



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE  
CUERO MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA  
EMPRESA CURTIEMBRE QUISAPINCHA”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**CARLOS ANTONIO CHUQUIANA CAGUANA**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE  
CUERO MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA  
EMPRESA CURTIEMBRE QUISAPINCHA**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**CARLOS ANTONIO CHUQUIANA CAGUANA**

**DIRECTOR:** Ing. ÁNGEL GEOVANNY GUAMÁN LOZANO

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Carlos Antonio Chuquiana Caguana

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, CARLOS ANTONIO CHUQUIANA CAGUANA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 27 de febrero del 2023.



**Carlos Antonio Chuquiana Caguana**

**180476205-0**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto Técnico, **MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CUERO MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA CURTIEMBRE QUISAPINCHA**, realizado por el señor: **CARLOS ANTONIO CHUQUIANA CAGUANA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Daniela Carina Vásconez Núñez <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-02-27
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2023-02-27
Ing. Julio César Moyano Alulema, Mg. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2023-02-27

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo se los dedico a mis padres: Segundo Manuel Chuquiana y María Caguana por ser un pilar fundamental de mi vida, a mi compañera de vida Fabiola Chadan quien ha estado siempre guiándome y apoyándome a culminar con mi carrera, por esta razón estoy infinitamente agradecido. De igual manera a mis hijos Alexis Damián y Carlos Elián quienes son el motor de mi vida y la fuente de mi inspiración.

Mis hermanos Edgar Leonardo, Luis Manuel, Marco Estuardo, Sergio Vinicio y a quien desde el cielo me guía Ángel Patricio por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar siempre conmigo en todo momento.

Carlos

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más profundo agradecimiento a Dios por guiarme en este sueño, de igual manera a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a toda la Facultad de Mecánica y en especial a la carrera de Ingeniería Industrial, a mis maestros quienes con sus valiosos conocimientos con los cuales hicieron que pueda crecer día a día como profesional, agradezco a mi director el Ing. Ángel Guamán Lozano y al miembro del trabajo de titulación Ing. Julio Moyano.

Finalmente quiero expresar mis más grandes y sinceros agradecimientos a la empresa CURTIEMBRE QUISAPINCHA, por abrirme las puertas para realizar el presente trabajo, en especial al personal gerencial y a todo el personal por la atención y colaboración prestada.

Carlos

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. <i>Objetivo General</i> .....	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	3

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes.....	4
2.2. Producción.....	5
2.3. Calidad.....	6
2.4. Productividad.....	6
2.5. Origen de Six Sigma.....	7
2.6. Six Sigma.....	8
2.6.1. <i>Como filosofía de trabajo</i> .....	8
2.6.2. <i>Como métrica</i> .....	8
2.6.3. <i>Como meta</i> .....	9
2.7. Beneficios de Six Sigma.....	9
2.8. Metodología DMAMC.....	9
2.8.1. <i>Definir</i> .....	9
2.8.2. <i>Medir</i> .....	10
2.8.3. <i>Analizar</i> .....	10
2.8.4. <i>Mejorar</i> .....	10



2.8.5.	<i>Controlar</i> .....	11
2.8.6.	<i>Nivel Six Sigma</i> .....	11
2.9.	<b>Herramientas de Six Sigma</b> .....	11
2.9.1.	<i>Diagramas de flujo de procesos</i> .....	11
2.9.2.	<i>Diagrama de operaciones</i> .....	11
2.9.3.	<i>Análisis de capacidad de proceso</i> .....	12
2.9.4.	<i>Diagrama de Pareto</i> .....	12
2.9.5.	<i>Diagrama Ishikawa</i> .....	12
2.9.6.	<i>Diagrama de control</i> .....	12
2.10.	<b>Análisis de Varianza ANOVA</b> .....	13
2.11.	<b>5's</b> .....	13
2.12.	<b>Definiciones básicas</b> .....	14

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
3.1.	<b>Tipo de proyecto</b> .....	16
3.2.	<b>Tipo de investigación</b> .....	16
3.2.1.	<i>Descriptiva</i> .....	16
3.2.2.	<i>Documental</i> .....	16
3.2.3.	<i>Investigación de campo</i> .....	16
3.3.	<b>Modalidad</b> .....	16
3.4.	<b>Método de investigación</b> .....	17
3.4.1.	<i>Método inductivo – deductivo</i> .....	17
3.5.	<b>Población</b> .....	17
3.6.	<b>Beneficiarios</b> .....	17
3.6.1.	<i>Beneficiario directo</i> .....	17
3.6.2.	<i>Beneficiario indirecto</i> .....	18
3.7.	<b>Delimitación</b> .....	18
3.7.1.	<i>Espacio</i> .....	18
3.7.2.	<i>Tiempo</i> .....	18
3.8.	<b>Metodología DMAMC</b> .....	19
3.8.1.	<i>Cálculo de métricas de Six Sigma</i> .....	20
3.8.1.1.	<i>La métrica de Six Sigma</i> .....	20
3.8.1.2.	<i>Mediciones para Six Sigma</i> .....	21
3.9.	<b>Recopilación de la información</b> .....	21
3.10.	<b>Procesamiento y análisis de los datos obtenidos</b> .....	22

<b>3.11. La empresa</b> .....	22
<b>3.11.1. Organigrama estructural</b> .....	22
<b>3.11.2. Descripción de la empresa</b> .....	23
<b>3.11.3. Descripción del producto</b> .....	24
<b>3.11.4. Descripción del proceso</b> .....	24
<b>3.11.4.1. Recepción de materia prima</b> .....	24
<b>3.11.4.2. Remojo y pelambre</b> .....	25
<b>3.11.4.3. Descarnado</b> .....	26
<b>3.11.4.4. Dividido</b> .....	26
<b>3.11.4.5. Curtido</b> .....	26
<b>3.11.4.6. Desvenado</b> .....	26
<b>3.11.4.7. Rebajado</b> .....	27
<b>3.11.4.8. Teñido</b> .....	27
<b>3.11.4.9. Secado al vacío</b> .....	28
<b>3.11.4.10. Secado al ambiente</b> .....	28
<b>3.11.4.11. Ablandado</b> .....	29
<b>3.11.4.12. Lijado y pulido</b> .....	29
<b>3.11.4.13. Limpiado</b> .....	30
<b>3.11.4.14. Prensado</b> .....	30
<b>3.11.4.15. Acabado</b> .....	30
<b>3.11.4.16. Medida</b> .....	30

## CAPÍTULO IV

<b>4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	32
<b>4.1. Aplicación de la Metodología Six Sigma</b> .....	32
<b>4.1.1. Introducción</b> .....	32
<b>4.2. Fase 1: Definir</b> .....	32
<b>4.2.1. Antecedentes</b> .....	34
<b>4.2.2. Gantt del proyecto</b> .....	36
<b>4.2.3. Definir voz del cliente</b> .....	38
<b>4.2.3.1. Modelo Kano</b> .....	39
<b>4.2.4. Verificación</b> .....	44
<b>4.3. Fase 2: Medir</b> .....	45
<b>4.3.1. Describir el proceso</b> .....	45
<b>4.3.2. Evaluar el sistema de medición</b> .....	51
<b>4.3.2.1. Datos Obtenidos</b> .....	52

