto para el proceso de fajas de Nylon.....	124

4.6.2. Pruebas piloto para el proceso de estrobos de cable	125
5. Capítulo V Análisis Costo-Beneficio	127
5.1. Consideraciones y supuestos para elaborar el análisis costo–beneficio	127
5.2. Análisis costo-beneficio para el proceso de fajas de nylon.....	128
5.2.1. Calculo de la inversión inicial.....	129
5.2.2. Cálculo del flujo neto de efectivo	130
5.2.3. Cálculo del VAN.....	130
5.2.4. Cálculo del TIR	131
5.2.5 Tiempo de Recuperación de la inversión.....	132
5.2.6 Cálculo del costo-beneficio	133
5.3. Análisis costo-beneficio para el proceso de fabricación de estrobos de cable.....	134
5.3.1. Calculo de la inversión inicial.....	136
5.3.2. Cálculo del flujo neto de efectivo	136
5.3.3. Cálculo del VAN.....	137
5.3.4. Cálculo del TIR	137
5.3.5. Tiempo de Recuperación de la inversión.....	138
5.3.6. Cálculo del costo-beneficio	139
6. Capítulo VI Conclusiones y Recomendaciones	140
6.1 Conclusiones	140
6.2 Recomendaciones.....	141
Bibliografía	143
Anexos	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Valores del índice Cp y su interpretación	11
Tabla 2.2: Valores del Cpk y su interpretación.....	13
Tabla 2.3: Matriz de priorización de criterios.....	15
Tabla 2.4: Matriz de priorización de alternativas	16
Tabla 2.5: Matriz síntesis.	17
Tabla 2.6: Diagrama de Pareto	18
Tabla 3.1: Matriz de priorización (Fajas de nylon).....	45
Tabla 3.2 Matriz de priorización. (Estrobos de cable).	46
Tabla 3.3: Queja de clientes.(Fajas de Nylon)	49
Tabla 3.4: Quejas de clientes.(Estrobos de cable).	50
Tabla: 3.5: Puntuaciones matriz CTS.....	52
Tabla 3.6 Diagrama Sipoc (Fajas de Nylon).....	64
Tabla 3.7 Diagrama Sipoc (Estrobos de Cable)	64
Tabla 3.8: Project carácter.(Fajas de nylon)	65
Tabla 3.9: Project carácter.(Estrobos de Cable)	66
Tabla 3.10: Comparación de resultados medicion de cinta.....	85
Tabla 3.11: Comparación de resultados longitud de producto terminado	85
Tabla: 3.12: Limites de los casquillos después del prensado.....	97
Tabla 3.13: Resumen de resultados (Fajas de nylon)	99
Tabla 3.15 : Resumen de resultados (Casquillos prensados).....	100
Tabla 4.1 Índice de Severidad.....	104
Tabla 4.2 : Índice de Ocurrencia	105
Tabla 4.3: Análisis de fallas potenciales (fajas de nylon)	105
Tabla 4.4 Porcentaje de reducción vs ancho	107
Tabla 4.5: Análisis de fallas potenciales (estrobos de cable)	108
Tabla 4.6. Comparación de presión entre dos operarios.....	110
Tabla 4.7 Matriz de Acciones Preventivas (fajas de nylon).....	113
Tabla 4.8: Matriz de Acciones Preventivas (Estrobos de cable)	117
Tabla 4.9: Plan de Acción (Fajas de nylon).....	120

Tabla 4.10: Plan de Acción (Estrobos de cable)	121
Tabla 4.11: Plan de control	123
Tabla 5.1: Costo de las devoluciones.....	129
Tabla 5.2: Cálculo de la inversión inicial.	129
Tabla 5.3: Cálculo del flujo neto de efectivo.....	130
Tabla 5.4: Cálculo del VAN	131
Tabla 5.5: Calculo del VAN tasa del 40%.....	132
Tabla 5.6: Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión.	133
Tabla 5.7: Cálculo del costo-beneficio.....	134
Tabla 5.8: Costo de Devoluciones y desperdicio.	135
Tabla 5.9: Costos de Reparación de la prensa.	135
Tabla 5.10: Cálculo de la inversión inicial	136
Tabla 5.11: Cálculo del flujo neto de efectivo.....	136
Tabla 5.12: Cálculo del VAN	137
Tabla 5.13: Cálculo del VAN tasa del 40%.....	137
Tabla 5.14: Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión.	138
Tabla 5.15: Cálculo del costo-beneficio.....	139

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 : Métrica Seis Sigma	10
Gráfico 2.2: Métrica Seis Sigma	10
Gráfico 2.3: Capacidad del Proceso Seis Sigma.....	12
Gráfico 2.4: Diagrama de Pareto.....	18
Gráfico 2.5 : Figuras de diagramas de flujo.....	19
Gráfico 2.6: Formas comunes de histogramas.....	20
Gráfico 2.7: Organigrama.....	34
Gráfico 2.8: Croquis de la Planta.....	35
Gráfico 2.9: Croquis de las Oficinas	35
Gráfico 3.1 Diagrama de Pareto de quejas clientes. (Fajas de nylon).....	49
Gráfico 3.2. Diagrama de Pareto de quejas de clientes. (Estrobos de cable).	50
Gráfico 3.3. : Árbol CTS (Fajas de nylon).....	53
Gráfico 3.4. : Diagrama de Pareto CTS (Fajas de nylon).	54
Gráfico 3.5. : Árbol CTY (Fajas de nylon).....	55
Gráfico 3.6: Diagrama de Pareto CTY (Fajas de nylon)	56
Gráfico 3.7: Árbol CTX(Fajas de nylon).....	57
Gráfico 3.8: Diagrama de Pareto CTX (Fajas de nylon)	58
Gráfico 3.9: Diagrama de árbol CTS (Estrobos de cable)	59
Gráfico 3.10: Diagrama de Pareto CTS (Estrobos de cable).....	60
Gráfico 3.11: Diagrama de Árbol CTY (Estrobos de cable).....	61
Gráfico 3.12: Diagrama de pareto CTY (Estrobos de cable).....	62
Gráfico 3.13: Diagrama de Árbol CTX(Estrobos de cable).....	62
Gráfico: 3.14: Diagrama de pareto CTX (Estrobos de cable)	63
Gráfico 3.15: Cronograma de actividades del proyecto.....	67
Gráfico 3.16 : Lay-out del área de trabajo (Fajas de nylon)	69
Gráfico 3.17. Diagrama sipoc detallado(Fajas de Nylon)	70
Gráfico 3.18 : Lay-out del área de trabajo (Estrobos de cable)	72
Gráfico 3.19. Diagrama Sipoc detallado(Estrobos de Cable)	73
Gráfico 3.20.: Volumen de producción fajas de nylon	74

Gráfico 3.21: Isoplot de Flexometro	77
Gráfico 3.22: Isoplot de Calibrador.....	78
Gráfico 3.23.: Histogramas (Faja nylon 2"x2mts).....	79
Gráfico 3.24: Histogramas (Faja nylon 2"x6mts).....	80
Gráfico 3.25.: Histogramas (Faja nylon 3"x3mts).....	81
Gráfico 3.26.: Histogramas (Faja nylon 4"x4mts).....	82
Gráfico 3.27.: Histogramas (Faja nylon 4"x6mts).....	83
Gráfico 3.28.: Histogramas (Faja nylon 6"x6mts).....	84
Gráfico 3.29. :Boxplot longitud inicial fajas de 6 mts.....	86
Gráfico 3.30. :Boxplot longitud final fajas de 6 mts.....	87
Gráfico 3.31: Histograma del casquillo 3/8 después del prensado.....	88
Gráfico 3.32: Histograma del casquillo 5/8 después del prensado.....	89
Gráfico 3.33: Histograma del casquillo 7/8 después del prensado.....	89
Gráfico 3.34 Graficos de control (Faja 2" x 6mts).....	90
Gráfico 3.35 Graficos de control (Faja 4" x 6mts).....	91
Gráfico 3.36 Graficos de control (Faja 6" x 6mts).....	91
Gráfico 3.37 Grafico de control casquillo 3/8.....	92
Gráfico 3.38 Grafico de control casquillo 5/8.....	92
Gráfico 3.39 Grafico de control casquillo 7/8.....	93
Gráfico: 3.40: Capacidad del proceso (Faja 2" x 6mts).	94
Gráfico 3.41: Capacidad del Proceso (Faja 4"x6mts).	95
Gráfico 3.42: Capacidad del proceso (Faja 6"x6mts).	96
Gráfico 3.43 : Capacidad del proceso de prensado casquillo 3/8.....	97
Gráfico 3.44 : Capacidad del proceso de prensado casquillo 5/8.....	98
Gráfico 3.45 : Capacidad del proceso de prensado casquillo 7/8.....	99
Gráfico 4.1: Diagrama de Árbol de disminución de la longitud.....	102
Gráfico 4.2: Diagrama de árbol de variabilidad de los casquillos prensados.....	103
Gráfico 4.3: Diagrama de dispersión Ancho vs % de Reducción.....	107
Gráfico 4.4: Análisis Multi- Vari Casquillo 3/8.....	111
Gráfico 4.5 : Análisis Multi- Vari Casquillo 5/8.....	111
Gráfico 4.6: Análisis Multi- Vari Casquillo 7/8.....	112

Gráfico 4.7.: Capacidad del proceso Longitud inicial (Prueba piloto)	124
Gráfico 4.8: Capacidad del proceso Longitud final (Prueba piloto).....	125
Gráfico 4.9: Capacidad del proceso casquillo 5/8(Prueba piloto).....	126

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 2.1: Forma de utilización de las fajas de nylon.....	37
Foto 2.2: Faja Plana	38
Foto 2.3: Faja con ojo revirado.....	38
Foto 2.4: Faja con protección.....	39
Foto 2.5: Faja de cuerpo ancho.....	39
Foto 2.6: Faja de ojos pegados	39
Foto 2.7: Faja Redonda.....	39
Foto 2.8: Estrobos de cable de acero.....	40
Foto 2.9: Estrobos de Varios Ramales.....	41
Foto: 2.10: Terminal de presión.....	42
Foto 2.11: Terminal de vaciado	42
Foto 3.1: Ojo Flemish	71
Foto 4.1: Posición del manómetro.....	109
Foto 4.2: Estructura para el almacenamientode cinta nylon.....	114
Foto 4.3: Propuesta de método de medición.....	115

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 2.1: Índice Cp	11
Fórmula 2.2: Índice Cps y Cpi	13
Fórmula 3.1: Criterio de aceptación Isoplot	76
Fórmula 3.2: Isoplot Flexómetro	77
Fórmula 3.3: Isoplot Calibrador	78
Fórmula 5.1: Cálculo del TIR (Fajas de nylon)	132
Fórmula 5.2: Tiempo de recuperación del dinero (TRI)	132
Fórmula 5.4: Cálculo del TRI (Fajas de nylon)	133
Fórmula 5.5: Cálculo del TIR (Estrobos de cable)	138
Fórmula 5.6: Cálculo del TRI (Estrobos de cable)	138

Capítulo I Introducción

1.1. Introducción

Actualmente las organizaciones están cambiando su enfoque tradicional centrado en las funciones por un enfoque basado en procesos. Esta nueva perspectiva permite tener una visión sistémica de todos los procesos y actividades dentro de la organización; y ayuda a la alta dirección a gestionar la empresa como un sistema interrelacionado de procesos, trabajadores y clientes.

“Todos los procesos deben ser capaces de satisfacer los pasos del ciclo de Deming (PHVA)”(D’ Ambrosio, 2008). Esto se refiere a que las actividades que se realicen en la transformación del producto deben ser agrupadas en procesos definidos, las cuales se deben planificar, para luego ser implementadas, así como realizar seguimientos y mediciones, con el fin de controlar el desempeño y verificar que se cumplan los objetivos planteados para cada proceso y que apoyan al logro de la visión y misión de la organización.

El último paso del ciclo PHVA es “actuar”, que se refiere a mejorar continuamente dichos procesos cuando se encuentran algunas no conformidades o una oportunidad de mejora. “El mejoramiento de un proceso, consiste en realizar cambios incrementales con el propósito de hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable.”.(D’ Ambrosio, 2008, p.27). Para cumplir con propósitos organizacionales como aumentar la satisfacción del cliente, o mejorar la rentabilidad del proceso. Es por esta razón que el mejoramiento continuo se ha convertido en una estrategia competitiva dentro de las organizaciones ya que tiene como objetivo disminuir los errores y defectos en los procesos y productos, desarrollando productos y servicios de calidad que aumenten la satisfacción del cliente, así como procesos eficientes y eficaces que permitan aumentar la productividad, y la rentabilidad de la organización.

El seis sigma es una de las herramientas que se utilizan para el mejoramiento de los procesos. Moura, (2009) señala que el seis sigma se utiliza para “reducir la variación de parámetros claves para la satisfacción de los clientes”, mejorando así el desempeño de los procesos, eliminando actividades que agregan menos valor, y costos de la mala calidad como inspecciones, desechos, reprocesos, tiempo de ciclo largo, entregas impuntuales entre otros.

Este proyecto se basará en la aplicación de la herramienta seis sigma en una empresa que fabrica estrobos de cables y fajas de nylon. Se escogió esta herramienta ya que se ha implementado en varias organizaciones en las que ha tenido mucho éxito, como en la empresa Aglomerados Cotopaxi, la cual con la implementación del seis sigma, la empresa aumento en US\$ 1.100.000 su lucro neto. (Qualiplus, 2010)

1.2. Antecedentes

Muchas de las empresas presentan en sus procesos, actividades que no generan valor para el cliente. Moura, en su artículo “la maldición de la realidad complaciente”, señala que se genera alrededor del noventa por ciento de desperdicio en la cadena de valor.

Este noventa por ciento de desperdicio se refiere a las acciones que se realizan en el transcurso del proceso las cuales no son necesarias para la transformación del producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

Es por esta razón que surge la necesidad de adoptar la filosofía del mejoramiento continuo, el cual es un proceso cuyo propósito es tener procesos más eficientes y eficaces. (La eficiencia es la relación entre los resultados obtenidos y la utilización de recursos y la eficacia es la capacidad para cumplir objetivos.) De esta manera ayuda a cumplir los objetivos empresariales, y aumentar la satisfacción tanto de los clientes internos, externos y accionistas, ya que la verdadera mejora es aquella que puede ser percibida en el

desempeño global de la empresa y que sea validada por el cliente. (Moura, 2010, s.f.)

En el proceso de Mejoramiento Continuo es muy importante establecer mecanismos para medir y controlar los procesos ya que se establece los parámetros iniciales los cuales permiten obtener un nivel de referencia para determinar la eficacia de las actividades de mejora que se irán realizando cuando se adopta esta metodología.

La organización no ha establecido estos controles en sus procesos, y a pesar que sus productos se han posicionado en el mercado, el índice de competitividad en la comercialización de elementos de izaje ha crecido considerablemente en los últimos años debido a la creación de varias empresas dedicadas a la importación de los mismos.

El tiempo de entrega de la competencia de estos productos tiende a ser más corto y las exigencias del mercado son cada vez más grandes en cuanto a precisión, dimensiones y formas más complejas, lo que obliga a la organización a tener una producción más flexible.

La organización ha visto la necesidad de medir el desempeño de sus procesos de fabricación, documentarlos y mejorarlos de tal manera que aumente la satisfacción de sus clientes, por esta razón ha permitido la realización de este proyecto, facilitando la investigación de fondo de sus procesos.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Reducir las no conformidades de los procesos de fabricación de estrobos de cable y fajas de nylon de una empresa dedicada a la fabricación de elementos de izaje, mediante la aplicación de la herramienta Seis Sigma, durante el tiempo establecido para realizar el presente trabajo de titulación.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los problemas que se presenten en los productos fabricados por la organización los cuales estén afectando a la satisfacción de los clientes.
- Identificar las causas que generan la variabilidad de los parámetros que se definan en cada proceso en estudio.
- Plantear soluciones enfocadas a eliminar y evitar que ocurran las causas que generan las no conformidades encontradas en los procesos de fabricación de fajas de nylon y estrobos de cable de acero.
- Elaborar un análisis costo-beneficio del proyecto de mejoramiento.

1.4. Alcance del proyecto de mejoramiento

Este proyecto estará enfocado en los procesos productivos de la organización, como el proceso de fabricación de fajas de nylon y el proceso de fabricación de estrobos de cable de acero. Se escogieron estos procesos debido a que son los productos estrella de la organización y en los cuales la organización desea hacer una mejora. Se realizará un levantamiento de los procesos anteriormente mencionados, se recolectará información en la planta de producción y se definirá las variables que se desean medir, las cuales estén enfocadas en aumentar la satisfacción del cliente. A través del desarrollo del tema, se irán descubriendo oportunidades de mejora en las cuales se planteará posibles soluciones. También se realizará un análisis costo-beneficio para medir la rentabilidad de este proyecto si la empresa decide implementarlo.

1.5. Justificación

El seis sigma es una de las herramientas utilizadas para mejorar procesos tanto manufactureros como de servicios. La aplicación de esta metodología nos permitirá realizar un estudio detallado de los procesos, determinar si existen actividades que agregan menor valor en los procesos, generación de

desperdicios, reprocesos, producto no conforme y oportunidades de mejora en los productos y procesos de tal manera que se planteen posibles soluciones para reducir la variabilidad de los parámetros medidos así como optimizar procesos. El uso de esta herramienta permitirá hacer una verificación de las características de los productos y plantear métodos para reducir los defectos y aumentar la productividad. El desarrollo de este proyecto ayudará a proponer una metodología para que los procesos o productos se encuentren dentro de los límites establecidos por el cliente, y de esta manera mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso, mejorar las características de los productos, aumentar los ingresos para la empresa y reducir los costos de producción por la disminución de fallas y errores de los productos.

1.6. Metodología:

Para el desarrollo de este proyecto se utilizara 2 tipos de metodología de la investigación: La investigación descriptiva y la investigación explicativa.

La investigación descriptiva también se la conoce como investigación estadística. Consiste en recolectar datos de una variable con el fin de interpretar la información proveniente de los mismos y analizar minuciosamente los resultados. En este proyecto se utilizara esta metodología de la investigación en la fase medir, donde se estudiara el parámetro variable del producto o el proceso que se considere importante.

La investigación explicativa: Consiste en determinar los orígenes de las causas de un determinado conjunto de fenómenos. El objetivo de esta investigación es conocer las causas de un fenómeno, situación o problema en estudio.

Adicionalmente existen tipos de investigaciones, las cuales se refieren a los recursos que se emplearan en el estudio.

En este proyecto se utilizara la investigación bibliográfica y la investigación de campo.

Investigación bibliográfica: es la investigación que se realiza en distintos tipos de documentos entre ellos, libros, manuales, internet, entre otros.

Investigación de campo: es la investigación que se realiza en el lugar donde ocurren el fenómeno en estudio. En este caso se refiere a la planta donde se harán las mediciones respectivas.

Capítulo II Marco Teórico

2.1 Descripciones básicas sobre la metodología seis sigma

2.1.1 Introducción

El Seis sigma es una de las herramientas que se utiliza en las organizaciones para controlar y mejorar los procesos empresariales. Se considera como una estrategia gerencial ya que permite enfocarse en todos los procesos, áreas y funciones que tienen gran influencia en la empresa y en la satisfacción de los clientes, proporcionando herramientas que ayuden a encontrar los problemas para mejorar el desempeño de los procesos dentro de la organización, mediante las cuales se pretende optimizar recursos, disminuir costos, reducir los tiempos de ciclo, y cumplir con las expectativas del cliente, entre otros.

El enfoque central del seis sigma es el cliente, ya que lo que se busca con el uso de esta herramienta es aumentar su satisfacción. Se determina los requisitos del cliente y se los establece como límites en los procesos. Mediante este concepto la organización busca direccionar los procesos y productos al cumplimiento de requisitos. Es fundamental evaluar constantemente al mercado para realizar las mejoras en base a las necesidades y expectativas de los compradores.

2.1.2 ¿Que es el seis sigma?

El seis sigma es una metodología que busca reducir la variabilidad de los parámetros variables de los procesos y se basa en la teoría de la eliminación de los defectos. “Un defecto es simplemente cualquier componente que no tiene cabida dentro de los límites de especificaciones de los clientes”. (Chase et al, n.f., p.310). Se refiere a que un defecto es una no conformidad con los requisitos. Cuando la variación de los procesos que conducen a estos defectos

se encuentra controlada se reduce la probabilidad de producir fuera de los límites especificados.

La metodología seis sigma se realiza de forma sistemática basada en los siguientes cinco pasos:

1. Definir el problema (*Define*)
2. Medir el sistema (*Measure*)
3. Analizar el sistema (*Analyze*)
4. Mejorar el sistema (*Improve*)
5. Controlar el sistema (*Control*)

Esta metodología de mejoramiento se la conoce como el ciclo DMAIC (por sus siglas en ingles), el cual se describirá detalladamente más adelante.

2.1.3 Que es la variación

La variación es la diferencia entre valores numéricos tomados de cada sistema en diferentes periodos. Es un fenómeno que ocurre en todos los aspectos, en empresas, productos, procesos, en la sociedad, entre otros. Estas variaciones pueden ser provocadas por dos tipos de causas, las causas comunes y las causas especiales.

2.1.3.1. Causas Comunes

Son causas que son inherentes a los procesos las cuales siempre están presentes y afectan a cada resultado.

Mediante estas causas Moura (2008) señala que “el proceso se vuelve previsible y los datos tienden a formar una distribución” (p.45) alrededor de los límites establecidos. Cuando se indaga en las causas comunes lo más probable es que se va a encontrar verdaderas oportunidades de mejora, y en muchos casos se necesitara reestructurar los procesos o implementar nuevas tecnologías, con el fin de lograr reducir la variación del proceso.

2.1.3.2. Causas Especiales

Las causas especiales o aleatorias son las causas ajenas al proceso que surgen en ocasiones. Estas causas alteran la distribución normal del proceso. En muchos casos puede que por este motivo los puntos de control se encuentren fuera de los límites establecidos. Debido a esto, es más fácil identificar las causas especiales, y es necesario solucionarlos de forma inmediata. La ventaja radica en que se puede solucionar de forma rápida y sencilla.

Existe una relación muy estrecha entre la calidad y la variabilidad de los productos. Deming afirma que todo proceso es variable y cuanto menor sea la variabilidad del mismo mayor será la calidad del producto resultante. La calidad de los productos radica en el mantener parámetros para todos los artículos producidos, ofreciendo al cliente la garantía de que utiliza productos de calidad.

Dos artículos producidos nunca serán iguales, siempre existirán una mínima variación, pero esta puede ser monitoreada, esto quiere decir que los productos siempre se fabricarán en los límites establecidos, evitando que se cometan errores, defectos o diferencias entre un producto y otro, y de esta manera mantener el proceso bajo control.

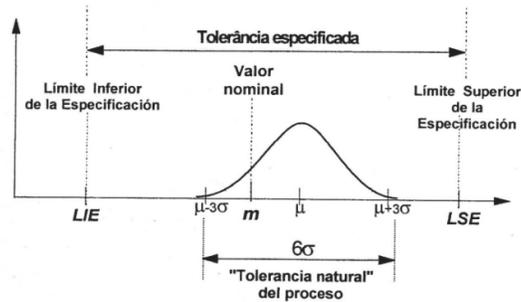
2.1.4 La métrica Seis Sigma

Las variables inherentes a los procesos idealmente siguen una distribución de forma de campana, conocida como la distribución normal. En donde la mayoría de datos obtenidos se agrupan alrededor de su valor promedio y se disminuyen hacia los extremos conforme se va alejando de la media.

Los límites de especificación el inferior como el superior de especificación se definen de acuerdo a los requerimientos de los clientes, y se encuentran a $\pm 3\sigma$ de la media. Esta medida es la tolerancia natural del proceso y se la conoce como el nivel sigma.

Moura (2009) define el nivel seis sigma de un proceso como “la distancia medida en unidades de desviación estándar entre la media que se supone centrada y los límites especificados”. (p. 28)

Gráfico 2.1: Métrica Seis Sigma

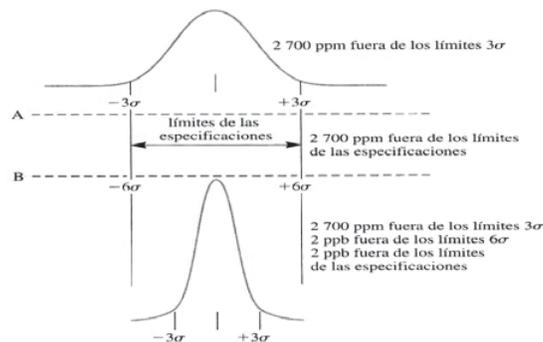


Fuente: Moura, 2009: p. 27

El objetivo principal en los proyectos de mejoramiento que utilizan la herramienta seis sigma consiste en que la variación natural del proceso sea menor que la variación tolerada.

Esto se refiere a que el proceso se mejore de tal forma que los límites de las especificaciones sean el doble de la variación natural $\pm 3\sigma$ del proceso, (Chase et al, n.f.) y alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón fuera de los límites de especificaciones.

Gráfico 2.2: Métrica Seis Sigma



Fuente: Chase et al, n.f, p. 309

Si se mantiene los límites de las especificaciones en la misma distancia y se mejora el proceso de manera que la variación sea mucho menor, la probabilidad de producir una unidad fuera de las especificaciones disminuirá. (Chase et al, n.f.). Mientras mayor sea el valor de sigma de un proceso, producto o servicio, su calidad es mejor.

2.1.4.1 Capacidad del Proceso Cp

La medida actual compara el desempeño del proceso con los límites de especificación del cliente se la conoce como la capacidad del proceso, esto se refiere a si el proceso es capaz de cumplir con especificaciones.

Para que un proceso sea considerado parcialmente capaz es necesario que la variación natural del proceso sea menor que la variación tolerada.

La capacidad del proceso se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 2.1: Índice Cp

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

Fuente: Moura, 2009: p. 28

En donde σ es la desviación estándar del proceso, LSE y LIE son los límites de especificación superior e inferior.

Lo ideal en los procesos es que el índice Cp sea mayor que uno, y en el caso que sea menor a uno quiere decir que el proceso no está cumpliendo con las especificaciones.

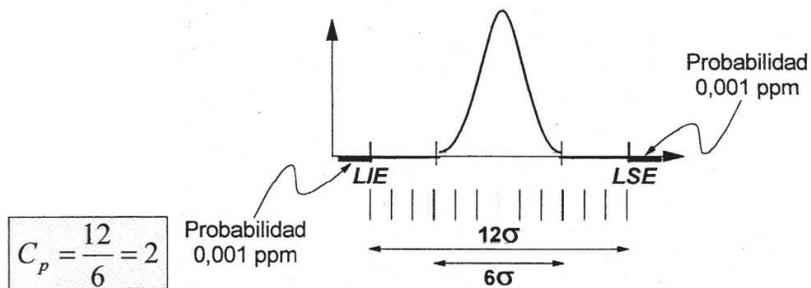
Tabla 2.1: Valores del índice Cp y su interpretación

Índice Cp	
Cp < 1	Variación natural mayor que la tolerancia
Cp = 1	Variación natural igual a la tolerancia
Cp > 1	Variación menor que la tolerancia

Fuente: Moura, 2009, p. 27

Cuando en una organización se ha alcanzado el desempeño seis sigma, el valor de la capacidad del proceso es igual a dos, lo cual se refiere a que la variación del proceso es la mitad de los límites de las especificaciones. (Chase et al, n.f: p. 309)

Gráfico2.3: Capacidad del Proceso Seis Sigma



Fuente: Moura, 2009, p. 27

En algunos proyectos de seis sigma no se puede lograr alcanzar el objetivo de 3.4 defectos por millón, con una capacidad de proceso igual a dos, sin embargo la práctica diaria de la filosofía del mejoramiento continuo ayuda a la organización a lograr este objetivo.

2.1.4.2 Índice Cpk

Es el índice Cpk permite determinar la variación tolerada para el proceso a un solo lado de la media. Se refiere a que la media del proceso se mueve con relación a la tolerancia y se puede acercarse tanto al límite superior como al límite inferior de especificación.

A diferencia del índice Cp, se toma en cuenta la media del proceso y se calcula la distancia de la misma con respecto a los límites de especificación. Para realizarlo se calcula la capacidad para la especificación superior como inferior de la siguiente manera:

Fórmula 2.2 Índice Cps y Cpi

$$Cps = \frac{LSE - \mu}{3\sigma} \qquad Cpi = \frac{\mu - LIE}{3\sigma}$$

Fuente: Moura, 2009, p. 30

El número más pequeño entre las capacidades para la especificación es el que determina el índice Cpk, el cual debe tener un valor mayor a 1.25 para que se considere el proceso adecuado.

El índice Cpk se considera el índice de capacidad real del proceso ya que toma en cuenta el centrado del proceso.

Para una mejor interpretación del valor del índice Cpk se detalla la tabla a continuación:

Tabla 2. 2: Valores del Cpk y su interpretación

Cpk < 1	Proceso incapaz
$1 \leq Cpk < 1,33$	Parcialmente capaz
$1,33 < Cpk \leq 2$	Proceso capaz
Cpk > 2	Extremadamente capaz

Fuente: Moura, 2009, p. 317

2.1.4.3. Unidades de medición de características fuera de las especificaciones

El seis sigma permite que se describan fácilmente el desempeño de un proceso en términos de su variabilidad y que se comparen diferentes procesos utilizando una métrica común. (Chase, et al, n.f., p.310)

Esta métrica común se puede expresar en base tres unidades a medición: (Moura, 2009, P.33)

- Ppm: partes por millón
- Dpm: defectos por millón
- Dpmo: Defectos por millón de oportunidades

En donde ppm = dpm = dpmo.

2.2 Fundamentos básicos del método DMAIC

El enfoque seis sigma utiliza muchas herramientas estadísticas que se utilizan en una manera ordenada y sistemática, en el ciclo conocido como DMAIC. En esencia es el mismo ciclo que el conocido PHVA , ciclo de Deming o ruta de la calidad.

De acuerdo con Moura (2009) el método DMAIC “promueve el uso integrado de varios métodos y herramientas en proyectos de mejoramiento cuyo propósito es reducir la variabilidad del desempeño de atributos relevantes para la satisfacción de los clientes”.(p. 120)

2.2.1 Definir

Es la etapa del proyecto en donde se define el alcance del proyecto. Lo más importante en esta fase es definir en qué línea de producto, o el proceso donde se van a aplicar las mejoras las cuales deben ser perceptibles para el cliente y rentables para la organización.

Lo que se logra al finalizar este paso del método DMAIC, es la definición del objetivo de mejoramiento ayudándole al equipo a obtener una ruta por donde se va a enfocar las demás herramientas del Seis sigma.

En esta fase se utiliza diversas herramientas como:

2.2.1.1 Project charter:

Es un esquema en donde se especifican las personas involucradas en el proyecto, el tema, alcance del proyecto, el objetivo de mejora, propósito, beneficio esperado y mediante el cual se formaliza el proyecto.

2.2.1.2 Matriz de priorización:

Es una matriz que se utiliza en el caso que se tengan varias alternativas para validar cual es la más significativa en base a criterios que son planteados por el equipo de mejoramiento.

Para realizar la matriz de priorización es necesario definir criterios mediante los cuales se evalúa las alternativas.

Para realizar la primera matriz se escribe los criterios en las filas y columnas con el fin de identificar el más importante. Se utilizan valores de acuerdo a su importancia:

- Muy importante : 9
- Importante : 7
- Igualmente importante : 5
- Menos importante: 3
- Mucho menos importante: 1

De esta manera se evalúa un criterio respecto a otro, a continuación se describe un ejemplo:

Tabla 2.3 Matriz de priorización criterios

	A	B	C	D	Suma	Porcentaje
Criterio A		5	7	5	17	28.33%
Criterio B	5		7	5	17	28.33%
Criterio C	3	3		5	11	18.33%
Criterio d	5	5	5		15	25.00%
				TOTAL	60	100.00%

Fuente :Moura, 2009

Elaborado por: Autora

Después se construye varias matrices en donde se evalúa las alternativas con respecto a los criterios planteados relacionando el grado de cumplimiento. Se asignan valores de acuerdo a su cumplimiento:

- Cumple mucho más: 9

- Cumple más: 7
- Cumple igualmente: 5
- Cumple menos: 3
- Cumple mucho menos : 1

Tabla 2.4: Matriz de priorización de alternativas

Criterio A	1	2	3	4	5	Suma	Procentaje
Alternativa 1		5	5	5	5	20	20.00%
Alternativa 2	5		5	5	5	20	20.00%
Alternativa 3	5	5		5	5	20	20.00%
Alternativa 4	5	5	5		5	20	20.00%
Alternativa 5	5	5	5	5		20	20.00%
					Total	100	100.00%
Criterio B	1	2	3	4	5	Suma	Procentaje
Alternativa 1		5	7	7	7	26	26.00%
Alternativa 2	5		7	7	7	26	26.00%
Alternativa 3	3	3		7	7	20	20.00%
Alternativa 4	3	3	3		5	14	14.00%
Alternativa 5	3	3	3	5		14	14.00%
					Total	100	100.00%
Criterio C	1	2	3	4	5	Suma	Procentaje
Alternativa 1		5	5	7	7	24	24.00%
Alternativa 2	5		5	7	7	24	24.00%
Alternativa 3	5	5		5	5	20	20.00%
Alternativa 4	3	3	5		5	16	16.00%
Alternativa 5	3	3	5	5		16	16.00%
					Total	100	100.00%
Criterio D	1	2	3	4	5	Suma	Procentaje
Alternativa 1		7	9	9	9	34	34.00%
Alternativa 2	3		5	7	7	22	22.00%
Alternativa 3	1	5		7	7	20	20.00%
Alternativa 4	1	3	3		5	12	12.00%
Alternativa 5	1	3	3	5		12	12.00%
					Total	100	100.00%

Fuente: Moura, 2009

Elaborado por: Autora

Para finalizar se construye la matriz síntesis, y “se calculan como la media ponderada entre los pesos de cada criterio y los grados de adecuación correspondientes.”(Moura, 2009, p. 176)

Tabla 2.5: Matriz síntesis.

CRITERIOS	A	B	C	D	
	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	PORCENTAJE
Alternativa 1	20.00%	26.00%	24.00%	34.00%	26.00%
Alternativa 2	20.00%	26.00%	24.00%	22.00%	23.00%
Alternativa 3	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%
Alternativa 4	20.00%	14.00%	16.00%	12.00%	15.50%
Alternativa 5	20.00%	14.00%	16.00%	12.00%	15.50%

Fuente: Moura, 2009

Elaborado por: Autora

De esta manera se prioriza una de las alternativas en base a los criterios planteados.

2.2.1.3 Diagrama de Pareto:

Es un diagrama el cual ayuda a priorizar alternativas y se utiliza cuando se tengan datos numéricos. Se utiliza para determinar las causas más frecuentes de los errores en los procesos de manera que se prioriza los factores de mayor impacto. “El concepto del principio de Pareto es que el 80% de los problemas provienen del 20% de las causas, alude a la regla 80/20.” (Windsor, 2007, p.23)

Moura,(2009) señala que es importante construir Paretos para varios tipos de categorías, secuenciales o encadenadas de manera que se tengan varios puntos de vista y se defina el problema a atacar.

- **Ejemplo de Aplicación de Diagrama de Pareto**

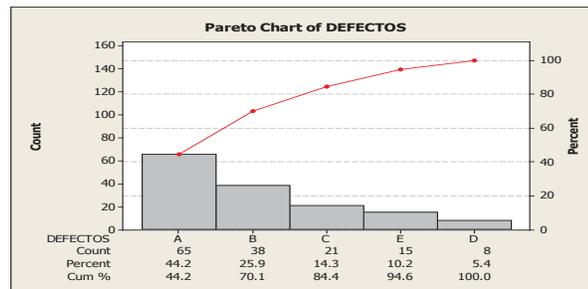
Para realizar el diagrama de Pareto suponemos que existen cinco defectos que pueden ocurrir en los artículos producidos con fallas, a continuación los datos obtenidos:

Tabla 2.6: Diagrama de Pareto

Defectos	Frecuencia	Acumulado	% Acumulado
A	65	65	44.22%
B	38	103	70.07%
C	21	124	84.35%
E	15	139	94.56%
D	8	147	100.00%

Elaborado por: Autora

Gráfico 2.4: Diagrama de Pareto



Elaborado por: Autora

Los datos se ordenan en forma descendente de izquierda a derecha, en base a su frecuencia de ocurrencia, la línea que se nota por encima del grafica representa la frecuencia acumulada, mediante la cual es evidente cuales son los tipos de defectos más frecuentes. Podemos observar que los dos primeros tipos de defectos se presentan en el 70.1% de los productos defectuosos.

2.2.1.4 Diagrama Sipoc Macro:

Es un diagrama general del proceso el cual ayuda a delimitar el proceso e identificar las entradas, salidas, proveedores y clientes de las etapas básicas del proceso.

2.2.2 Medir

En esta fase se realiza para medir el proceso que se determinó en la fase definir. Se define las variables que se desean medir y las técnicas de muestreo

que se van a utilizar con el fin de recolectar datos que garanticen información precisa del desempeño de los procesos, como también validar el sistema de medición que se va a utilizar. De esta manera se obtiene la línea base y se define la situación del proceso.

Se determina los límites de los procesos, y se estima la variación. Al final de esta fase se analiza la información obtenida y se revisa el objetivo de mejoramiento con el fin de verificar que se encuentre de acuerdo a lo planificado.

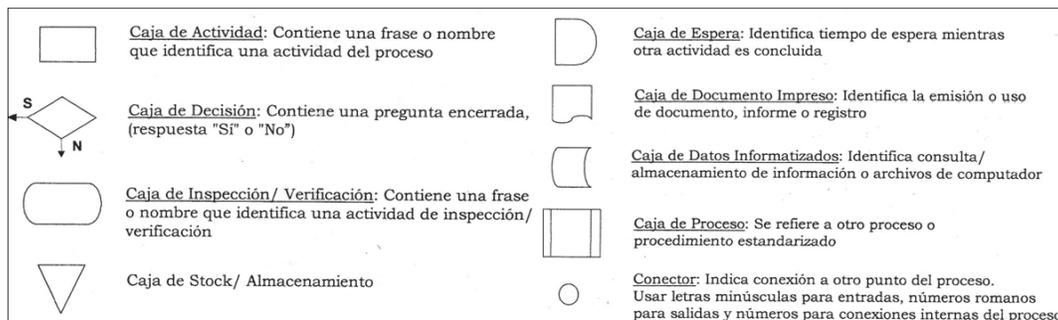
En esta fase se utiliza diversas herramientas como:

2.2.2.1. Diagrama Sipoc Detallado:

El primer paso de esta fase es el levantamiento de los procesos, para identificar la secuencia de pasos, las actividades, entradas y salidas, y conseguir un esquema detallado y una visión clara del todo el proceso. El objetivo principal del mapeo de los procesos es entender la interrelación de los pasos así como del flujo del proceso.

Para realizar los diagramas de flujo se utilizan diferentes figuras que representan actividades, a continuación se describe algunas de ellas:

Gráfico 2.5: Figuras de diagramas de flujo



Fuente: MOURA, 2009, p. 204 – 205

2.2.2.2. Hojas de Verificación

Son herramientas que se utilizan para recolectar los datos in situ. Las hojas de verificación nos ayudan a registrar y ordenar significativamente los datos obtenidos mediante un método sencillo y sistemático.

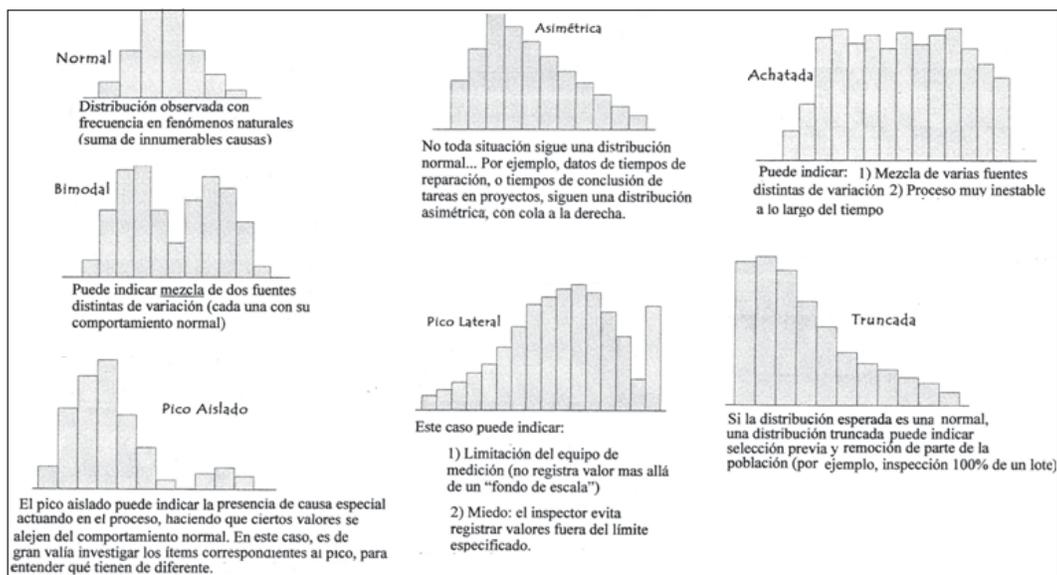
2.2.2.3. Histogramas

Es una herramienta que se utiliza para representar datos continuos en gráficos de barras ordenadas que muestra el número de veces que se repite cada uno.

El histograma permite visualizar tres informaciones importantes: (Moura, 2009, p. 232)

- Concentración de los valores
- Rango de los valores (dispersión)
- Forma de los datos. (indica la distribución de la variación de los datos.)

Gráfico 2.6: Formas comunes de histogramas y posibles causas



Fuente: Moura, 2009, p. 233- 235.

2.2.2.4. Gráficas de control

Es una herramienta estadística mediante la cual se determina el comportamiento de la variable del proceso en estudio y verificar si se mantiene en un nivel aceptable.

El gráfico de control contiene los siguientes elementos:

- La media: Representa el promedio deseado de la variable en estudio
- Límite Superior de especificación: Es el valor máximo permitido para la variable del proceso.
- Límite inferior de especificación: Es el valor mínimo permitido para la variable del proceso.

Existen diferentes tipos de Gráficos de Control los cuales se describe brevemente a continuación: (Moura, 2009)

- Gráficos X-R: Media y rango: Permiten controlar la posición de la media y la variabilidad de los parámetros variables del proceso simultáneamente y por separado. La dispersión se evalúa a través del rango.
- Gráficos C: Se utiliza para controlar el número de defectos.
- Gráficos U: Se utilizan para controlar el número de defectos por unidad.
- Gráficos p: Se utiliza para controlar la fracción de unidades defectuosas, se refiere al porcentaje de artículos con defectos. (discreto)
- Gráficos np: Se utiliza para controlar el número de unidades defectuosas, se usa cuando el tamaño de la muestra es siempre el mismo.

2.2.3 Analizar

Después de la información obtenida en la fase “medir” se analiza todos los datos para determinar las causas potenciales que inciden en la ocurrencia de los defectos. El equipo indaga realizando análisis de causa y efecto, confirma o descarta las hipótesis planteadas e identifica las fuentes de variación. De esta manera se determina las causas de variación de las mismas, creando así verdaderas oportunidades de mejora.

Algunas de las herramientas que se utilizan en esta fase del método DMAIC se describen a continuación:

2.2.3.1 Técnica de las 5 Why

Es una herramienta la cual consiste en preguntar cinco veces ¿Por qué?, con el fin de encontrar la causa raíz de un problema. La idea de usar esta técnica consiste en profundizar para identificar la causa real y evitar que se reaccionen antes los síntomas del problema. (Windsor, 2007)

2.2.3.2 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o también conocido como el diagrama de espina de pescado es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto causas potenciales de un efecto. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un efecto y las causas que influyen en ese resultado.

Existen tres tipos de diagramas de Ishikawa:

1. Análisis de dispersión: En este diagrama las causas potenciales son agrupadas en seis o cuatro categorías, las cuales se escogen si se adecuan al problema. . Estas categorías son las 6 M, (Maquinaria, Mano de obra, Medio Ambiente, Materiales, Metodología, Medición.)

2. Clasificación de procesos: A diferencia del anterior, las categorías se reemplazan por las etapas del proceso.
3. Enumeración de causas: en este diagrama se agrupan las ideas por categorías. Estas categorías representan las causas de los problemas.

2.2.3.3 Diagrama de Árbol

Es una herramienta muy parecida al diagrama de Ishikawa. Se utiliza para en la fase analizar para determinar las causas raíces de los problemas permitiendo visualizar la real complejidad involucrada en un tema y en la fase implementar se usa para encontrar medios y tareas del plan de acción. (Moura, 2009, p.345)

2.2.3.4 Diagrama de Dispersión

Este tipo de diagrama se utiliza para investigar la existencia de correlación entre dos variables. Un diagrama de dispersión puede sugerir varios tipos de correlaciones, las cuales se describen a continuación: (Verdoy et al, 2006, p.202)

- Correlación positiva (aumento): a medida que aumenta en valor X, aumenta proporcionalmente el valor Y.
- Correlación negativa (descenso): a medida que aumenta el valor de X disminuye en igual proporción el valor de Y.
- Correlación nula: (las variables no están relacionadas): Cuando los valores de las variables son independientes entre sí.

2.2.3.5 Análisis de Fallas Potenciales

El objetivo principal de esta herramienta es identificar de manera sistemática errores en el proceso. Para realizar este análisis se toma como base el diagrama Sipoc detallado, después de realizar los cambios propuestos.

2.2.4 Mejorar

Es esta fase se plantean soluciones potenciales para cada una de las causas que afectan a la variabilidad determinadas en la fase anterior. Para llevar a cabo este paso es importante determinar todos los medios que se pueden utilizar así como generar la mayor cantidad de soluciones para las fuentes de variación encontradas.

A continuación se describen algunas de las herramientas utilizadas en esta fase:

2.2.4.1 Brain writing y diagrama de Afinidades

El Brain writing es un método para generar ideas. Se lo conoce como el método “6-3-5” el cual significa “6 personas generan hasta 3 ideas a cada 5 minutos” (Moura, 2009, p.430)

Consiste en reunir un equipo de personas que mediante cinco minutos en silencio generen tres ideas, al finalizar el tiempo se pasa las ideas a la persona de al lado y se comienza el nuevo ciclo. Se realizan las rondas que sean necesarias hasta que cada participante reciba su idea inicial.

Para finalizar se realiza el diagrama de afinidades, el cual consiste en recoger todas las ideas y se agrupalas en ideas afines con el fin de analizarlas críticamente. (Moura, 2009).

2.2.4.2 Nube de conflicto

En esta fase del ciclo DMAIC se utiliza para generar ideas para estructurar el conflicto en análisis. Consiste en generar premisas del problema en estudio con el fin de crear ideas innovadoras para eliminar el conflicto en estudio.

2.2.5 Controlar

En esta fase se realiza seguimientos y controles a las acciones de mejoras que se han implementado después del proyecto de mejoramiento. Se evalúan los resultados obtenidos los cuales deben ser percibidos y validados por el cliente.

En este paso se estandarizan las mejoras, para lo cual se crean registros, se documentan procesos y mecanismos que permitan mantener las mismas. Se establecen las herramientas necesarias para asegurar que las variables se mantengan dentro de los niveles máximos de aceptación en el proceso modificado. (Chase et al, s.f.,p.311)

En esta fase se utilizan herramientas estadísticas para evaluar las acciones de mejora, así como técnicas para estandarizar los procesos como las herramientas del sistema Lean de producción.

2.3 Fundamentos del Sistema Lean de producción.

Como se mencionó anteriormente el sistema Lean de producción emplea ciertas herramientas las cuales son útiles para la estandarización de procesos. Esta herramienta puede ser muy beneficiosa después de la aplicación del seis sigma. Es por esa razón que se ha considerado importante dar una breve descripción de sus herramientas más importantes.

Otofujii, (2009), define a el sistema Lean de Producción como una “filosofía que reduce el tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del producto, a través de la eliminación de desperdicios en toda la cadena de actividades”.(p.10)

Un desperdicio es “cualquier cosa que no sea lo mínimo absolutamente necesario de equipos, materiales, espacio y esfuerzo, para crear valor para el cliente” (Otofujii, 2009,p.14), y también se lo conoce con el nombre de muda. Se refiere a todas las actividades que se encuentran en la cadena de valor y que no aportan valor para el cliente.Existen siete clases de desperdicios que son

los más comunes en los procesos y que muchas veces suelen pasar desapercibidos.

2.3.1 Los Siente desperdicios mortales

Sobreproducción:La sobre producción consiste en producir mayor cantidad de unidades de las que el cliente lo requiere.

Espera:La espera se refiere al tiempo ocioso entre actividades o durante una actividad”(Otofujii, 2009, p.18). Así como documentos o piezas en cola para ser producidos.

Transporte:El transporte se refiere a “Trasladar materiales o informaciones por distancias mayores a lo estrictamente necesario” (Otofujii, 2009, p.19).

Durante los procesos los operarios permanecen moviendo el material o las herramientas de un lugar a otro, sin considerar que este es un desperdicio que tiene mayor incidencia en el tiempo de procesamiento.

Sobre procesamiento: Se refiere a ejecutar más actividades que las necesarias para fabricar el producto, así como también a realizar actividades innecesarias dentro de los procesos o inspecciones en cada paso del proceso productivo.

Inventario:El inventario es un desperdicio muy común dentro de las organizaciones, ya que mantienen mucho material almacenado (materia prima o información) que muchas veces no son necesarios para producir.

Manejo Excesivo: El manejo excesivo es cualquier actividad, movimiento o esfuerzo que realice el trabajador más allá de lo estrictamente necesario para producir. Muchas veces los operadores realizan muchos movimientos durante el trabajo, con el fin de buscar herramientas, consiguiendo insumos entre otros.

Defectos o Errores: Se refiere a producir artículos con errores o defectos que no cumplan los requisitos de los clientes. Cuando se fabrican productos no conformes estos a su vez generan inspecciones, reproceso, y desperdicios.

También existe otro desperdicio que se refiere al talento humano. Muchas veces las habilidades de las personas no son totalmente aprovechadas dentro de las organizaciones, o poseen tareas básicas o no se ha realizado una evaluación de las competencias necesarias dentro de un cargo de trabajo por lo que no se aprovecha al personal que se tiene en cada función.

2.3.2 Elementos Claves del Sistema Lean

2.3.2.1. Las 5s

De acuerdo con Otofujii, (2009), las 5 S son una herramienta mediante la cual se pretende “organizar y estandarizar cualquier lugar de trabajo, creando un ambiente físico adecuado para actividades de mejora, además de influenciar favorablemente el comportamiento de las personas”. (p.105).

Es una manera de conservar el lugar de trabajo limpio y mejorar las áreas de actividades, de tal manera que es un camino para eliminar desperdicios sin inversión, ya que muchas veces se pierde tiempo tratando de buscar información, materiales, en lugares que no se encuentran organizados.

2.3.2.1.1 Significado de las 5s.

Clasificación (SERI): Se refiere a distinguir los materiales y elementos para cada área del trabajo. Clasificar los elementos en lo que se debe desechar, mantener, por frecuencia de uso o corresponde a otra área.

Orden (SEITON): Se refiere a la ubicación de cada elemento en un lugar determinado, de esta manera proporcionarle un espacio para encontrar las herramientas y volverlas a poner en su lugar.

Para realizar este paso se puede optar por etiquetar cajones, espacios o estanterías en donde va ir ubicado herramientas, piezas insumos etc.

Limpieza (SEISO): Se refiere a limpiar el área completamente, y establecer procedimientos que ayuden a mantener el lugar en orden y a crear un hábito entre los trabajadores para tener su lugar de trabajo en buenas condiciones.

Seguridad e Higiene (SEIKETSU): Se refiere a incorporar las prácticas de 5S al trabajo y crear mecanismos visuales para control del ambiente.

Auto disciplina (SHITSUKE): “Asegurarse del cumplimiento de las practicas estandarizadas y mantener el área de trabajo limpio, organizado y en constante mejoría.”(Otofuji,2009, p. 111)

2.3.2.2 Calidad en la fuente:

La calidad en la fuente se refiere a fabricar los productos desde el inicio de la cadena de valor sin no conformidades y con la mejor calidad posible.

2.3.2.2.1 Estándares Claros:

Consiste en enfocar los productos en las necesidades de los clientes, conociendo los requerimientos y especificaciones.

2.3.2.2.2 PokaYoke:

Son métodos que se utilizan con el fin de evitar que sean cometidos errores en el trabajo, los cuales ayudan a prevenir defectos en la producción así como re procesos. Un dispositivo Pokayoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador los perciba y los corrija a tiempo. (Miranda, 2006, p.81)

Existen muchos métodos y dispositivos útiles para determinar defectos en los artículos producidos, como los sensores, alarmas y software, su función es la de detectar la ocurrencia de no conformidades, y apagar o bloquear las maquinas evitando que se repita. También se considera pokayoke a elementos creados por los trabajadores para ayudarse en su área de trabajo para evitar errores, como la codificación de colores.

2.3.2.3. Trabajo en equipo

Cuando se trabaja con la herramienta Lean el trabajo en equipo es muy importante para la implementación y el mantenimiento de esta filosofía de producción.

El trabajo en equipo crea un ambiente participativo entre todos los miembros del proceso ya que se plantean y desarrollan ideas con el fin de alcanzar los objetivos planteados para encontrar soluciones de mejoramiento, ayudando así a mejorar su trabajo y del resto de personas. El personal se involucra y se compromete con la organización de tal manera que se aumenta las habilidades y el nivel de productividad.

2.3.2.4. Control visual

Es una herramienta del sistema Lean ya que es usado en el área de trabajo para indicar metas, procedimientos, indicadores, resultados diarios, ubicación de las herramientas entre otros.

Recursos de control visual

- Sombra
- Rotulación
- Codificación por colores
- Paneles
- Banners
- Cuadro o indicadores informativos para visualizar el desempeño de los procesos.

2.3.2.5. Mejoramiento Continuo

El mejoramiento continuo es un proceso mediante el cual las organizaciones pueden alcanzar la excelencia, y el cual debe ser adoptado como una filosofía de trabajo permanente ya que se realizan cambios efectivos encaminados a la

optimización de procesos, siempre orientado hacia la satisfacción del cliente y a incrementar la rentabilidad de las organizaciones.

En muchos casos este cambio implica la inversión en nuevas tecnologías, capacitación del personal, investigación, sin embargo es un camino que debe adoptar la organización si se plantea como objetivo la mejora de la calidad de los productos, procesos y sistemas enfocados a la satisfacción de los clientes.

2.4. Recolección de datos y técnicas de muestreo

La recolección de datos es de mucha importancia en los proyectos seis sigma ya que se utiliza para obtener la información necesaria de los parámetros variables en la cual se basaran decisiones del equipo de mejoramiento. Es por esa razón que es muy importante que la recolección de la información del problema de estudio sea confiable, representativa y suficiente para evaluación del proceso.

Para la recopilación de los datos es necesario determinar el tipo de muestreo que se va a realizar con el fin de obtener la suficiente información correspondiente a la población. Existen muchas técnicas con las cuales se puede realizar la recolección de los datos, entre ellas se encuentran: (Moura, 2009, p.100)

- Muestreo Aleatorio: Consiste en obtener una muestra en donde los elementos sean tomados al azar, se refiere a que tienen la misma probabilidad de ser escogidos.
- Muestreo secuencial: Consiste en obtener una muestra de un número de ítems de un número de artículos producidos. Se utiliza cuando la población en estudio es de gran tamaño.
- Muestreo Estratificado: Consiste en obtener una muestra conformada por elementos de diferentes grupos que se considera internamente homogéneos. Se utiliza cuando es necesario dividir en subgrupos a la población en estudio para conocer el comportamiento de cada grupo individualmente y compararlos entre sí.

Existen otros factores muy importantes los cuales se debe considerar antes de realizar la medición a las variables determinadas:

1. Redondeos de datos: es necesario determinar el número de cifras con el cual se va a trabajar, y las consideraciones necesarias si se van a redondear los datos va a depender de la naturaleza de los datos.

El redondeo de datos mediante el sistema convencional se realiza de la siguiente manera: (Bustamante, 1991, p.19)

- Si el último dígito es menor que cinco se lo suprime y la cantidad resultante es la misma
 - Si el último dígito es mayor o igual que cinco, se lo suprime, y el dígito anterior es redondeado a la cifra inmediata superior.
2. Unidades de medición: Determinar las unidades en las que se va a trabajar en relación al tipo de variable que se desea medir. Las cuales pueden ser en términos de peso, longitud, tiempo, presión, entre otros.
 3. Equipos de medición: Es necesario determinar previamente la precisión que se requiere y escoger el instrumento con el que se efectuara la medición. Entre ellos pie de rey, regla, medidor de bandas, cronómetros, entre otros.

La medición se ve limitada por dos factores:

- Persona que realiza la medición: la cual depende de la habilidad y experiencia de la persona que efectúa la medición.
- Instrumentos de medición: La discrepancia de las mediciones puede ser originada por la precisión y la exactitud de los mismos. La precisión es la sensibilidad del instrumento que se refiere a la menor variación de las mediciones efectuadas por el mismo equipo, y la exactitud se refiere a la capacidad del instrumento de

medir los valores reales de las variables en estudio.(Bustamante, 1991,p.23)

2.5 Costos de la Calidad

Los procesos de manufactura se han enfocado a lo largo de los años en analizar los costos de la mala calidad enfocados en desechos, re trabajos, residuos, desperdicio ya que son visibles y medurables. Sin embargo existen muchos de los costos de la calidad que son difíciles e imposibles de medir (intangibles), como los tiempos de ciclo largos, entregas impuntuales, clientes insatisfechos, pérdida de ventas, entre otros.

Es por esa razón que es imprescindible medir y cuantificar los esfuerzos por evitar los errores, así como los problemas y las pérdidas que son el motivo para fabricar los productos no conformes y que inciden en la satisfacción del cliente.

La determinación de los costos de la calidad proporciona a la alta Dirección la información necesaria para analizar el impacto económico dentro de la organización y validar las acciones tomadas dirigidas a la mejora continua para evitar las no conformidades.

El costo de la calidad se divide en cuatro categorías importantes (Chase et al, s.f., 308):

- Costos de evaluación: Son los costos asociados a las inspecciones, las pruebas y mediciones de productos y procesos con el fin de asegurarse de que el producto o el proceso son aceptables.
- Costos de prevención: Son los costos asociados a las capacitaciones, entrenamiento y todas las actividades y sistemas enfocados a evitar errores.
- Costos de fallas internas: Son los costos que producen las fallas en procesos internos, como re procesos, desechos y desperdicios.

- Costos de fallas externas: Son los costos enfocados en las devoluciones de los clientes, reclamaciones, costos por reposición de producto, retiro del producto en el mercado, seguros y garantías.

Cabe recalcar que el seis sigma es un proceso largo y con resultados visibles a largo plazo que en muchos casos es fundamental la inversión. Es necesario evaluar la situación, entre cuanto me representa el costo de la mala calidad que se está generando en el proceso con relación a la adquisición de una nueva máquina, o algún elemento que sea necesario implementar para reducir defectos, así como las actividades de prevención.

2.6 Descripción de la empresa

2.6.1. Reseña Histórica

La organización cuenta con 25 años de experiencia en abastecer con productos de izaje el sector de la construcción, pesquero, petrolero y de la industria en general dentro del Ecuador. Se conformó en el año de mil novecientos ochenta y ocho, producto de las negociaciones de un grupo familiar. La organización se dedicaba a la comercialización de cables, cadena, estrobos, fajas, accesorios de acero en general, a nivel nacional. En el año dos mil, creo su planta de producción de estrobos y fajas debido a la necesidad de satisfacer al mercado, en sus requerimientos de material para el levantamiento de cargas.

La organización tiene 3 líneas de producción los estrobos de cable, para realizar estos productos se utiliza los cables, cadenas y accesorios que la empresa importa, por tanto la mercancía no solo sirve para la comercialización sino también como materia prima para la producción, así como también fabrican fajas de nylon que se utilizan en los sistemas de levantamiento de cargas y el ducto engargolado utilizado en los sistemas de post- tensado.

2.6.2. Misión

Satisfacer los requerimientos en nuestra línea de productos y servicios, a la Industria Petrolera, Florícola, Pesquera, Forestal, de la Construcción e Industria en General, cumpliendo con los estándares de calidad, exigidos por el mercado ecuatoriano.

2.6.3. Visión

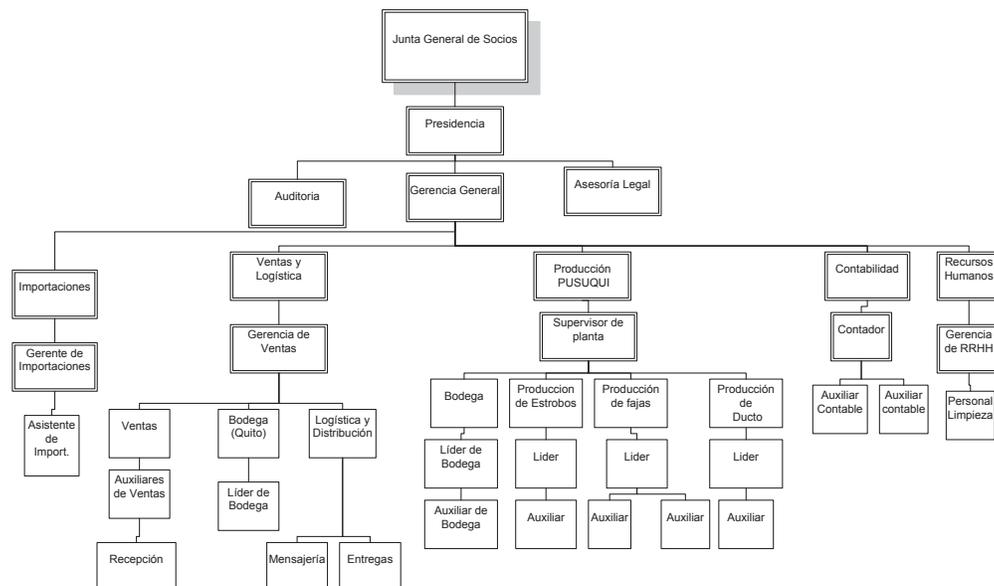
Convertirnos en empresa líder en el Ecuador en la distribución de las marcas más importantes a nivel mundial en cables, cadenas y accesorios en general.

2.6.4. Personal

Actualmente la empresa cuenta con un total de 30 empleados divididos en 10 personas del área producción y materia prima, 7 personas en la administración, 5 personas en contabilidad y 5 en el área de ventas y marketing y 3 en bodega.

2.6.5. Organigrama

Gráfico 2.7: Organigrama



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

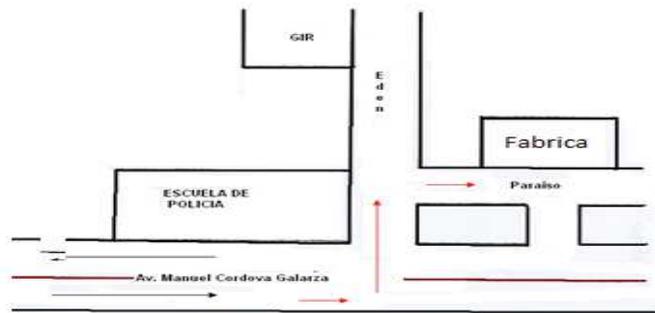
Elaborado por: Autora

2.6.6. Ubicación

La organización cuenta con sus oficinas principales en la ciudad de Quito, una oficina sucursal en la ciudad de Guayaquil, y su planta de producción y bodegas en Pusuquí a las afueras de Quito. En la planta de Pusuquí, se maneja gran cantidad de inventario, y es donde se realiza el despacho de la mercadería más pesada.

2.6.6.1 Ubicación de la Fábrica:

Gráfico 2.8: Croquis de la planta



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

Elaborado por: Autora

2.6.6.2. Ubicación de las oficinas:

Gráfico 2.9: Croquis de las oficinas



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

2.6.7. Principales proveedores, clientes y competidores.

2.6.7.1. Proveedores internacionales

La organización cuenta con la distribución exclusiva para el Ecuador de marcas reconocidas internacionalmente las cuales se nombran a continuación:

- The Crosby Group Inc.(EstadosUnidos)
- Thiele (Alemania)
- Suncor Stainless (EstadosUnidos)
- WRCA, Wire Rope Corporation (Estados Unidos)
- IPH (Argentina)

Todos los productos que la organización utiliza para la comercialización así como para la fabricación provienen de los proveedores antes mencionados los cuales poseen certificaciones de calidad de sus productos.

2.6.7.2 Clientes Nacionales

Los principales clientes se encuentran dentro del mercado nacional a nivel de todas las regiones del Ecuador, aproximadamente la organización abarca el 40% del mercado nacional y entre los principales grupos se pueden citar:

- Industria pesquera
- Industria Petrolera
- Construcción
- Florícolas
- Empresas Públicas

2.6.7.3 Clientes nacionales

Actualmente la organización también exporta sus productos a países como Colombia, Perú y Chile.

2.6.7.4. Competidores

Las competencias de la organización son todas las organizaciones dedicadas a la importación y comercialización de material de izaje.

2.6.8 Descripción de los productos Fabricados.

2.6.8.1. Fajas de Nylon

Las eslingas de poliéster o fajas de nylon son elementos de izaje fabricadas en poliéster, que presenta ojos en sus extremos. Las fajas son elementos que también se utilizan para el levantamiento de cargas ya que ofrece una excelente resistencia a una variedad de ácidos, alcalinos y químicos. (Catálogo de la organización, 2010, p. 36)

Son muy ligeras, extremadamente flexibles, fáciles de usar y se ajusta a la carga. Son utilizados en la industria ya que no estropea, daña o raya la superficie de objetos metálicos pulidos, igualmente artículos no metálicos.

Las fajas de nylon de un ramal puede ser utilizada en los tres arreglos ilustrados en la parte inferior, vertical, enlazada o choker y en u o basket. Las fajas de nylon se fabrican de diferentes longitudes así como varios anchos. Las fajas se fabrican comúnmente de dos capas de espesor, sin embargo se pueden fabricar de una, tres y cuatro capas dependiendo del peso de la carga que va a levantar. También existen fajas de ramales múltiples, las cuales se fabrican hasta de cuatro ramales o puntas.

Foto 2.1: Formas de utilización.



Fuente: Catalogo de la organización, 2010

La organización fabrica diferentes tipos de fajas las cuales se nombran a continuación:

- Fajas con ojos planos: Son las que se utilizan para el levantamiento de cargas y son muy populares para el levantamiento de carga en vertical. Este tipo de fajas se fabrican en de uno, dos, tres, cuatro y seis pulgadas de ancho.

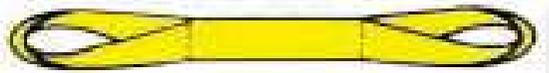
Foto 2.2: Faja Plana



Fuente: Catalogo de la organización, 2010

- Fajas con ojos revirados: Son las fajas más comunes ya que son utilizados en cualquier aplicación, pero se los recomienda para el uso de cargas anchas ya que la forma del ojo proporciona al usuario mayor seguridad al enlazar la eslinga a la carga. Poseen un recubrimiento especial en el ojo para evitar que se descaste el nylon cuando este en contacto con el accesorio. Este tipo de fajas se fabrican en de uno, dos, tres, cuatro y seis pulgadas de ancho.

Foto 2.3: Faja ojo revirado



Fuente: Catalogo de la organización, 2010

- Fajas planas con ojos invertidos con protección: Son las fajas que se fabrican con un recubrimiento especial. Se utilizan generalmente para trabajo pesado ya que son más duraderas que los demás modelos, ya que el cuero evita el daño de la cinta de nylon al estar en contacto con la carga.

Foto 2.4: Faja con protección



Fuente: Catalogo de la organización, 2010

- Faja de cuerpo ancho: Se fabrican de diámetros de ocho, diez y doce pulgadas. Este tipo de faja ofrece una mayor estabilidad y protección a las superficies delicadas.

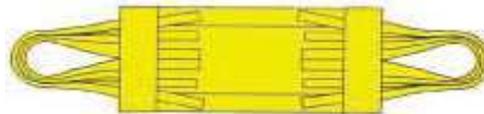
Foto 2.5: Faja cuerpo ancho



Fuente: Catalogo de la organización, 2010

- Fajas de ojos pegados: Este tipo de fajas distribuyen la carga sobre una superficie más grande y ofrecen una mayor estabilidad, se fabrican con ojos más pequeños para ganchos de polipastos pequeños.

Foto 2.6 Faja ojos pegados



Fuente: Catalogo de la organización, 2010

- Fajas Redondas: También se las conoce como fajas sin fin, las cuales no tienen ojos ya que se unen en los extremos. Este tipo de fajas son como bandas las cuales se utilizan principalmente para levantar cargas en vertical.

Foto 2.7: Faja Redonda



Fuente: Catalogo de la organización, 2010

2.6.8.2. Estrobos de Cable

Una eslinga o estrobo es un tramo de cable de acero que presenta sus extremos en forma de ojales debidamente preparados para sujetar una carga y vincularla con el equipo de izaje, de modo de construir una versátil herramienta para su levantamiento.

Los ojales pueden estar unidos por diferentes accesorios generando distintas configuraciones o modelos de eslingas. Los estrobos de cable se fabrican de cualquier longitud que solicita el cliente. Existen diferentes diámetros de cable que varían desde 1/8" el más pequeño hasta 2" el diámetro más grande, así como existen diferentes construcciones de cable, y se utilizan dependiendo del uso que se le va a dar a la eslinga, los más comunes son de 6 x 19 siendo el cable más rígido, y el 6x25 y 6x36 siendo los más flexibles. Adicionalmente se fabrican estrobos de cable anti giratorio y cable con alma de yute.

Los estrobos de cable son fabricados utilizando para el tejido de los ojos la técnica denominada FLEMISH – EYE sellados con casquillos de acero al carbono prensado en frío.

Foto 2.8: Estrobos de cable de acero



Fuente: Catalogo de la organización,2010

También se fabrican eslingas de un ramal hasta cuatro ramales. Los cabezales de dos extremos pueden ser usados como ajustes o con ganchos, esto es afectado por el ángulo del anillaje. Los cabezales, con dos, tres y cuatro extremos vienen con ojos recubiertos con guardacables para evitar la fricción entre el cable y la anilla. Las capacidades de estas eslingas teniendo sus ramales la misma longitud son iguales compartiendo la carga levantada, en el caso que un ramal sea más pequeño se debe reducir la capacidad de carga de la eslinga en un 20%.

Foto 2.9: Estrobos de Varios Ramales



Fuente: Catalogo de la organización,2010

2.6.8.2.1 Estrobos de Cable con otras terminaciones

Existen otro tipo de estrobos los cuales no llevan ojales en sus extremos, se fabrican con 2 tipos de terminales las cuales pueden ser de presión o vaciado. Este tipo de estrobos solo se realiza con cables 6x19 y 6x37 de torcido regular derecho, debido a que las características de estos cables garantizan la eficiencia de la terminal.

Estos estrobos son especiales, los cuales también se utilizan para izaje, su uso más común es en puentes colgantes donde se sujeta el cable de acero con estas terminales.

2.6.8.2.1.1 Estrobos con terminales de presión

Son los que se realizan de forma mecánica, en el cual la terminal se prensa con el cable de acero para fijarla en los extremos, se elaboran en la misma prensa que se utiliza para los casquillos de carbono.

Foto: 2.10: Terminal de presión



Fuente: The Crosby group ,2010.

2.6.8.2.1.2 Estrobos con terminales de vaciado

Estos estrobos se caracterizan por el uso de resina, con la cual se funde el cable que ingresa en el terminal de vaciado. Este tipo de estrobos se utilizan especialmente en puentes.

Foto 2.11: Terminal de vaciado



Fuente: The Crosby group ,2010.

Capítulo III Marco Situacional, diagnostico.

3.1. Definir el problema

3.1.1. Descripción de la situación actual.

La organización elabora sus productos bajo pedido del cliente, quien envía la orden de compra y el vendedor se encarga de realizar la orden de producción, la cual se ejecuta en la planta. La organización solo trabaja de esta manera debido a que los productos no son estandarizados, y se ofrece a los clientes el servicio de realizarlos de la medida que se solicite.

En la planta trabajan diez obreros, cada proceso productivo cuenta con tres trabajadores y un trabajador para bodega. Se trabaja solo un turno al día, el horario de trabajo es de 9h00 de la mañana a 6h00 de la tarde, con una hora de almuerzo de 13h00 a 14h00 de la tarde. Sin embargo cuando se requiere entregar la producción el día siguiente los operarios trabajan horas extras.

Todos los movimientos de la planta se controla desde las oficinas principales, y la alta dirección no ha visto la importancia de establecer un departamento que se encargue de gestionar los procesos de producción. Es por esa razón que la organización no cuenta con información documentada del área productiva. Carece de manuales de procesos, no poseen indicadores para medir el desempeño de los procesos y no se realizan seguimiento y control permanente en los productos ni los procesos.

En lo que se refiere al control de calidad la organización no realiza un control exhaustivo del producto y su correcta fabricación, es la razón por la cual el producto no conforme se empaca y se despacha causando devoluciones o reclamos.

No cuenta con una planificación del mantenimiento de las máquinas, solo realiza mantenimiento correctivo cuando una de ellas lo necesita.

En lo que se refiere al inventario, posee un exceso de materia prima debido a las importaciones que realiza la organización, y los tiempos de reposición no los tienen cronometrados, por lo cual en ocasiones se quedan sin material de fabricación, debido a lo cual las entregas se retrasan.

3.1.2 Priorización de los Procesos

3.1.2.1 Matriz de Priorización

Esta herramienta se utilizó para identificar un producto de cada proceso en el cual se enfocará el proyecto de mejoramiento. Se realizó la matriz con el fin de priorizar el producto que sea más representativo para la organización, el cual genere más rentabilidad e influya en la satisfacción de los clientes.

Los cuatro criterios que se utilizaron para la evaluación son los siguientes:

- Aceptación del producto en el mercado: Se refiere al producto que se utiliza y se conoce con más frecuencia en la industria.
- Potencial de ventas: Se refiere al producto que se puede expandir su consumo en el mercado.
- Volumen de producción: Se refiere a la cantidad de artículos fabricados.
- Participación en la rentabilidad de la organización: Se refiere al producto que genera más utilidad para la organización.

Se calificó los criterios y las alternativas con la puntuación determinada en el capítulo dos, donde se describió la herramienta.