4.3.3.	<i>Estadística básica</i> .....	60
4.3.4.	<i>Capacidad del proceso</i> .....	62
4.4.	<b>Fase 3: Analizar</b> .....	64
4.4.1.	<i>Definición previa</i> .....	64
4.4.2.	<i>Diagrama de pescado</i> .....	64
4.4.3.	<i>Diagrama de Pareto</i> .....	68
4.5.	<b>Fase 4: Mejorar</b> .....	69
4.5.1.	<i>Objetivos</i> .....	69
4.5.2.	<i>Eventos Kaizen y Herramientas Lean</i> .....	70
4.5.3.	<i>Diseños factoriales</i> .....	74
4.5.4.	<i>Validación de la mejora</i> .....	78
4.6.	<b>Control</b> .....	84
4.6.1.	<i>Objetivos</i> .....	84
4.6.2.	<i>Control estadístico</i> .....	84
4.6.3.	<i>Plan de control</i> .....	86
4.6.4.	<i>Lecciones aprendidas</i> .....	91
<b>CONCLUSIONES</b> .....		93
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		94
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b>	Las etapas del Seis Sigma .....	19
<b>Tabla 2-3:</b>	Métrica de Six Sigma .....	20
<b>Tabla 3-3:</b>	Medidor del Seis Sigma .....	21
<b>Tabla 1-4:</b>	Producción promedio .....	34
<b>Tabla 2-4:</b>	Descripción de problemáticas detectadas .....	35
<b>Tabla 3-4:</b>	Marco general del proyecto .....	35
<b>Tabla 4-4:</b>	Matriz de la voz cliente .....	39
<b>Tabla 5-4:</b>	Requisitos del cliente.....	40
<b>Tabla 6-4:</b>	Tabla análisis Kano .....	41
<b>Tabla 7-4:</b>	Tabulación de resultados de la encuesta.....	41
<b>Tabla 8-4:</b>	Procesamiento de resultados por el método Kano.....	42
<b>Tabla 9-4:</b>	Procesamiento de resultados por el método Kano de acuerdo a los criterios y sumatoria .....	43
<b>Tabla 10-4:</b>	Procesamiento de resultados por el modelo Kano en porcentajes.....	43
<b>Tabla 11-4:</b>	Matriz de verificación de cumplimiento de la fase 1 del proyecto.....	44
<b>Tabla 12-4:</b>	Simbología para mapa de procesos .....	45
<b>Tabla 13-4:</b>	Diagrama SIPOC - proceso de producción de cuero.....	49
<b>Tabla 14-4:</b>	Sistema de medición.....	51
<b>Tabla 15-4:</b>	Mediciones realizadas con flexómetro al lado A de 10 bandas/cuero.....	52
<b>Tabla 16-4:</b>	Análisis R&R de los datos.....	54
<b>Tabla 17-4:</b>	Cálculos.....	55
<b>Tabla 18-4:</b>	Cálculos estadísticos.....	60
<b>Tabla 19-4:</b>	Matriz de causa y efecto proceso remojo y pelambre .....	66
<b>Tabla 20-4:</b>	Matriz de causa y efecto proceso de corte.....	67
<b>Tabla 21-4:</b>	Propuesta de soluciones.....	70
<b>Tabla 22-4:</b>	Propuesta de soluciones.....	72
<b>Tabla 23-4:</b>	Plan de mejora .....	72
<b>Tabla 24-4:</b>	Datos promedios de mediciones antes y después de las mejoras .....	75
<b>Tabla 25-4:</b>	Nuevas mediciones realizadas posterior a la aplicación de mejoras .....	78

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-3:</b>	Ubicación de la curtiembre Quisapincha.....	18
<b>Ilustración 2-3:</b>	Organigrama estructural.....	23
<b>Ilustración 3-3:</b>	Almacenamiento de productos.....	24
<b>Ilustración 4-3:</b>	Recepción de materia prima.....	25
<b>Ilustración 5-3:</b>	Remojo y pelambre.....	25
<b>Ilustración 6-3:</b>	Descarnado.....	26
<b>Ilustración 7-3:</b>	Curtido.....	26
<b>Ilustración 8-3:</b>	Desvenado.....	27
<b>Ilustración 9-3:</b>	Rebajado.....	27
<b>Ilustración 10-3:</b>	Teñido.....	28
<b>Ilustración 11-3:</b>	Secado al vacío.....	28
<b>Ilustración 12-3:</b>	Ablandado.....	29
<b>Ilustración 13-3:</b>	Lijado y pulido.....	29
<b>Ilustración 14-3:</b>	Prensado.....	30
<b>Ilustración 15-3:</b>	Acabado.....	30
<b>Ilustración 16-3:</b>	Medida.....	31
<b>Ilustración 1-4:</b>	Mapa de procesos Curtiembre Quisapincha.....	33
<b>Ilustración 2-4:</b>	Plan de trabajo del proyecto Six Sigma.....	37
<b>Ilustración 3-4:</b>	Fallas en el proceso de remojo y pelambre.....	38
<b>Ilustración 4-4:</b>	Mapa de proceso de producción de cuero.....	47
<b>Ilustración 5-4:</b>	Banda de cuero, lado A.....	52
<b>Ilustración 6-4:</b>	Datos históricos de mediciones realizadas a una banda/cuero lado A.....	60
<b>Ilustración 7-4:</b>	Datos estadísticos obtenidos en base a mediciones realizadas.....	61
<b>Ilustración 8-4:</b>	La Media.....	61
<b>Ilustración 9-4:</b>	Rango.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Ilustración 10-4:</b>	Histograma Capacidad del Proceso.....	62
<b>Ilustración 11-4:</b>	Diagrama de causa y efecto de dispersión alta de los datos de la lectura de mediciones en el proceso de remojo y pelambre.....	65
<b>Ilustración 12-4:</b>	Diagrama de causa y efecto de dispersión alta de los datos de la lectura de mediciones en el proceso de corte.....	66
<b>Ilustración 13-4:</b>	Diagrama de Pareto de defectos del proceso de remojo y pelambre de piel/cuero.....	68
<b>Ilustración 14-4:</b>	Diagrama de Pareto de defectos del proceso de corte de piel/cuero.....	69
<b>Ilustración 15-4:</b>	Análisis de Varianza.....	76

<b>Ilustración 16-4:</b> Pruebas de residuos .....	77
<b>Ilustración 17-4:</b> Nuevo CPK .....	79
<b>Ilustración 18-4:</b> Análisis de nivel sigma por un millón de partes. ....	79
<b>Ilustración 19-4:</b> Elementos de la gráfica de control para la empresa Quisapincha .....	84
<b>Ilustración 20-4:</b> Tipo de gráfica a aplicar.....	85
<b>Ilustración 21-4:</b> Plan de control.....	87
<b>Ilustración 22-4:</b> Formato de Gráfica de Control empresa Quisapincha .....	89
<b>Ilustración 23-4:</b> Resultados de aplicación de la gráfica de control con nuevas mediciones del lado A del cuero. ....	90
<b>Ilustración 24-4:</b> Lecciones aprendidas .....	91

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A: RESULTADOS DE LA ENCUESTA**

**ANEXO B: CHECK LIST**

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo mejorar los procesos de producción de cuero mediante la metodología Six Sigma en la empresa curtiembre Quisapincha, para asegurar la calidad de los productos. El enfoque de investigación cuantitativo y cualitativo se presenta como un método basado en la aplicación del método DMAMC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar) durante el diagnóstico. Se recopiló información de los documentos de la empresa y luego se identificó lo que afectó en el proceso de producción, cubriendo la producción de cuero, los defectos de calidad y los requisitos del cliente. De igual forma se realizó mediciones de una muestra de una banda de cuero para verificar las causas de las problemáticas encontradas, basado en aplicación del sistema Six Sigma. Se realizó una evaluación del sistema de medición y de capacidad; donde se encontró una falencia por parte de los operarios donde el porcentaje del análisis de repetibilidad y reproducibilidad es muy alto teniendo un 57,11% siendo el sistema de medición rechazado por lo cual teniendo un nivel sigma de 2,73; un CPK (Índice de capacidad) de 0,97. Y como resultado se logró con la aplicación de mejoras y una simulación y así obtener un proceso capaz con un CPK de 1,48; un nivel de Six Sigma de 4,03 que cumple; por cada millón de oportunidades tendrá 272 100 defectos o mediciones que se encuentran fuera de las especificaciones. Finalmente, los diagramas de espina de pescado se utilizan para identificar problemas y sugerir diagnósticos cuidadosos durante la clasificación de la materia prima para reducir los retrasos en la producción y mejorar la productividad, los defectos y la calidad de los productos para cada tarea descubierta.

**Palabras clave:** <METODOLOGÍA SIX SIGMA>, <PRODUCCIÓN DE CUERO>, <CALIDAD>, <MÉTODO DMAMC>, <ÍNDICE DE CAPACIDAD>.

1308-DBRA-UPT-2023





## SUMMARY

The objective of this research was to improve leather production processes through Six Sigma methodology in Quisapincha tannery to ensure the quality of the products. The quantitative and qualitative research approach is presented as a method based on the application of DMAIC method (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) during the diagnosis. Data about documents was collected from company and then identified what affects the production process, covering the production of leather, quality faults and customer requirements. Measurements were also taken of a sample of a leather band to verify the causes of the problems identified, based on the application of Six Sigma system. An evaluation of the measurement and capacity system was carried out; where a fault was found on a section of the operators where the percentage of repeatability and reproducibility analysis is high, with a 57.11% being the measurement system rejected, with a sigma level of 2.73; a CPK (Capacity Index) of 0.97. It was achieved with the application of improvements and a simulation to obtain a capable process with a CPK of 1.48; a Six Sigma level of 4.03 that satisfies; for every million opportunities it will have 272 100 defects or measurements that are out of specifications. Finally, fishbone diagrams are applied to identify problems and suggest careful diagnostics during raw material sorting to reduce production delays and improve productivity, faults and product quality for each task discovered.

**Keywords:** <SIX SIGMA METHODOLOGY> <LEATHER PRODUCTION> <QUALITY>  
<DMAIC METHOD> <CAPACITY INDEX>.



**Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.**

**C.I. 060311780-5**

## **INTRODUCCIÓN**

En la línea de producción de la empresa dedicada a la industria del cuero en la ciudad de Ambato la “Curtiembre Quisapincha” se procesa más de 2000 pieles al mes, la cual representa la materia prima utilizada para la fabricación de artículos de cuero como zapatos, chompas, carteras a nivel nacional e internacional.

Actualmente, las empresas del sector industrial se ven frente a nuevos retos que supone la búsqueda e implementación de técnicas organizacionales para integrar la producción y llegar a competir en un mercado global; para el cual se debe forjar una cadena de valor que logre satisfacer totalmente las necesidades de sus clientes con calidad y en el menor tiempo posible a un costo competitivo en el mercado.

La empresa Curtiembre Quisapincha busca mejorar la calidad del proceso de producción en su planta de procesamiento, para con ello y con el apoyo del presente trabajo se establecerá el mejoramiento por medio de la aplicación de la metodología Six Sigma que permita proporcionar en la empresa la información necesaria acerca de cómo se encuentra la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

En este sentido, la metodología Six Sigma tiene un enfoque de mejoramiento continuo que presenta gran aceptación en diferentes procesos de manufactura y servicios debido a su capacidad de respuesta para dar soluciones efectivas a muchos de los problemas que enfrentan las organizaciones en la actualidad. Por esta razón, las grandes empresas a nivel mundial han empleado este enfoque como estrategia de negocios para mejorar la calidad de los productos, servicios y la eficiencia de los procesos aumentando la satisfacción del cliente, la rentabilidad y productividad de las empresas.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema

La empresa Curtiembre Quisapincha es fabricante de cuero proveniente del ganado vacuno, ovino, caprino y equino. Por consiguiente, esta empresa se especializa en la obtención de una gran variedad de cueros de excelente calidad para vestimenta, calzado, carteras, chompas y demás artículos afines con el cuero.

No obstante, es notable afirmar que en la actualidad la empresa Curtiembre Quisapincha no cuenta con un método adecuado para mejorar la producción de los procesos en su planta. Más aun, sustentado con lo anterior, esta empresa dedicada al proceso de producción de cuero como también a su exportación, tome en cuenta la adaptación de ciertas metodologías que garanticen que el proceso de producción aumente y el riesgo disminuya. De esta manera, se puede evidenciar la situación fehaciente subyacente en la falta de aplicación de métodos en el control y mejoramiento de procesos en este tipo de industrias que se ha dedicado a la producción de cuero. En donde la frecuente falta de conocimiento que en la mayoría de estos sitios que se dedican a este proceso de producción industrial y de igual forma al no contar con un sistema estratégico para aumentar su producción, rentabilidad en la empresa que impliquen la reducción de las pérdidas innecesarias y garanticen la satisfacción del cliente en cuanto al producto terminado. Obviamente, debe ocurrir la debida y correcta aplicación de los procesos en las operaciones de remojo de las pieles que se obtiene del pelambre para proceder al descarnado y dividido; sin embargo, es donde ocurren frecuentemente estas falencias en sus procesos. En base a lo anterior, se puede generar aspectos negativos relacionados con la baja cantidad de producción, disminución de las ventas en el mercado, de altos costos reprocesos de producción, bajo nivel de estandarización, escasos procesos de los modelos de gestión, retrasos en las entregas de mercadería, sistemas de distribución ineficientes, menor capacidad de análisis para la previsión de cambio y dificultades internas.

En virtud de sopesar estas problemáticas, se debe evaluar un método de mejoramiento en la producción con una metodología basada en el uso de las herramientas Six Sigma para la empresa Curtiembre Quisapincha desarrollando de esta manera mejores estrategias de competitividad y productividad tanto para el mercado nacional como internacionales por lo anterior, que surge la presente pregunta de investigación ¿Cómo diseñar un procedimiento para la medición y control

que permitirá establecer las mejoras en los procesos de pelambre, remojo de las pieles, descarnado y dividido del cuero en la empresa Curtiembre Quisapincha.