3.1.2.1.1 Matriz de priorización para el proceso de Fajas de Nylon

Tabla Nº 3.1 Matriz de priorización (Fajas de Nylon)

	A	B	C	D	Suma	Procentaje
A. Aceptación del producto	5	5	5	7	17	28.33%
B. Potencial de ventas	5	7	7	7	19	31.67%
C. Volumen de producción	5	3	5	5	13	21.67%
D. Participación en la rentabilidad de la empresa	3	3	5	5	11	18.33%
				TOTAL	60	100.00%

	1	2	3	4	5	Suma	Procentaje
A. Aceptación del producto							
1. Faja nylon con ojo revirado	5	5	7	5	9	26	26.00%
2. Faja nylon con protección	5	7	7	5	7	24	24.00%
3. Faja redonda	3	3	5	3	5	14	14.00%
4. Faja de cuerpo ancho	5	5	7	7	7	24	24.00%
5. Fajas de ojos pegados	1	3	5	3	5	12	12.00%
					Total	100	100.00%

	1	2	3	4	5	Suma	Procentaje
B. Potencial de ventas							
1. Faja nylon con ojo revirado	5	7	7	5	9	28	28.00%
2. Faja nylon con protección	3	7	7	5	7	22	22.00%
3. Faja redonda	3	3	5	3	5	14	14.00%
4. Faja de cuerpo ancho	5	5	7	7	7	24	24.00%
5. Fajas de ojos pegados	1	3	5	3	5	12	12.00%
					Total	100	100.00%

	1	2	3	4	5	Suma	Procentaje
C. Volumen de producción							
1. Faja nylon con ojo revirado	5	7	7	7	9	30	30.00%
2. Faja nylon con protección	3	7	7	5	7	22	22.00%
3. Faja redonda	3	3	5	3	5	14	14.00%
4. Faja de cuerpo ancho	3	5	7	7	7	22	22.00%
5. Fajas de ojos pegados	1	3	5	3	5	12	12.00%
					Total	100	100.00%

	1	2	3	4	5	Suma	Procentaje
D. Participación en la rentabilidad de la empresa							
1. Faja nylon con ojo revirado	5	3	5	5	3	16	16.00%
2. Faja nylon con protección	7	5	5	7	5	24	24.00%
3. Faja redonda	5	5	7	7	5	22	22.00%
4. Faja de cuerpo ancho	5	3	3	7	3	14	14.00%
5. Fajas de ojos pegados	7	5	5	7	7	24	24.00%
					Total	100	100.00%

	A	B	C	D	PORCENTAJE
ALTERNATIVAS	28.33%	31.67%	21.67%	18.33%	
1. Faja nylon con ojo revirado	26.00%	28.00%	30.00%	16.00%	25.67%
2. Faja nylon con protección	24.00%	22.00%	22.00%	24.00%	22.93%
3. Faja redonda	14.00%	14.00%	14.00%	22.00%	15.47%
4. Faja de cuerpo ancho	24.00%	24.00%	22.00%	14.00%	21.73%
5. Fajas de ojos pegados	12.00%	12.00%	12.00%	24.00%	14.20%

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Mediante la realización de la matriz se obtuvieron dos criterios con mayor puntaje entre ellos el potencial de ventas y la aceptación del producto en el mercado. Se escogieron los cinco productos que fabrica la organización con la cinta de nylon los cuales se evaluaron en cuanto a su cumplimiento con los criterios dando como resultado las fajas de nylon revirado con un valor del 25.67%.

En los dos procesos el potencial de ventas es un criterio que se ha considerado el más importante que los demás planteados ya que las no conformidades de los productos influyen en la insatisfacción de los clientes, lo que ocasiona pérdida de imagen, clientela, quejas y devoluciones.

3.1.3 Descripción de la situación actual de los procesos

3.1.3.1 Descripción de la Situación Actual en el proceso de fabricación de fajas de nylon con ojo revirado

El proceso de fajas es totalmente manual. La medición de la cinta se efectúa de una forma muy básica en base a un formulario establecido por la organización donde se describe la longitud de la cinta dependiendo el tamaño requerido por el cliente.

Debido a la falta de control de este proceso existen ciertos problemas que se pueden observar en el producto terminado, entre ellos:

- Problemas de limpieza: Los operarios no tienen un cuidado exhaustivo de la cinta de nylon al momento de manipularla, y en muchas ocasiones el producto se entrega manchado. Aunque este problema no sea representativo para el cliente es la carta de presentación de la empresa.
- Información de las placas incorrectas: Se han presentado casos en el que la información de la placa es incorrecta, cuando se trata de la información con respecto a las dimensiones puede considerarse irrelevante, pero en la información de la carga de trabajo es muy importante para el cliente.
- Longitudes no conformes: Se han presentado devoluciones y quejas de la longitud de las fajas entre puntos de apoyo.

3.1.3.2 Descripción de la situación Actual en el proceso de fabricación de estrobos de cable de acero

- Todos los elementos que se utilizan en la fabricación de estrobos son de peso elevado por lo que la manipulación de estos influye en el largo tiempo de producción que presenta este proceso.
- En este proceso se presenta aproximadamente un 0.05% de merma que se obtiene del cable de estrobos de diámetros mayores a 7/8, la cual se origina cuando se corta la cola de cable adicional que se utiliza para coser el ojo.
- En este proceso el cable que se utiliza para la realización de estrobos no se puede volver a utilizar cuando existe alguna no conformidad en las características del producto, ya que se debe descoser el cable para tejer el ojo. Las fallas que se puede generar en el ojo de la eslinga son las jaulas de pájaro (alambres del torón se abren en el ojo), y defectos en el casquillo prensado.

En este proceso se ha evidenciado un problema con el inventario. Como se mencionó anteriormente en ocasiones el proceso se desabastece de materia prima debido a que existen muchos tipos de cables que se utiliza en la industria, lo que produce que las órdenes de compra no se despachan completas, o se retrasen.

3.1.4. Quejas Frecuentes

3.1.4.1 Proceso de fabricación de fajas de nylon

El diagrama de Pareto se utilizó para evaluar cuáles son las quejas más comunes de los clientes y mediante el cual se podrá determinar donde existe una oportunidad de mejora que influya en la satisfacción de los clientes. A continuación se las detalla:

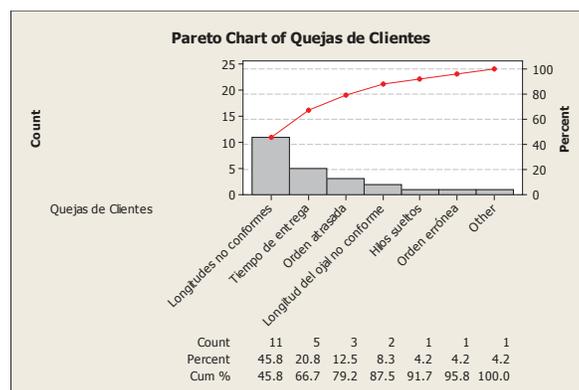
Tabla N° 3.3 Queja de clientes. (Fajas de Nylon)

Quejas de Clientes	Descripción	Frecuencia
Orden atrasada	La entrega de la orden se demoró más tiempo de lo acordado.	///
Orden errónea	Se realizó la producción con elementos diferentes a los solicitados.	/
Orden incompleta	No se entregó la orden de fajas completas.	/
Tiempo de entrega	El tiempo de entrega del producto es muy largo	//////
Longitudes no conformes	Dimensiones diferentes a las solicitadas.	//////////
Hilos sueltos	Hilos de costura sueltos	/
Longitud del ojal no conforme	La dimensión del ojo no se fabricó con el valor solicitado por el cliente.	//

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Gráfico N° 3.1 Diagrama de Pareto de quejas clientes.(Fajas de nylon)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

En este producto las quejas más comunes se deben a la longitud de las fajas de nylon, razón por la cual se han generados devoluciones a la organización. La longitud se podría considerar como un atributo relevante para el cliente.

3.1.4.2 Proceso de fabricación de estrobos de cable.

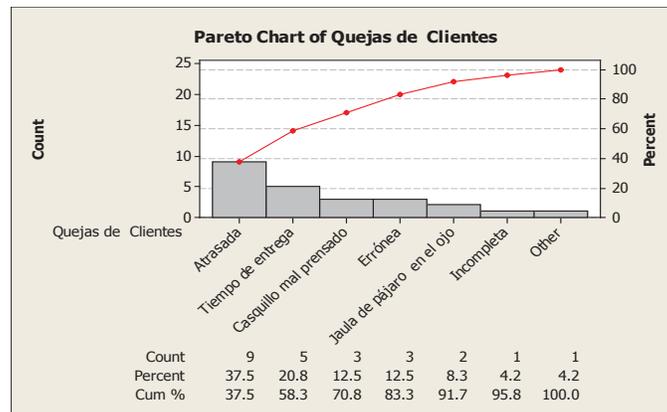
Tabla 3.4: Quejas de clientes.(Estrobos de cable).

Quejas de Clientes	Descripción	Frecuencia
Atrasada	La entrega de la orden se demoró más tiempo de lo acordado.	////////
Errónea	Se realizó la producción con elementos diferentes a los solicitados por el cliente.	///
Incompleta	No se entregó la orden de completa	/
Tiempo de entrega	El tiempo de entrega del producto es muy largo	////
Longitud no conforme	Errores en la longitud de la eslinga	/
Jaula de pájaro en el ojo	Alambres del cable fuera de sitio	//
Casquillo mal prensado	Diámetro del casquillo fuera de especificaciones.	///

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Gráfico 3.2. Diagrama de Pareto quejas de clientes.(Estrobos de cable.)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

La queja más común que se presenta en este producto es el atraso en la entrega del producto. Este problema se puede atribuir a problemas de comunicación que existen entre departamentos, sobre todo entre el departamento de ventas y el de producción.

Las órdenes atrasadas se generan principalmente por que los vendedores ofrecen sus productos sin consultar el tiempo de fabricación y la disponibilidad. La falta de comunicación también se puede atribuir a otras quejas como las ordenes que se realizan de diferente material o tamaño.

3.1.5 Criticas para la Satisfacción del cliente

Las CTS (*criticaltosatisfaction*) se refieren al impacto que tienen los atributos de los productos en la satisfacción del cliente. Esto se refiere a las características que el cliente espera encontrar en el producto.

Para determinar estos atributos se utiliza arboles (*Cttrees*) y para evaluarlos se usan las matrices CTS. Estas herramientas se utilizan como un método de análisis de las exigencias de los clientes con respecto a parámetros que son críticos para el producto (CTY), y se determina los procesos de la organización (CTX) los cuales inciden en estos requisitos.

Las CTS se despliegan en las CTY (*CriticaltoProduct*), y estas a su vez en las CTX (*Criticaltoprocess*).

Las CTY pueden ser:

- CTQ (*criticaltoquality*): se refieren a las características del producto que influyen considerablemente en la calidad.
- CTC (*Criticaltocost*): Se refiere a características del producto que influyen en términos de costos.
- CTD (*Criticaltodelivery*): Se refiere a características del producto que influyen en la entrega del producto o tiempos de ciclo.

Con esta matriz se logra determinar la actividad del proceso y la característica del producto que tienen incidencia en el atributo el cual es representativo para el cliente.

Para la realización de la matriz se realiza el árbol con los atributos importantes para el cliente y se califica el índice de insatisfacción del cliente (IIC) y el grado de no conformidad (GNC) con los siguientes valores:

Tabla: 3.5: Puntuaciones matriz CTS

IIC		GNC	
Mucho más importante	9	Muy alto	9
Muy importante	7	Alto	7
Medianamente importante	5	Moderado	5
Menos importante	3	Bajo	3
Mucho menos importante	1	Muy bajo	1

Después que se realiza la matriz CTS, se determinan las características críticas para el producto CTY, las cuales se evalúan con relación a las críticas para la satisfacción del cliente que se obtuvieron como prioridad. De igual manera se evalúan las críticas del proceso CTX con relación a las CTY relevantes. Para esta evaluación se considera cual tiene más afectación en el cumplimiento del atributo utilizando los siguientes valores:

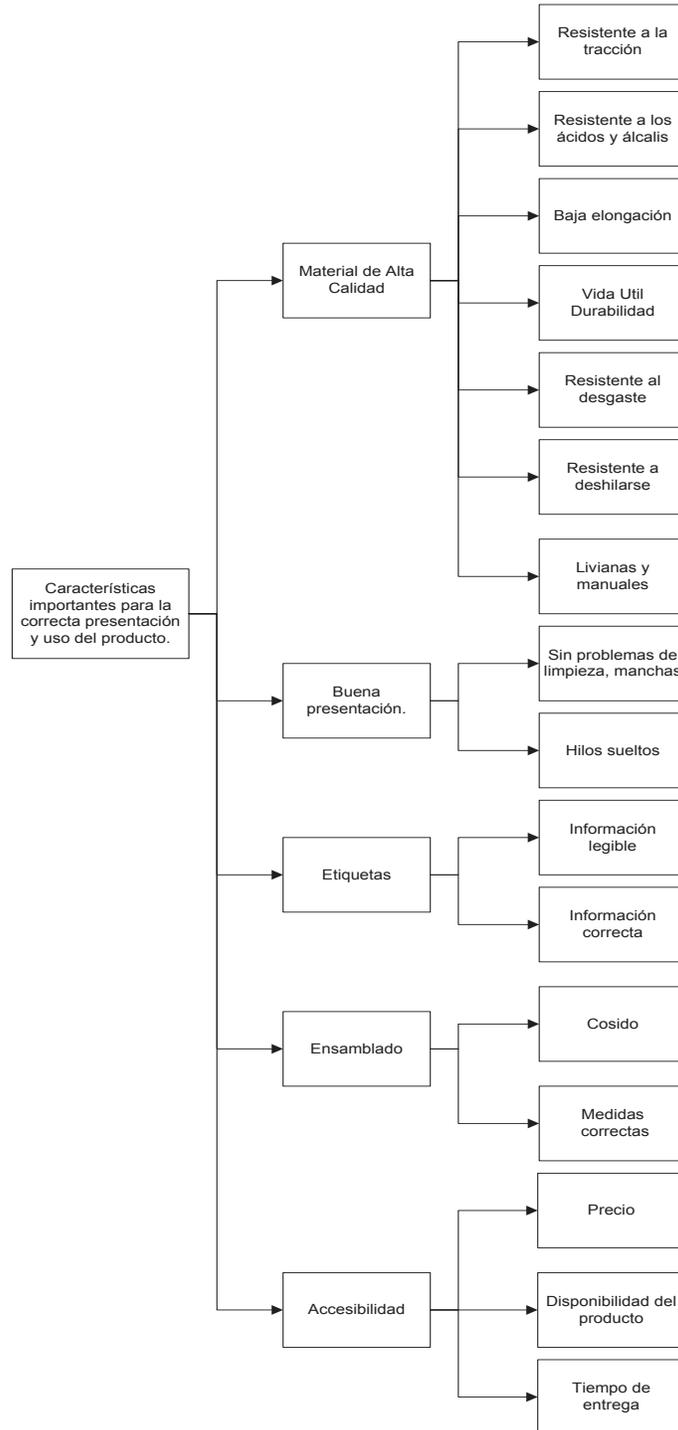
- Muy alto: 9
- Alto : 7
- Moderado: 5
- Bajo : 3
- Muy Bajo :1

3.1.5.1 Matriz CT del proceso de fabricación de fajas de nylon

Para determinar las CTS, CTY y CTX se tuvo el apoyo del gerente de ventas el cual está relacionado directamente con el cliente, y con el gerente general el cual conoce ampliamente los procesos. Se definieron las críticas para la satisfacción del cliente en base a las necesidades frecuentes de los mismos y los atributos que espera obtener al adquirir el producto.

Para la evaluación de las CTS se consideró el grado en que la organización está cumpliendo con los atributos, las quejas de los clientes anteriormente descritas y la importancia que generan dichos requisitos en la satisfacción del comprador. A continuación se detalla el árbol CTS realizado con los atributos de las fajas de nylon:

Gráfico 3.3: Árbol CTS (Fajas de nylon)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

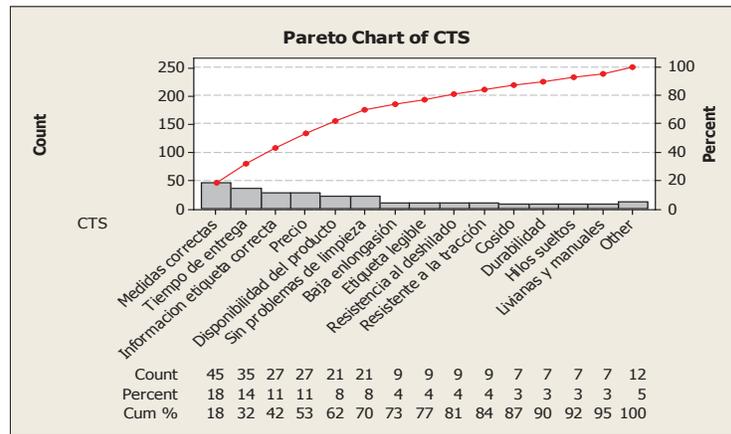
Elaborado por: Autora

Mediante la elaboración de la matriz CTS (ver anexo 2.1), se determinó el atributo que se considera más importante para el cliente: las medidas correctas del producto.

En el siguiente diagrama de Pareto se exponen los resultados de la matriz:

Gráfico 3.4.: Diagrama de Pareto CTS

(Fajas de nylon.)



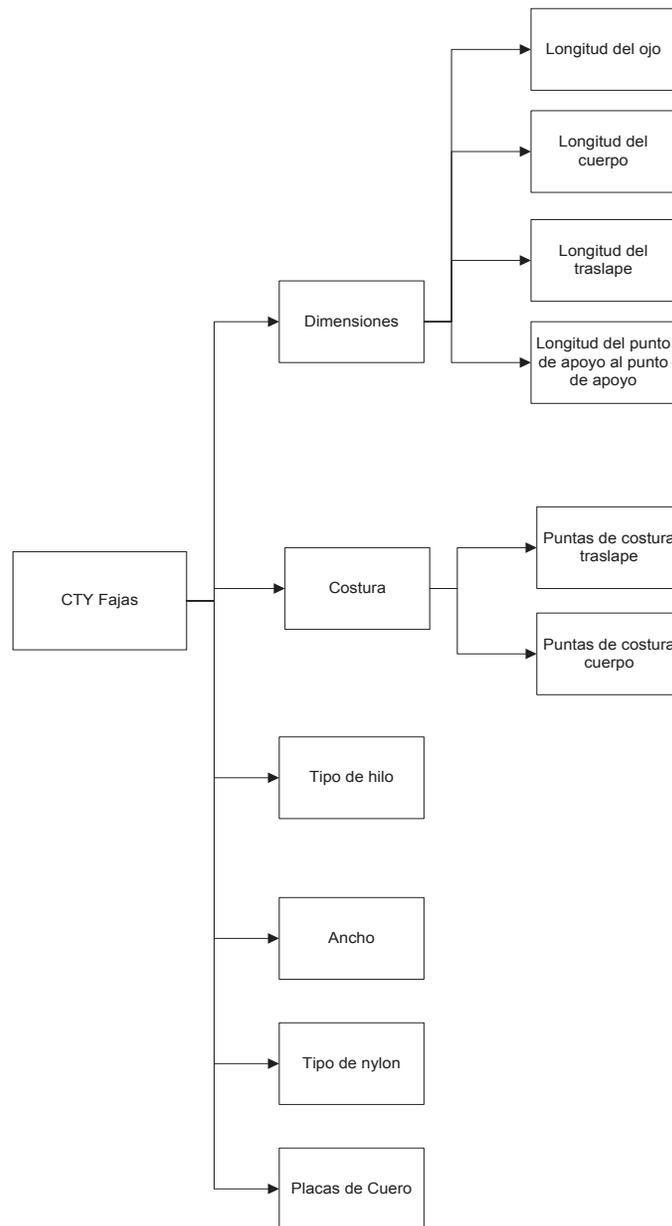
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

Como resultado de la matriz se obtuvo tres criterios adicionales los cuales son de alta importancia para el cliente entre ellos: el tiempo de entrega, la información de la etiqueta y el precio, los cuales se utilizan para realizar la matriz CTY.

Las CTY se determinaron mediante las especificaciones del producto que utiliza la organización para fabricar las fajas de nylon. A continuación se detalla el diagrama de árbol CTY:

Gráfico3.5: Árbol CTY (Fajas de nylon)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

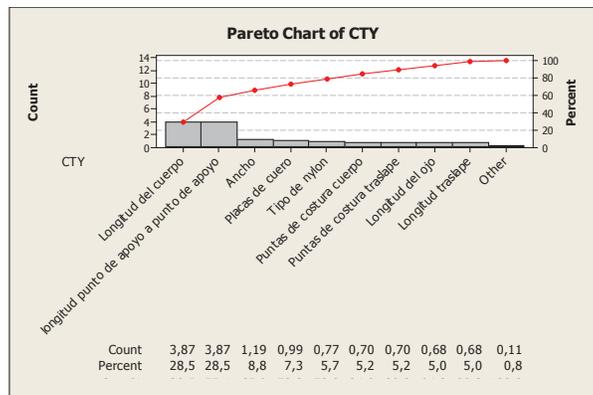
Elaborado por: Autora

Las especificaciones más relevantes del producto que influyen en los atributos determinados en la matriz CTS, (ver anexo 2.2), son las siguientes:

- La longitud del cuerpo. (La cual se puede atribuir al precio y medidas correctas.)
- Longitud del punto de apoyo a punto de apoyo. (Medidas correctas.)
- Ancho. (Precio, tiempo de entrega)
- Placas de cuero. (Información de la etiqueta)

Las cuales se observan en el siguiente diagrama de Pareto:

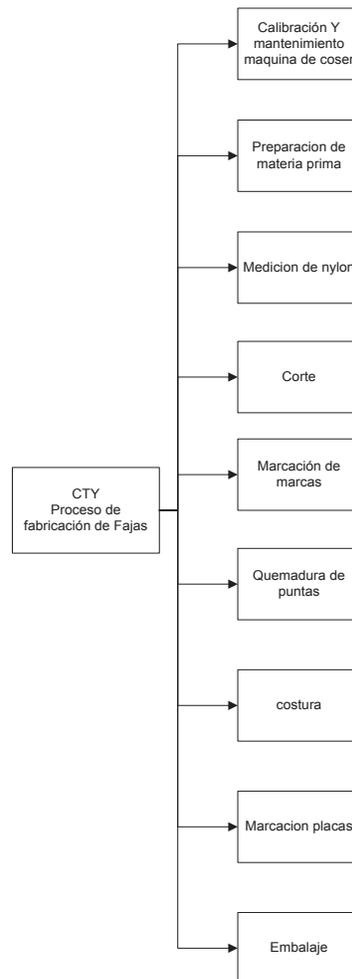
Gráfico3.6: Diagrama de Pareto CTY
(Fajas de nylon)



Elaborado por: Autora

Con los resultados obtenidos en la matriz anterior se realizó la matriz CTX, utilizando las actividades del proceso de fabricación de fajas de nylon

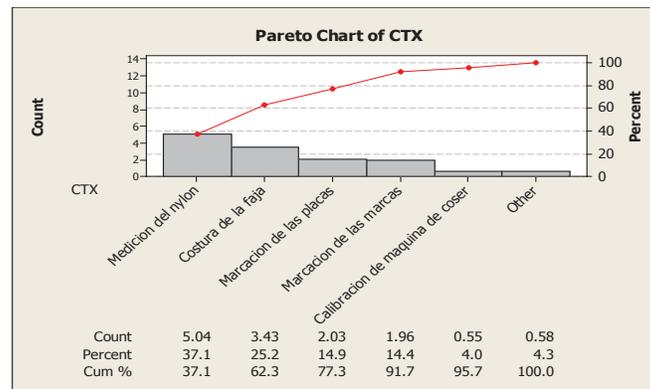
Gráfico 3.7: Árbol CTX
(Fajas de nylon)



Fuente: Planta de fabricación
De elementos de izaje
Elaborado por: Autora

El resultado de la matriz CTX (ver anexo 2.3), se exponen en el diagrama de Pareto que se encuentra a continuación, donde la medición del nylon es la actividad del proceso que obtuvo el mayor puntaje ya que afecta las especificaciones del producto como la longitud del cuerpo, el ojo y el traslape, y los cuales se encuentran relacionado con el atributo considerado el más importante, las medidas correctas del producto final.

Gráfico3.8: Diagrama de Pareto CTX
(Fajas de nylon).



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

Elaborado por: Autora

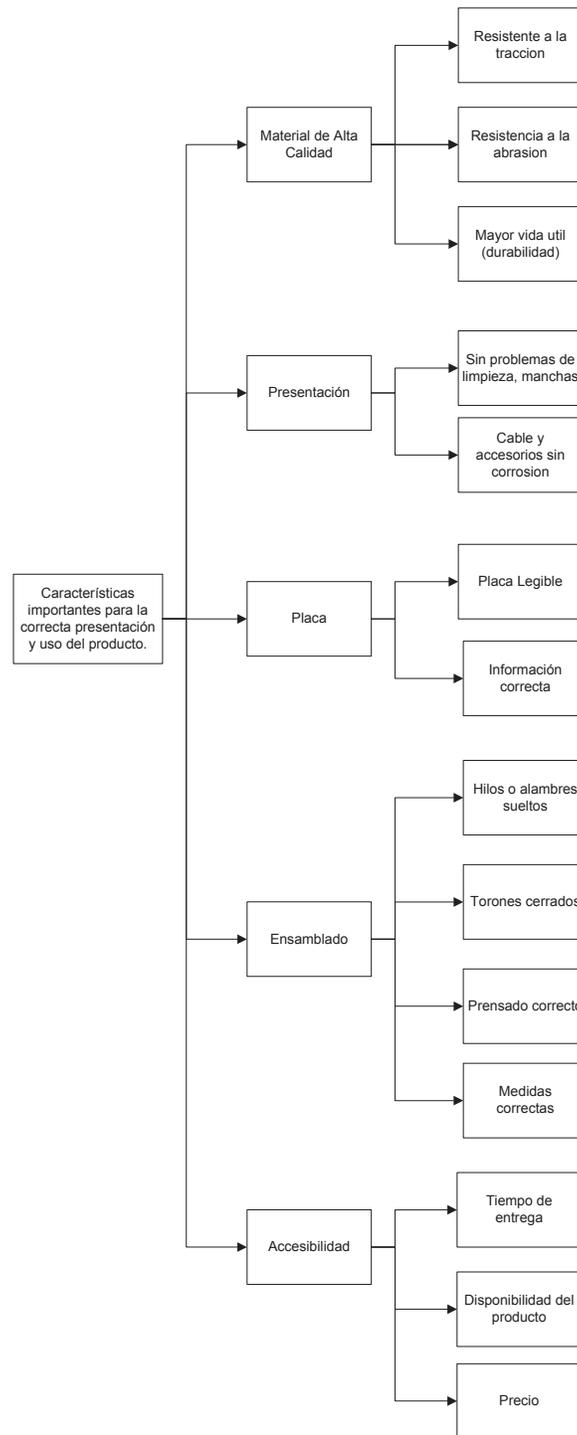
De esta manera se determinó la actividad del proceso en donde se efectuaran las mediciones correspondientes.

3.1.5.2 Matriz CT del proceso de fabricación de estrobos de cable

Para la realización de la matriz en este proceso se utilizó las consideraciones descritas en el proceso anterior.

Para definir los atributos de producto se ha considerado los requisitos que el cliente espera encontrar en un estrobo de cable. En el siguiente diagrama de árbol se describen estos atributos:

Grafico 3.9: Diagrama de árbol CTS
(Estrobo de cable)



Fuente: Información otorgada por la organización.

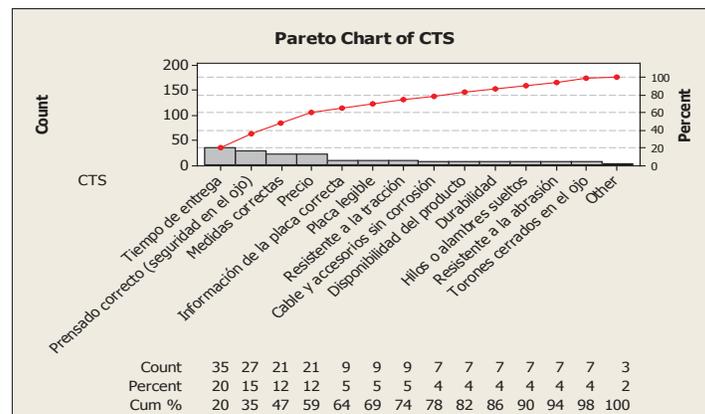
Elaborado por: Autora

Como resultado de la matriz CTS (ver anexo 2.4), se obtuvieron los atributos más importantes para el cliente entre ellos:

- Tiempo de entrega
- Seguridad en el ojo de la eslinga
- Medidas Correctas
- Precio.

En el siguiente diagrama de Pareto se exponen los resultados.

Gráfico 3.10: Diagrama de Pareto CTS
(Estrobos de cable)



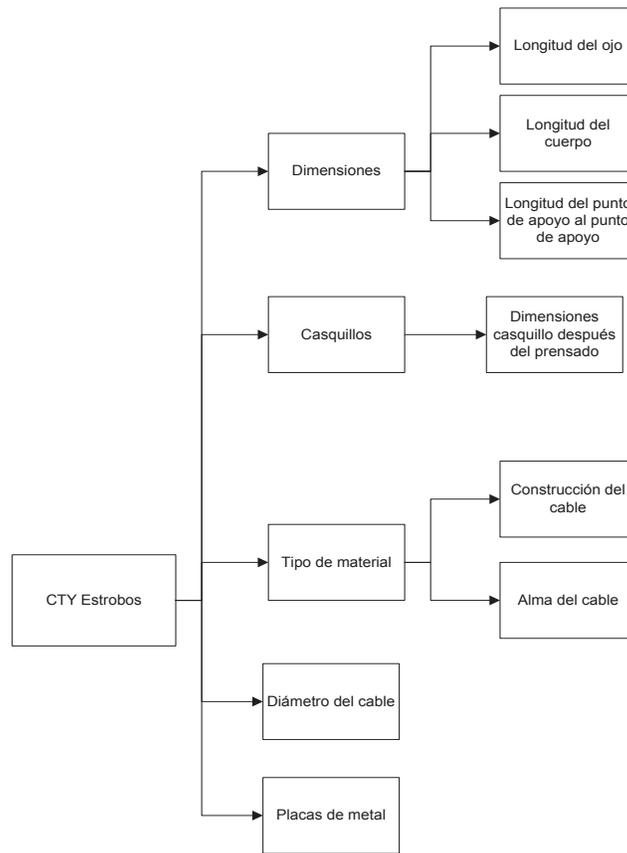
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

Elaborado por: Autora

Con los resultados de la matriz CTS se prosiguió a realizar la matriz CTY, la cual se elaboró en base a las especificaciones de producto que se consideran en la fabricación de los estrobos de cable de acero con guardacable.

A continuación se detalla el diagrama de árbol:

Gráfico 3.11: Diagrama de Árbol CTY
(Estrosos de cable)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

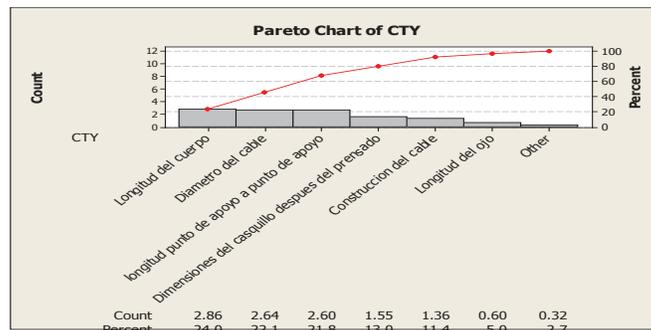
Elaborado por: Autora.

Las especificaciones más relevantes del producto que influyen en los atributos determinados en la matriz CTS, (ver anexo 2.5), son las siguientes:

- Longitud del punto de apoyo a punto de apoyo. (La cual se refiere a las medidas correctas y tiempo)
- Longitud del cuerpo: (tiempo de entrega, precio, medidas correctas)
- Diámetro del cable. (Precio, tiempo de entrega)
- Dimensiones del casquillo después del prensado. (seguridad en el ojo)

En el siguiente diagrama de Pareto se puede apreciar los resultados de la matriz CTY.

Gráfico 3.12: Diagrama de Pareto CTY
(Estrobos de cable)

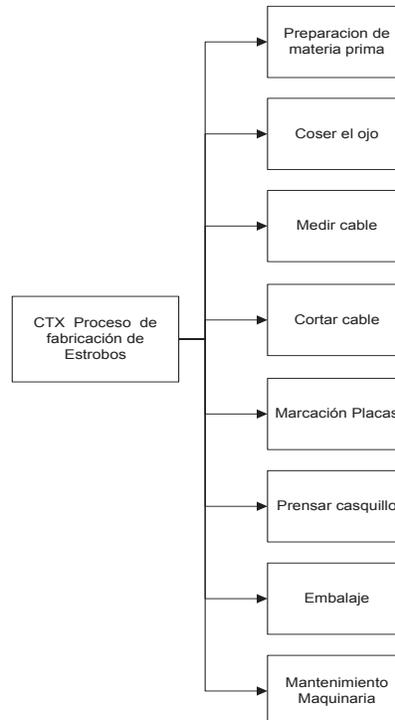


Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Para la elaboración del diagrama de árbol CTX a continuación descrita, se utilizó las actividades del proceso de fabricación de eslingas de cable.

Gráfico 3.13: Diagrama Árbol
CTX (Estrobos de cable)



Fuente: Planta de elementos de izaje.

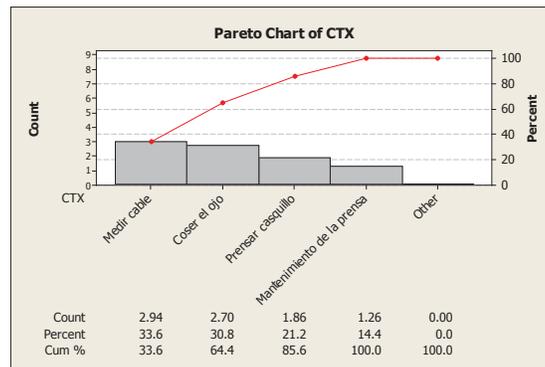
Elaborado por: Autora

Como resultado de la matriz (ver anexo 2.6), se obtuvo las actividades que influyen en las especificaciones del producto (CTY), las cuales se nombra a continuación:

- Medición del cable.
- Coser ojo
- Prensar Casquillo.

En el siguiente diagrama de Pareto se encuentran los resultados de la matriz:

Gráfico 3.14: Diagrama de Pareto CTX
(Estrobos de cable)



Elaborado por: Autora

El atributo más importante para el cliente es el tiempo de entrega, pero este factor se calificó con relación a las quejas de los clientes referentes a las órdenes atrasadas, y como se mencionó anteriormente estas quejas se ocasionan por la falta de comunicación del personal y fallos en el aprovisionamiento de materia prima.

Por esa razón en este proceso se ha considerado importante estudiar el prensado del casquillo el cual es segundo atributo más importante para el cliente.

3.1.6 Diagrama Sipoc macro.

El diagrama Sipoc se utilizó para caracterizar el proceso de una manera sintética, mediante la cual se identificó las etapas básicas del proceso, entradas y salidas. A continuación se detallan los diagramas Sipoc para los dos procesos en estudio.

3.1.6.1 Diagrama Sipoc Proceso de Fajas de Nylon

Tabla3.6 Diagrama Sipoc(Fajas de Nylon)

Suministradores Directos (internos/externos)	Entradas (informaciones y materiales)	Etapas Básicas del proceso	Salidas del proceso (materiales e informaciones)	Clientes del proceso(internos/externos)
Vendedor	Orden de producción	Recepción orden de producción	Programar producción	Jefe de Producción
Operario	Cinta Nylon	Fabricar Faja de Nylon	Faja Nylon	Bodeguero
	Hilo			
	Corrosin			
Bodeguero	Etiquetas	Embalar y	Mercadería	Bodeguero Quito
	Plástico de Embalaje	Despachar		
	Guía de Remisión			

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

3.1.6.2 Diagrama Sipoc Proceso de Estrobos de Cable de Acero

Tabla3.7 Diagrama Sipoc(Estrobos de Cable)

Suministradores Directos (internos/externos)	Entradas (informaciones y materiales)	Etapas Básicas del proceso	Salidas del proceso (materiales e informaciones)	Clientes del proceso(internos/externos)
Vendedor	Orden de producción	Recepción orden de producción	Programar producción	Jefe de Producción
Estrobero	Cable de Acero	Fabricar Estrobo de Cable	Estrobo de Cable	Bodeguero
Bodeguero	Casquillos Guardacables			
Bodeguero	Etiquetas	Embalar y	Mercadería	Bodeguero Quito
	Alambre de Amarre	Despachar		

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

3.1.7 Project Charter

Al finalizar la etapa definir de la herramienta Seis Sigma se debe elaborar el Project Charter en el cual se establecen las directrices del proyecto de mejora y se formaliza el mismo, el cual se describe a continuación para los dos procesos:

3.1.7.1 Project Charter del proceso de fabricación de fajas de nylon

Tabla 3.8: Project charter.(Fajas de nylon)

Project Charter			
Proceso:	Fabricación de Fajas nylon	Producto:	Faja nylon con ojo revirado
Green Belt:	Michelle Ruiz	Dueño del Proceso:	Gerente General
Black Belt:	N/A	Tutor:	Ing. Homero Vela
Champion:	N/A	Master Black Belt:	N/A
Fecha de inicio:	Septiembre 2010	Fecha de finalización:	Marzo 2011
Elemento	Descripción		
Proceso:	Proceso de fabricación de fajas de nylon con ojos revirados.		
Descripción del proyecto: (cual es el problema)	Mediante el análisis de quejas de los clientes se determinó que las quejas más comunes se relacionan con la longitud de las fajas de nylon. Es un factor importante ya que se utiliza en el levantamiento de cargas. Cuando se utilizan con varios ramales es necesario que las fajas sean exactas, ya que la precisión de la longitud garantiza la eficiencia de la eslinga (CTS). Cuando los ramales tienen diferencias de longitud aproximadamente se disminuye el 20% de la carga de trabajo.		
Objetivo	Disminuir la producción de fajas de longitud no conforme.		
Miembros del Equipo	Green Belt: Michelle Ruiz Tutor: Ing. Homero Vela Dueño del proceso: Gerente General		
Alcance del proyecto	El proyecto se basará en los procesos de fabricación de fajas de nylon de ojo revirado. Se utilizarán herramientas seis sigma para medir las variables que se consideren importantes en el estudio de los procesos. Esta tesis solo se realizará hasta la fase "analizar" del método DMAIC, y se plantearán soluciones a los problemas encontrados.		
Beneficios	Mediante el desarrollo de este proyecto se espera encontrar la causa raíz que provoca la fabricación del producto no conformes.		
Apoyo Requerido: (recursos)	Información del proceso Entrevista con las personas relacionadas con el proceso. Acceso a la planta para tomar datos		

Elaborado por: Autora

3.1.7.2 Project Charter del proceso de fabricación de estrobos de cable

Tabla 3.9: Project charter.(Estrobos de Cable)

Project Charter			
Proceso:	Fabricación de Eslingas de cable de acero	Producto:	Estrobos con guardacable en los extremos
Green Belt:	Michelle Ruiz	Dueño del Proceso:	Gerente General
Black Belt:	N/A	Tutor:	Ing. Homero Vela
Champion:	N/A	Master Black Belt:	N/A
Fecha de inicio:	Septiembre 2010	Fecha de finalización:	Marzo 2011
Elemento	Descripción		
Proceso:	Proceso de fabricación de estrobos de cable.		
Descripción del proyecto: (cual es el problema)	El prensado de los casquillos de las eslingas de cable es un atributo que afecta a la satisfacción del cliente ya que influye directamente en la resistencia de la eslinga. Por lo que se ha visto la necesidad de estudiarlo y aumentar su capacidad.		
Objetivo	Reducir la variabilidad del diámetro del casquillo después del prensado.		
Miembros del Equipo	Green Belt: Michelle Ruiz Tutor: Ing. Homero Vela Dueño del proceso: Gerente General		
Alcance del proyecto	El proyecto se basará en el proceso de fabricación de estrobos de cable con guardacable. Se utilizarán herramientas seis sigma para medir las variables que se consideren importantes en el estudio de los procesos. Esta tesis solo se realizara hasta la fase "analizar" del método DMAIC, y se plantearán soluciones a los problemas encontrados.		
Beneficios	Mediante este estudio se espera encontrar la causa raíz que genera la variabilidad del diámetro de los casquillos después del prensado y aumentar la capacidad del proceso de prensado.		
Apoyo Requerido: (recursos)	Información del proceso Entrevista con las personas relacionadas con el proceso. Acceso a la planta para tomar datos		

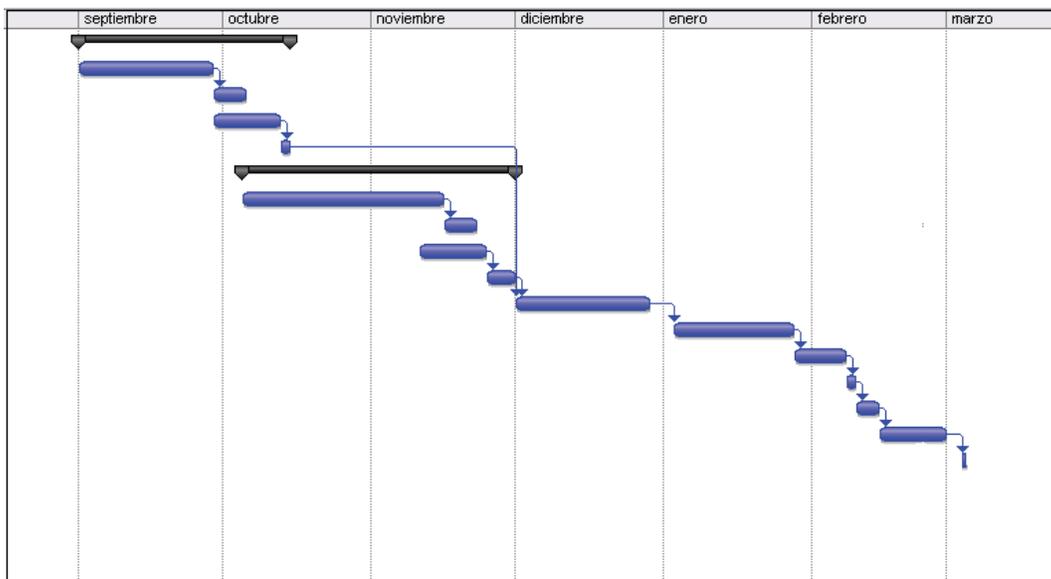
Elaborado por: Autora

3.1.7.3 Cronograma del proyecto:

A continuación se detalla el cronograma de actividades para realizar el proyecto.

Gráfico 3.15: Cronograma de actividades del proyecto.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	Medir el sistema (Proceso fajas de nylon)	32 días	mié 01/09/10	jue 14/10/10	
2	Toma de datos	20 días	mié 01/09/10	mar 28/09/10	
3	Tabulacion de datos	5 días	mié 29/09/10	mar 05/10/10	2
4	Elaboracion de graficos	10 días	mié 29/09/10	mar 12/10/10	
5	Estudio de la capacidad del proceso	2 días	mié 13/10/10	jue 14/10/10	4
6	Medir el sistema (Proceso estrobos de cable)	41 días	mar 05/10/10	mar 30/11/10	
7	Toma de datos	30 días	mar 05/10/10	lun 15/11/10	
8	Tabulacion de datos	5 días	mar 16/11/10	lun 22/11/10	7
9	Elaboracion de graficos	10 días	jue 11/11/10	mié 24/11/10	
10	Estudio de la capacidad del proceso	4 días	jue 25/11/10	mar 30/11/10	9
11	Analizar Resultados	20 días	mié 01/12/10	mar 28/12/10	5,10
12	Plantear Soluciones	19 días	lun 03/01/11	jue 27/01/11	11
13	Pruebas Piloto	7 días	vie 28/01/11	lun 07/02/11	12
14	Elaborar Plan de Accion	2 días	mar 08/02/11	mié 09/02/11	13
15	Elaborar Plan de Control	3 días	jue 10/02/11	lun 14/02/11	14
16	Analisis Costo-Beneficio	10 días	mar 15/02/11	lun 28/02/11	15
17	Presentacion del proyecto	1 día	vie 04/03/11	vie 04/03/11	16



Elaborado por: Autora.

3.2 Medir el Sistema

3.2.1 Levantamiento de Procesos.

3.2.1.1. Descripción de los procesos de Fajas de Nylon

Las fajas de nylon se fabrican con un ojo realizado con la misma cinta de nylon utilizado en el cuerpo de la eslinga. Para la elaboración de las fajas se mide la cinta de nylon tomando en cuenta las dimensiones de los ojos, el traslape y el cuerpo de la eslinga dependiendo del número de capas. Se corta la faja de nylon, se sella y se procede a coser. En el ojo de la eslinga se cose un protector de corrosin, el cual evita el desgaste cuando está en contacto con la carga. En el cuerpo de la eslinga se cose la placa de cuero con las especificaciones del producto. Después se embala y se despacha a la bodega principal.

En el proceso trabajan tres operarios, uno de ellos se encarga de medir, cortar la cinta, el segundo se encarga de coser la faja y el tercero de marcar las placas y embalar el producto.

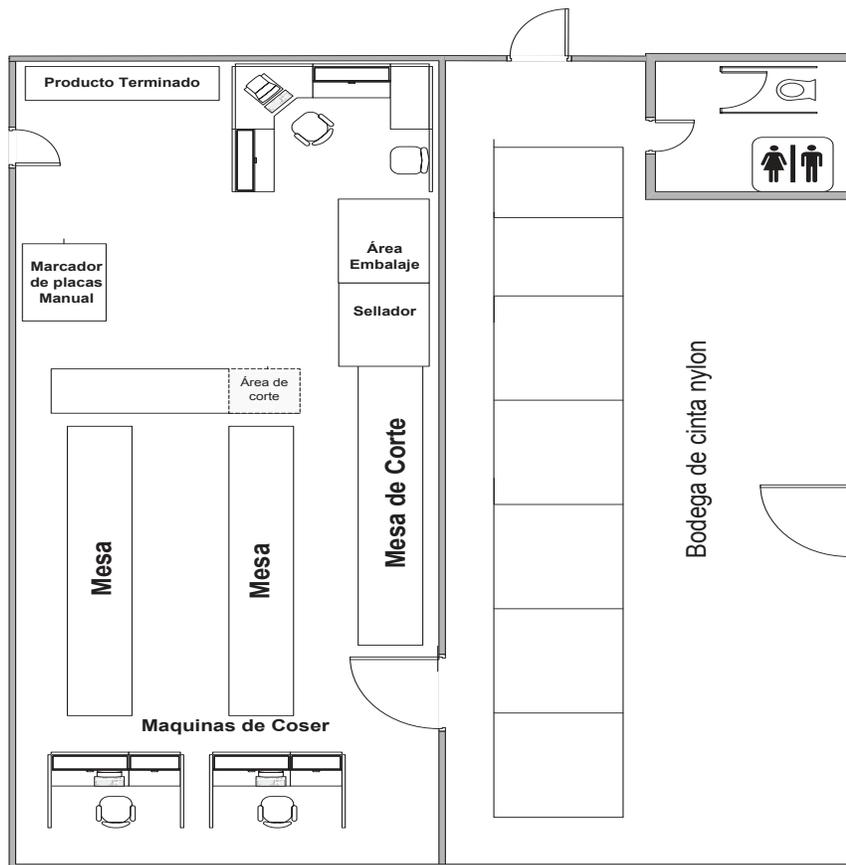
3.2.1.1.1. Descripción de los Equipos Utilizados en el proceso de fabricación de fajas de nylon

- Máquina de coser industrial: Se utiliza para coser la eslinga de nylon.
- Selladora de puntas: Herramientas que se utiliza para sellar las puntas de la cinta nylon.
- Marcadora de placas: Herramienta utilizada en los procesos de fabricación de eslingas y fajas para marcar las longitudes y la trazabilidad de los productos fabricados en las placas de identificación del producto.

- Guillotina: Herramienta de corte que se utiliza para cortar el cuero de las placas de identificación de la faja de nylon y la cinta.

3.2.1.1.2. Lay-out del área de trabajo proceso de fabricación de Fajas de Nylon

Gráfico 3.16: Lay-out del área de trabajo (Fajas de nylon)

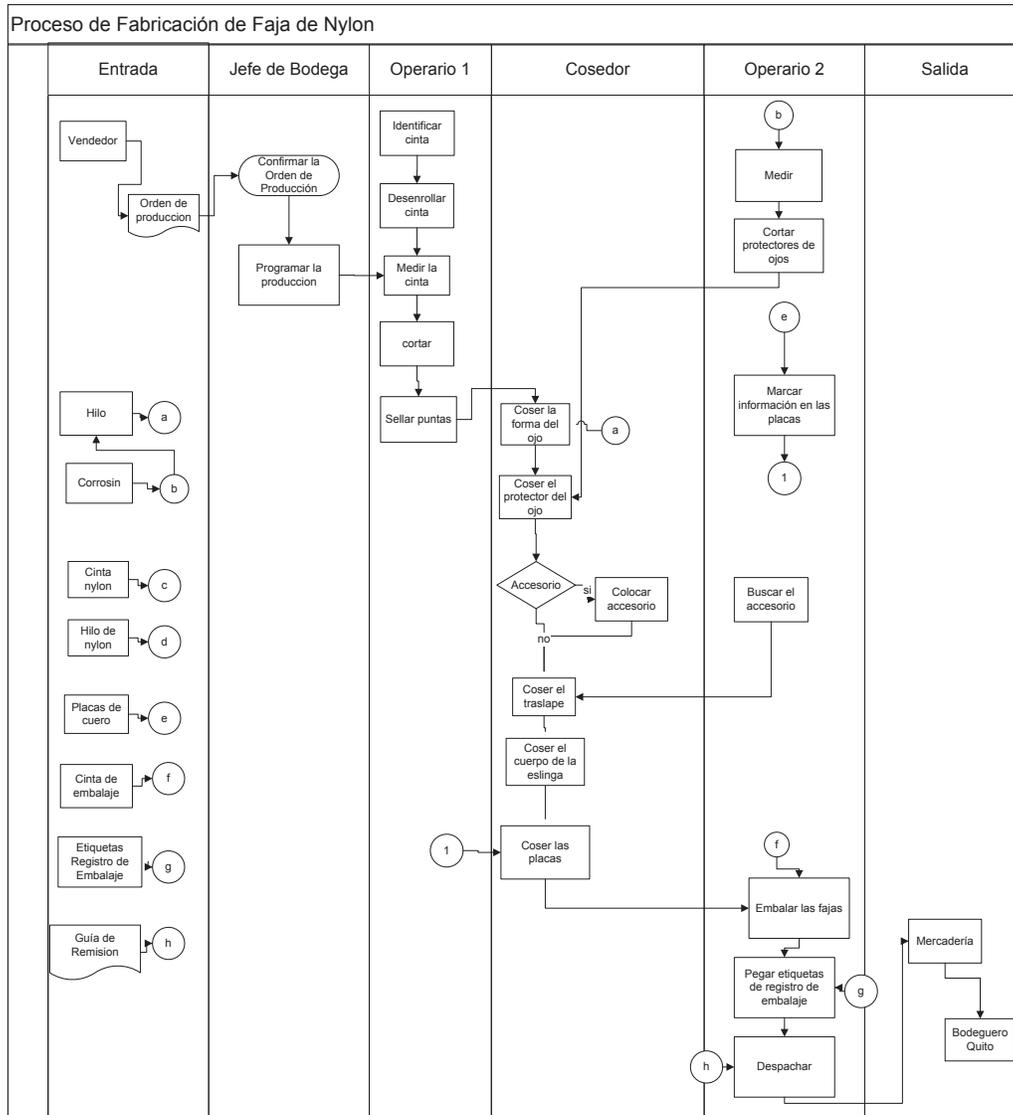


Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

3.2.1.1.3 Diagrama Sipoc Detallado del proceso de fajas de Nylon

Gráfico 3.17. Diagrama Sipoc Detallado (Fajas de Nylon)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

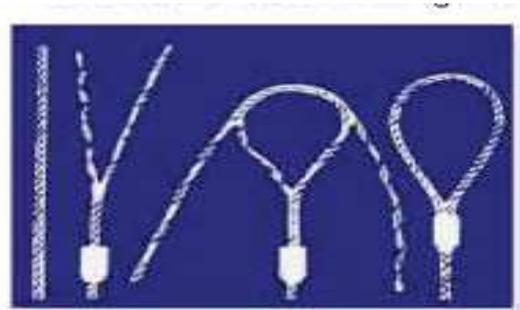
Elaborado por: Autora

3.2.1.2 Descripción del proceso de fabricación de estrobos de Cable

Las eslingas se fabrican con un ojal entrelazado tipo FLEMISH y casquillo de acero al carbono original Crosby prensado en frío. Este tipo de construcción brinda una absoluta seguridad, al punto que muchos organismos mundiales no aceptan otro tipo de eslinga.

El primer paso para la construcción de la eslinga es colocar el casquillos en el cable, después se separa el cable en 2 torones, para realizar el ojo de la eslinga. Una vez armado el ojal se prensa el casquillo en una prensa de hasta 1200 Ton. Para finalizar el proceso se corta el exceso de cable que queda después de prensar el casquillo, en el caso de los cables mayores a 7/8 ya que es necesario tener ese sobrante al realizar el ojo de la eslinga por la dificultad de coser el ojo. En el caso de los cables de acero de diámetros entre 1/8 a 7/8, este exceso de material al realizar el ojo no es necesario, ya que el cable colabora en la construcción del ojo.

Foto 3.1: Ojo Flemish



Fuente: Catálogo de la organización, 2010

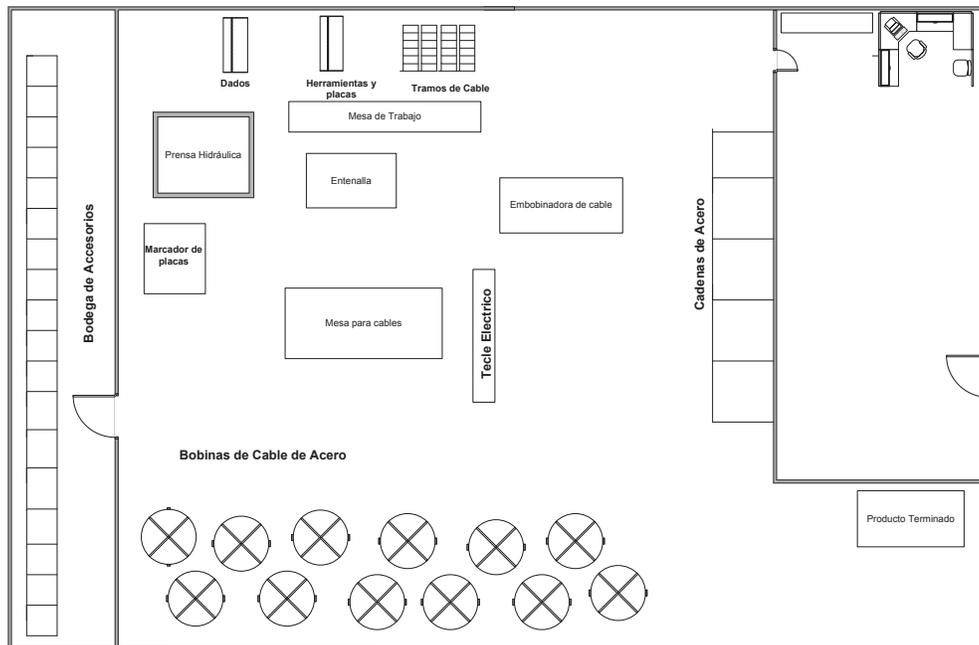
Este proceso lo realizan 3 personas. Dos de ellos se encargan de fabricar los estrobos ensamblan la eslinga y la prensan, y el tercer trabajador es el que realiza las placas de los estrobos, los embala y se encarga del despacho.

3.2.1.2.1 Descripción de los equipos utilizados en el proceso de fabricación de estrobos de cable

- Prensa Hidráulica: Se utiliza para prensar en frío los casquillos de los estrobos. Tiene una capacidad de hasta 1200 ton.
- Dados: Moldes que se utilizan en la prensa dependiendo del diámetro del casquillo
- Dispositivo: Herramienta que se utiliza para ajustar los torones del cable.
- Entenalla: Herramienta que se utiliza para sostener el cable.
- Tecle eléctrico: Herramienta que se utiliza para levantar los rollos de cable.

3.2.1.2.2 Lay-out del área de trabajo del proceso de fabricación de Estrobos de cables.

Grafico3.18:Lay-out del área de trabajo (Estrobos de cables)

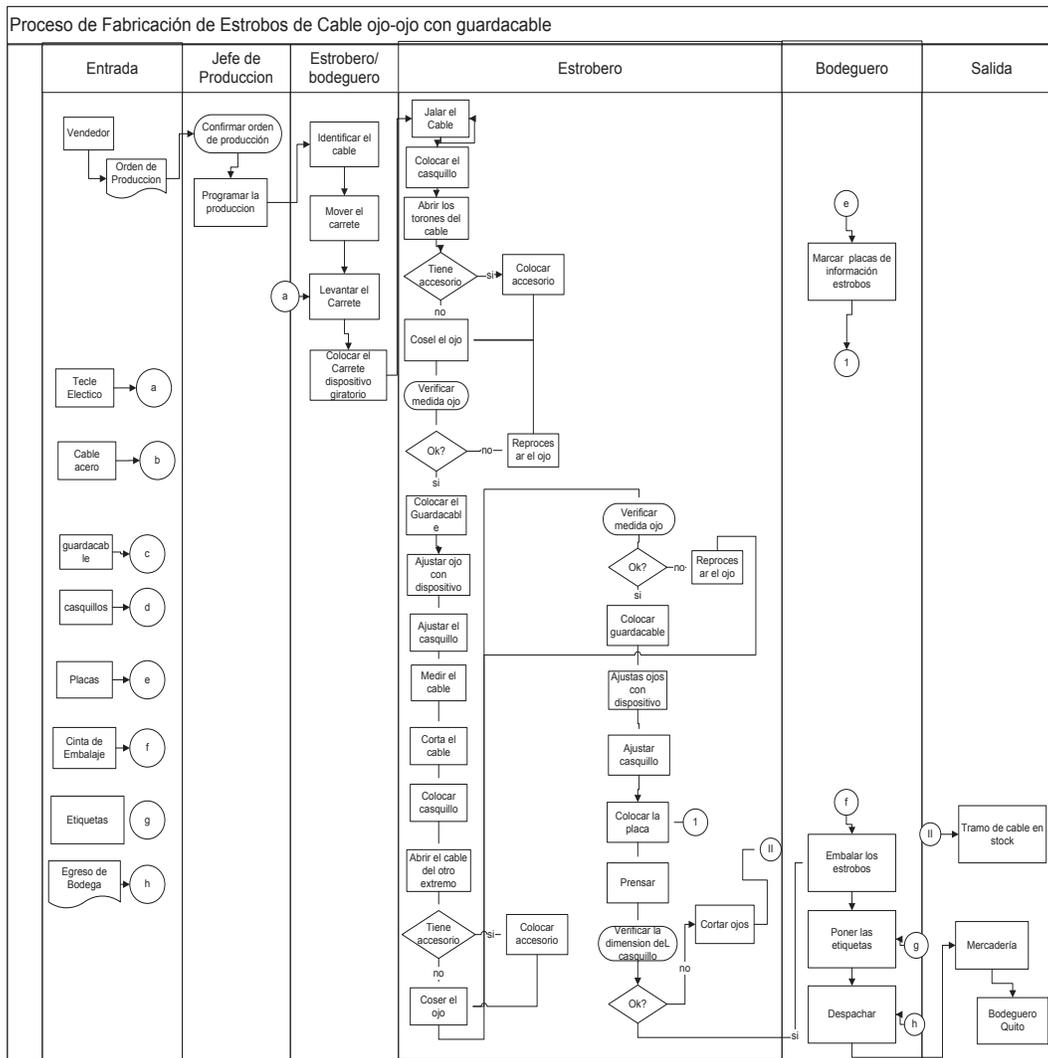


Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

3.2.1.2.3 Diagrama Sipoc detallado del proceso de fabricación de estrobos de cable de acero

Gráfico 3.19. Diagrama Sipoc Detallado (Estrobos de Cable)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

3.2.2 Definir variables de medición

3.2.2.1 Proceso de fabricación de fajas de nylon

Como se mencionó anteriormente la organización fabrica todos los productos de diferentes medidas dependiendo de los requerimientos de los clientes; por esta razón se ha utilizado el reporte de ventas de los últimos cuatro meses para conocer las preferencias de los clientes y determinar el producto en el que se pueda obtener un muestro adecuado, el cual proporcione una información objetiva.

Con este reporte se obtuvo los productos más vendidos los cuales se aprecian en el gráfico a continuación:

Gráfico 3.20.: Volumen de producción
fajas de nylon



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Con este reporte se definió que se realizará un muestro o de las siguientes fajas den y lonlas cuales tienen un volumen de ventas mayor a 200 unidades.

- Faja nylon plana 2" x 2mts
- Faja nylon plana 2" x 6mts
- Faja nylon plana 3"x3mts
- Faja nylon plana 4"x4mts

- Faja nylon plana 4"x6mts
- Faja nylon plana 6x6mts

En la matriz CTS se obtuvo como una actividad influyente en la longitud de la faja de nylon la medición de la cinta, por esa razón se ha considerado medir la longitud de la cinta después de ser cortada. Adicionalmente se medirá la longitud final de la cinta tomada como muestra con el fin de determinar la longitud con la que se están produciendo estas eslingas.

3.2.2.2 Proceso de fabricación de estrobos de cable

Uno de las características del producto que posee más importancia para el cliente es el prensado del casquillo, ya que garantiza el funcionamiento correcto de la eslinga y la eficiencia de la misma al momento de levantar las cargas.

Es importante que los casquillos se mantengan dentro de los límites especificados por el proveedor debido a que un casquillo que no se encuentre lo suficientemente prensado puede ocasionar que la eslinga falle, y cuando se encuentra muy prensado puede ocasionar fisuras en el cable disminuyendo su resistencia.

La variable en estudio es el diámetro de los casquillos después del prensado, ya que garantiza la resistencia del estrobo. Para realizar el muestreo se clasificó por el diámetro de cable. Escogiendo los diámetros 3/8, (diámetro pequeño), 5/8, (diámetro mediano) y 7/8 (diámetro ancho). Se realizó hasta los cables de 7/8 ya que son los estrobos que se fabrican con mayor frecuencia.

3.2.2.3. Técnica de muestreo

Como se mencionó anteriormente los estrobos de cable así como las fajas de nylon se producen con diferentes especificaciones y los lotes de producción dependen específicamente de la cantidad que requiere el cliente.

Para realizar el muestreo se ocupará las tablas del militar y estándar 414, el cual se utiliza para el muestreo por variables. Juran, 2005, lo define como “Un programa de muestreo de tipo NCA para los que se supone que las mediciones individuales a las que se aplica se distribuyen normalmente. (p. 793), El NCA se refiere al nivel aceptable de calidad, para los fines de un muestreo de aceptación.

El militar y standard 414 permite determinar la muestra a inspeccionar dependiendo el tamaño de lote y el tipo de inspección a realizar.

Existen tres tipos de inspecciones, la rigurosa, normal, y reducida. La inspección normal es la comúnmente utilizada y la cual se empleará para obtener el muestreo de los productos. En las tablas la inspección normal se refiere al IV nivel de inspección. (Ver anexo 9)

3.2.3 Validación de los equipos de Medición.

Cuando se realiza mediciones con equipos de medición directa puede surgir cierta variación del valor obtenido de la misma pieza debido a la exactitud y precisión del instrumento, así como la habilidad de la persona que esta midiendo.

El Isoplot es una herramienta la cual se usa para evaluar si el sistema de medición que se está usando posee un pequeño error con relación a la variabilidad del parámetro que se está midiendo. (Moura, 2009, p. 245)

Para determinar si el instrumento es aceptado se utiliza la siguiente fórmula:

Fórmula 3.1: Criterio de aceptación Isoplot

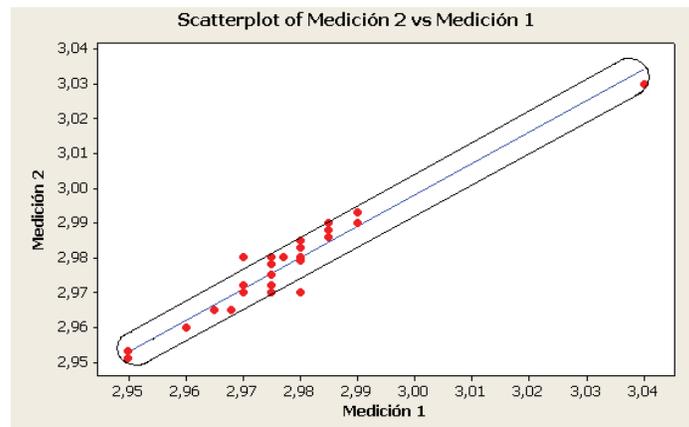
$$\frac{l}{\Delta M} \geq 8.5 \quad \text{en donde} \quad \frac{l = \text{Longitud de la salchicha}}{\Delta M = \text{Diametro de la salchicha}}$$

Fuente: Moura, 2009, p.245

3.2.3.1 Flexómetro.

Para construir los Isoplot se escogió una muestra de 30 piezas (ver anexo 3), con la cuales se realizó dos mediciones efectuadas con el mismo operador utilizando un fluxómetro con apreciación de un milímetro.

Gráfico 3.21: Isoplot de fluxómetro



Fuente: Planta de fabricacion de elementos de izaje

Elaborado por: Autora

Fórmula 3.2: Isoplot

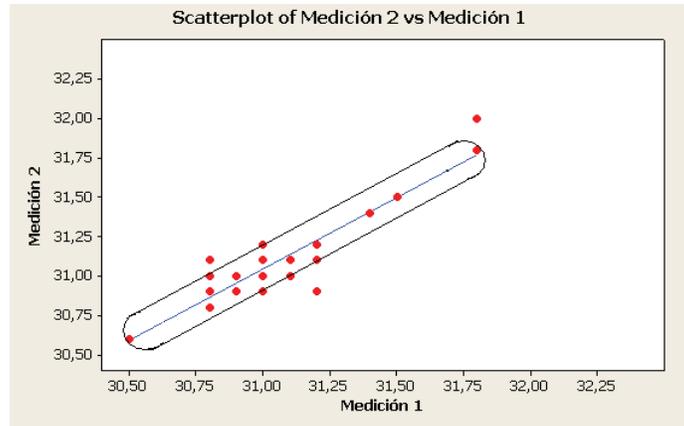
Fluxómetro

$$\frac{18,4}{1,2} = 15,43 \geq 8,5$$

3.2.3.2 Calibrador

Para realizar las mediciones del diámetro del casquillo después de ser prensado se utilizó un calibrador con apreciación de 0.1mm regido por la norma DIN 862. De igual manera se escogió una muestra de 30 piezas (ver anexo 4), con la cuales se realizó dos mediciones efectuadas con el mismo operador.

Gráfico 3.22: Isoplot de Calibrador



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje
Elaborado por: Autora

Fórmula 3.2: Isoplot
Calibrador

$$\frac{12,5}{1,2} = 10,42 \geq 8,5$$

Moura señala que el criterio de aceptación debe ser mayor o igual a 8.5. En los dos equipos de medición se obtuvo 10.42 y 15.43. Por lo tanto se concluye que los valores obtenidos tiene suficiente precisión.

3.2.4 Tabulación de datos y representación gráfica de los datos

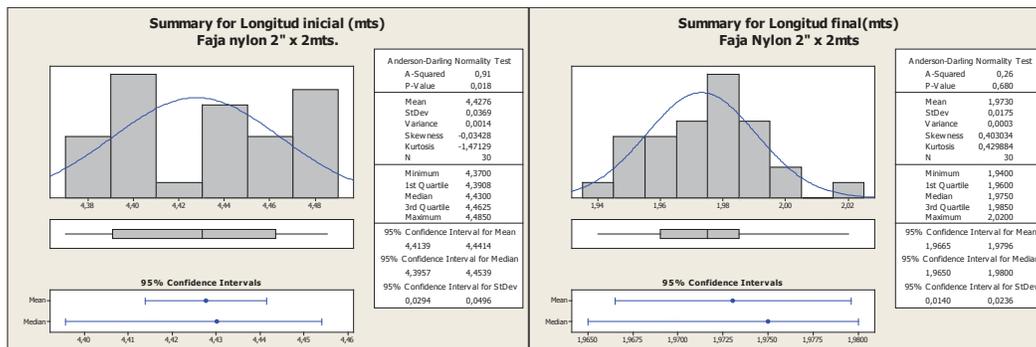
3.2.4.1 Proceso de fabricación de fajas de Nylon

Para la realización del estudio de las fajas de nylon se planificó realizar un muestreo aleatorio durante 30 días de la longitud inicial (longitud de la cinta de nylon después de cortarla) y la longitud final del producto terminado (ver anexo 3). Las muestras se tomaron de todas las órdenes de producción que se fabricaron en este periodo de tiempo.

Para determinar el tipo de comportamiento y distribución que siguen los datos se ha utilizado histogramas.

3.2.4.1.1. Faja Nylon 2" x2mts

Gráfico 3.23.: Histogramas (Faja nylon 2"x2mts)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

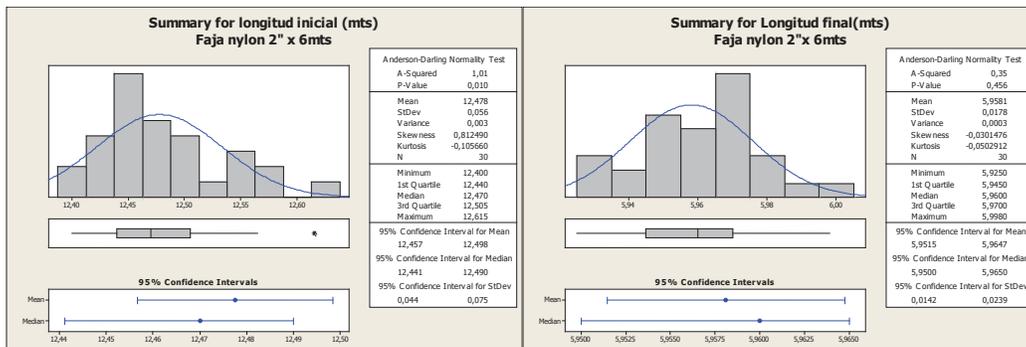
Elaborado por: Autora

- En el caso de la medición de la cinta en esta muestra se observa que la media es de 4.427 metros y la desviación estándar de 0.0369 metros o 3.69 cm. Los límites del proceso oscilan entre 4.37 y 4.4850 metros. Se puede ver claramente que el proceso se encuentra fuera de control.

- Como resultado se obtiene el producto terminado, el cual sigue una distribución normal, donde la media del proceso es de 1.973 m y la desviación estándar es de 0.0175 metros o 1.75 cm. Los límites del proceso oscilan entre 1.94 y 2.02 m. El límite inferior difiere en 6 cm del valor final requerido.

3.2.4.1.2 Faja Nylon 2" x6mts

Grafico 3.24: Histogramas (Faja nylon 2"x6mts)



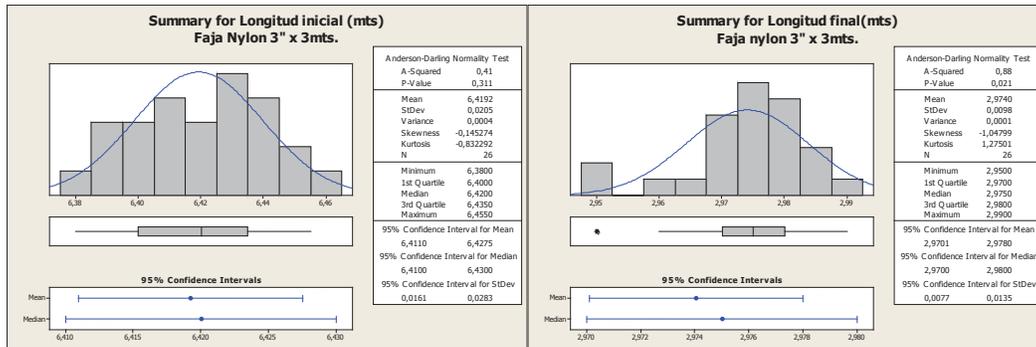
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

- En este caso los valores de la medición de la cinta tienden a formar una distribución normal con un poco de asimetría en cola a la derecha. La longitud final requerida para hacer una faja de estas características es de 12.4 metros, sin embargo los valores del proceso se encuentran al lado izquierdo de la curva dando como resultado una media de 12.478 metros y una desviación de 0.056 metros o 5.6 cm. Los límites del proceso oscilan entre 12.40 y 12.615 metros.
- Como resultado tenemos un proceso normal con una media de 5.958 metros y una desviación estándar de 0.0178 metros o 1.78 cm. Los límites del proceso oscilan entre 5.925 y 5.998 metros.

3.2.4.1.3 Faja Nylon 3"x3 mts

Grafico 3.25.: Histogramas (Faja nylon 3"x3mts)



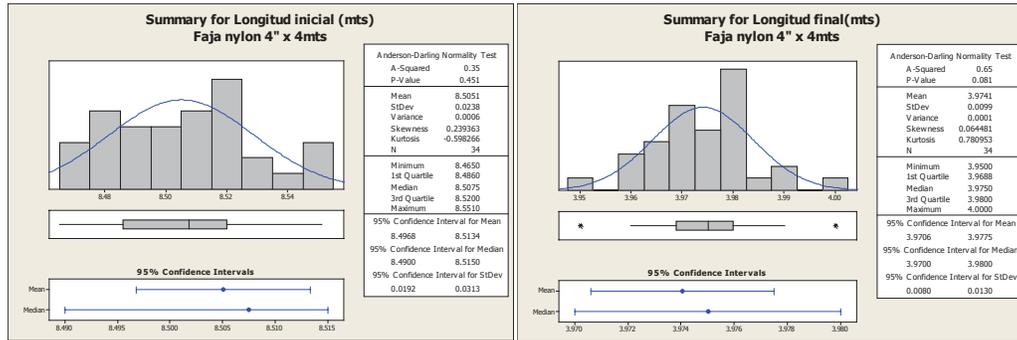
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

- En este caso el proceso sigue una distribución normal con una media de 6.419 metros y una desviación estándar de 0.0205 metros o de 2.05cm. En este caso se puede notar que la longitud requerida para la realización de la faja de tres metros de largo es de 6.4 m, y los datos del proceso no se encuentran muy lejos de ese valor. Los datos varían entre 6.38 y 6.455 metros.
- Como resultado el proceso terminado sigue una distribución normal donde la media es de 2.9740 m y la desviación estándar es de 0.0098 metros o de 0.98 cm. Los límites del proceso oscilan entre 2.95 y 2.99 metros.