## **1.2. Justificación**

La empresa Curtiembre Quisapincha mejorará los resultados de la producción de cuero aumentando la calidad y reduciendo desperdicios innecesarios.

En el presente trabajo se busca plantear la implantación de la metodología Six Sigma en la Empresa en el área de producción de tal manera que se pueda maximizar su capacidad de producción. El resultado de implementar esta herramienta beneficiará a la empresa evitándole de gastos extras que se presentan en la entrega de los productos que oferta tales como tiempo, materiales, materias primas, personal, uso de equipos y espacio. De igual manera como el proceso de reducción de las variaciones que puedan afectar la calidad del producto y como consecuencia el rebote de este.

La implementación tendrá un impacto positivo en la rentabilidad dentro de la empresa con un costo variable dependiendo del grado en que se implemente, pero el mismo será verificado a través de la reducción de costos, tiempos y la mejora de la calidad de los servicios y productos entregados por Curtiembre debido a la fidelidad de los clientes recurrentes y no recurrentes y captación de mayor porcentaje en el mercado donde compite.

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo General***

Mejorar los procesos de producción de cuero mediante la metodología Six Sigma en la empresa curtiembre Quisapincha

### ***1.3.2. Objetivos específicos***

1. Efectuar el levantamiento de información de las causas que están afectando a la producción y calidad de cuero.
2. Evaluar la fase definir en el proceso de producción de cuero.
3. Realizar el estudio en fase analizar de la información recolectada.
4. Aplicar la propuesta para mejorar la calidad en la producción de la empresa Curtiembre Quisapincha.
5. Evaluar los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología DMAMC.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

Como antecedentes para fundar las bases teóricas y metodológicas, se establece las siguientes investigaciones relacionadas con el objeto de estudio del presente trabajo de titulación:

Según Aroca & Pacheco (2017), realizan una propuesta de un modelo de mejoramiento de la productividad que se basa en la filosofía Lean Six Sigma para cuatro empresas pymes del sector del calzado, cuero y marroquinería en la ciudad de Cali. Donde mencionan que se logró obtener un diagnóstico inicial de las pymes donde se conoció el uso de las herramientas lean que son muy poco usadas en estas compañías. Además, se encontró que en la mayoría de estas empresas se presentan problemas de productividad, incumplimiento en pedidos y la inexistencia del control del inventario. Finalmente concluyen que la aplicación de herramientas de la ingeniería industrial es útil para la medición y el análisis de las situaciones a las que se enfrenta las compañías y el comportamiento de los procesos.

Según Coronel (2018), se menciona que la metodología Six Sigma es una teoría de mejora para procesos de calidad que son implementados por grandes empresas del sector de servicios y manufacturas a nivel mundial, donde se muestran grandes beneficios y resultados. Se concluye que el 74% de los problemas detectados en la empresa se dan por inadecuados procedimientos de trabajo, falta en control de parámetros de operación y la falta de inspección en el proceso productivo.

Según Urrutia (2015), menciona que la aplicación de la metodología Six Sigma y el DMAMC permite el desempeño de los procesos, así como el complemento del estudio de la calidad por cada proceso del calzado. De esta manera la capacidad del proceso y los límites de control a través de las cartas de la proporción de unidades defectuosas y el número de defectos por unidad, determina que tiene una eficiencia del 95.32% para el mejoramiento de la calidad. Se concluye que mediante el estudio se establece un nivel de la calidad de producción de botas y botines deficiente en base al análisis de los parámetros como son el DPMO, nivel sigma y capacidades del proceso.

Según Pilla (2019), menciona que el objetivo principal es conocer los niveles de calidad sigma en las distintas áreas de fabricación de carrocerías de la empresa Metálicas Pillapa; donde se aplicó la metodología DPMO para determinar los niveles de calidad sigma. Los resultados indicaron que

los niveles Sigma están por debajo de lo aceptable con un valor de 1.2 sigma; la identificación de los procesos críticos muestra que el proceso de armado de estructura y forrado exterior de acuerdo con el número de defectos presentes en los procesos. Por lo tanto, se requiere un control estadístico de procesos que permita reducir la variabilidad, así como fomentar el desarrollo e implementación de estrategias de mejora con la finalidad de cumplir con los objetivos definidos por la empresa, así como la capacitación y desarrollo del personal.

Según Pastor (2018), menciona que la empresa RMB SATECI S.A.C presenta una variabilidad en su proceso de producción teniendo un desperdicio de material y gastos demandados en cuanto a la corrección de errores. Las principales causas fueron encontradas en el área de pintura donde se propone a la empresa fabricar una cabina de granallado que también funcionará como área aislada del proceso de pintura. Con la aplicación de la metodología DMAMC (definir, medir, mejorar y controlar) se determinó que para mejorar la calidad se tendría que implementar la cabina antes señalada ya que esto reduce las pérdidas innecesarias en el proceso de producción y se obtiene un mejor producto.

Según Pérez (2016), menciona que su investigación se ha de centrar en la mejora de procesos de la empresa “Tecnico JG” la cual enfrenta una realidad complicada debido a la pérdida de clientes por una baja calidad en los servicios automotrices que oferta el mercado; por ello, se realiza una implementación del sistema Lean Six Sigma. La implantación permitió una mejora continua, rápida y eficiente en la estructura de los procesos y por lo tanto los resultados financieros cambiaron derivando como consecuencia no solo de la fidelidad de los clientes existentes sino en el incremento de estos.

Según Narváez (2019), menciona una implementación de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en las herramientas Lean Six Sigma para la empresa DMAX SPORT S.A.S con la finalidad de encontrar deficiencias y defectos en los mismos. Finalmente se concluye que con el plan de mejoramiento en el proceso se logra establecer un aumento en la productividad diaria del proceso, además del flujo de materiales entre las áreas y se optimiza las condiciones de trabajo para los operarios.

## **2.2. Producción**

Según Méndez (2019), el término amplio de producción hace referencia a cada una de las actividades que se dedican a la fabricación. Elaboración, obtención de bienes y servicios. Por lo tanto, la producción puede definirse como un complejo proceso de requisitos. Que diferentes factores para llevar a cabo una serie de actividades el esfuerzo humano destinado en crear dichos beneficios,

materializado en un bien un servicio, es la que se conoce como el trabajo a cambio del trabajo, los trabajadores recibirán un capital salarial por un esfuerzo.