3.2.4.1.4 Faja nylon 4" x 4 mts.

Gráfico 3.26.: Histogramas (Faja nylon 4" x 4 mts)



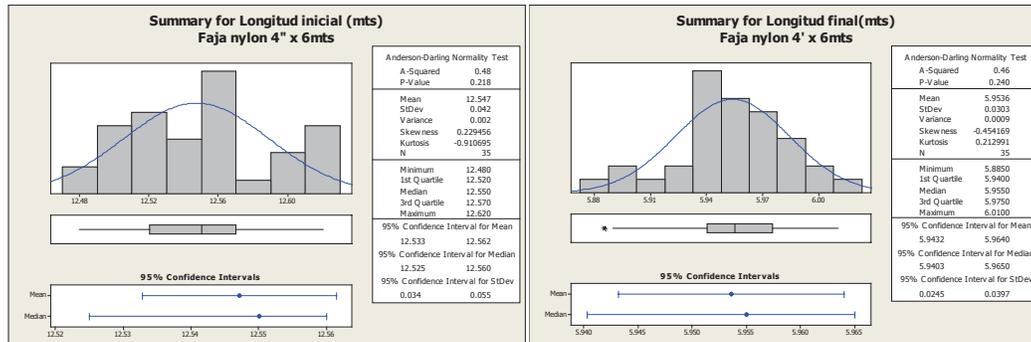
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

- El proceso de corte de la cinta en este caso está fuera de control. La media es 8.505 metros y la desviación estándar de 0.0238 metros o 2.38 cm. Los límites del proceso oscilan entre 8.465 y 8.551 metros.
- Como resultado se obtiene un proceso con distribución normal donde la media es de 3.974 m y la desviación estándar de 0.0099 m o de 0,99cm. Los límites del proceso son de 3.95 y 4 metros.

3.2.4.1.5 Faja Nylon 4" x 6mts

Gráfico 3.27.: Histogramas (Faja nylon 4"x6mts)



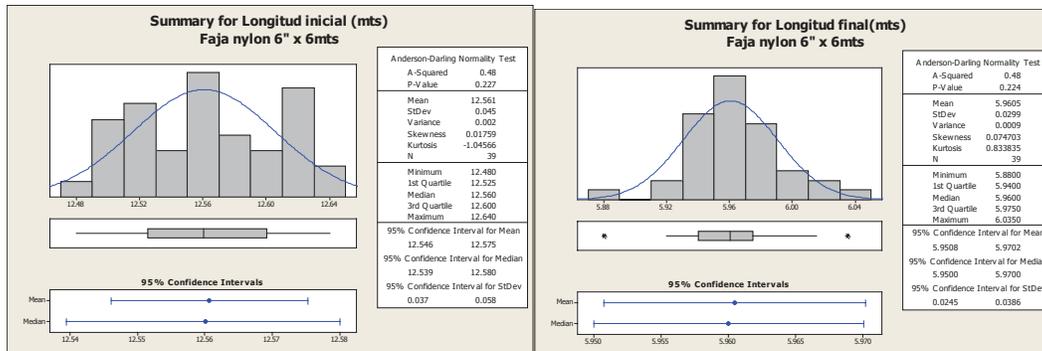
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

- Este proceso sigue una distribución normal, la media tiene un valor de 12.547m, y una desviación estándar de 0.042 metros o 4,2 cm. Los límites del proceso son de 12.48 y 12.62.
- Como resultado las fajas siguen una distribución normal donde la media es de 5.9536 m y la desviación estándar es de 0.0303 metros o 3.03 cm. Los datos varían entre 5.88 y 5.94 metros. En este producto se puede observar que el límite superior difiere en 11.5 cm de la longitud deseada y el límite superior en 6 cm.

3.2.4.1.6 Faja Nylon 6" x6 mts.

Gráfico 3.28.: Histogramas (Faja nylon 6" x6mts)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

- Este proceso sigue una distribución normal. Sin embargo las colas del proceso son bastante largas y con gran cantidad de datos acumulados, lo que se concluye que es un proceso fuera de control. La media del proceso es de 12.561 y la desviación estándar es de 0.045 metros o 4.5 cm. Los datos varían entre 12.48 y 12.64.
- El proceso sigue una distribución normal donde la media es de 5.96mts y la desviación estándar es de 0.0299 metros o 2.99cm. Los datos varían entre 5.88 y 6.035 metros.

Para facilitar el análisis de los datos se realizó un cuadro con el resumen de la información de las muestras el cual se describe a continuación:

Tabla 3.10: Comparación de resultados medición de cinta

Medición					
Faja	Longitud deseada (mts)	Media (mts)	σ (cm)	Límite inferior (mts)	Límite superior (mts)
2x2mts	4.4	4.427	3.69	4.37	4.485
2x6mts	12.4	12.478	5.6	12.4	12.615
3x3mts	6.4	6.419	2.05	6.38	6.455
4x4mts	8.5	8.505	2.38	8.465	8.551
4x6mts	12.5	12.547	4.2	12.48	12.62
6x6mts	12.6	12.561	4.5	12.48	12.64

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Tabla 3.11: Comparación de resultados longitud producto terminado.

Producto terminado						
Faja	Longitud deseada (mts)	Media (mts)	σ (cm)	Límite inferior (mts)	Límite superior (mts)	Tolerancias aceptadas por el cliente
2x2mts	2mts	4.427	1.75	1.94	2.02	1.97-2.03
2x6mts	6mts	5.958	1.78	5.925	5.998	5.97-6.03
3x3mts	3mts	2.974	0.98	2.95	2.99	2.97-3.03
4x4mts	4mts	3.974	0.99	3.95	4	3.97-4.03
4x6mts	6mts	5.953	3.03	5.885	5.94	5.97-6.03
6x6mts	6mts	5.960	4.5	5.88	6.035	5.97-6.03

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Después de analizar los datos obtenidos de diferentes diámetros y largos de las fajas de nylon se puede confirmar que el producto se está fabricando con longitudes menores a la solicitada por el cliente. La media del proceso se encuentra al lado izquierdo de la longitud deseada del producto terminado. Este problema es más evidente en las fajas de longitudes mayores a 4 metros.

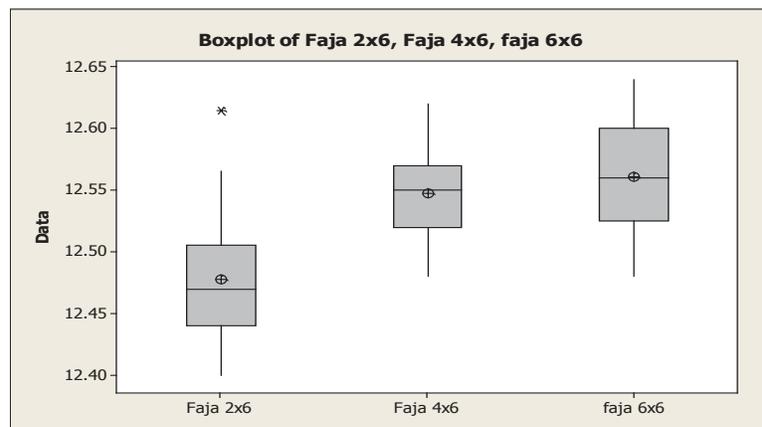
Sin embargo el proceso de medición está fuertemente ligado con el producto terminado, y es en el cual se observa que entre el mismo producto existe mucha variación, la cual podría ser la causa de los reclamos de los clientes causados por la longitud del producto.

3.2.4.1.7 Boxplot

El boxplot es una herramienta muy sencilla usada especialmente para comparar diferentes muestras cuando se tiene pocos datos. A pesar de que existe variación en las fajas 2x2, 3x3 y 4x4, claramente se nota una mayor variación en las fajas de mayor longitud.

Debido a que se tiene datos de los tres diámetros de la misma longitud se realizó un boxplot para comparar las 3 muestras.

Gráfico 3.29: Boxplot longitud inicial fajas de 6 mts.

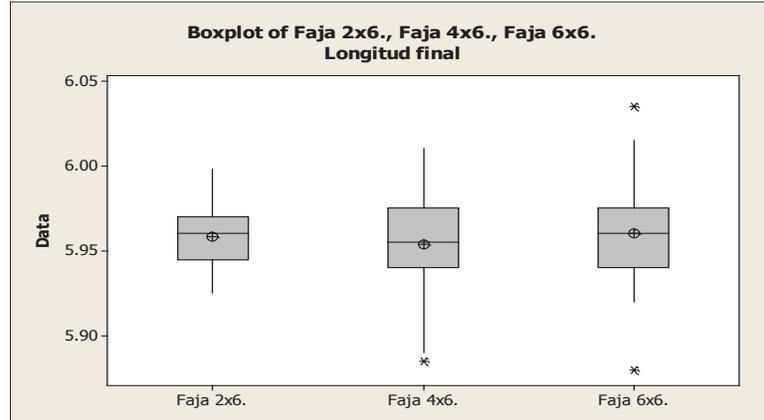


Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

Elaborado por: Autora

En este grafico se observa que en las tres muestras el proceso de medición tiene alta variabilidad, especialmente en la cinta de 6 pulgadas. En la faja de 2 pulgadas existe un punto discrepante, el cual se analizará más adelante.

Gráfico 3.30:Boxplot longitud final fajas de 6 mts.



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

Elaborado por: Autora

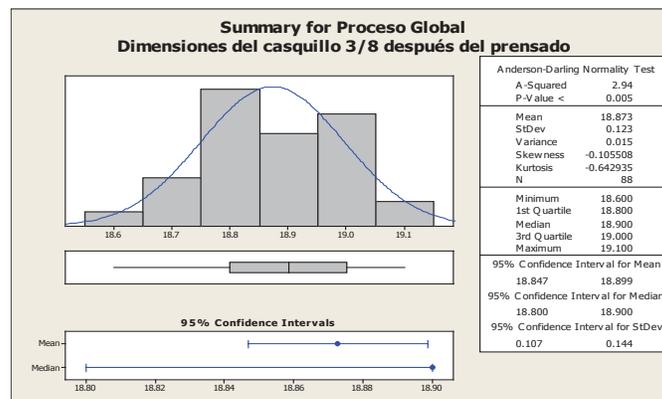
Mediante este grafico podemos observar que ninguna de las fajas llega a medir la longitud requerida. En las tres muestras se puede comprobar la reducción de la distancia requerida mayores a 5 cm.

3.2.4.2 Proceso de fabricación de estrobos de cable

Para realizar el estudio de los casquillos se tomaron muestras aleatorias de estrobos de cable. Se todas las órdenes de producción que se fabricaron en el periodo de 30 días de los dos operarios los cuales prensan los casquillos, en donde se obtuvieron los datos tabulados en el anexo 4.

3.2.4.2.1 Casquillos de 3/8"

Gráfico 3.31: Histograma del casquillo 3/8



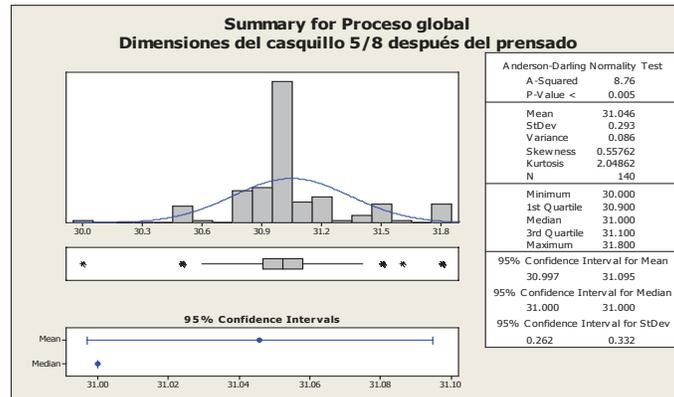
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Para el estudio del proceso de prensado se utilizó los valores de los dos operarios. Es un proceso normal con media de 18.873mm y una desviación estándar de 0.123 mm.

3.2.4.2.2 Casquillos de 5/8”

Grafico 3.32: Histograma casquillo 5/8



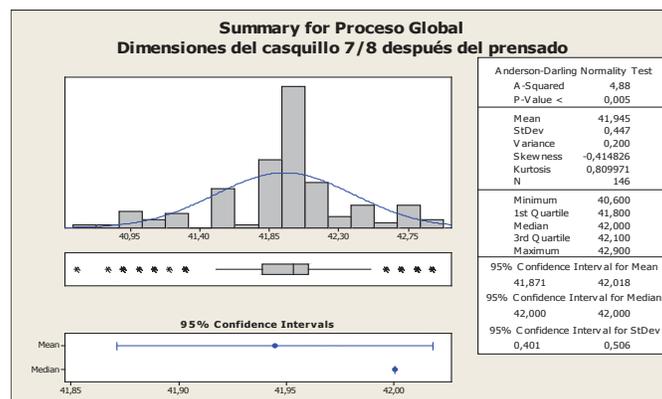
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

El proceso sigue una distribución normal, sin embargo tiene colas largas a los extremos lo que permite concluir que no se encuentra bajo control. La media del proceso es de 31,046 y la desviación estándar de 0,293.

3.2.4.2.3 Casquillos de 7/8”

Gráfico 3.33: Histograma del casquillo 7/8



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

El proceso sigue una distribución normal, sin embargo tiene colas largas a los extremos lo que permite concluir que no se encuentra bajo control.

La media del proceso es de 41,954 mm y la desviación estándar de 0,447mm.

3.2.5 Gráficos de Control Estadístico

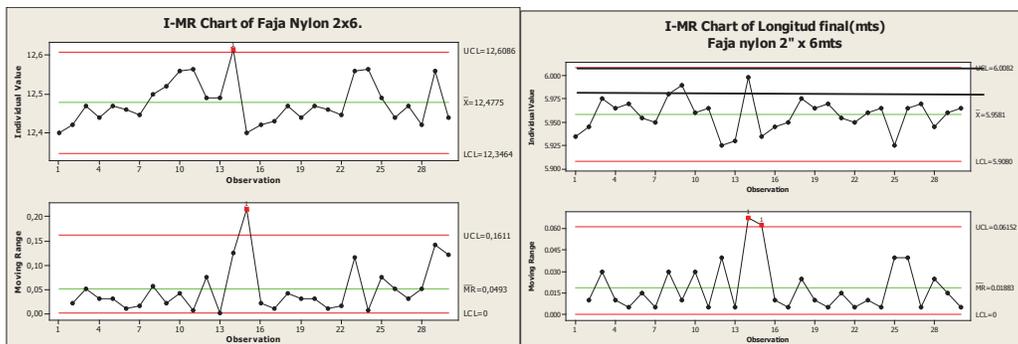
Los gráficos de control se realizaron para determinar puntos discrepantes asignables a causas especiales en el proceso, y de esta manera realizar el estudio de la capacidad del proceso.

3.2.5.1 Proceso de fabricación de fajas de nylon

Debido a que se posee pocos datos de las fajas de nylon se realizó los cuadros de media y rango pero para valores individuales.

Los gráficos de control también se han utilizado para visualizar como se encuentra el proceso con relación a los límites requeridos por el cliente en la longitud final del producto.

Gráfico 3.34: Gráficos de control (Faja 2" x 6mts)



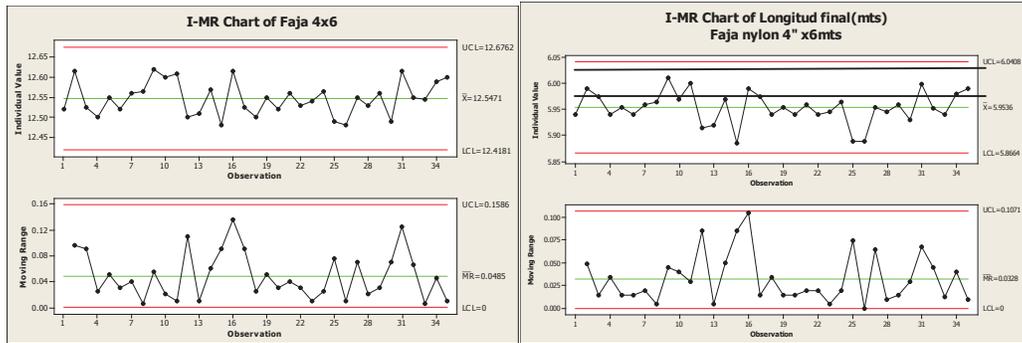
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

- En este caso se puede ver que existe un punto especial, el cual se produjo porque el operario midió la cinta con los valores requeridos para

realizar una faja de 3" x 6mts de longitud. El cual difiere en 10 cm de la faja requerida.

Grafico 3.35 Grafico de control faja 4" x 6mts

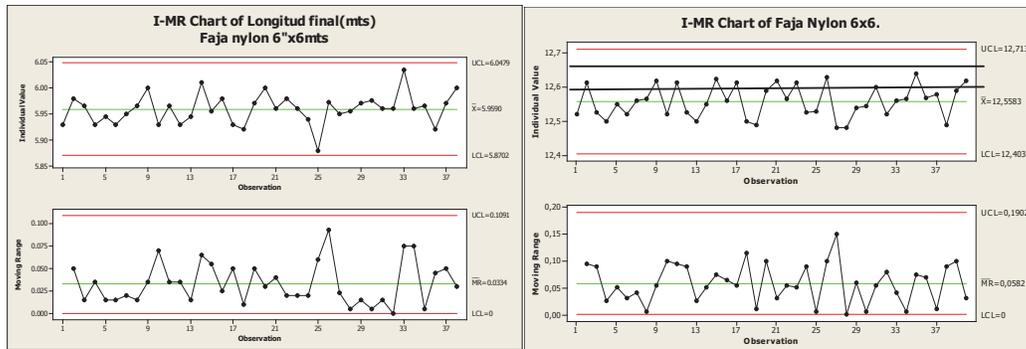


Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

- En esta muestra no se presentan causas especiales.

Gráfico 3.36: Gráficos de control (Faja 6" x 6mts)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

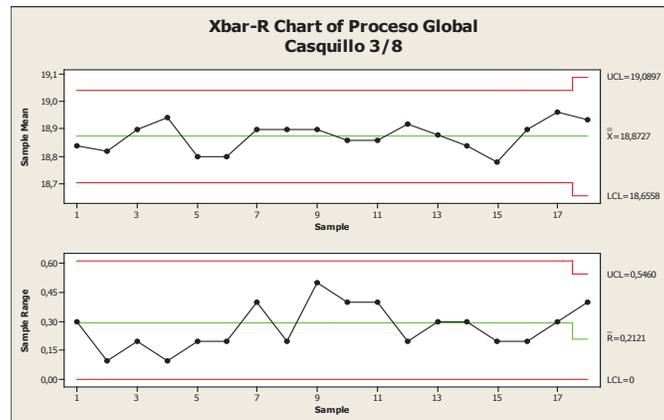
Elaborado por: Autora.

- En esta muestra no se presentan causas especiales.
- Nota: Como se observa en las tres muestras los datos se encuentran debajo del límite inferior de especificación, fuera de las tolerancias requeridas.

3.2.5.2. Proceso de fabricación de estrobos de Cable

Para la determinar si existen puntos especiales se realizó gráficos de media y rango, en donde se realizó subgrupos de cinco datos.

Gráfico 3.37 Gráfico de control casquillo 3/8

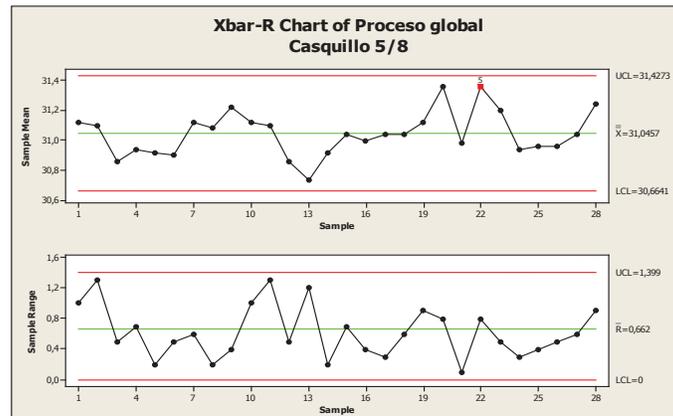


Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

- En este proceso no se presentan causas especiales.

Gráfico 3.38 Gráfico de control casquillo 5/8

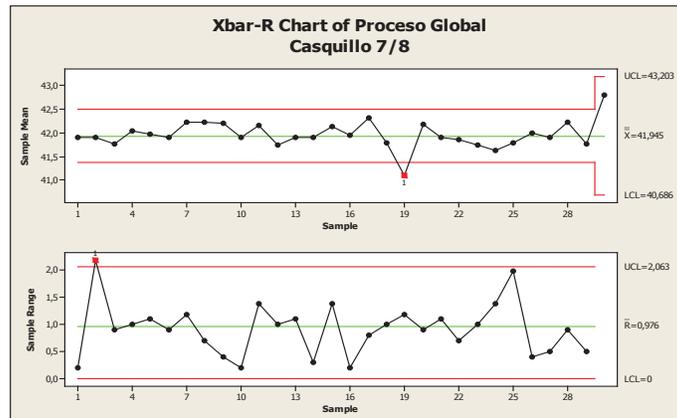


Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

- Mediante el test de inestabilidad se determinó un punto especial, sin embargo no se ha determinado ninguna causa asignable a este punto.

Gráfico 3.39 Gráfico de control casquillo 7/8



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

- El punto especial que sale fuera de los límites del proceso se debe a que la máquina presentó problemas cuando se estaba prensando, por lo que se ajustó la válvula para prensar.

3.2.6. Estudio de la capacidad del proceso

Cabe recalcar que el programa minitab el cual se ha utilizado para el estudio de la capacidad del proceso estima la variación de dos maneras:

- Overall; Considera todos los valores incluyendo la variación entre subgrupos.
- Within: Solo incluye los valores dentro de los subgrupos.

Es por esa razón que utilizaremos los valores Pp y Ppk para el análisis de los datos.

3.2.6.1. Estudio de la capacidad del proceso de fajas de nylon

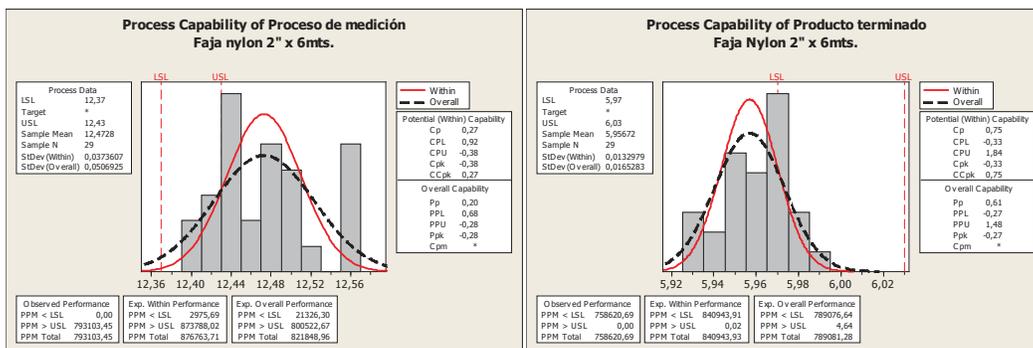
En la organización no se han definido límites de tolerancia para ninguno de sus productos, entre ellos las fajas de nylon.

Sin embargo para sacar la capacidad del proceso se ha realizado con límites de +/- 3cm con respecto a la longitud necesaria establecida en cada caso.

Para la realización de la capacidad del proceso se ha tomado las muestras de las fajas de dos, cuatro y seis pulgadas de seis metros de longitud.

3.2.6.1.1. Faja nylon 2 pulgadas

Gráfico: 3.40: Capacidad del proceso (Faja 2" x 6mts)



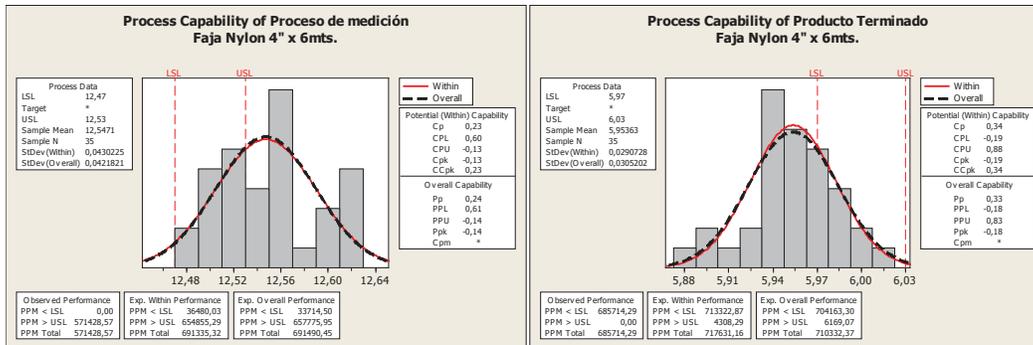
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

- El proceso de medición es un proceso no capaz, el valor de la capacidad del proceso es de 0.20. En el procesos e están cortando 793103.45 unidades defectuosas por millónde unidades cortadas. El valor CPK que se registra es de -0.28. Esto se refiere a que se está cortando cintas con valores mucho mayores a los requeridos.
- El valor Cp que se registra es de 0.61. Se están produciendo 758620.69 unidades defectuosas por millón de unidades producidas. El valor Cpk es de -0.27, quiere decir que se están produciendo fajas con menores longitudes que las requeridas, ya que es el valor del índice de capacidad para la especificación inferior. El índice Cpk es mucho menor que el índice Cp lo que indica que la media del proceso está alejado del centro de las especificaciones.

3.2.6.1.2. Faja nylon 4 pulgadas

Grafico 3.41: Capacidad del Proceso (Faja 4"x6mts)



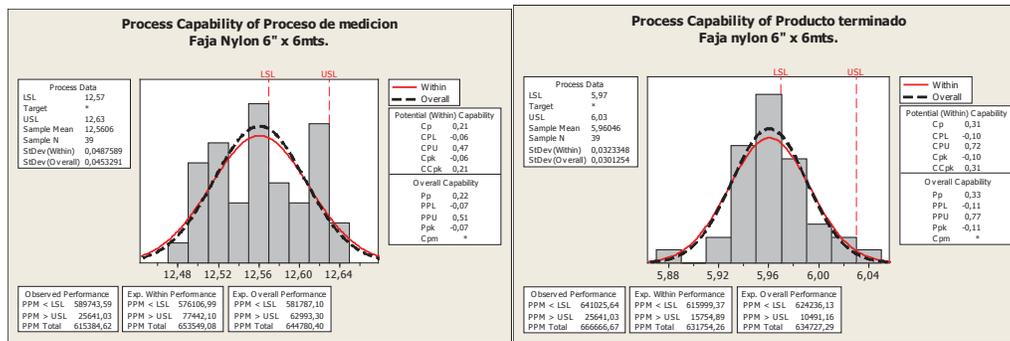
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

- La medición de las fajas en todas las muestras sigue la misma tendencia. El valor Cp es de 0,24, por cada millón de unidades producidas se fabricarían 571428,57 unidades defectuosas. El valor CPK que se registra es de -0.14, el cual corresponde a la capacidad para la especificación del límite superior.
- La capacidad del proceso para esta muestra de faja es de 0.33, de igual manera un proceso que no cumple con las especificaciones. Se registra un valor de Cpk de -0.18.

3.2.6.1.3. Faja nylon 6 pulgadas

Gráfico 3.42: Capacidad del proceso de medición (Faja 6" x 6mts)



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

- En los que se refiere al corte de la cinta de nylon el índice de la capacidad del proceso es de 0.22 y el índice de habilidad es de -0.07. Es un proceso no capaz y el valor negativo del Cpk demuestra que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones.
- En lo que se refiere al producto terminado es un proceso no capaz, el valor del índice de capacidad es de 0.33 y el índice de Cpk es de -0.11 el cual indica la media del proceso se encuentra alejada del centro de las especificaciones.

3.2.6.2. Estudio de la capacidad para el proceso de estrobos de cable

Para determinar la capacidad del proceso de prensado de los casquillos se utilizará los límites establecidos por el fabricante del casquillo, los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla: 3.12 Límites de los casquillos después del prensado

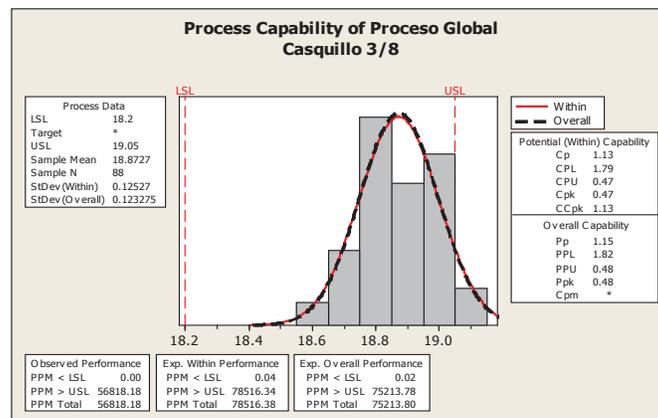
Diámetro de cable (pulg.)	Dimensiones máximas después del prensado (pulg.)	Dimensiones máximas después del prensado (mm)	Dimensiones mínimas después del prensado (mm)
3/8	0.75	19.05	18.2
5/8	1.24	31.5	30
7/8	1.68	42.68	40.55

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

3.2.6.2.1 Capacidad del proceso Casquillo 3/8

Gráfico 3.43: Capacidad del proceso de prensado casquillo 3/8



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

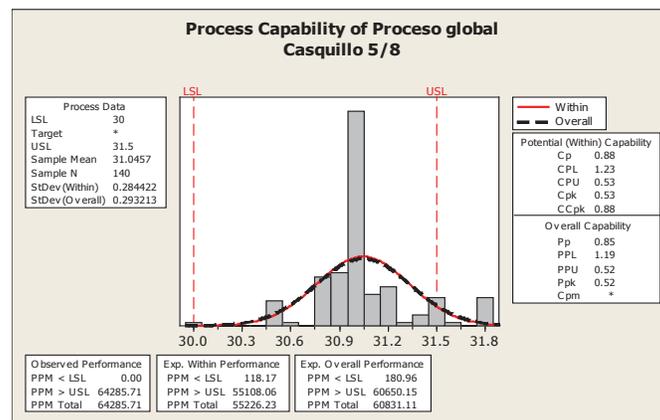
Mediante el estudio de la capacidad del proceso de los casquillos se determinó lo siguiente:

- El CP del proceso es de 1.15 lo que indica que es un proceso parcialmente capaz, sin embargo requiere de un control estricto, debido a que se registran valores fuera de los límites especificados. En este proceso se estarías prensando 56818.18 casquillos defectuosos por millón de casquillos prensados.

- El valor Cpk es de 0.48, el cual se refiere a la capacidad para la especificación superior, los casquillos prensados están más grandes que lo recomendando por el proveedor.
- En lo que se refiere a la capacidad de la especificación inferior el valor Cpi es de 1.52, el proceso se considera capaz con respecto a este límite.

3.2.6.2.2. Capacidad del proceso Casquillos 5/8

Gráfico 3.44: Capacidad del proceso de prensado casquillo 5/8



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

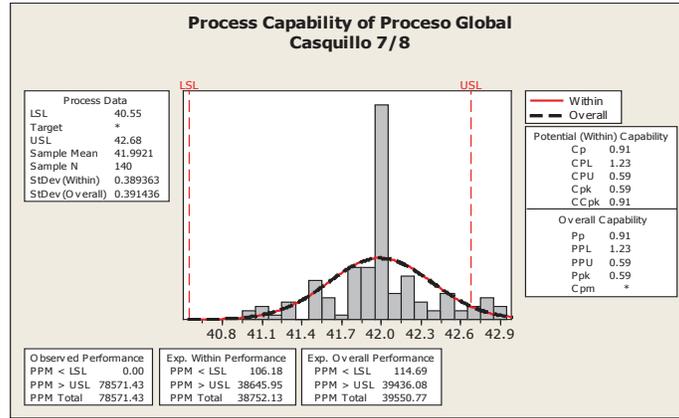
Elaborado por: Autora.

Mediante el estudio de la capacidad del proceso de los casquillos se determinó lo siguiente:

- El CP del proceso es de 0.88 lo que indica que es un proceso no capaz, quiere decir que no se está cumpliendo con las especificaciones. Prácticamente en un millón de unidades se están prensando 64285.71 casquillos defectuosos.
- El valor Cpk es de 0.53 el cual indica la mayoría de los datos se encuentra al lado derecha de la media, o más cerca del límite superior.

3.2.6.2.3. Capacidad del proceso Casquillos 7/8

Gráfico3.45: Capacidad del proceso de prensado casquillo 7/8



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Mediante el estudio de la capacidad del proceso de los casquillos determinó lo siguiente:

- El CP del proceso es de 0.91 lo que indica que es un proceso no capaz. En un millón de unidades se están prensando 78571.43 casquillos defectuosos.
- El valor Cpk es de 0.59 el cual indica la mayoría de los datos se encuentra al lado derecha de la media, o más cerca del límite superior

3.2.7 Análisis de Resultados

Tabla 3.13: Resumen de resultados (Fajas de nylon)

Faja Nylon		Cp	Cpi	Cps
2" x6 mts.	Medición	0.20	0.68	-0.28
	Producto terminado	0.61	-0.27	1.48
4" x6 mts.	Medición	0.24	0.61	-0.14
	Producto terminado	0.33	-0.18	0.83
6" x6 mts.	Medición	0.22	-0.07	0.51
	Producto terminado	0.33	-0.11	0.77

Elaborado por: Autora

El índice de capacidad que se registra del proceso de corte de la cinta es muy bajo, lo que permite concluir que el método de medición que se está utilizando no es el adecuado debido a que existe mucha variación en el mismo.

En lo que se refiere a la longitud del producto terminado se indica un índice de capacidad del proceso no satisfactoria menor a uno.

El índice Cpk la mayoría de las muestras presenta un valor negativo, el cual indica que la media de cada proceso está fuera de las especificaciones.

Tabla 3.14: Resumen de datos (Casquillos prensados)

Diámetro del Casquillo	Cp	Cpi	Cps
3/8	1.15	1.82	0.48
5/8	0.85	1.19	0.52
7/8	0.91	1.23	0.59

Elaborado por: Autora

En las tres muestras se presenta la misma tendencia. La capacidad en relación al límite inferior se considera capaz, sin embargo con respecto al límite superior de especificación superior la capacidad del proceso es muy baja, los valores de los casquillos se encuentran muy cerca y fuera del límite superior.

Capítulo IV Analizar

4.1 Identificación de causas potenciales

En el proceso de fajas de nylon se están presentando dos problemas que se detectaron mediante las muestras tomadas. El primer problema que se observa es que la media de la longitud final de las fajas de nylon se encuentra al lado izquierdo de la media deseada o el centro de las especificaciones. El índice Cpk del proceso tiene valores negativos lo que indica que la media del proceso actual está fuera de las tolerancias aceptadas por el cliente, y esta es la causa por lo que se producen las quejas y devoluciones.

Las quejas de los clientes se generan especialmente porque las fajas no son iguales en tamaño y tienden a ser más cortas que las medidas que se solicitan. Como se constató en el capítulo tres, existen fajas que llegan a medir once centímetros menos.

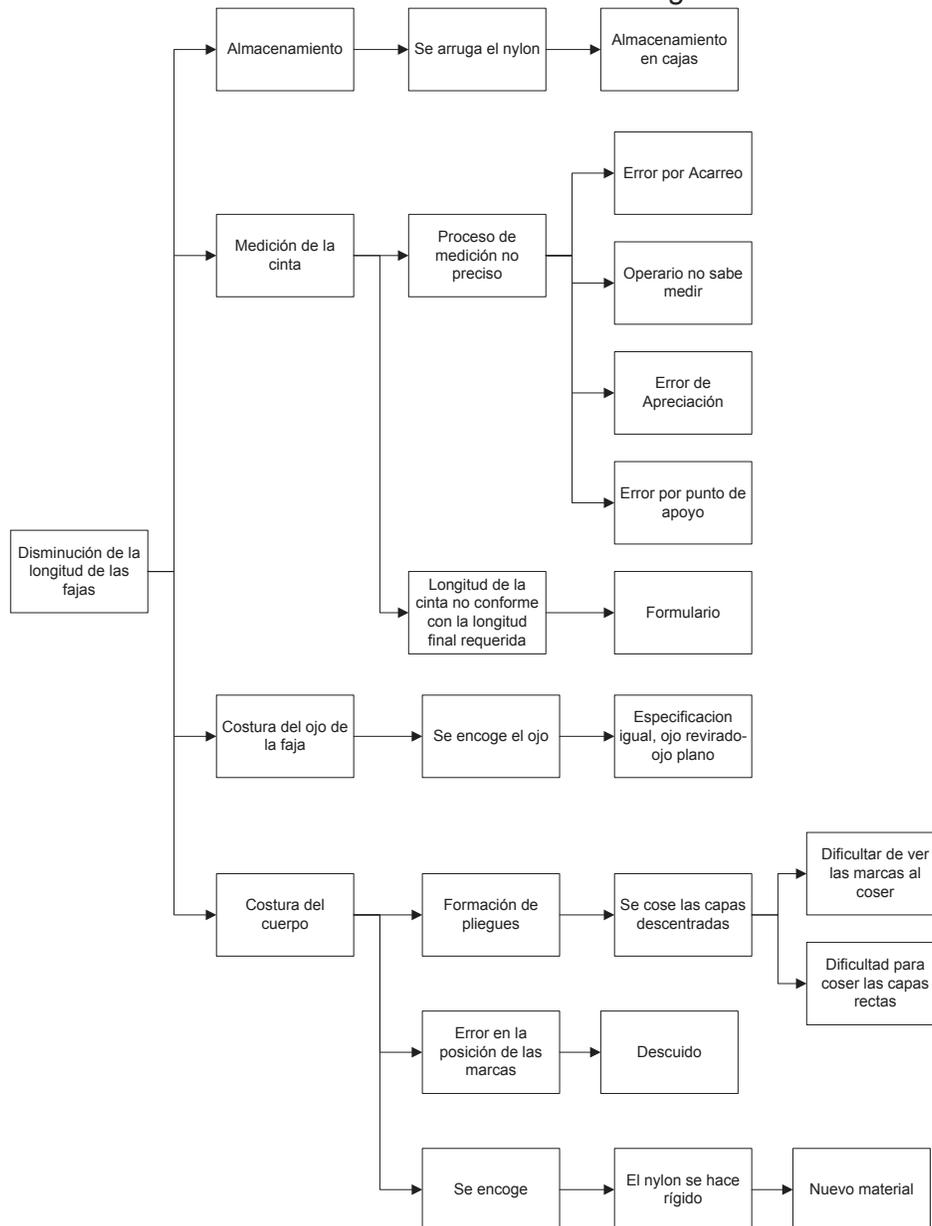
Por otra parte se puede observar que el proceso de corte de la cinta presenta mucha variabilidad, y la cual está relacionada con la longitud del producto terminado.

En el caso de los casquillos después del prensado, se observa que el valor del índice Cpk del proceso con respecto al límite de especificación superior es muy bajo en los tres diámetros de casquillos tomados como muestras en este proyecto. Es muy importante que los casquillos se encuentren dentro de los límites establecidos por el proveedor ya que garantiza la resistencia de la eslinga.

Para identificar las causas potenciales que generan los problemas anteriormente descritos, se realizó un análisis con el jefe de Planta y el Gerente General para determinar las posibles causas. Para realizarlo se elaboró un diagrama de árbol en el cual se utiliza la misma técnica que el diagrama de Ishikawa, las ramas del árbol se realizaron a partir de los pasos de los proceso que se considera que influyen en los problemas descritos.

4.1.1 Diagrama de Árbol (Fajas de nylon)

Gráfico 4.1: Diagrama de Árbol de disminución de la longitud.



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

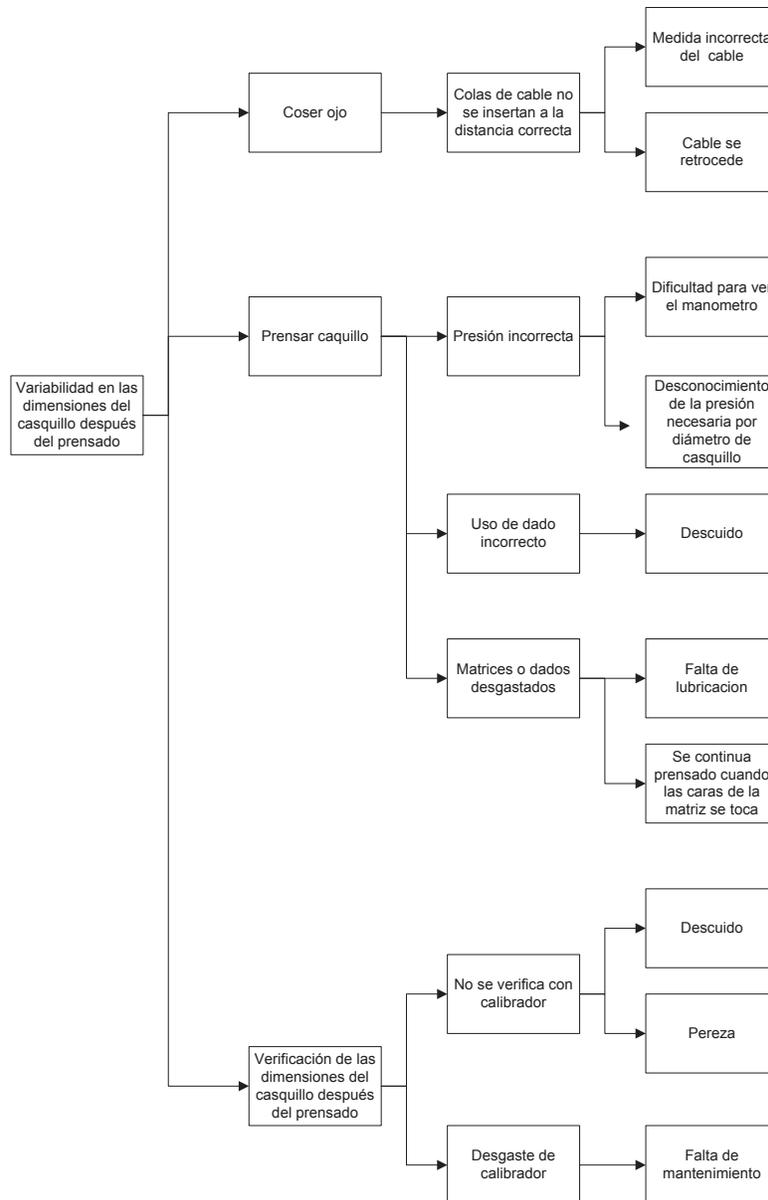
Elaborado por: Autora

Con la realización del diagrama de árbol se ha determinado las causas potenciales que generan las longitudes no conformes de las fajas como: la forma de almacenamiento de la cinta, el método impreciso de medición, errores

en las especificaciones del producto, formación de pliegues en el cuerpo de la faja, errores en la posición de las marcas y el encogimiento del cuerpo de la faja después de ser cosida.

4.1.2 Diagrama de árbol (Estrobo de Cable)

Gráfico 4.3: Diagrama de árbol casquillos prensados



Fuente: Planta de elaboración de elementos de izaje

Elaborado por: Autora

Mediante la elaboración del diagrama de árbol se determinó las causas potenciales que generan la variabilidad de los casquillos prensados como: el cable no se inserta a la distancia correcta en el casquillo, se ejerce la presión incorrecta, la utilización de un dado incorrecto, las matrices para prensar se encuentran desgastadas y no se verifica la medida del casquillo con el calibrador, o el calibrador se encuentra desgastado. Estos resultados se explicarán detalladamente más adelante y se utilizarán para realizar el análisis de fallas potenciales.

4.2 Selección de las causas principales

4.2.1 Proceso de fabricación de fajas de nylon

4.2.1.1 Análisis de Fallas potenciales

Para la selección de las causas principales se utilizó la herramienta de análisis de fallas potenciales, la cual es muy parecida al método AMEF, pero simplificada. Para la realización de la matriz se enlistó los problemas potenciales que se presenta en las actividades relacionadas con cada proceso, con el fin de determinar el índice de severidad de la misma, el cual se refiere al nivel de gravedad del problema que se presenta en el proceso. Los valores utilizados se describen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Índice de Severidad

Índice de Severidad	
S	Descripción
1	Sin gravedad
2	Alguna Gravedad
3	Grave
4	Muy Grave
5	Extremadamente grave

Fuente: Moura, 2009

Elaborado por: Autora

Se continúa describiendo las causas que general el problema en el proceso, y se determina el índice de ocurrencia el cual se refiere a la probabilidad de que ocurra cada causa potencial.

Tabla 4.2: Índice de Ocurrencia

Índice de Ocurrencia	
O	Descripción
1	Altamente improbable
2	Poco Probable
3	Probable
4	Muy probable
5	Ocurrencia prácticamente cierta

Fuente: Moura, 2009, p.34

Elaborado por: Autora

Para finalizar se calcula el índice de riesgo, multiplicando el índice de severidad por el índice de ocurrencia.

A continuación se detalla el análisis de las fallas potenciales en el proceso de fajas de nylon enfocado en la disminución de la longitud de las fajas.

Tabla 4.3: Análisis de fallas potenciales(fajas de nylon)

Actividades	Problema potencial	Severidad	Causa potencial	Ocurrencia	Índice de riesgo
Almacenamiento	Se arruga el nylon	3	Almacenamiento en cajas	5	15
Medición de la cinta	Medición no precisa	5	Error por acarreo	4	20
			Operario no sabe medir	2	10
			Error de Apresiasi3n	2	10
			Error por punto de apoyo	4	20
	Longitud de la cinta incorrecta	4	Errores en el formulario	4	16
Costura del ojo	Se encoge	4	Especificaci3n de producto, ojo revirado igual a ojo plano	4	16
Costura del cuerpo	Se cosen las capas descentradas	4	Dificultad para ver las marcas al coser Dificultad para coser las capas rectas	2	8
	Error en la posici3n de las marcas	4	Descuido	3	12
	Se encoge el nylon	4	El nylon se pone r3gido	4	16

Elaborado por: Autora

Como resultado se obtuvo el error por acarreo y error por el punto de apoyo como las causas principales para que ocurra la variabilidad en la medici3n de la cinta, las cuales se refieren al metodo de medici3n que se esta utilizando actualmente:

- Error por a carrero: Es un error que ocurre en la medici3n ocasionada por el arrastre de la herramienta utilizada para medir. Aunque este error ha ayudado a que las dimensiones de las fajas se acerquen a la medida

requerida, corresponde a un factor importante para que ocurra la variabilidad en la medición.

- Punto de apoyo: El proceso de medición es manual, y es completamente tradicional. Se mide la cinta con un flexómetro sobre una mesa de 8 m ts. de longitud. Al momento de medir la cinta es probable que tanto como el flexómetro así como la cinta de nylon se muevan, alterando de esta manera la longitud requerida.
- Posición de las marcas: Para coser la faja los operarios marcan la cinta dependiendo de la cantidad de cinta que se necesita para cada especificación de producto como el traslape, el ojo y el cuerpo. Estas marcas no son exactas ocasionando que la cinta medida para el traslape o el ojo no sean las requeridas.

Adicionalmente se obtuvo dos causas asignables al tipo de material que se está utilizando en el proceso:

- Forma de almacenamiento de la cinta: La cinta se almacenas en grandes cajas en la bodega. Sin embargo la forma de almacenamiento arruga la cinta, como es un material rígido es difícil estirla completamente al momento de medirla, la cual influye en la variación de la medición de la cinta.
- Nueva materia prima: Aproximadamente hace un año la organización cambio su proveedor de cinta de nylon. Motivo por el cual se cree que la nueva cinta de nylon tiende a encogerse durante el cocido. Sin embargo es difícil sacar esta conclusión ya que no se cuenta en este momento con la materia prima que se utilizaba anteriormente. Para verificar si existe algún porcentaje de reducción después de coser la faja se realizó mediciones de la longitud de la cinta que se utiliza en el cuerpo de la faja después de cortarla y se midió después de la costura. Se obtuvo como resultado el siguiente porcentaje de reducción según el diámetro de la cinta (ver anexo 5.1):

Tabla 4.4 Porcentaje de reducción vs ancho de faja

Ancho	% de Reducción
2	1.24
3	1.11
4	1.019
6	0.847

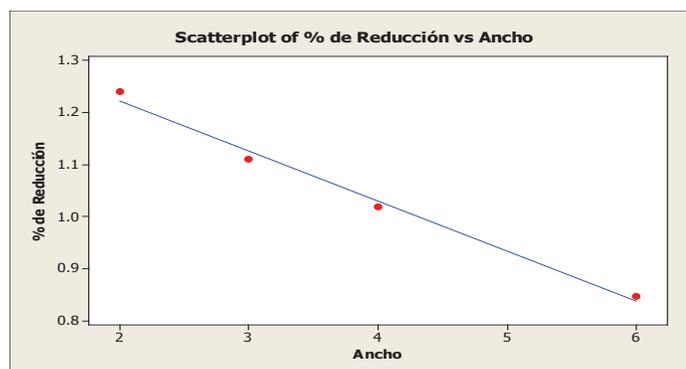
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

Elaborado por: Autora.

Dando como resultado una correlación negativa bastante estrecha entre las fajas, el coeficiente de correlación: 0.9904(ver anexo 5.2).. Las fajas de diámetros máspequeños tienden a encogerse más después del cocido por que las fajas de anchos mayores son más compactas.

Grafico 4.3: Diagrama de dispersión

Ancho vs % de Reducción



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

- Especificaciones de producto: Después de analizar el formulario que se utiliza en la organización para medir la cinta, el cual por motivos de confidencialidad no se puede publicar en este proyecto, se verificó que se está utilizando las mismas especificaciones de producto para las fajas de ojo revirado y de ojo plano en lo que se refiere a la longitud del ojo. Cuando se realiza el ojal de la faja se realiza un dobléz especial en el ojo el cual afecta a la longitud final del ojo. En el anexo 5.3se

- encuentran tabulados los datos de las muestras con las cuales se realizó un estudio con el fin de verificar como afecta la doblez en la longitud del ojal. En las fajas de diámetro de dos, tres y cuatro pulgadas, se reduce la longitud del ojo en una pulgada, y en la de seis pulgadas en casi una pulgada y media.

4.2.2 Proceso de fabricación de estrobos de cable

4.2.2.1 Análisis de Fallas potenciales

A continuación se especifica el análisis de las fallas potenciales enfocado en la variabilidad del diámetro de los casquillos prensados.

Tabla 4.5: Análisis de fallas potenciales (Estrobos de cable)

Actividades	Problema potencial y efecto	Severidad	Causa potencial	Ocurrencia	Índice de riesgo
Armar ojo	Cola de cable no se insertan a la distancia correcta	4	Medida incorrecta del cable	3	12
			Cable se retrocede	3	12
Prensar casquillo	Presión incorrecta	5	Dificultad para ver el manómetro	4	20
			Desconocimiento de la presión necesaria por diámetro del casquillo	4	20
	Uso de dado incorrecto	5	Equivocación	3	15
			Matrices o dados desgastados	4	Falta de lubricación
Se continua prensando cuando las caras de la matriz se tocan	4	16			
Verificación de las dimensiones después del prensado	No se verifica con el calibrador	4	Descuido	3	12
			Pereza	2	8
	Desgaste del calibrador	4	Falta de mantenimiento	4	16

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

Elaborado por: Autora

Después de la realización de la matriz se obtuvo como el principal problema la presión incorrecta la cual se ocasiona por las siguientes causas:

- Posición del Manómetro: El indicador del manómetro se encuentra en la esquina superior derecha de la prensa, la cual obliga a los operarios a alzar la mirada mientras se prensa el casquillo. La posición resulta muy

incómoda para el operario ya que dedica su atención al casquillo, y en muchas ocasiones el operario no mira el manómetro.

Foto 4.2 Posición del manómetro



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

- Desconocimiento de las toneladas de presión necesarias para prensar: Una de las principales causas de la variación que se produce entre el diámetro de los casquillos es la falta de conocimiento de los operarios de la presión requerida para cada diámetro de casquillo. Para verificar este problema se comparó entre los dos operarios que manejan la prensa, a continuación se describe una tabla con la información obtenida:

Tabla 4.6. Comparación de presión utilizada entre dos operadores.

Presión necesaria para cada diámetro del casquillo		
Diámetro del casquillo	Presión (psi)	
	Operador 1	Operador 2
1/8	no sabe	70
3/16	no sabe	70
1/4	30-40	70
5/16	40-45	70
3/8	hasta que se cierre el dado	70
7/16	no ha prensado	70
1/2	hasta 50	70
9/16	no ha prensado	70
5/8	hasta 70	70
3/4	80- 85	100
7/8	hasta 90	100
1	100	140
1. 1/8	120	140
1. ¼	130	140
1. 3/8	Desconocen la presión de diámetros menores ya que no se fabrican con frecuencia.	
1. ½		
1. 5/8		

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

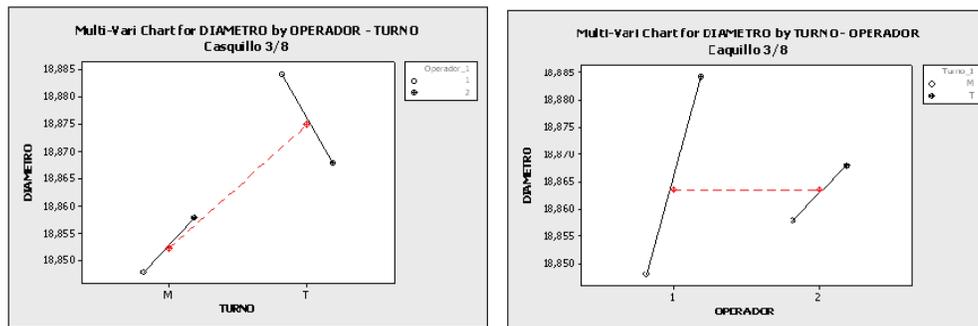
Para cada tipo de casquillo se debe utilizar una presión diferente, la cual está ligada al diámetro del mismo. En la tabla anterior se evidencia la falta de conocimiento de los operarios con respecto a este tema. Este problema es una de las principales causas del prensado incorrecto del casquillo.

Además corresponde al desgaste de la matriz que se utiliza para prensar. El hecho que se desconozca la presión utilizada para cada casquillo, el operador continúa prensando cuando se tocan las caras de la matriz o utiliza mucha presión para un casquillo que no lo necesita.

4.2.2.2 AnalisisMulti-Vari

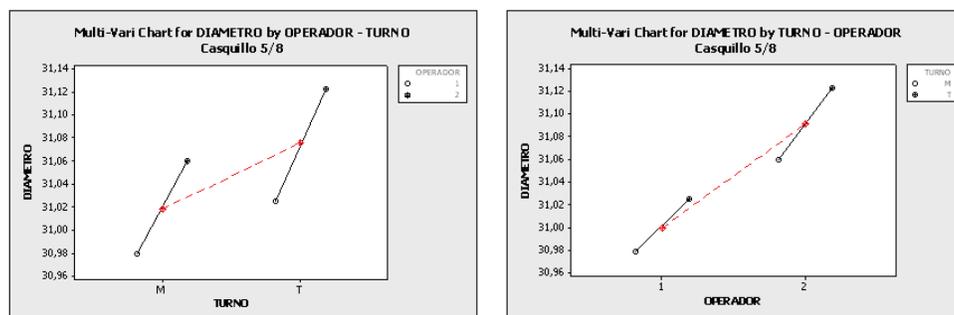
Se realizó un análisis multi-vari con el fin de comparar las medias entre los dos operarios que prensan los casquillos. Se debe tomar en cuenta que el operador 1 es un trabajador nuevo con seis meses de experiencia y el operador 2 lleva diez años trabajando en la organización. Los resultados obtenidos se evaluaron considerando el periodo de trabajo, en la mañana o en la tarde donde se prensaron los casquillos, estos datos se encuentran tabulados en el anexo 4.

Gráfico 4.4: Análisis Multi- Vari Casquillo 3/8



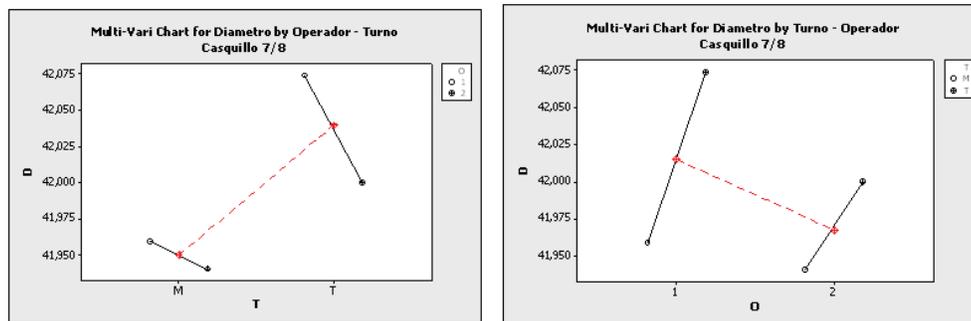
Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje
Elaborado por: Autora

Gráfico 4.5: Análisis Multi- Vari Casquillo 5/8



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje
Elaborado por: Autora

Grafico 4.6: Análisis Multi- Vari Casquillo 7/8



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje
Elaborado por: Autora

En las tres muestras de los diámetros de los casquillos después del prensado se puede observar que la media del proceso en la tarde se encuentra más cerca del límite superior de especificación.

Este factor nuevo que se presentó después de realizar el análisis multi-vari, ocasiono que se indague más afondo en el periodo de la tarde.

Esta variación en el proceso corresponde principalmente a problemas en la prensa, debido a que en las tardes después de funcionar durante la mañana se recalienta, y pierde potencia.

Estos problemas son ocasionados por que existe un exceso de contaminación en el aceite y la disminución de la viscosidad del mismo, lo que corresponde principalmente a la falta de mantenimiento de la prensa.

Cuando la pérdida es total los operarios suben la potencia mediante el ajuste de la válvula de presión lo que ocasiona puntos fuera de control como se determinó en el capítulo 3.

4.3 Generar Soluciones Potenciales

Para generar las soluciones potenciales se utilizó la matriz de análisis de fallas potenciales, y se realizó una lista de acciones preventivas a los problemas potenciales encontrados.

4.3.1 Proceso de Faja de nylon

4.3.1.1 Matriz de Acciones preventivas en el proceso de fabricación de fajas de Nylon

Tabla 4.7: Matriz de Acciones Preventivas (Fajas de nylon)

Actividades	Problema potencial	Causa potencial	Accion Preventiva	Responsable
Almacenamiento	Se arruga el nylon	Almacenamiento en cajas	Almacenamiento en bobinas	Alta dirección
Medición de la cinta	Medición no precisa	Operario no sabe medir en pulgadas	Capacitar al personal en horarios que no afecten a su trabajo	Alta dirección
		Error por acarreo	Cambiar o modificar metodo de medicion	Alta dirección
		Error de Apreciación	Estandarizar la posicion del operario	Alta dirección
	Error por punto de apoyo	Fijar punto de apoyo para medir cinta	Alta dirección	
	Longitud de la cinta incorrecta	Formulario mal establecido		
Costura del ojo	Se encoge	Especificacion de producto, ojo revirado igual a ojo plano	Definir especificaciones por cada producto	Gerente
Costura del cuerpo	Se cosen las capas descentradas	Dificultad para ver las marcas al coser	Realizar las marcas en los costados de la cinta	Operario
		Dificultad para coser las capas rectas	Utilizar guias para coser	Operario
	Error en la posicion de las marcas	Descuido	Cambiar o modificar metodo de medicion	Operario
	Se encoge	El nylon se pone rigido	Definir especificaciones por cada producto, determinar mts de cinta requerida.	Gerente

Elaborado por: Autora

Para las causas que obtuvieron los mayores puntajes del índice de riesgo se ha realizado la siguiente propuesta:

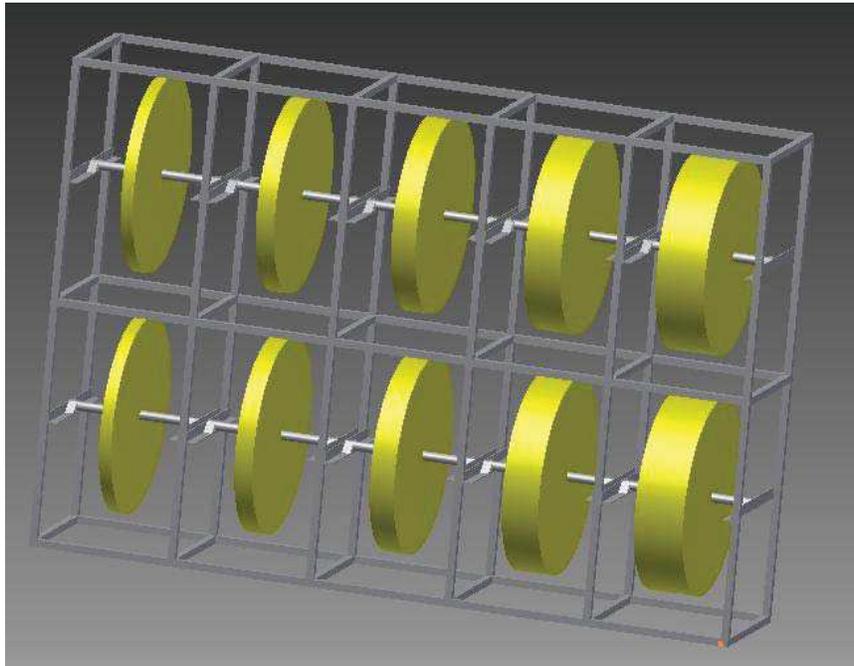
4.3.1.2 Propuesta de método de almacenamiento de la cinta.

Como se mencionó anteriormente la cinta de nylon se almacena en las cajas que llegan de fábrica. Sin embargo este tipo de almacenamiento genera arrugas en la cinta las cuales son difíciles de eliminar.

Es por esa razón que se ha realizado una propuesta de un sistema de almacenamiento para la cinta muy parecido al utilizado en el almacenamiento de plástico.

El eje donde se encuentra enrollada la cinta debe ser móvil para que se facilite el transporte de la misma a la mesa donde se mide la cinta.

Foto 4.2: Estructura para el almacenamiento de fajas



Elaborado por: Autora

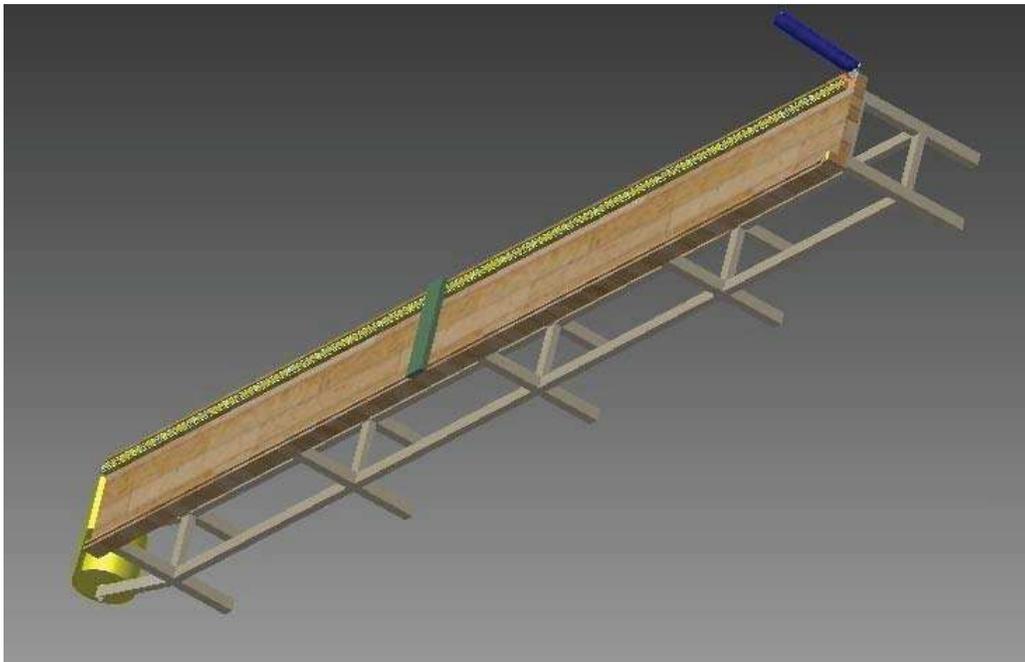
4.3.1.3 Propuesta de Método de Medición

Para evitar los errores que se están generando actualmente en el proceso de medición de la cinta de nylon se ha realizado una propuesta para modificar el método de medición que está utilizando la organización actualmente. Este método de medición tiene como objetivo prevenir la ocurrencia de las causas descritas en la matriz de análisis de fallas potenciales como el error por acarreo, error por punto de apoyo, error de apreciación y error por la posición de las marcas.

Esta propuesta se basa en el método de medición que se utiliza actualmente en la organización. Consiste en utilizar la mesa de 8 metros de largo, en donde se realice un sistema parecido al utilizado en los tableros de dibujo técnico. En el eje vertical se coloca una regla graduada y se utiliza una regla en el eje horizontal, con la cual se señalaran las marcas, ayudando así a minimizar el error de apreciación y por ende la posición incorrecta de las marcas.

En un extremo llevara un sujetador para evitar el error por punto de apoyo el cual ayudara a sostener la faja cuando se mida, mientras que en el otro extremo se realizara un mecanismo para que sujete el eje donde se almacenará la cinta de nylon propuesto anteriormente.

Foto 4.3: Propuesta de método de medición



Elaborado por: Autora

4.3.1.4 Establecer una carta de Control para el proceso:

Las cartas de control son una de las principales herramientas de calidad, ya que permiten monitorear los procesos de tal forma que permiten su estandarización, la evaluación de la mejora y la estabilidad del proceso. La

idea básica de una carta de control es observar y analizar gráficamente el comportamiento de una variable.

El uso adecuado de las cartas de control permitirá detectar cambios y tendencias importantes en los procesos, razón por la cual es necesario que la organización establezca tolerancias en sus procesos.

En el capítulo tres cuando se realizó el estudio de la capacidad del proceso se utilizó como límite de tolerancia ± 3 cm de la longitud deseada, se utilizó esta tolerancia debido a que no se han registrado devoluciones cuando la longitud varía en este rango.

4.3.1.5 Especificaciones de Productos

De acuerdo a lo mencionado anteriormente con respecto a las especificaciones de producto es necesario que la organización restablezca el documento que utiliza en la medición de la cinta, utilizando los siguientes criterios:

- Longitud de cinta requerida para un ojal revirado.
- Porcentaje de reducción por ancho de faja.

En el capítulo cinco se realizará un análisis del costo de implementar estas mejoras y el beneficio que se obtendría.

4.3.2 Proceso de estrobos de cable

4.3.2.1 Matriz de Acciones preventivas

En la siguiente matriz se proponen acciones preventivas con el fin de disminuir la ocurrencia de las fallas potenciales que se determinaron anteriormente.

Tabla 4.8: Matriz de Acciones Preventivas (Estrobo de cable)

Actividades	Problema potencial y efecto	Causa potencial	Acciones Preventivas	Responsable
Amar ojo	Cola de cable no se insertan a la distancia correcta	Medida incorrecta del cable	Verificar medida del cable antes de cortar	Operario
		Cable se retrocede	Prensar el cable con el dispositivo en el ojo	Operario
Prensar casquillo	Presión incorrecta	Dificultad para ver el manómetro	Cambiar posición manómetro	Gerente General
		Desconocimiento de la presión necesaria por diámetro de casquillo	Capacitar personal. Documentar instructivos de trabajo	Gerente General
		Prensa pierde potencia	Mantenimiento de la prensa	Alta dirección
	Uso de dado incorrecto	Equivocación	Señalización de dados por medida instructivo de trabajo	Jefe de Planta
	Matrices o dados desgastados	Falta de lubricación	Mantenimiento de máquinas y herramientas	Jefe de Planta
		Se continua prensando cuando las caras de la matriz se tocan	Capacitar al personal.	Alta dirección
Verificación de las dimensiones después del prensado	No se verifica con el calibrador	Descuido	Controlar que se verifique la dimensión de los casquillos	Jefe de planta
		Pereza		
	Desgaste del calibrador	Falta de mantenimiento	Mantenimiento de máquinas y herramientas	Jefe de Planta

Elaborado por: Autora

4.3.2.2. Cambiar posición del manómetro

Una de las principales causas que afectan a la variabilidad del diámetro de los casquillos después del prensado corresponde a la falta de visibilidad que se genera por la posición del manómetro al momento de prensar.

El manómetro se encuentra en la parte superior derecha de la prensa, al lado de la caja de control. Debido a su ubicación es difícil para los operarios observar el indicador al momento de prensar. Es por esa razón que se propone a la organización cambiar la posición del manómetro al lado derecho sobre la mesa de la prensa.

4.3.2.3. Documentar instructivos de trabajo

Una de las principales herramientas que se utiliza para estandarizar los procesos es la documentación de los mismos. Es por esa razón que se

recomienda a la organización documentar la información de los procesos, elaborar instructivos de trabajo y documentar las especificaciones de los productos tomando en cuenta en este caso la presión requerida por diámetro de cable.

Como se mencionó en el capítulo dos, una de las herramientas claves del sistema Lean de producción es el control visual. Se le recomienda a la organización que se coloquen rótulos en el área de trabajo con los instructivos de trabajo mencionados anteriormente, así como señalar los dados con el fin de identificarlos para que no se confundan los operarios cuando los utilicen y evitar que se cometan errores.

4.3.2.4. Mantenimiento preventivo de la prensa

Es necesario efectuar mantenimiento preventivo a las máquinas ya que garantizan su funcionamiento y su vida útil.

El mantenimiento preventivo ayuda a evitar fallos del equipo y detectarlos antes de que ocurran. En el mantenimiento preventivo se realizan acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, cada cierto periodo de tiempo.

Razón por la cual se propone a la organización planificar y realizar cada cierto tiempo mantenimiento de la prensa. La organización debe desarrollar:

- Un plan de mantenimiento de los equipos.
- Una carta de control de cumplimiento del mantenimiento.
- Almacenar los documentos o manuales de los fabricantes de las máquinas.

4.3.2.5. Mantenimiento Autónomo

Es una forma de realizar mantenimiento a las máquinas, el cual es realizado por la persona que utiliza la máquina, de esta manera se contribuye para

aumentar la disponibilidad y la vida útil de los equipos por medio de acciones preventivas.

Los pasos básicos para el mantenimiento autónomo son los siguientes:(OTOFUJI, 2009, p. 222)

- Limpiar e inspeccionar el equipo
- Eliminar las fuentes de contaminación
- Estandarizar las tareas de limpieza y lubricación
- Entrenar a los operadores para inspección general de los subsistemas hidráulicos, neumáticos, eléctricos etc.
- Realizar verificaciones generales regularmente y designar un responsable que se encargue de las mismas.

Es necesario que se capacite al personal para que se realice estas actividades a la prensa así como a los dados y los calibradores.

4.3.2.6. Colocar una entenalla cerca de la prensa

Cuando se realiza el prensado la fuerza que se ejerce sobre el casquillo causa que el cable se retroceda. Este factor se ha evitado ya que se utiliza una herramienta para sujetar el ojo, la cual en la organización la llaman “dispositivo”. Aunque no se ha considerado como una causa raíz de la variabilidad del diámetro de los casquillos se ha detectado que en ocasiones no se utiliza esta herramienta, causando así defectos en el prensado. No se utiliza porque para colocar este dispositivo el operador se debe mover hasta la entenalla, y en ocasiones el estrobo es muy pesado, razón por la cual se propone a la organización colocar una entenalla cerca de la prensa con el fin de evitar que no se utilice la herramienta.

A demás de evitar errores en el prensado se eliminaría una actividad que no está agregando valor al proceso como es el transporte del material de la entenalla a la prensa y viceversa.

4.4 Plan de Acción

Se realizó un plan de acción a corto plazo, con el fin de detallar las acciones necesarias para realizar las mejoras propuestas en este proyecto las cuales se describe a continuación: (ver anexo 6):

4.4.1 Proceso de fabricación de fajas de nylon

Tabla 4.9: Plan de (Fajas de nylon)

TAREA A REALIZAR	DURACIÓN	COMIENZO	FIN	RESPONSABLE	STATUS
Estandarizar proceso	23 días	02-May-11	01-Jun-11	Gerente General	
Documentar proceso	6 días	02-May-11	09-May-11		
Reestructurar formulario	15 días	10-May-11	30-May-11		
Determinar carta de control	2 días	31-May-11	01-Jun-11		
Cambiar método de almacenamiento	16 días	03-May-11	24-May-11	Alta dirección	
Cambiar método de medición	17 días	04-May-11	26-May-11	Alta dirección	
Implementar la propuesta	15 días	04-May-11	24-May-11		
Cambiar posición de las marcas	2 días	25-May-11	26-May-11		
Implementar guías en las máquinas de coser	5 días	27-May-11	02-Jun-11	Jefe de Planta	
Capacitar al personal	6 días	01-Jun-11	08-Jun-11	Gerente General	
Capacitación "unidades de medida"	2 días	01-Jun-11	02-Jun-11		
Capacitación del nuevo método	2 días	03-Jun-11	06-Jun-11		
Capacitación de documentación de trabajo	2 días	07-Jun-11	08-Jun-11		

Elaborado por: Autora

El plan de acción para implementar el proyecto se realizó en aproximadamente un mes, considerando que algunas actividades del proyecto se pueden realizar conjuntamente signando responsables.

Se ha realizado a partir del mes de mayo, ya que se espera que la organización lo implemente la propuesta realizada lo más pronto posible.

4.4.2 Proceso de fabricación de estrobos de cable

Tabla 4.10: Plan de Acción (Estrobos de cable)

TAREAS A REALIZAR	DURACIÓN	INICIO	FIN	RESPONSABLE	STATUS
Estandarizar proceso	25 días	01-Jun-11	05-Jul-11	Gerente	
Elaborar instructivos de trabajo	10 días	01-Jun-11	14-Jun-11		
Documentar proceso	10 días	15-Jun-11	28-Jun-11		
Colocar instructivos de trabajo	5 días	29-Jun-11	05-Jul-11	Jefe de planta	
Mantenimiento prensa	17 días	01-Jun-11	23-Jun-11	Alta dirección	
Cambio de aceite	1 día	01-Jun-11	01-Jun-11		
Revisión y reparación	10 días	01-Jun-11	14-Jun-11		
Elaborar plan de mantenimiento	15 días	03-Jun-11	23-Jun-11		
Cambiar posición manómetro	2 días	16-Jun-11	17-Jun-11	Jefe de planta	
Colocar entenalla	7 días	16-Jun-11	24-Jun-11	Jefe de planta	
Capacitación	9 días	27-Jun-11	07-Jul-11	Alta dirección	
Capacitación de mantenimiento Autónomo	2 días	27-Jun-11	28-Jun-11		
Capacitación de trabajo	2 días	06-Jul-11	07-Jul-11		

Elaborado por: Autora

4.5. Plan de Control

Los planes de control son métodos que ayudan a establecer parámetros para medir, controlar los procesos y asegurarse que los cambios y mejoras sean permanentes. A continuación se describe un plan de control elaborado con el fin de que la organización controle las variables en estudio después de la implementación, y establecer un plan para controlar la calidad de sus productos, utilizando el muestreo por variables, militarystandard 414.