Una de las formas generales que podemos definir un proceso como una secuencia de operaciones que transforma una entrada en una salida de mayor valor. De forma particular podemos definir un proceso productivo como una secuencia definida de operaciones, como transformar unas materias primas productos semielaborados en un producto acabado de mayor valor. Cuando dentro de un proceso de operación añade valor al producto, decimos que una operación da un valor agregado. Se define una operación como aquella operación que se hace avanzar un producto hacia su función final. Dicho de otra manera, que. Añade funcionalidad del producto. (Gómez Niño, 201/)

### **2.3. Calidad**

La calidad en todos los procesos y actividades del trabajo son fundamentales. Los gerentes de operaciones ayudan a establecer objetivos de calidad y buscan la forma de mejorar la calidad de los productos y servicios de la empresa (Administración de la calidad total). Para las cuales se utilizan de inspecciones y métodos estadísticos para vigilar la calidad producida por los diversos procesos (Control estadístico de los procesos) y de los planes de muestreo para describir las características peculiares de cada uno de ellos (muestreos de aceptación) (Gutiérrez & de la Vara, 2017).

### **2.4. Productividad**

Productividad. Puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados, es, la fabricación. La productividad sirve para evaluar el rendimiento de los. Talleres las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados (Gutiérrez & de la Vara, 2017).

Para elevar los niveles de productividad de la empresa. Balcón dex. Publica en el 2016 por medio de la revista dinero, un artículo. 10 tipos para mejorar la productividad de su empresa, en la cual se resaltan los siguientes aspectos a considerar para el aumento de la productividad:

- Modernización de tecnología.
- Innovación de alternativas de mejoramiento de gestión y uso de los recursos.
- Capacitación de las personas.
- Administración por procesos.
- Planeación estratégica.

- Exploración de nuevos mercados.

## **2.5. Origen de Six Sigma**

El Método Six Sigma es una forma de pensar que comenzó en los años ochenta como técnica de mercado y mejora de la calidad en la organización de Motorola, cuando el arquitecto Mikel Harry, avanzó como un objetivo admirable en la asociación; la evaluación y el examen de la variedad de medidas de Motorola, como un enfoque para cambiar más al mundo real. Es ahora mismo, con el ascenso de la globalización, las organizaciones del área mecánica y empresarial que comenzaron a fomentar métodos más efectivos que les permitieran avanzar ciclos para trabajar su intensidad y utilidad, lo que incluía disminuir la fluctuación de los elementos o factores básicos que de alguna manera modificó la exhibición ordinaria de los ciclos. Por lo tanto, la evaluación de la desviación estándar de la interacción, abordada por la imagen  $\sigma$ , se tomó como una medida fáctica confiable como un indicador de presentación y, por lo tanto, permite decidir la competencia y viabilidad de la asociación. Este impulso se convirtió en el punto de convergencia del trabajo para trabajar en la calidad en Motorola, atrayendo la consideración del CEO Bob Galvin; Con su ayuda, se puso el acento en la investigación de la variedad, así como en la mejora persistente, vio que cuando se realiza un control medible en un ciclo, se toma como una fluctuación regular cuando este valor de sigma  $\sigma$  se balancea en tres desviaciones de lo normal, medida que se ajusta con el método Six Sigma donde se necesita que el ciclo tenga cuatro punto cinco desviaciones de la media. Esto infiere que los datos extensos sobre el ciclo deben estar dentro de este tramo, lo que realmente infiere que no se considera inesperado que 34 componentes de la interacción no cumplan con los estándares de calidad que necesita el cliente, de cada millón de oportunidades. Esta es la razón del comienzo filosófico del Método Six Sigma como una proporción de presentación de una asociación completa. Este es el medio por el cual, a largo plazo, esta nueva forma de pensar en el valor ha surgido como un avance de las normas de calidad que muchas organizaciones aplican en la actualidad.

Este nuevo impulso de mejora inspiró a Lawrence Bossidy, quien, en 1991, después de su retiro de General Electric, tomó la administración de la combinación Allied Signal para cambiarla de una organización con problemas monetarios a una asociación efectiva.

Durante la década de 1990, Allied Signal amplió drásticamente sus acuerdos. Este modelo de calidad fue imitado por Texas Instruments, logrando victorias comparables. Durante 1995 el CEO de General Electric, Jack Welch, se enteró de la consecución de esta nueva técnica de mejora gracias a los datos aportados por Lawrence Bossidy, trabajando posteriormente con el mejor cambio en esta asociación.



Este método original de dirigir los acuerdos de calidad establecidos en la asociación, fortalece las reglas establecidas en las normas de calidad ISO y las complementa con una obligación más prominente de procedimientos de control de calidad medibles de vanguardia, lo que demuestra que Six Sigma ciertamente no es un Enfoque de calidad que parte de los modelos de mejora que a día de hoy se están creando, a pesar de lo que cabría esperar, la unión de estas técnicas de mejora constante propicia una mayor productividad y viabilidad dentro de la asociación. (Roberto José Herrera Acosta, 2017).

## **2.6. Six Sigma**

Six sigma es una metodología que se utiliza para el mejoramiento de procesos o productos, enfocándose en la reducción de la variabilidad de estos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto al cliente, la meta principal es la de implementar un nivel de Seis Sigma, con el cual se logre un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades. Esto permite discriminar y entender como defecto, como cualquier fallo que tenga el producto y/o servicio y no cumpla con las expectativas del cliente. (Gómez Niño, 201/).

Six sigma establece de herramientas estadísticas para la caracterización y estudio de los procesos, como ya que Six Sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad. En un proceso y el objetivo de la metodología es reducir ésta, de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

### **2.6.1. Como filosofía de trabajo**

Six Sigma se define como la mejorar continua de procesos y productos, apoyándose en la aplicación de la metodología DMAMC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar). En esta metodología incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas, además de otras de apoyo (Rivera, 2020)

### **2.6.2. Como métrica**

Six Sigma se representa como una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificación (Álvarez, 2017).

### **2.6.3. Como meta**

Es un proceso con un nivel de calidad Six Sigma significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial al no producir servicios de productos defectuosos (Álvarez, 2017).

### **2.7. Beneficios de Six Sigma**

De igual forma. El autor Álvarez (2017), enfatiza que los beneficios del Six Sigma se enfocan en tres áreas principales de la compañía, entre ellos reducir:

- Reducir costos a través de la eliminación de errores internos.
- Reducir los tiempos en cada uno de los procesos.
- Incrementar la productividad.
- Mejorar la calidad en los procesos de desarrollo y lanzamiento de nuevos productos.
- Mejorar el nivel de resultados de los procesos de soporte.

Las mejoras en estas áreas normalmente representan grandes ahorros de costos para los negocios. Así como oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación en Exp de Expreso excelente los productos y servicios. Algunas de las herramientas más comunes entre estas dos filosofías y aplicar, dentro del marco del proyecto son.

### **2.8. Metodología DMAMC**

La metodología utilizada por el Six Sigma es DMAMC La cual consta de 5 etapas las cuales son: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar donde el objetivo principal es el aumentar la capacidad de los procesos, de tal manera que se genere sólo un 3.4 defectos por millón de oportunidades. Principio de las seis desviaciones. Con lo que los errores o fallos se hacen prácticamente imperceptibles para el cliente (Morales Macedo, 2017).

#### **2.8.1. Etapa Definir**

Es el principal objetivo de esta primera etapa, es definir los objetivos del proyecto y las limitaciones existentes. Es decir, definir claramente cuáles son los problemas y resolver con sus respectivas herramientas de diagnóstico para la situación actual y futura. (Ruiz & Rojas, 2009). Para esta etapa es esencial la utilización de herramientas como diagrama de Pareto, mapeo de valor y el voc (voz del cliente). Además, es necesario que estas restricciones sean medibles. En esta etapa se debe limitar todo detalles del proceso que se va a mejorar ya que, de otro modo no sería posible saber si las mejoras están relacionadas con los cambios realizados en el mismo.

### **2.8.2. Etapa Medir**

En la segunda etapa de la metodología se realiza el levantamiento de la información necesaria para medir el desempeño actual del proceso de llevar a cabo. El proceso de mejoramiento con la ayuda de indicadores y métricas adecuadas para alcanzar el objetivo del proyecto. La recopilación de los datos debe describir en el comportamiento y mejorar. Para ello, se debe asegurar una consistencia y una variabilidad. Además, se debe decidir el tipo de estrategia a seguir con la recolección de los datos como una de ellas consiste en la toma de datos. Procedentes del proceso normal y la segunda opción es la investigación del comportamiento, variando los parámetros de operación. Una de las herramientas que se puede utilizar en la definición de las métricas puede estar basada en el diagrama de Ishikawa, ya que en él se definen los parámetros del problema.

### **2.8.3. Etapa Analizar**

Esta etapa de la metodología consiste. En el análisis de la información obtenida de la medición de los datos con el fin de tener una primera conclusión de los comportamientos del proceso. Es decir, se trata de explicar el comportamiento del proceso en función de los valores del requisito, CTQ. Como de la variabilidad de estos. Las conclusiones, que se pueden obtener deben ser absolutamente concluyentes. De manera. Que se identifique la cantidad de mejoras. Que deben implementarse en caso contrario, definir la prioridad de las intervenciones a mejorar los métodos del análisis y las de decisión pueden estar basadas de forma estadística, como una prueba de hipótesis con el fin de evaluar si el proceso se mantiene en el tiempo, evaluar su capacidad y determinar el proceso puede producir dentro de las especificaciones (Aroca & Pacheco, 2017).

### **2.8.4. Etapa Mejorar**

En la penúltima etapa, el objetivo central es demostrar estadísticamente que la solución propuesta realmente mitiga el problema encontrado en las etapas anteriores. Éste se centra en la búsqueda de variables que afectan en una gran medida, las variabilidades del proceso y se cuantifique todas las soluciones por potenciales. Y determinar las soluciones efectivas con los niveles en que se debe operar o tener un mejor desempeño. Además, si los datos respaldan las mejoras del proceso entre el antiguo y el nuevo proceso, se pueden adoptar soluciones e iniciar un análisis del costo – beneficio.

### **2.8.5. *Etapa Controlar***

En la última fase de la metodología de DMAMC, es de vital importancia. Ya que consiste en el control de las variables críticas que causan la variabilidad de los procesos y se establece que la mejora es mantenida en el tiempo. Lo anterior se logra a través de herramientas como el plan de control, instructivos de operación, cartas de control, entre otros. Mediante la utilización de un sistema que da referencia a una capacitación del personal que sea capaz de interpretar y dar soluciones oportunas a los inconvenientes del proceso y evitar que éste se salga de control. Una vez que el proceso es capaz, se deberá buscar mejores condiciones de operación materiales, procedimientos que conduzcan a una mejora continua del proceso.

### **2.8.6. *Nivel Six Sigma***

Los niveles de mejora de Six Sigma. Es el valor de la cantidad del Six Sigma correspondiente a la variación del proceso que entran dentro de la mitad de las especificaciones.

## **2.9. Herramientas de Six Sigma**

### **2.9.1. *Diagramas de flujo de procesos***

En el diagrama de flujo de valor generado inicia con un listado de todas las actividades que actualmente integran al proceso. Con el fin de que esta información sea fácil de entender y analizar, de tal manera que ésta será representada de manera gráfica. En un esquema conocido como diagrama de flujo, el cual debe contener todas las actividades que integran al proceso, los posibles responsables, las rutas alternativas. Los puntos de decisiones e inspección (Coronel, 2018).

### **2.9.2. *Diagrama de operaciones***

Estos días nada más sirven para recoger un proceso en forma resumida, a fin de adquirir un conocimiento superior del mismo y poder mejorarlo. Representan gráficamente las fases que atraviesan la ejecución de un trabajo, una serie de actos. Generalmente el diagrama se inicia con la entrada del de la materia prima en la fábrica. Siguiéndole a través de todas las fases. Tales como transporte al almacén, inspección, operación y montaje hasta que quede convertida en una unidad terminada o forma parte de un su montaje.

### **2.9.3. *Análisis de capacidad de proceso***

La capacidad de un proceso es la medida de la probabilidad del mismo para comunicar. Para cumplir con las especificaciones de calidad de cada uno de las características medibles. Para determinar la capacidad del proceso se requiere recoger datos de su funcionamiento en condiciones normales de operación, de las cuales es conveniente tomar varias muestras pequeñas igualmente espaciadas a lo largo del intervalo de producción. Cuando las características de una variable continua que sigue una distribución normal, todas las unidades fabricadas bajo condiciones de control del 97.7% se encuentran en un intervalo de longitud, 6 Sigma que es un intervalo de tolerancia natural e intrínsecas al proceso. A esta cantidad, 6 Sigma se la llama capacidad de proceso. Si alguna muestra aparece fuera de los límites de control se elimina y a que indican que el proceso en ese instante está fuera de los límites de control (Gómez Niño, 201/).

### **2.9.4. *Diagrama de Pareto***

El diagrama de Pareto consiste en el gráfico de barras ordenadas de mayor a menor. Donde cada barra representa el peso que tiene cada uno de los factores que se analizan. Dicho diagrama maneja un principio en la cual indica que el 80% de los problemas están producidos. Por un 20% de las causas. A raíz de ello. El segundo nombre con el cual se la asocia es la gráfica del 80-20.

El objetivo del diagrama de Pareto es presentar información de manera que facilite la rápida visualización de los factores con mayor peso para reducir su influencia en el primer lugar.

### **2.9.5. *Diagrama Ishikawa***

El diagrama de Ishikawa son dibujos que constan de líneas y símbolos que representan determinadas relaciones entre un efecto y una causa. Su creador fue el doctor Kaoru Ishikawa en 1943 y también se lo conoce como el diagrama de Ishikawa o análisis de causa efecto. Los diagramas causan efecto sirven para determinar qué efecto es negativo y así emprender las acciones necesarias para corregir las causas y bien. Para detectar un efecto positivo. Y saber cuáles son sus causas, casi siempre por cada efecto. Hay muchas causas que contribuyen a producirlo.

### **2.9.6. *Diagrama de control***

Un gráfico de control es un gráfico en el que se representa el comportamiento de un proceso anotando sus datos de manera ordenados en el tiempo, cuyo objetivo principal de estos gráficos de control es detectar lo antes posible cambios en el proceso que puedan dar lugar a una la

producción de unidades defectuosas y de ellos se consiguen minimizando al mismo tiempo que transcurre desde que se produce un desajuste hasta que se detecta.