Para realizar este tipo de planes se toma aleatoriamente la muestra indicada en las tablas dependiendo del tamaño de lote y se mide en cada unidad de la muestra la variable determinada (en este caso, longitud y diámetro). Con dichas mediciones se calcula la media y la desviación estándar de la muestra, y se compara con un valor permisible establecido. (Juran, 2005)

Para esto es necesario establecer el Nivel de Calidad Aceptable (NCA o AQL), dependiendo de la gravedad de sus defectos, generalmente se utiliza el 1% , sin embargo dependiendo del tipo de defecto se pueden asignar los siguientes valores:

- Defectos críticos: NCA 0.015
- Defectos principales: NCA 0.65
- Defectos secundarios: NCA 2.5

Tabla 4.11: Plan de control

Proceso	Paso del proceso	Variable	Técnica de medición	NCA AQL	Gráfico
Fabricación Fajas de nylon	Corte	Longitud inicial	Aleatorio	1%	Gráfico de control X-R Capacidad del proceso
Fabricación Fajas de nylon	Producto terminado	Longitud entre puntos de apoyo	Aleatorio	1%	Gráfico de control X-R Capacidad del proceso
Fabricación Estrobos de cable	Prensado	Dimensión casquillo después del prensado	Aleatorio	1%	Gráfico de control X-R Capacidad del proceso

Elaborado por: Autora

Además de controlar las variables que se pueden medir es necesario que la organización planifique, establezca periodos de tiempo y designe responsables para la realización de las siguientes actividades:

- Revisión de la documentación
- Mantenimiento de máquinas y herramientas
- Calibración de equipos de medición.
- Análisis de datos
- Planes de capacitación

4.6 Pruebas Piloto

Con el fin de verificar la eficacia de las soluciones planteadas en este proyecto se vio la necesidad de realizar pruebas piloto. A continuación se describen las pruebas que se realizaron para los dos procesos:

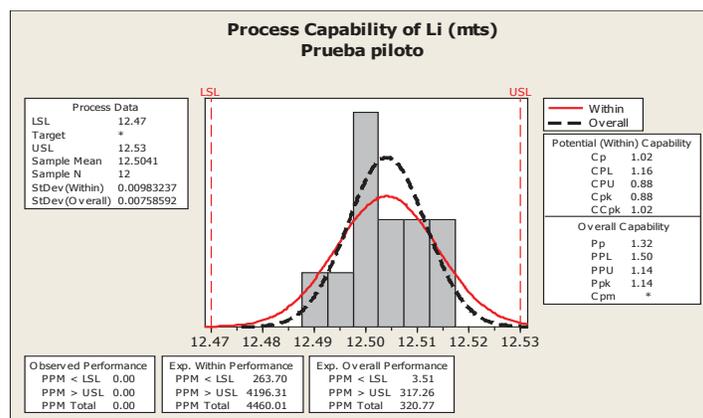
4.6.1 Pruebas piloto para el proceso de fajas de Nylon

Las pruebas piloto se realizaron con fajas de 2 pulgadas con 6 metros de longitud, en las cuales se aumentó en el formulario de corte una pulgada en el ojo y 1,24 % en el cuerpo de la eslinga.

Adicionalmente se fijó el punto de apoyo para medir y se utilizó una regla para ubicar las marcas en los extremos de la cinta nylon.

Como resultado se obtuvo los siguientes resultados: (ver anexo 7.1)

Grafico 4.7.: Capacidad del proceso Longitud
Inicial prueba piloto.

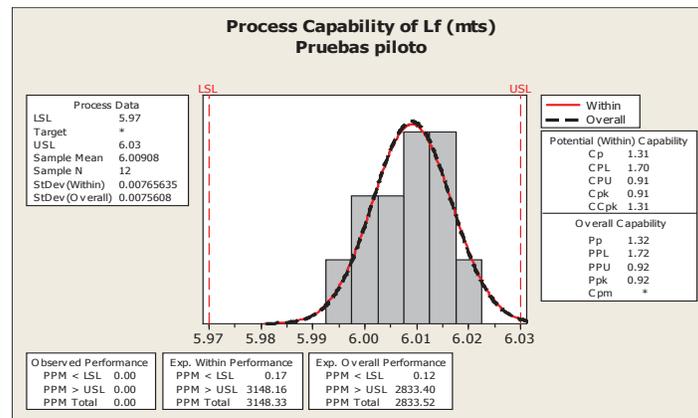


Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

En la medición de la cinta se obtuvo la capacidad del proceso con el valor 1.52, lo cual indica que el proceso se volvería capaz. La precisión de la medición de la cinta mejoraría.

Grafico 4.8: Capacidad del proceso Longitud final prueba piloto.



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

En la longitud de la cinta de nylon la capacidad del proceso se registra con un valor de 1.22, el cual determina que el proceso es capaz.

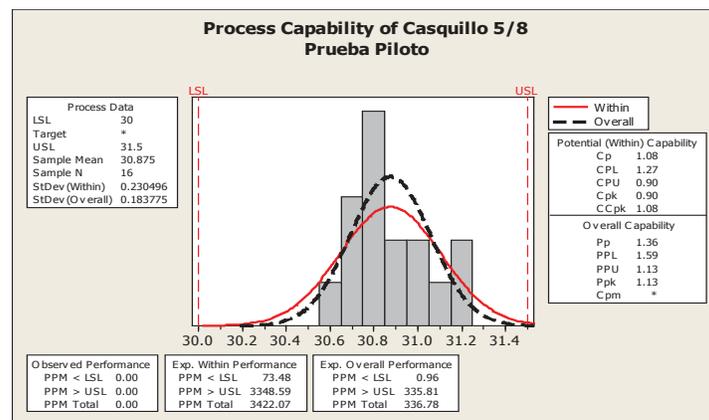
De esta manera se concluye que con la propuesta elaborada se aumentaría la capacidad del proceso, disminuyendo así la producción de fajas de nylon con ojo revirado de longitudes no conformes para el cliente.

4.6.2 Pruebas piloto para el proceso de estrobos de cable

Para la realización de las pruebas piloto solo se tomaron las muestras de casquillos de 5/8 que se elaboraron en el transcurso de la mañana.

Se utilizó la presión recomendada por el proveedor, en este caso es de 75 psi. Como no se realizó el cambio de la posición del manómetro, ya que se requiere la aprobación de la alta dirección, se tuvo un cuidado exhaustivo al realizar el prensado del casquillo mediante lo cual se obtuvo los siguientes resultados (ver anexo 7.2):

Grafico 4.9: Estudio de la capacidad del proceso para la prueba piloto del casquillo 5/8.



Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora.

El índice de capacidad del proceso aumento a 1.36, esto quiere decir que el proceso tiene un valor del índice Cp de un proceso capaz. De esta manera se verifica que la propuesta elaborada aumentaría la capacidad del prensado de los casquillos.

Capítulo V Análisis Costo-Beneficio.

Es necesario tomar en cuenta que cuando se trata de cuantificar costos relacionados con mejorar la calidad de los productos de una empresa muchas veces son subjetivos, existen muchos costos que son intangibles como la insatisfacción de los clientes, pérdida de clientela, pérdida de imagen, entre otros.

Para evaluar estos costos se puede utilizar el volumen de ventas, mano de obra y material, entre otros; y de esta manera determinar el ahorro que se puede generar en la empresa al implementar la propuesta elaborada.

5.1 Consideraciones y supuestos para elaborar el análisis costo–beneficio.

- Se ha estimado un horizonte de 5 años para el cálculo del flujo neto de efectivo.
- Se ha considerado la inflación acumulada el 3.33% según reportes del banco central para determinar los gastos e ingresos anuales que requiere el proyecto considerados a partir del año uno.
- Se ha considerado una tasa de interés activa a enero del 2011 de 8.59%.
- Se ha considerado un salario básico unificado por trabajador de 264 dólares para el año 2011
- Solo se ha utilizado los reportes del año 2010 de la organización con respecto a devoluciones y costos de mantenimiento de equipos.

5.2 Análisis costo-beneficio para el proceso de fajas de nylon

Para determinar el ahorro que generaría la implementación del presente proyecto se han considerado algunos costos de la no calidad como los costos de fallo externo, como los re procesos, costos de devoluciones costos de entrega y retiro.

Se ha considerado las devoluciones registradas en el año 2010 las cuales se realizaron por la no conformidad de las longitudes de las mismas, tomando las siguientes consideraciones:

- Costos de la materia prima: entre ellas cinta nylon, hilo, corrosin.
- Horas hombres y alimentación. El número de fajas de nylon devueltas a la organización corresponde a trece días de trabajo, las cuales se toma en cuenta como un costo de las devoluciones.
- Cuando existen estas devoluciones es necesario trabajar horas extras para cumplir con las órdenes de compra que llegan diariamente. Si se toman en cuenta las 104 horas correspondientes a las devoluciones el costo sería de 396 dólares anuales.
- Adicionalmente se considera otro rubro de ahorro. El método impreciso de medición provoca un desfase en el kardex de la cinta de nylon. Razón por la cual se realiza unos inventarios adicionales de las existencias de las cintas, la cual se efectúa los fines de semana. En el inventario trabajan los tres operarios de la cinta y personas de contabilidad. Si se estima que trabajan seis personas la organización estaría ahorrando 396 dólares anuales.
- Existe otro rubro de ahorro referente el costo de entrega y retiro del producto, ya que la organización entrega el producto a sus clientes en sus oficinas.

Tabla 5.1: Costo de devoluciones

Concepto	Descripción	Costos anuales
Devoluciones	Cinta	8000
	Hilo	200
	Corrosin	215
	Horas/hombre	264
	Alimentación	52,5
	Horas extras	396
inventario	Horas extras	396
Trasporte	Entrega producto	300
	Retiro producto	300
TOTAL		10123,5

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

- Se generaría otro rubro de ahorro en el costo intangible de la perdida de potencial de ventas y clientes el cual se ha determinado por las proformas que no se han vendido a clientes los cuales han devuelto las fajas de nylon tendría un costo de 3000 dólares anuales.

5.2.1 Calculo de la inversión inicial

En la siguiente tabla se indica todos los gastos iniciales necesarios para implementar la propuesta elaborada. (Ver anexo 8.1).

Tabla 5.2: Cálculo de la inversión inicial.

Concepto	Costo Inicial
Estructura para almacenamiento	3990,4
Mesones Modificados	1115,87
Guías de costura	560
Documentación de procesos	1000
Capacitación (16 horas)	320
Asesoría	1000
Mantenimiento	900
TOTAL	8886,27

Elaborado por: Autora

5.2.2. Cálculo del flujo neto de efectivo.

Para calcular el flujo neto del proyecto se relaciona los egresos como la inversión inicial y los gastos anuales necesarios para el proyecto (ver anexo 8.2) con respecto a los posibles ahorros o beneficios que se tendrían al implementar el proyecto, multiplicados por la inflación acumulada de 3.33% a partir del año uno.

Tabla 5.3: Cálculo del flujo neto de efectivo.

Años	Ahorro (\$)	Egresos (\$)	Flujo neto de efectivo (\$)
0		8886,27	
1	13123,50	7279,23	5844,27
2	13560,51	7521,63	6038,88
3	14012,08	7772,10	6239,98
4	14478,68	8030,91	6447,77
5	14960,82	8298,34	6662,48

Elaborado por: Autora

El cálculo del flujo neto de efectivo se utilizará para realizar el cálculo de otros indicadores financieros entre ellos el VAN, TIR, el tiempo de recuperación del dinero y el costo-beneficio del proyecto.

5.2.3 Cálculo del VAN

El VAN (Valor actual neto) es la diferencia entre todos los ingresos y egresos expresados en moneda actual de un proyecto. (SapagChain, 2008. p.322). El VAN plantea el criterio de que un proyecto debe aceptarse cuando su valor es igual o superior a cero.

Para el cálculo del VAN se ha utilizado la tasa de rendimiento anual del 8,59% para enero del 2011.

Tabla 5.4: Cálculo del VAN

Años	Flujo neto de efectivo(\$)	Factor de descuento del valor presente	Valor presente (\$)
0	8886,27	1	8886,27
1	5844,27	0,91	5342,25
2	6038,88	0,84	5045,96
3	6239,98	0,76	4766,11
4	6447,77	0,70	4501,78
5	6662,48	0,64	4252,11
VAN			15021,94

Elaborado por: Autora

El proyecto registra un valor actual neto de 15021,94 el cual es mayor a cero lo que permite concluir que el proyecto es viable.

5.2.4 Cálculo del TIR

La tasa interna de retorno permite evaluar el proyecto en función de una tasa de rendimiento en el cual los beneficios son exactamente iguales a los egresos. Esto se refiere a que el TIR es la tasa de interés que le permite al VAN tener el valor de cero. (SapagChain, 2008, p.323).

Para aceptar un proyecto el TIR debe tener un valor igual o mayor a tasa de descuento, y si es menor debe rechazarse.(SapagChain, 2008, p.323).

Para el cálculo del TIR se debe considerar dos valores del VAN. El primero se calcula considerando la tasa de interés activa registrada por el banco central, el cual se calculó anteriormente y una tasa del 40% con el fin de que el VAN tenga un valor negativo y de esta manera interpolar los dos resultados para obtener el valor del TIR del proyecto.

Tabla 5.5: Calculo del VAN tasa del 40%

Años	Flujo neto de efectivo(\$)	Factor de descuento del valor presente	Valor presente (\$)
0	8886,27	1	8886,27
1	5844,27	0,60	3506,56
2	6038,88	0,36	2174,00
3	6239,98	0,22	1347,84
4	6447,77	0,13	835,63
5	6662,48	0,08	518,07
VAN			-504,17

Elaborado por: Autora

Formula5.1: Cálculo TIR
(Fajas de Nylon)

$$\frac{x}{0.3141} = \frac{15021.94}{15526.11} = 0,30 + 0.0859 = 38,59\%$$

Elaborado por: Autora

El proyecto generaría una tasa de rendimiento de 38,59% la cual es mucho mayor a la tasa de interés activa, cumpliendo así el criterio de aceptación del proyecto.

5.2.5 Tiempo de Recuperación de la inversión

El tiempo de recuperación de la inversión permite medir el plazo de tiempo que se requiere para recuperar la inversión inicial, se calcula mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 5.2: TRI

$$TRI = a + \left[\frac{b - c}{d} \right]$$

Fuente: VanHorne, 2002.

En donde:

- a = Año anterior a la recuperación total
- b = Inversión inicial
- c = Flujo neto acumulado del año anterior a la recuperación total
- d = Flujo neto de efectivo del año siguiente.

Tabla 5.6: Cálculo del tiempo de Recuperación de la inversión.

Años	Flujo neto de efectivo (\$)	F.N.E Acumulados (\$)
0	8886,27	
1	5844,27	5844,27
2	6038,88	11883,15
3	6239,98	18123,13
4	6447,77	24570,90
5	6662,48	31233,38

Elaborado por: Autora

Fórmula 5.3: Cálculo del TRI
(Fajas de nylon)

$$TRI = 1 + \left[\frac{8886.27 - 5844.27}{6038.88} \right] = 1 \text{ año, } 6 \text{ meses, } 2 \text{ días}$$

Elaborado por: Autora

El proyecto es totalmente viable ya que se recuperaría la inversión en un año seis meses a partir de su implementación.

5.2.6 Cálculo del costo-beneficio

El índice de rentabilidad o costo-beneficio se calcula mediante la suma del valor presente de los flujos netos divididos para la inversión inicial.

Tabla 5.7: Cálculo del costo-beneficio

Años	Flujo neto de efectivo(\$)	Factor de descuento del valor presente	Valor presente (\$)
0	8886,27	1	5347,83
1	5844,27	0,91	5342,25
2	6038,88	0,84	5045,96
3	6239,98	0,76	4766,11
4	6447,77	0,70	4501,78
5	6662,48	0,64	4252,11
Total			23908,21

Elaborado por: Autora.

La sumatoria del valor presente es de 23908.21 dividido para la inversión inicial de 8886.27 nos da como resultado un índice de rentabilidad de 2.69, como el indicador es mayor a uno se concluye que el proyecto es viable.

5.3 Análisis costo-beneficio para el proceso de fabricación de estrobos de cable.

- Para determinar el ahorro que generaría la implementación de la empresa se ha considerado las devoluciones de los estrobos no conformes y el desperdicio que se genera cuando se prensa erróneamente el casquillo
- Adicionalmente se ha considerado las horas hombres y la alimentación del personal.

Tabla 5.8: Costo de Devoluciones y desperdicio.

Concepto	Descripción	Costo Anual
Desperdicio y Devoluciones	Casquillos	1600
	Cable de acero	5000
	Horas/hombre Operario 1	343,2
	Alimentación	68,25
		7011,45

Elaborado por: Autora

- Por otro lado existe otro rubro de ahorro que se puede considerar al implementar el proyecto, el cual se refiere al mantenimiento correctivo de la prensa. Se generaría un ahorro en los costos de reparación de la maquinaria, así como en el tiempo de paro de la producción (tiempo que se demora la maquina en ser reparada), la cual se puede cuantificar en las horas de trabajo que no se está prensando, y las horas extras que se necesita para cumplir con las ordenes de trabajo retrasadas.

Tabla 5.9: Costos de Reparación de la prensa.

Concepto	Descripción	Costo Total
Mantenimiento correctivo prensa	Cambio de bomba	200
	Ajuste de pernos	339,08
	Reparación prensa	2094,21
	Reparación eléctrica	350
	Reparación de bomba	639,57
	Tiempo muerto Horas no trabajadas 3 operadores	264
	Horas extras 3 operadores	396
	Total	4282,86

Elaborado por: Autora

- Adicionalmente se debe considerar el costo intangible de la reducción del potencial de ventas e imagen, el cual se ha estimado en 2000 dólares anuales.

5.3.1 Calculo de la inversión inicial

A continuación se indica todos los gastos iniciales necesarios para implementar la propuesta elaborada, en el anexo 8.3 se describen detalladamente.

Tabla 5.10: Calculo de la inversión inicial.

Concepto	Costo Anual
Cambio posición dial de manómetro	110
Colocar entenallacerca de la prensa	1210
Documentación de procesos	2000
Colocar instructivos de trabajo en el área de trabajo	60
Mantenimiento prensa	4800
Asesoría	1000
Capacitaciones (24 horas)	480
TOTAL :	9660

Elaborado por: Autora

5.3.2 Cálculo del flujo neto de efectivo.

La inversión inicial y los gastos anuales se encuentran detallados en el anexo 8.4, los cuales se utilizaron para determinar el flujo neto de este proceso.

Tabla 5.11: Cálculo del flujo neto de efectivo.

Años	Ahorro (\$)	Egresos (\$)	Flujo neto de efectivo (\$)
0		9660	
1	13294,31	6640,00	6654,31
2	13737,01	6861,11	6875,90
3	14194,45	7089,59	7104,87
4	14667,13	7325,67	7341,46
5	15155,54	7569,62	7585,93

Elaborado por: Autora

5.3.3 Cálculo del VAN

Para el cálculo del VAN se ha utilizado la tasa de rendimiento anual del 8,59% para enero del 2011.

Tabla 5.12: Cálculo del VAN

Años	Flujo neto de efectivo(\$)	Cálculo descuento del valor presente	Valor presente (\$)
0	9660	1	9660
1	6654,31	0,91	6653,40
2	6875,90	0,84	6875,06
3	7104,87	0,76	7104,10
4	7341,46	0,70	7340,76
5	7585,93	0,64	7585,29
			25898,61

Elaborado por: Autora

El proyecto registra un VAN de 25898,61 el cual es mayor a cero lo que permite concluir que el proyecto es viable.

5.3.4 Cálculo del TIR

Como se mencionó anteriormente, para el cálculo del TIR se ha considerado la tasa de interés activa registrada por el banco central de 8,59 % y una tasa del 40% con el fin de que el VAN tenga un valor negativo.

Tabla 5.13: Calculo del VAN tasa del 40%

Años	Flujo neto de efectivo(\$)	Cálculo del valor presente	Valor presente(\$)
0	9660	1	9660
1	6654,31	0,60	3992,59
2	6875,898523	0,36	2475,32
3	7104,865944	0,22	1534,65
4	7341,45798	0,13	951,45
5	7585,92853	0,08	589,88
			-116,10

Elaborado por: Autora

El valor del TIR se obtiene interpolando las dos tasas de descuento que se utilizó para el cálculo del VAN.

Fórmula 5.4: Cálculo del TIR
(Estrobos de cable)

$$\frac{x}{0.3141} = \frac{25898.61}{26014.71} = 0,31 + 0.0859 = 39,30\%$$

Elaborado por: Autora

El proyecto generaría una tasa de rendimiento de 39,30% la cual es mucho mayor a la tasa de interés activa.

5.3.5 Tiempo de Recuperación de la inversión

Tabla 5.14: Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión.

Años	Flujo neto de efectivo(\$)	F.N.E Acumulados(\$)
0	9660	
1	6654,31	6654,31
2	6875,90	13530,21
3	7104,87	20635,07
4	7341,46	27976,53
5	7585,93	35562,46

Elaborado por: Autora

Fórmula N° 5.5: Cálculo del TRI
(Estrobos de cable)

$$TRI = 1 + \left[\frac{9660 - 6654.31}{6875.89} \right] = 1 \text{ año, 5 meses, 7 días}$$

Elaborado por: Autora

La inversión se recuperaría en un año, cinco meses a partir de su implementación.

5.3.6 Cálculo del costo-beneficio

Tabla 5.15: Cálculo del costo-beneficio

Años	Flujo neto de efectivo(\$)	Factor de descuento del valor presente	Valor presente (\$)
0	9660	1	9660
1	6654,31	0,91	6082,70
2	6875,90	0,84	5745,36
3	7104,87	0,76	5426,72
4	7341,46	0,70	5125,75
5	7585,93	0,64	4841,47
Total			27221,99

Elaborado por: Autora.

La sumatoria del valor presente es de 27221,99 dividido para la inversión inicial de 9660 nos da como resultado un índice de rentabilidad de 2.81. La implementación del proyecto generaría una alta rentabilidad para la organización, por lo tanto se concluye que la propuesta es viable.

Capítulo VI Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- La realización del presente trabajo de titulación ha permitido aplicar en forma práctica los conocimientos adquiridos de la herramienta seis sigma y las herramientas de la calidad, durante la etapa universitaria.
- El uso de la herramienta seis sigma ha permitido identificar las causas que generan los errores y no conformidades en los productos elaborados por la organización, los cuales afectan la calidad de los mismos e inciden en la satisfacción de los clientes.
- El presente proyecto permitió establecer una línea base de los procesos de fabricación de la organización para el control de los mismos y futuras mejoras que se decidan realizar.
- A través del uso de las herramientas de análisis recomendadas por el método seis sigma se determinó que la no conformidad que ha generado más devoluciones y quejas en el proceso de fabricación de fajas de nylon son las medidas de longitud final del producto terminado.
- El método de medición que se utiliza actualmente en la medición de la cinta nylon presenta mucha variabilidad, la cual es una de las causas principales de la elaboración de producto no conforme.
- En el proceso de fabricación de eslingas de cable, el prensado de los casquillos es un atributo muy importante para el cliente ya que garantiza la resistencia de la eslinga.
- Las principales causas que ocasionan la variabilidad en del diámetro de los casquillos es el prensado incorrecto, lo cual se genera debido al desconocimiento de las especificaciones por parte de los operarios, y por la falta de visualización del indicador del manómetro debido a su ubicación.

- Los métodos propuestos permitirán mejorar la calidad de las eslingas sintéticas y de cable de acero, cumpliendo los requerimientos de los clientes y eliminando la producción del producto no conforme.
- La implementación de la propuesta desarrollada en este proyecto no requiere de mucha inversión, y los beneficios que se obtendrán serán muy importantes para la empresa como son: la disminución de devoluciones, de quejas, re procesos, entre otros, y según el análisis de costo beneficio se la recuperaría en un año después de su implementación.
- De acuerdo con el análisis costo-beneficio realizado en este proyecto se puede concluir que las propuestas generadas para los dos procesos son viables, ya que se obtiene un valor positivo del VAN, el TIR es más alto que la tasa de interés activa expresada por el Banco Central y el índice de rentabilidad es mayor a uno.

6.2 Recomendaciones

- Se debe continuar practicando la filosofía del mejoramiento continuo de tal manera que se logre alcanzar la toma de conciencia por parte del personal en la aplicación de la herramienta seis sigma.
- Se recomienda implementar la propuesta desarrollada en este proyecto en la medición y almacenamiento de la cinta y en el prensado de los casquillos de las eslingas de cable.
- Determinar un periodo de tiempo después de la implementación de la propuesta para validar el proceso de mejora, tanto internamente como por los clientes.
- Se recomienda a la organización, que asigne un responsable que se encargue de las actividades de mejora de los procesos, así como el análisis de datos, el control de la gestión de los procesos de fabricación,

el desarrollo de un plan de capacitación, y definir fechas de ejecución, para que se realicen de manera constante.

- Se le recomienda a la organización documentar la información de sus procesos, elaborar instructivos de trabajo, elaborar un plan de mantenimiento de la maquinaria, y definir intervalos de tiempo en el cual se revisen y actualicen de forma continua.
- Se sugiere que la organización designe la responsabilidad al jefe de planta de controlar el inventario con el fin de que se establezcan tiempos adecuados de aprovisionamiento de materia prima y evitar que se produzcan desabastecimientos, que afectan a la continuidad de la producción e incumplimiento de los tiempos de entrega del producto a los clientes.
- Se recomienda a la organización que mejore su mecanismo de comunicación entre departamentos, debido a que es una de las mayores causas de equivocaciones en las órdenes de producción con el propósito de reducir quejas de los clientes.
- Se recomienda a la organización utilizar el sistema propuesto para el almacenamiento de la cinta, con el propósito de evitar que se arrugue el nylon, lo que ayudaría a medir con exactitud y evitar que se afecte su apariencia final durante la manipulación del material.

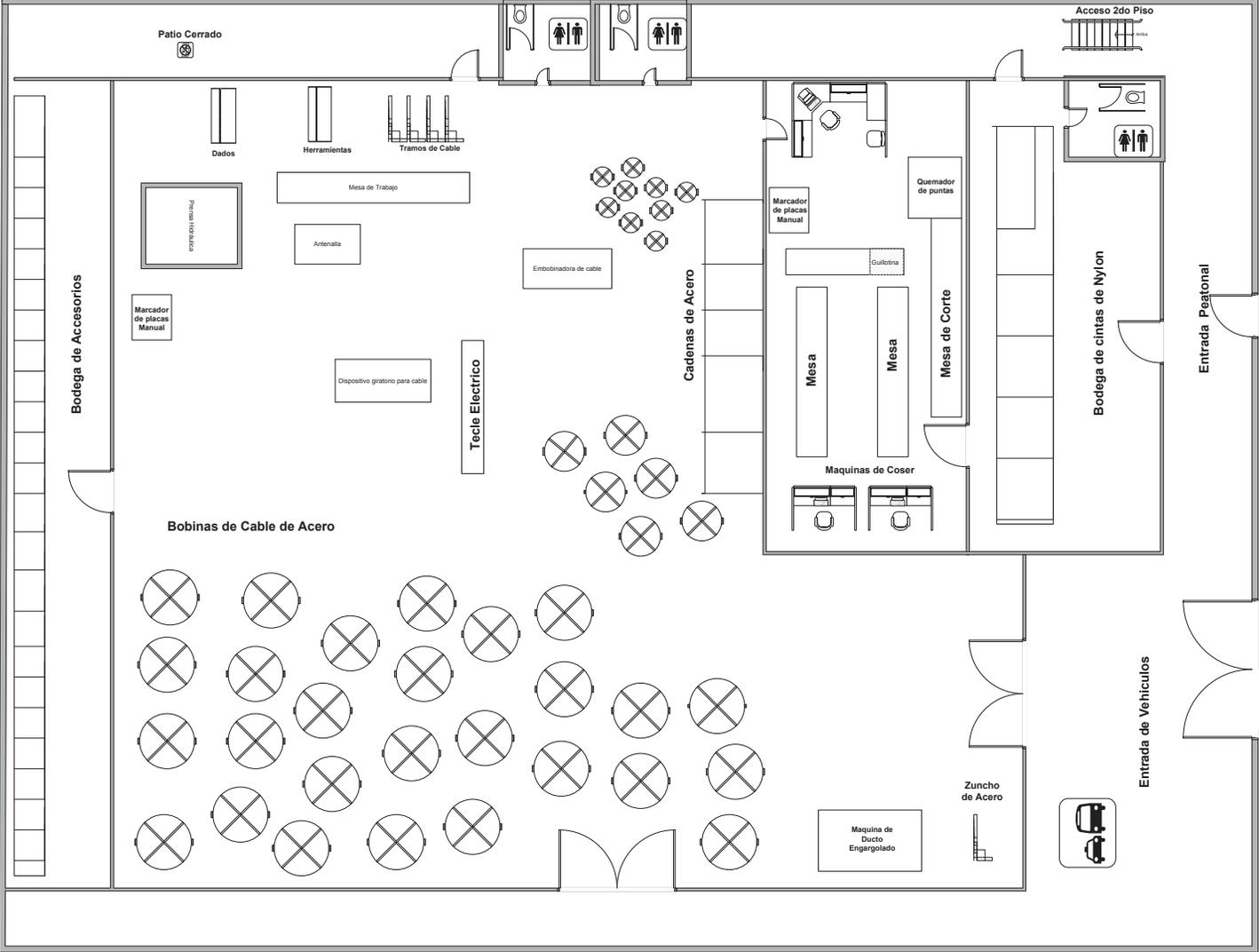
Bibliografía

- Bustamante, J.; Luna, G. (1991) Estadística descriptiva, 3ª edición, Universidad Técnica de Loja. Loja, Ecuador.
- Chase ;Jacobs; Alquilano. , Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva, 10ª. Edición, Editorial Mc Graw Hill.
- Galindo, E. (2006). Estadística métodos y aplicaciones para administración e ingeniería, Editorial prociencia editores.
- Gutiérrez, H.; De la Vara, R.; Control estadístico de calidad y seis sigma, Segunda edición, Editorial Mac gran Hill. México.
- Juran, M. J.; Gryna F.; Bingham, R. (2005) Quality control Handbook, Tercera edición, Editorial McGran Hill, Nueva York, USA.
- Medina, Osziel,: Variabilidad de los procesos <http://oszielmedina.blogspot.es/> descargado 30/09/2010
- Miranda, L. (2008). Seis sigma. Guía para principiantes, Editorial Panorama. México.
- Moura, E. (2009), Formación de Especialistas Six Sigma Green Belt, Qualipus Consultoría en excelencia empresarial.
- Moura, Eduardo.(2010). La maldición de la realidad complaciente, Bloque Q. <http://www.qualiplus.com.br/es/blog-q/artigos/88-la-maldicion-de-la-realidad-complaciente>. Descargado 15/08/2010
- Otofuji, Y. (2009). Lean production. Fundamentos del sistema Toyota de producción, Qualipus Consultoría en excelencia empresarial.
- Planta de fabricación de elementos de izaje (2010). Catálogo de productos. Quito, Ecuador.

- Qualiplus. (2010): Casos de éxito utilizando Six sigma.<http://www.qualiplus.com.br/es/casos-de-exito/utilizando-six-sigma-plus.html>. Descargado: 19/08/2010
- SapagChain,N.; SapagChain, R. (2008).Preparación y evaluación de proyectos, Editorial Mc Gran Hill, Quinta edición.Bogotá, Colombia.
- The Crosby Group. (2010). Manual Crosby Distributor. Tulsa Oklahoma.
- Van Horne, J. (2002). Fundamentos de administración financiera, Editorial Pearson Educación. México.
- Vaquirol, J.(2010)Tiempo de recuperación del dinero, <http://www.pymesfuturo.com/pri.htm>. Descargado 6/01/2010
- Verdoy, P.; Mahiques, J.;Sagasta, S.; Sirvent, R. (2006) Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones, Book Print Digital S.A.
- Windsor, S. (2007). Seis sigma transaccional para cintas verdes, Editorial Panorama. México.

Anexos

Anexo 1



Layout de la planta

Anexo 1

Anexo 2

Anexo 2: Matrices CTS

Anexo 2.1:Matriz CTS. Proceso de fabricación de fajas de nylon

Anexo 2.2: Matriz CTY. Proceso de fabricación de fajas de nylon

Anexo 2.3: Matriz CTX. Proceso de fabricación de fajas de nylon

Anexo 2.4: Matriz CTS. Proceso de fabricación de estrobos de cable.

Anexo 2.5. Matriz CTY. Proceso de fabricación de Estrobos de Cable

Anexo 2.6 Matriz CTX. Proceso de fabricación de Estrobos de cable.

Anexo 2.1

Matriz CTS. Proceso de fabricación de fajas de nylon

Producto: Fajas de nylon con ojo revirado					
CTS Cliente					
Atributos	IIC	GNC	Prioridad	Porcentaje	Observaciones
Resistente a la tracción	9	1	9	4%	Todos los atributos referentes a la calidad del material se calificó el GNC con 1 debido a que la organización realiza sus productos con material certificado, con el factor de seguridad de 5:1, el cual es un requerimiento de la norma ASME B 30. El atributo de resistencia a la tracción se califico el IIC con 9 debido que es un factor fundamental para el cliente debido a que es un elemento que se utiliza para levantar cargas.
Durabilidad	7	1	7	3%	La durabilidad se calificó con 7 debido a que es una cualidad muy importante para el cliente sin embargo esta directamente relacionado con el tipo de servicio al que esta expuesto la faja, el tipo de carga, la frecuencia y forma de uso.
Resistente a acidos alcalinos	5	1	5	2%	Este atributo se califico el IIC con 5 debido a que es importante en industrias en donde se trabaja con alcalis, sin embargo no es un requerimiento de todos los clientes.
Baja enlongación	9	1	9	4%	Este atributo se calificó con 9 debido a que es una cualidad muy importante para el cliente sin embargo esta directamente relacionado con el tipo de servicio al que esta expuesto la faja, el tipo de carga y la frecuencia de uso.
Resistencia al desgaste	7	1	7	3%	Este atributo se calificó el IIC con 7 debido a que es muy importante para los clientes que la faja no se estire despues de ser usada, ya que esta enlongacion produce que la faja pierda su eficiencia.
Resistencia al deshilado	9	1	9	4%	Este atributo se calificó el IIC con 7 debido a que es muy importante para los clientes que la faja no se deshile ya que puede causar que la faja falle cuando esta siendo utilizada.
Livianas y manuales	7	1	7	3%	Este atributo se calificó el IIC con 7 debido a que es una característica importante para el cliente que opta en comprar este producto ya que es menos pesada que el cable y es mas fácil su manipulacion asi como su almacenamiento.
Etiqueta legible	9	1	9	4%	la norma ASME B 30 señala que es importante que todo material de izaje lleve una placa con identificación. La organización marca sus productos de izaje sin embargo, han existido casos en los que se ha presentado equivocaciones en las placas, es por esa razon que estos dos atributos presentan esta calificación.
Informacion etiqueta correcta	9	3	27	11%	
Sin problemas de limpieza	3	7	21	8%	A pesar que no se han presentado devoluciones por este atributo y el cliente no lo ha tomado en cuenta, se considera que influye en la presentacion del producto, y como se menciona las fajas presentan problemas de limpieza por esa razón se a calificado con esos valores.
Hilos sueltos	7	1	7	3%	Este atributo es muy importante para el cliente ya que influye en la presentación del producto, y su eficiencia. Sin embargo no se han presentado este tipo de problema.
Cosido	7	1	7	3%	Este atributo es fundamental para el cliente ya que el cosido garantiza la seguridad de usar este elemento de izaje .
Medidas adecuadas	9	5	45	18%	Este atributo es muy importante por el cliente debido a que la organización trabaja bajo pedido , las medidas especifica el cliente, sin embargo se han producido devoluciones de estos productos como se menciona anteriormente.
Precio	9	3	27	11%	El precio es un atributo muy importante para el cliente el momento de adquirir este producto, la organizacion ofrece precio accesible e sin embargo la competitividad cada vez es mayor, lo que ha obligado a la organizacion a bajar el precio de sus productos.
Disponibilidad del producto	7	3	21	8%	Este factor es muy importante para el cliente, sin embargo se han presentado casos en los que la organizacion no entrega el producto debido a la falta de materia prima.
Tiempo de entrega	7	5	35	14%	El tiempo de entrega es una carecterística importante para el cliente, como se demostro anteriormente es una queja habitual, por esa razon se calificó el IIC con 7 y el GNC con 5.
Total:			252	100%	

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje

Elaborado por: Autora

Anexo 2.2

Matriz CTY. Proceso de fabricación de fajas de nylon

CTY Producto	Medidas Adecuadas	Tiempo de entrega	Informacion etiqueta correcta	Precio		
	0,18	0,14	0,11	0,11		Porcentaje
Longitud del ojo	3	1			0,68	5%
longitud punto de apoyo a punto de apoyo	9	9		9	3,87	29%
Ancho		3		7	1,19	9%
Longitud traslape	3	1			0,68	5%
Longitud del cuerpo	9	9		9	3,87	29%
Placas de cuero			9		0,99	7%
Puntas de costura traslape		5			0,7	5%
Puntas de costura cuerpo		5			0,7	5%
Tipo de hilo				1	0,11	1%
Tipo de nylon				7	0,77	6%
					13,56	100%

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje 2010

Elaborado por: Autora

Anexo 2.3

Matriz CTX. Proceso de fabricación de fajas de nylon

CTX Proceso	Longitud total	Longitud cuerpo	Ancho	Placas de cuero		
	0.28	0.28	0.09	0.07		Porcentaje
Calibracion de maquina de coser	1		3		0.55	4%
Preparacion de la materia prima				3	0.21	2%
Quemadura de puntas					0	0%
Medicion del nylon	9	9			5.04	37%
Corte		1	1		0.37	3%
Costura del ojo			5		0	0%
Costura de la faja	5	5	7		3.43	25%
Marcacion de las placas	5			9	2.03	15%
Marcacion de las marcas	7				1.96	14%
Embalaje					0	0%
					13.59	100%

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Anexo 2.4

Matriz CTS. Proceso de fabricación de estrobo de cable.