De igual manera. El control estadístico de proceso, (CEP) Hay que verlo también como una herramienta de mejora continua de la calidad de los productos, ya que. Hoy en día se mide la calidad de cada uno de los productos. Con un valor que es inversamente proporcional a la variabilidad que se está presentando en sus características de la calidad que se entrega al cliente. Puesto que reducir la variabilidad debido a cada uno de las causas comunes resulta más complejo en general el CEP. Es quien ayuda a la detección de las causas asignables para tomar acciones en funciones de la naturaleza (Urrutia, 2015).

## **2.10. Análisis de Varianza ANOVA**

El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada. En los grupos de datos numéricos a comparar. Típicamente el análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad. A la conclusión de que la media de un grupo de puntuación es distinta a la media de otro grupo de puntuaciones.

Existen tres tipos de modelos, los cuales son.

- El modelo de efectos fijos asume que el experimentador ha considerado para el factor todos los posibles valores que este pueden tomar.
- Los modelos de efectos de lectores asumen que en un factor sea considerado tan sólo una muestra de los posibles valores que éste puede tomar.
- Los modelos mixtos describen situaciones es donde están presentes ambos tipos de factores fijos y aleatorios.

## **2.11. 5's**

Llamado así porque son cinco pasos o etapas que se deben seguir en un lugar de trabajo de tal manera que se pueda mantener un orden continuo. La limpieza y seguridad, mejorando el ambiente de trabajo y la productividad a través de la disminución de errores y de los accidentes de manera consistente.

- Separar o seleccionar (Seiri). Eliminar lo que tiene, lo que no tiene ninguna utilidad, dejar lo relevante y necesario para trabajar.

- Ordenar u organizar (Seiton). Ordenar de la manera que se pueda identificar fácilmente, lo que es útil para hacerlo bien nuestro trabajo.
- Limpiar (Seiso). Limpiar y simplificar
- Autodisciplina o progresar (Seiketsu). Lograr estandarizar cada una de las tres primeras actividades las cuales son: separar, ordenar y limpiar hasta hacerlo bien.
- Revisión (Shitsuke). Verificar el cumplimiento a través de la revisión de estándares y de actuar diario de uno mismo.

Esta es una herramienta cuya implementación no necesita de grandes cantidades de dinero, pero sí de mucho tiempo para lograr conciencia por parte de todo el personal de una empresa. Es necesario varios facilitadores de todo tipo de niveles, desde el gerencial hasta el personal operativo, para que el objetivo primario, que es la autodisciplina se cumpla.

## 2.12. Definiciones básicas

Unidad (U): Es un lote de artículos producidos o procesados, que está sujeto a una auditoria de calidad.

Defecto (D): Cualquier evento que no cumpla la especificación de una CTQ (la cual es definida por el cliente).

Defectuosos: Es una unidad producida que tiene una o más defectos.

Defectos por unidad (DPU): Es la cantidad de defectos en un producto. Se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$DPU = \frac{D}{U} \quad (1)$$

Oportunidad de defectos(O): Es cualquier atributo o especificación que puede apreciarse o medirse y que ofrezca una oportunidad de no satisfacer un requisito del cliente (CTQ).

Defectos por oportunidad (DPO):

$$DPO = \frac{D}{U * O} \quad (2)$$

Defectos por millón de oportunidades (DPMO's): Es el número de defectos encontrados en un lote de inspección, afectado por el número de oportunidades para ofrecer un defecto, en un millón de unidades.

$$DPMO's = \frac{D}{U * O} * 1000000 \quad (3)$$

Capacidad del proceso: Es el nivel de actuación de un proceso para cumplir especificaciones o requerimientos del cliente.

- Rendimiento estándar o de primera pasada  $Y_{FT}$ : Es el porcentaje de producto y / o servicios, sin defectos.
- Rendimiento al final o de última pasada:  $Y_{LT}$ : Es el porcentaje de producto sin defectos después de realizar la revisión del trabajo.



## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de proyecto

Debido al tipo de trabajo, el presente proyecto técnico actual cumple con los estados metodológicos de un trabajo aplicado, en el sentido de aplicar la filosofía Six Sigma.

#### 3.2. Tipo de investigación

Así como esta tarea tendrá un nivel de exploración:

##### 3.2.1. *Descriptiva*

En el presente trabajo se utilizó el método de observación directa, revisión, análisis de cada proceso actual de producción de la empresa “Curtiembre Quisapincha” como el procedimiento de recolección de datos con el objetivo de poder realizar la aplicación de la metodología DMAMC.

##### 3.2.2. *Documental*

El objetivo es disminuir las imperfecciones del ciclo, aplicando la Filosofía Six Sigma para la mejora de los procesos de producción en la empresa “Curtiembre Quisapincha” para lo cual se ha tomado la información que se encuentra en los archivos de la empresa.

##### 3.2.3. *Investigación de campo*

La información que se va a documentar de manera presencial a través de fotografías, recolección de datos de los procesos actuales de producción de la “Curtiembre Quisapincha”

#### 3.3. Modalidad

El presente diseño se desarrolla con un carácter de investigación aplicada, esto debido a que se recolectará toda la información proveniente de las instalaciones y procesos de la empresa Curtiembre Quisapincha. Este levantamiento de información permitirá realizar el análisis correspondiente para cada una de las estaciones y procesos dentro de la empresa, mismo que será empleado para el desarrollo de las mejoras y cambios que deben implementarse en cada uno de

ellos, esto con el objetivo de aplicar, a posterior, las reformas y mejoras a los procesos que presenten fallas.

Es importante mencionar también que la propuesta se fundamentará en una investigación de tipo bibliográfica – documental, esto con el objetivo de desarrollar una correcta aplicación de todas las herramientas relacionadas con la metodología Six Sigma y el ciclo DMAMC. Esta revisión bibliográfica permitirá obtener diferentes variables que podrán ser aplicadas dentro del control de la calidad de los procesos llevados a cabo dentro de la curtiembre.

Por lo anterior, se resume en la siguiente tabla 1-3, los detalles de cada una de las etapas con las que se fundamenta el proceso Six Sigma, tomando en consideración la metodología DMAMC. En cada una de las etapas se explica los pasos que se especifica según la metodología y las posibles herramientas que se podrán emplear para cada uno de los pasos mencionados.

### **3.4. Método de investigación**

#### **3.4.1. *Método inductivo – deductivo***

Es un sistema de inducción que depende de la lógica para irradiar su pensando; su aplicación principal está relacionada de manera poco común con la aritmética no adulterada.

La estrategia de tolerancia de aceptación se utiliza con las realidades específicas, ser deductivo en un sentido, de lo general a lo específico, e inductivo en sentido inverso, de lo específico a lo general. (Andrade Zamora, 2018).

### **3.5. Población**

La población que abarca la presente propuesta se relaciona con todos los procesos efectuados dentro de la empresa para la producción de cuero.

### **3.6. Beneficiarios**

#### **3.6.1. *Beneficiario directo***

El beneficio principal de este trabajo que se realiza es la empresa Curtiembre Quisapincha.