Producto: Estrobo de cable con guardacable					
CTS Cliente					
Atributos del producto	IIC	GNC	PRIORIDAD	Porcentaje	Observaciones
Resistente a la tracción	9	1	9	5%	Todos los atributos referentes a la calidad del material se calificó el GNC con 1 debido a que la organización realiza sus productos con material certificado, con el factor de seguridad de 5:1, el cual es un requerimiento de la norma ASME B 30. El atributo de resistencia a la tracción se calificó el IIC con 9 debido que es un factor fundamental para el cliente debido a que es un elemento que se utiliza para levantar cargas.
Resistente a la abrasión	7	1	7	4%	Este factor es muy importante para el cliente ya que el cable siempre esta expuesto a factores externos.
Durabilidad	7	1	7	4%	La durabilidad se calificó con 7 debido a que es una cualidad muy importante para el cliente sin embargo esta directamente relacionado con el tipo de servicio al que esta expuesto la faja, el tipo de carga, la frecuencia y forma de uso.
Placa legible	9	1	9	5%	La norma ASME B 30 señala que es importante que todo material de izaje lleve una placa con identificación. En este producto no se ha presentado equivocaciones.
información de la placa correcta	9	1	9	5%	
Sin problemas de limpieza	1	3	3	2%	El cable de acero esta lubricado con grasa asfáltica que proviene de fabrica, debido al manipuleo los accesorios suelen mancharse, aunque es una característica que no es muy importante para el cliente, la organización considera que es importante para su presentación.
Cable y accesorios sin corrosión	7	1	7	4%	Es un atributo muy importante para el cliente debido que la corrosión desgasta el cable y sus accesorios, disminuyendo su vida util. Para evitar la corrosion es muy importante la forma de almacenamiento.
Hilos o alambres sueltos	7	1	7	4%	Este tipo de atributos son muy importantes los cuales se presentan en el cosido del ojo. Cuando se arma el ojo el cable se retrocede produciendo que se abran los torones al momento de prensar, asi como también quedan alambres salidos. Sin embargo la organización creó una herramienta la cual ayuda a ajustar el cable en el guardacable para evitar que se retroceda el cable.
Torones cerrados en el ojo	7	1	7	4%	
Medidas adecuadas	7	3	21	12%	Debido a que la organización trabaja bajo medida, es muy importante para el cliente, sin embargo no ha existido quejas ni devoluciones por este atributo.
Prensado correcto (seguridad en el ojo)	9	3	27	15%	Este es un atributo el cual se considera fundamental ya que es el que resiste la tracción de la carga y evita q el ojo se desprenda
Tiempo de entrega	7	5	35	20%	El tiempo de entrega es una característica importante para el cliente, como se demostró anteriormente es una queja habitual, por esa razón se califico el IIC con 7 y el GNC con 5.
Disponibilidad del producto	7	1	7	4%	Este factor es muy importante para el cliente, sin embargo se han presentado casos en los que la organización no entrega el producto inmediatamente debido a la falta de materia prima.
Precio	7	3	21	12%	Debido a la alta competitividad que existe actualmente en el mercado el precio es un atributo que influye en la decisión de compra del producto.
Total:			176	100%	

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Anexo 2.5.

Matriz CTY. Proceso de fabricación de Estrobos de Cable

CTY Producto	Tiempo de Entrega	Seguridad en el ojo	Medidas Adecuadas	Precio		
	0.2	0.15	0.12	0.12		Porcentaje
Longitud del ojo			5		0.6	5%
longitud del cuerpo	7		5	7	2.84	24%
longitud punto de apoyo a punto de apoyo	7		5	5	2.6	22%
Dimensiones del casquillo despues del prensado	1	9			1.55	13%
Diametro del cable	9			7	2.64	22%
Construccion del cable	5			3	1.36	11%
Alma del cable	1			1	0.32	3%
Placa de acero					0	0%
					11.91	100%

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Anexo 2.6 Matriz CTX.

Proceso de fabricación de Estrobos de cable.

CTX Proceso	Longitud total	Diametro del cable	Dimensiones del casquillo despues del prensado	Construccion del cable		
	0.42	0.2	0.14	0.1		
Preparacion de la materia prima					0	0%
Coser el ojo		9		9	2.7	31%
Medir cable	7				2.94	34%
cortar cable					0	0%
Prensar casquillo		3	9		1.86	21%
Marcacion de las placas					0	0%
Mantenimiento de la prensa			9		1.26	14%
Embalaje					0	0%
					8.76	100%

Fuente: Planta de fabricación de elementos de izaje.

Elaborado por: Autora

Anexo 3

Anexo 3: Tabulación de datos

Proceso de fabricación de fajas de nylon

Anexo 3.1: Muestreo para elaborar el Isoplot

Anexo 3.2: Faja nylon 2"x2mts.

Anexo 3.3: Faja nylon 2"x6mts.

Anexo 3.4: Faja nylon 3"x3mts.

Anexo 3.5: Faja nylon 4"x4mts.

Anexo 3.6: Faja nylon 4"x6mts.

Anexo 3.7: Faja nylon 6"x6mts.

Anexo 3.1

Muestreo para elaborar el Isoplot

Faja 3''x3mts.		
Muestra	Medición 1	Medición 2
	2,97	2,98
1	2,985	2,99
2	2,968	2,965
3	2,98	2,97
4	2,975	2,978
5	2,985	2,988
6	2,975	2,975
7	2,95	2,951
8	2,975	2,975
9	2,98	2,979
10	2,97	2,97
11	2,98	2,98
12	2,975	2,97
13	2,965	2,965
14	2,96	2,96
15	2,977	2,98
16	3,04	3,03
17	2,98	2,983
18	2,99	2,993
19	2,98	2,98
20	2,97	2,972
21	2,985	2,986
22	2,95	2,953
23	2,975	2,97
24	2,98	2,985
25	2,97	2,97
26	2,975	2,98
27	2,975	2,972
28	2,98	2,98
29	2,99	2,99
30	2,96	2,96

Anexo 3.2

Faja nylon 2"x2 mts.

Producto: Faja Nylon 2" x 2mts.		
N° de muestra	Longitud inicial (mts)	Longitud final (mts)
1	4,39	1,96
2	4,385	1,95
3	4,37	1,95
4	4,395	1,97
5	4,39	1,97
6	4,4	1,975
7	4,43	1,98
8	4,46	1,99
9	4,46	1,991
10	4,43	1,975
11	4,47	1,975
12	4,47	1,98
13	4,475	1,99
14	4,39	1,98
15	4,38	1,95
16	4,37	1,94
17	4,395	1,985
18	4,391	1,98
19	4,398	1,985
20	4,43	1,965
21	4,47	1,995
22	4,48	2
23	4,44	1,96
24	4,44	1,96
25	4,42	1,95
26	4,45	1,965
27	4,455	1,965
28	4,44	1,96
29	4,47	1,975
30	4,485	2,02

Anexo 3.3

Faja nylon 2"x6 mts.

Producto: Faja nylon 2" x 6mts.		
Nº de muestra	Longitud inicial (mts)	Longitud final (mts)
1	12,4	5,935
2	12,42	5,945
3	12,47	5,975
4	12,44	5,965
5	12,47	5,97
6	12,46	5,955
7	12,445	5,95
8	12,5	5,98
9	12,52	5,99
10	12,56	5,96
11	12,565	5,965
12	12,49	5,925
13	12,49	5,93
14	12,61	5,998
15	12,4	5,935
16	12,42	5,945
17	12,43	5,95
18	12,47	5,975
19	12,44	5,965
20	12,47	5,97
21	12,46	5,955
22	12,445	5,95
23	12,56	5,96
24	12,565	5,965
25	12,49	5,925
26	12,44	5,965
27	12,47	5,97
28	12,42	5,945
29	12,56	5,96
30	12,44	5,965

Anexo 3.4

Faja nylon 3"x3 mts.

Producto: Faja nylon 3" x 3mts.		
Nº de muestra	Longitud inicial (mts)	Longitud final (mts)
1	6,41	2,97
2	6,43	2,985
3	6,4	2,968
4	6,43	2,98
5	6,435	2,975
6	6,43	2,985
7	6,4	2,975
8	6,39	2,95
9	6,42	2,975
10	6,45	2,98
11	6,41	2,97
12	6,43	2,98
13	6,435	2,975
14	6,39	2,965
15	6,38	2,96
16	6,4	2,977
17	6,6	3,04
18	6,42	2,98
19	6,455	2,99
20	6,44	2,98
21	6,41	2,97
22	6,43	2,985
23	6,39	2,95
24	6,42	2,975
25	6,45	2,98
26	6,41	2,97
27	6,435	2,975
28	6,38	2,96
29	6,4	2,977
30	6,39	2,965
31	6,4	2,975

Anexo 3.5

Faja nylon 4"x4mts.

Producto: Faja nylon 4" x 4mts.		
N° de muestra	Longitud inicial (mts)	Longitud final (mts)
1	8,51	3,975
2	8,51	3,96
3	8,49	3,965
4	8,47	3,95
5	8,48	3,97
6	8,515	3,98
7	8,505	3,97
8	8,488	3,97
9	8,52	3,98
10	8,48	3,965
11	8,49	3,97
12	8,53	3,99
13	8,52	3,98
14	8,5	3,97
15	8,52	3,98
16	8,551	3,965
17	8,515	3,975
18	8,475	3,98
19	8,465	3,96
20	8,49	3,985
21	8,47	3,975
22	8,53	4,00
23	8,5	3,97
24	8,55	3,975
25	8,515	3,98
26	8,475	3,96
27	8,5	3,97
28	8,51	3,975
29	8,48	3,98
30	8,518	3,98
31	8,5	3,965
32	8,54	3,98
33	8,55	3,988
34	8,51	3,98

Anexo 3.6

Faja nylon 4"x6mts.

Producto: Faja nylon plana 4" x6mts.		
Nº de muestra	Longitud inicial (mts.)	Longitud final (mts.)
1	12,52	5,941
2	12,615	5,99
3	12,525	5,975
4	12,5	5,94
5	12,55	5,955
6	12,52	5,94
7	12,56	5,96
8	12,565	5,965
9	12,62	6,1
10	12,6	5,97
11	12,61	6,0
12	12,5	5,915
13	12,51	5,92
14	12,57	5,97
15	12,48	5,885
16	12,615	5,99
17	12,525	5,975
18	12,5	5,94
19	12,55	5,955
20	12,52	5,94
21	12,56	5,96
22	12,53	5,94
23	12,54	5,945
24	12,565	5,965
25	12,49	5,89
26	12,48	5,89
27	12,55	5,955
28	12,53	5,945
29	12,56	5,96
30	12,49	5,93
31	12,615	5,998
32	12,55	5,953
33	12,545	5,94
34	12,59	5,98
35	12,6	5,99

Anexo 3.7

Faja nylon 6"x6mts.

Producto: Faja nylon 6" x 6mts.		
N° de muestra	Longitud inicial (mts)	Longitud final (mts)
1	12,52	5,93
2	12,615	5,98
3	12,525	5,965
4	12,5	5,93
5	12,55	5,945
6	12,52	5,93
7	12,56	5,95
8	12,565	5,965
9	12,62	6,0
10	12,52	5,93
11	12,525	5,965
12	12,5	5,93
13	12,55	5,945
14	12,625	6,01
15	12,56	5,955
16	12,615	5,98
17	12,5	5,93
18	12,49	5,92
19	12,59	5,97
20	12,62	6
21	12,565	5,96
22	12,615	5,98
23	12,525	5,96
24	12,53	5,94
25	12,63	6,015
26	12,48	5,88
27	12,58	5,973
28	12,54	5,95
29	12,545	5,955
30	12,6	5,97
31	12,57	5,975
32	12,56	5,96
33	12,565	5,96

34	12,64	6,035
35	12,57	5,96
36	12,58	5,965
37	12,49	5,92
38	12,59	5,97
39	12,62	6

Anexo 4

Anexo 4: Tabulación de datos

Proceso de fabricación de estrobos de cable

Anexo 4.1: Muestreo para elaborar el Isoplot

Anexo 4.2: Casquillo 3/8

Anexo 4.3: Casquillo 5/8

Anexo 4.4: Casquillo 7/8

Anexo 4.1

Muestreo para elaborar el Isoplot

Nº de muestra	Medición 1	Medición 2
1	31	31
2	31	31
3	31,8	32
4	30,8	31
5	30,5	30,6
6	31,1	31
7	30,8	30,9
8	31	31
9	30,8	30,8
10	30,8	31
11	31,2	30,9
12	30,9	31
13	31	31,2
14	30,9	30,9
15	31,5	31,5
16	30,8	31,1
17	31	31,1
18	31	31,1
19	31,1	31,1
20	31	30,9
21	30,8	30,9
22	31,2	31,2
23	31	31
24	31	31
25	31,2	31,1
26	31	31,1
27	31	31
28	31,8	31,8
29	31,4	31,4
30	31,2	31,2
31	30,8	30,8
32	31	31

Anexo 4.2

Casquillo 3/8

Operador	Diámetro	Turno	Operador	Diámetro	Periodo
1	18,8	M	2	18,8	M
1	19	M	2	19	T
1	18,8	M	2	18,8	T
1	18,9	M	2	18,9	T
1	18,7	M	2	18,7	T
1	18,8	M	2	18,8	T
1	18,9	M	2	18,9	T
1	18,8	M	2	18,8	T
1	18,8	T	2	18,8	T
1	18,8	T	2	18,8	T
1	18,9	M	2	18,9	T
1	18,8	M	2	18,8	M
1	18,8	M	2	18,8	M
1	19	M	2	19	M
1	19	T	2	19	M
1	18,9	T	2	18,9	T
1	18,9	T	2	18,9	T
1	18,9	T	2	18,9	T
1	19	T	2	19	T
1	19	M	2	19	T
1	18,8	M	2	18,8	T
1	18,8	M	2	18,8	T
1	18,7	M	2	18,7	M
1	18,9	T	2	18,9	M
1	18,8	T	2	18,8	M
1	18,7	T	2	18,7	M
1	18,9	T	2	18,9	M
1	18,8	T	2	18,8	M
1	18,7	M	2	18,7	T
1	18,9	M	2	18,9	T
1	18,7	M	2	18,7	T
1	19,1	M	2	19,1	T
1	18,8	M	2	18,8	M
1	18,8	T	2	18,8	M
1	19,1	T	2	19,1	T
1	18,9	T	2	18,9	T
1	18,8	T	2	18,8	T
1	18,8	T	2	18,8	T

1	19	T	2	19	M
1	19	T	2	19	M
1	18,9	M	2	18,9	M
1	18,9	M	2	18,9	M
1	19,1	M	2	19,1	M
1	18,6	M	2	18,6	M

Anexo 4.3

Casquillo 5/8

Operador	Diámetro	Turno	Operador	Diámetro	Periodo
1	31	M	2	31,5	T
1	31	M	2	30,8	T
1	31,8	M	2	31,1	T
1	31	M	2	30,9	T
1	30,8	M	2	30,9	M
1	31	M	2	31	M
1	30,5	M	2	31	M
1	31	M	2	31	M
1	31,2	M	2	30,8	M
1	31,8	T	2	31,2	M
1	31	T	2	30,8	T
1	30,8	T	2	31,1	T
1	31	T	2	31,1	T
1	31	M	2	31,1	T
1	30,5	M	2	31,1	T
1	31	M	2	30,9	T
1	30,5	M	2	30,9	T
1	31,2	M	2	31	T
1	31	M	2	31,5	T
1	31	T	2	30,9	M
1	31	T	2	30,9	M
1	31	T	2	31,8	M
1	30,8	T	2	31	M
1	31	T	2	30,9	M
1	30,8	M	2	31	T
1	31	M	2	31,5	T
1	31	M	2	31,8	T
1	31	M	2	31	T
1	31	M	2	31,5	T
1	30,5	M	2	31	T
1	31	T	2	30,9	T

1	31	T	2	31	T
1	31,6	T	2	31	M
1	31	T	2	31	M
1	31	T	2	31	M
1	31	T	2	31,4	M
1	31	T	2	31	T
1	31	M	2	31,8	T
1	31,2	M	2	31,4	T
1	31,2	M	2	31,2	T
1	31,4	M	2	31	T
1	31,3	M	2	31	T
1	31,2	M	2	31,5	T
1	31,2	M	2	31	M
1	31	T	2	31,5	M
1	31	T	2	30,8	M
1	31,8	T	2	31,1	M
1	31	T	2	30,9	M
1	30,8	T	2	30,9	M
1	31	T	2	31	M
1	30,5	T	2	31	M
1	31	T	2	31	M
1	31,2	T	2	30,8	M
1	31,8	M	2	31,2	M
1	31	M	2	30,8	M
1	30,8	M	2	31,1	M
1	31	M	2	31,1	T
1	31	M	2	30,6	T
1	30,5	M	2	31,1	M
1	31	T	2	30,9	M
1	30,5	T	2	30,9	T
1	31,2	T	2	31	T
1	31	T	2	31,5	T
1	31	T	2	30,9	T
1	30	M	2	30,9	T
1	31	M	2	31,8	M
1	30,8	M	2	31	M
1	31	M	2	30,9	M
1	30,8	T	2	31	M
1	31	T	2	31,5	M

Anexo 4.4

Casquillo 7/8

Operador	Diámetro	Periodo	Operador	Diámetro	Periodo
1	42	M	2	42,5	T
1	42	M	2	41,8	T
1	41,8	M	2	42,1	T
1	42	M	2	41,9	T
1	41,8	M	2	41,9	T
1	42	M	2	41,9	T
1	42	M	2	42	T
1	42,2	T	2	42,8	T
1	42,8	T	2	42	T
1	42	T	2	42,5	T
1	41,8	T	2	42,3	M
1	42	T	2	42	M
1	42	T	2	42,1	M
1	41,1	M	2	41,1	M
1	42,5	M	2	41,9	M
1	41,5	M	2	41,9	M
1	42,2	M	2	42	M
1	42	M	2	42,7	M
1	42	M	2	41,9	T
1	42,6	T	2	42	T
1	42	T	2	42,5	T
1	41,8	T	2	41,8	T
1	42	T	2	41,6	T
1	41,5	M	2	41,5	T
1	42	M	2	42	T
1	42,2	T	2	41,9	T
1	42	T	2	42,6	M
1	42	T	2	42	M
1	41,3	T	2	42	M
1	42,8	T	2	42	M
1	42,7	M	2	41,3	M
1	41,6	M	2	42	M
1	42	M	2	42,2	M
1	42	M	2	41,3	M
1	42	M	2	41,2	M
1	42	M	2	42	T
1	42,7	M	2	42	T
1	42,3	T	2	41,5	T
1	42,2	T	2	42,5	T

1	42,4	T	2	41,6	T
1	42,1	T	2	41,5	T
1	42,2	T	2	41,1	M
1	42,3	M	2	41	M
1	42	M	2	42,2	M
1	42	M	2	42	M
1	41,8	M	2	42,9	M
1	42	M	2	41,8	M
1	41,8	T	2	42,2	M
1	42	T	2	41,8	M
1	41,5	T	2	42,1	M
1	42,9	T	2	42,1	M
1	42,2	M	2	41,6	M
1	42,2	M	2	42,1	T
1	42	M	2	41,9	T
1	41,8	T	2	41,9	T
1	42	T	2	42	T
1	42	T	2	42,5	T
1	41	M	2	41,9	T
1	42	M	2	41,9	M
1	41,3	M	2	42,8	M
1	42,3	M	2	42	M
1	42,4	M	2	41,9	M
1	42	M	2	42	M
1	41,6	M	2	41,5	M
1	42	T	2	42	M
1	41,7	T	2	41,5	M
1	42	T	2	42,8	M
1	41,8	T			
1	42	T			
1	42	T			
1	41,5	T			
1	42,9	T			

Anexo 5

Anexo 5

Anexo 5.1: Muestreo cuerpo de la eslinga.

Anexo 5.2: Análisis de Regresión

Anexo 5.3: Muestreo de Ojos de fajas

Anexo 5.1

Muestreo cuerpo de la eslinga.

Cinta de 2"		
5.765	5.695	1,21
5.73	5.653	1,34
5.729	5.663	1,15
5.723	5.652	1,24
5.721	5.649	1,26
5.68	5.605	1,32
5.757	5.690	1,16
5.78	5.707	1,26
5.8	5.733	1,16
5.842	5.765	1,21
5,755	5,679	1,32
5,798	5,728	1,21
5,678	5,612	1,17
5,721	5,653	1,18
5,720	5,651	1,21
5,730	5,658	1,25
5,745	5,674	1,24
5,690	5,619	1,24
5,480	5,412	1,25
5,510	5,445	1,19
5,760	5,693	1,17
5,790	5,718	1,24
5,680	5,608	1,27
5,857	5,608	1,3
5,624	5,608	1,35
	Promedio	1.24

Cinta de 3"		
5.48	5.419	1,11
5.67	5.613	1,01
5.56	5.499	1,1
5.489	5.429	1,09
5.568	5.505	1,13
5.557	5.498	1,06
5.571	5.509	1,11
5.568	5.509	1,06
5.552	5.481	1,28
5.542	5.480	1,12
5,490	5,679	1,13
5,698	5,728	1,14
5,478	5,612	1,07
5,710	5,653	1,07
5,720	5,651	1,08
5,530	5,658	1,04
5,545	5,674	1,02
5,690	5,619	1,14
5,480	5,412	1,15
5,510	5,445	1,14
5,760	5,693	1,11
5,410	5,718	1,12
5,430	5,608	1,14
5,450	5,608	1,11
5,380	5,608	1,06
	Promedio	1.11

Cinta de 4"		
5.567	5.510	1,024
5.56	5.500	1,079
5.52	5.464	1,014
5.54	5.490	0,983
5.532	5.481	0,952
5.567	5.510	1,024
5.527	5.470	1,031
5.55	5.490	1,081
5.499	5.440	1,073
5.48	5.423	1,040
5,45	5,612	1,000
5,572	5,612	0,940
5,678	5,612	1,030
5,530	5,653	1,070
5,392	5,651	1,080
5,560	5,658	1,040
5,445	5,674	1,020
5,490	5,619	0,987
5,550	5,412	1,150
5,510	5,445	1,014
5,760	5,693	1,010
5,410	5,718	1,012
5,430	5,608	1,011
5,450	5,608	0,980
5,380	5,608	1,060
	Promedio	1.019

Cinta de 6 "		
5.562	5.515	0,843
5.5	5.454	0,845
5.559	5.512	0,843
5.56	5.513	0,849
5.567	5.520	0,852
5.568	5.521	0,851
5.557	5.510	0,847
5.578	5.531	0,85
5.564	5.517	0,848
5.542	5.495	0,846
5,578	5,612	0,849
5,498	5,612	0,85
5,678	5,612	0,851
5,530	5,653	0,847
5,482	5,651	0,851
5,560	5,658	0,848
5,545	5,674	0,846
5,490	5,619	0,849
5,450	5,412	0,85
5,510	5,445	0,851
5,760	5,693	0,847
5,410	5,718	0,85
5,530	5,608	0,848
5,460	5,608	0,846
5,400	5,608	0,840
	Promedio	0.847

Anexo 5.2

Análisis de Regresión

<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99521173							
Coefficiente de determinación R ²	0.990446387							
R ² ajustado	0.985669581							
Error típico	0.019767939							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	0.081024457	0.081024457	207.3448856	0.00478827			
Residuos	2	0.000781543	0.000390771					
Total	3	0.081806						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	1.414857143	0.02693916	52.52046158	0.000362332	1.29894729	1.530767	1.29894729	1.530767
Variable X 1	-0.096228571	0.006682783	-14.39947518	0.00478827	-0.124982267	-0.06747488	-0.12498227	-0.06747488

Anexo 5.3

Muestreo de Ojos de fajas

Faja de 2 pulgadas			
Nº de muestra	Li ojo (mts)	Lf ojo (mts)	Diferencia
1	0,481	0,457	0,024
2	0,482	0,458	0,024
3	0,482	0,459	0,023
4	0,482	0,457	0,025
5	0,459	0,433	0,026
6	0,459	0,434	0,025
7	0,457	0,434	0,023
8	0,482	0,461	0,021
9	0,482	0,457	0,025
10	0,483	0,456	0,027
11	0,482	0,457	0,025
12	0,482	0,458	0,024
13	0,483	0,459	0,024
14	0,484	0,458	0,026
15	0,485	0,460	0,025
			0,3670
		Promedio	0,024

Faja de 3 Y 4 pulgadas			
Nº de muestra	Li ojo (mts)	Lf ojo (mts)	Diferencia
1	0,661	0,639	0,022
2	0,652	0,622	0,030
3	0,657	0,629	0,028
4	0,660	0,637	0,023
5	0,659	0,632	0,027
6	0,659	0,634	0,025
7	0,663	0,643	0,020
8	0,682	0,658	0,024
9	0,641	0,619	0,022
10	0,628	0,605	0,023
11	0,600	0,576	0,024
12	0,589	0,564	0,025

13	0,579	0,553	0,026
14	0,651	0,629	0,022
15	0,671	0,647	0,024
16	0,660	0,636	0,024
17	0,663	0,638	0,025
18	0,598	0,572	0,026
19	0,608	0,585	0,023
20	0,658	0,634	0,024
			0,4870
Promedio			0,023

Faja de 6 pulgadas			
Nº de muestra	Li ojo(mts)	Lf ojo (mts)	Diferencia
1	0,821	0,783	0,038
2	0,809	0,772	0,037
3	0,810	0,774	0,036
4	0,820	0,781	0,039
5	0,798	0,760	0,038
6	0,831	0,796	0,035
7	0,820	0,781	0,039
8	0,818	0,780	0,038
9	0,831	0,796	0,035
10	0,800	0,766	0,034
11	0,820	0,787	0,033
12	0,882	0,844	0,038
13	0,830	0,794	0,036
14	0,824	0,789	0,035
			0,5111
Promedio			0,034

Anexo 6

Anexo 6

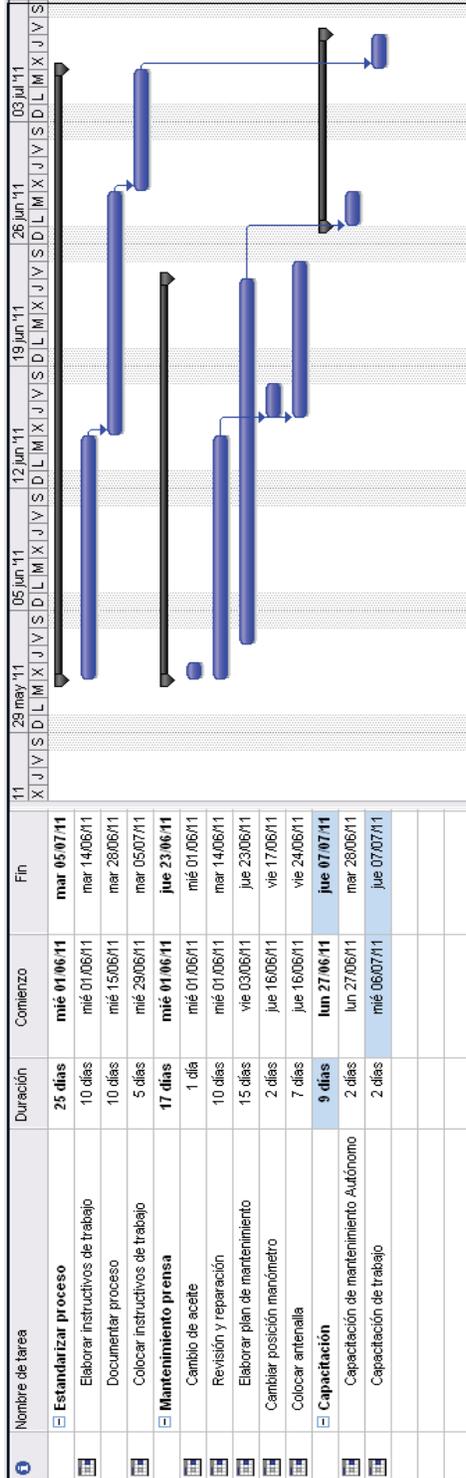
Plan de Acción

Anexo 6.1: Cronograma de implementación del proyecto del proceso de fabricación fajas de nylon

Anexo 6.2: Cronograma de implementación del proyecto del proceso de fabricación de estobos de cable

Anexo 6.2

Cronograma de implementación del proyecto (Estrobo de cable)



Anexo 7

Anexo 7:

Pruebas piloto

Anexo 7.1: Proceso de fabricación de fajas de nylon.

Anexo 7.2: Proceso de fabricación de estrobos de cable.

Anexo 7.1

Proceso de fabricación de fajas de nylon.

Nº de muestra	Li (mts.)	Lf (mts.)
1	12.499	6.01
2	12.51	6.012
3	12.497	6.007
4	12.509	6.019
5	12.505	6.005
6	12.49	5.995
7	12.502	6.012
8	12.513	6.015
9	12.501	6
10	12.517	6.002
11	12.505	6.015
12	12.501	6.017

Anexo 7.2

Proceso de fabricación de estrobos de cable.

N° de muestra	Diámetro
1	30.8
2	31
3	31.2
4	31.3
5	31
6	30.6
7	30.8
8	31
9	30.8
10	30.8
11	31.1
12	30.7
13	30.9
14	3.2
15	30.8
16	30.6

Anexo 8

Anexo 8

Costos

Proceso de Fabricación de fajas de nylon

Anexo 8.1: Presupuesto del proyecto de Seis Sigma al año cero

Anexo 8.2: Presupuesto del proyecto de Seis Sigma al año uno

Proceso de Fabricación de estrobos de cable

Anexo 8.3: Presupuesto del proyecto de Seis Sigma al año cero

Anexo 8.4 Presupuesto del proyecto de Seis Sigma al año uno

Proceso de Fabricación de fajas de nylon

Anexo 8.1

Presupuesto del proyecto de Seis Sigma al año cero

Presupuesto del proyecto Seis Sigma año cero				
Concepto	Descripción	cantidad	costo	costo total
Estructura de almacenamiento	Estructura de acero	4	620	2480
	Ejes	40	37,76	1510,4
Mesones modificados	Bisagra	1	3,67	3,67
	Sujetador	1	263	263
	Láminas de madera	31	3,2	99,2
	Apoyo para eje	1	300	300
	Regla graduada	2	150	300
	Regla	1	150	150
Guías de costura	Guías de metal	4	140	560
Documentación de procesos	Manual proceso	1	1000	1000
Capacitación	(Horas)	16	20	320
Asesoría		1	1000	1000
Mantenimiento de maquinas	Máquina de coser	1	500	500,00
	Quemadora de puntas	1	300	300,00
	Guillotina	1	100	100,00
			TOTAL	8886,27

Proceso de Fabricación de fajas de nylon

Anexo 8.2

Presupuesto del proyecto de Seis Sigma al año uno

Concepto	Descripción	Cantidad	costo	costo total
Materia prima	Cinta de 2"	183,8583	6,12	1125,21
	Cinta de 3"	154,8436	8,25	1277,46
	Cinta de 4"	229,1391	9,59	2197,44
	Cinta de 6"	87,16576	11,05	719,12
Capacitaciones anuales (Horas)	De trabajo. Considerado 3 veces anuales	48	20	960,00
Revisión de documentación	Formulario de trabajo	1	500	500,00
	Procesos	1	500	500,00
			Total	7279,23

Proceso de Fabricación de estrobos de cable

Anexo 8.3

Presupuesto del proyecto de Seis Sigma al año cero

Concepto	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cambio posición de manómetro	Técnico	1	60	60
	Herramientas	1	50	50
Colocar entenalla cerca de la prensa	entenalla	1	1060	1060
	Base	1	100	100
	Aseguramiento a suelo	1	50	50
Documentación de procesos	Plan de mantenimiento	1	1000	1000
	Manual de procesos	1	1000	1000
Colocar instructivos de trabajo en el área de trabajo	Ampliaciones	4	15	60
Mantenimiento de la prensa	Aceite	1	100	100
	Filtro	2	50	100
	Revisión y Reparación	1	2400	2400
	Maquinado de pernos	6	200	1200
	Cambio de guías de dados	2	500	1000
Asesoría		1	1000	1000
Capacitación	Mantenimiento autónomo y de trabajo	24	20	480
			Total	9660

Proceso de Fabricación de estrobos de cable

Anexo 8.4

Presupuesto del proyecto de Seis Sigma al año uno

Presupuesto del proyecto año uno.				
Concepto	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Mantenimiento de la prensa	Aceite 3 cambios anuales	3	100	300
	Filtros	6	50	300
	Mantenimiento eléctrico	3	500	1500
	Limpieza	3	100	300
Capacitación	Mantenimiento autónomo y de trabajo	72	20	1440
Revisión de documentación	Manual de procesos	1	500	500
	Plan de mantenimiento	1	500	500
Mantenimiento de herramientas	Mantenimiento de dados	3	300	900
	Mantenimiento de calibradores	3	300	900
			Total	6640

Anexo 9

Anexo 9

Tablas militarystandard 414

TABLA 25-5. Letras de código según el tamaño de la muestra*

Tamaño del lote	Niveles de inspección				
	I	II	III	IV	V
3-8	B	B	B	B	C
9-15	B	B	B	B	D
16-25	B	B	B	C	E
26-40	B	B	B	D	F
41-65	B	B	C	E	G
66-110	B	B	D	F	H
111-180	B	C	E	G	I
181-300	B	D	F	H	J
301-500	C	E	G	I	K
501-800	D	F	H	J	L
801-1 300	E	G	I	K	L
1 301-3 200	F	H	J	L	M
3 201-8 000	G	I	L	M	N
8 001-22 000	H	J	M	N	O
22 001-110 000	I	K	N	O	P
110 001-550 000	I	K	O	P	Q
550 001 en adelante	I	K	P	Q	

* Las letras de código que aparecen en la tabla, son aplicables cuando se utilizan los niveles de inspección indicados.

TABLA 25-6. Tabla muestra para inspecciones normal e intensa, con planes para variabilidad desconocida, método de la desviación tipo (Límite de especificación único, Forma 1)

Letra código según tamaño muestra	Tamaño muestra	Niveles de calidad aceptables (inspección normal)													
		0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00	15,00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3										1,12	0,958	0,765	0,566	0,341
C	4										1,17	1,01	0,814	0,617	0,393
D	5														
E	7														
F	10														
G	15	2,64	2,53	2,42	2,32	2,20	2,06	1,91	1,79	1,65	1,47	1,30	1,09	0,886	0,664
H	20	2,69	2,58	2,47	2,36	2,24	2,11	1,96	1,82	1,69	1,51	1,33	1,12	0,917	0,695
I	25	2,72	2,61	2,50	2,40	2,26	2,14	1,98	1,85	1,72	1,53	1,35	1,14	0,936	0,712
J	30	2,73	2,61	2,51	2,41	2,28	2,15	2,00	1,86	1,73	1,55	1,36	1,15	0,946	0,723
K	35	2,77	2,65	2,54	2,45	2,31	2,18	2,03	1,89	1,76	1,57	1,39	1,18	0,969	0,745
L	40	2,77	2,66	2,55	2,44	2,31	2,18	2,03	1,89	1,76	1,58	1,39	1,18	0,971	0,746
M	50	2,83	2,71	2,60	2,50	2,35	2,22	2,08	1,93	1,80	1,61	1,42	1,21	1,00	0,774
N	75	2,90	2,77	2,66	2,55	2,41	2,27	2,12	1,98	1,84	1,65	1,46	1,24	1,03	0,804
O	100	2,92	2,80	2,69	2,58	2,43	2,29	2,14	2,00	1,86	1,67	1,48	1,26	1,05	0,819
P	150	2,96	2,84	2,73	2,61	2,47	2,33	2,18	2,03	1,89	1,70	1,51	1,29	1,07	0,841
O	200	2,97	2,85	2,73	2,62	2,47	2,33	2,18	2,04	1,89	1,70	1,51	1,29	1,07	0,845
		0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00	15,00	
		Niveles de calidad aceptables (inspección intensa)													

Todos los valores de NCA están en porcentaje de unidades defectuosas.
 Usar el primer plan de muestreo situado debajo de la flecha, tanto para el tamaño de la muestra como para el valor k.
 Cuando el tamaño de la muestra sea igual o mayor al tamaño del lote, examinar todas las piezas del lote.

Fuente: Juran, 2005, p. 801- 802.