### 3.6.2. *Beneficiario indirecto*

Los beneficiarios indirectos son los clientes recurrentes y no recurrentes.

### 3.7. Delimitación

#### 3.7.1. *Espacial*

Este proyecto técnico será desarrollado en la empresa “CURTIEMBRE QUISAPINCHA” en su planta de producción de cuero ubicada en la parroquia de Quisapincha.



**Ilustración 1-3:** Ubicación de la curtiembre Quisapincha

Fuente: Google Maps, 2023.

<b>Nombre de la empresa:</b> CURTIEMBRE QUISAPINCHA
<b>Provincia:</b> Tungurahua
<b>Ciudad:</b> Ambato
<b>Dirección:</b> Av. Circunvalación Alonso Palacios y Condor

#### 3.7.2. *Tiempo*

El tiempo establecido para la realización del presente proyecto técnico es de seis meses

### 3.8. Metodología DMAMC

Six Sigma, que utiliza en su nomenclatura la conocida letra griega ( $\sigma$ ) asociada con la estadística, representa la variabilidad o dispersión de un conjunto de valores. La metodología Six Sigma identifica la capacidad de los procesos para reducir defectos por millón del mismo. Para utilizar esta herramienta, entre otras metodologías, la metodología Mejora de procesos DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar). Dicha metodología es un proceso iterativo que sigue un formato estructurado y disciplinado, la realización de experimentos y su posterior evaluación. Sin embargo, recientemente se han publicado artículos donde no sólo el uso de Six Sigma para mejorar procesos, pero parece vinculado a otras herramientas medidas cuantitativas como la simulación y el proceso analítica jerárquica (AHP) dentro del paradigma de decisión multi criterio.

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos al integrar la metodología Six Sigma, técnicas de simulación discreta y técnicas multicriterio para la mejora de un servicio de belleza en el que se deseaba obtener la mejor solución de compromiso entre los ingresos, costos, utilización de recursos y satisfacción del cliente. Se realiza un análisis de las diferentes metodologías de mejora, proponiendo un procedimiento basado en la metodología DMAMC. Los resultados obtenidos al aplicar este permitido, con el uso de técnicas de simulación y técnicas multi criterio para obtener los resultados previstos. En la tabla 1-3 se describe las etapas de la metodología de six sigma

**Tabla 1-3:** Las etapas del six sigma

ETAPA	PASOS A SEGUIR	HERRAMIENTAS EMPLEADAS
Definir	Identificar las principales oportunidades de mejora enfocadas en las necesidades de los clientes, procesos asociados y el equipo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo de proceso (Técnica Lean Manufacturing)</li> <li>• Diagrama de procesos</li> </ul>
	Definir el alcance del proyecto e identificación de las variables críticas de entrada y de salida de los procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Ishikawa</li> <li>• Diagrama de Pareto</li> <li>• CTQs Tree (Árbol de variable crítica de proceso)</li> </ul>
Medir	Conformar las variables críticas de entrada y salida de procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de flujo del Proceso</li> <li>• Diagrama de Causa Efecto</li> <li>• Pareto Efectos</li> </ul>

ETAPA	PASOS A SEGUIR	HERRAMIENTAS EMPLEADAS
	Validar los métodos de medición para cada una de las variables a emplear	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de Riesgos (FMEA)</li> <li>• MSA (Gage R&amp;R)</li> </ul>
	Recolección de datos para cada una de las variables del proceso (desempeño inicial del proceso en sí)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfica de Barras</li> <li>• Pareto de Defectos</li> </ul>
Analizar	Identificar las variables críticas para cada uno de los procesos manejados por la empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de paquete estadístico de datos</li> </ul>
	Realizar un análisis estadístico para cada uno de los procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Pareto</li> <li>• Gráfico de efectos principales</li> </ul>
Mejorar	Realizar las mejoras referentes a cada uno de los procesos analizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campaña de mejora, revisión y mantenimiento del sistema.</li> </ul>
Controlar	Diseño de los controles necesarios para mantener el proceso en las condiciones óptimas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de control</li> </ul>

Fuente: George, 2002

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

### 3.8.1. Cálculo de métricas de Six Sigma

#### 3.8.1.1. La métrica de Six Sigma

El nivel Sigma, es utilizado comúnmente como medida dentro de las técnicas Six Sigma, incluyendo los cambios y movimientos típicos de  $\pm 1,5 \sigma$  de la media.

Las relaciones de los diferentes niveles de calidad Sigma, no son lineales, ya que para pasar de un nivel de calidad a otro el porcentaje de mejora del nivel de calidad que se tiene que realizar no es el mismo. Cuando avanzamos a un nivel mayor el porcentaje de mejora será más grande.

**Tabla 2-3:** Métrica de Six Sigma

Nivel actual	Cambio	Factor de mejora requerida
3 $\sigma$	4 $\sigma$	10x
4 $\sigma$	5 $\sigma$	30x
5 $\sigma$	6 $\sigma$	40x

Fuente: Narvaez, 2019

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Como métrica una de las maneras de medir el nivel Sigma de un proceso en cuanto al nivel de productos se muestra en la tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Medidor del Seis Sigma

Nivel Sigma	Defectos por millón de oportunidades	Rendimiento
6	3,4	99,9997%
5	233	99,977%
4	6 210	99,379%
3	66 807	93,32%
2	308 537	69,2%
1	690 000	31%

**Fuente:** Socconini y Escobedo, 2021.

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

### 3.8.1.2. Mediciones para Six Sigma

Para la mejora de las métricas tiene un impacto muy significativo en los resultados del negocio, al reducir la oportunidad de tener defectos. Es de suma importancia medir la capacidad del proceso en términos cuantificables y monitorear las mejoras a través del tiempo.

La letra griega Sigma ( $\sigma$ ), representa la desviación estándar poblacional de un proceso de manufactura o de servicio, siendo la dispersión de cada uno de los datos poblacionales alrededor de la media poblacional.

Seis Sigma es una metodología, enfocada a la mejora de los procesos, reduciendo primeramente su variación y después, manteniéndolos en el valor objetivo o lo más cerca posible de él.

### 3.9. Recopilación de la información

Para el levantamiento de la información necesaria para el desarrollo de la presente propuesta de mejoramiento se aplicaron técnicas de observación y registro de datos claves. Estos datos recopilados por esta técnica han sido registrados en hojas y formatos que se adaptan a las necesidades del análisis en cada una de las etapas de investigación. La información obtenida será procesada y analizada con la finalidad de poder identificar los problemas que se presentan dentro de todos los procesos de la empresa, logrando así establecer las recomendaciones respectivas para cada uno de los procesos que requieren mejoras dentro de la empresa.

### **3.10. Procesamiento y análisis de los datos obtenidos**

Para el desarrollo de esta actividad, se tomarán en consideración los siguientes aspectos y actividades:

- Obtener información por medio de formatos y hojas diseñadas para la recolección de datos, los cuales servirán para la identificación clara y concreta del problema
- Revisión y análisis de la información recolectada
- Tabulación de la información
- Elaboración de tablas, gráficos y diagramas
- Interpretación de resultados
- Elaboración del plan de mejoras

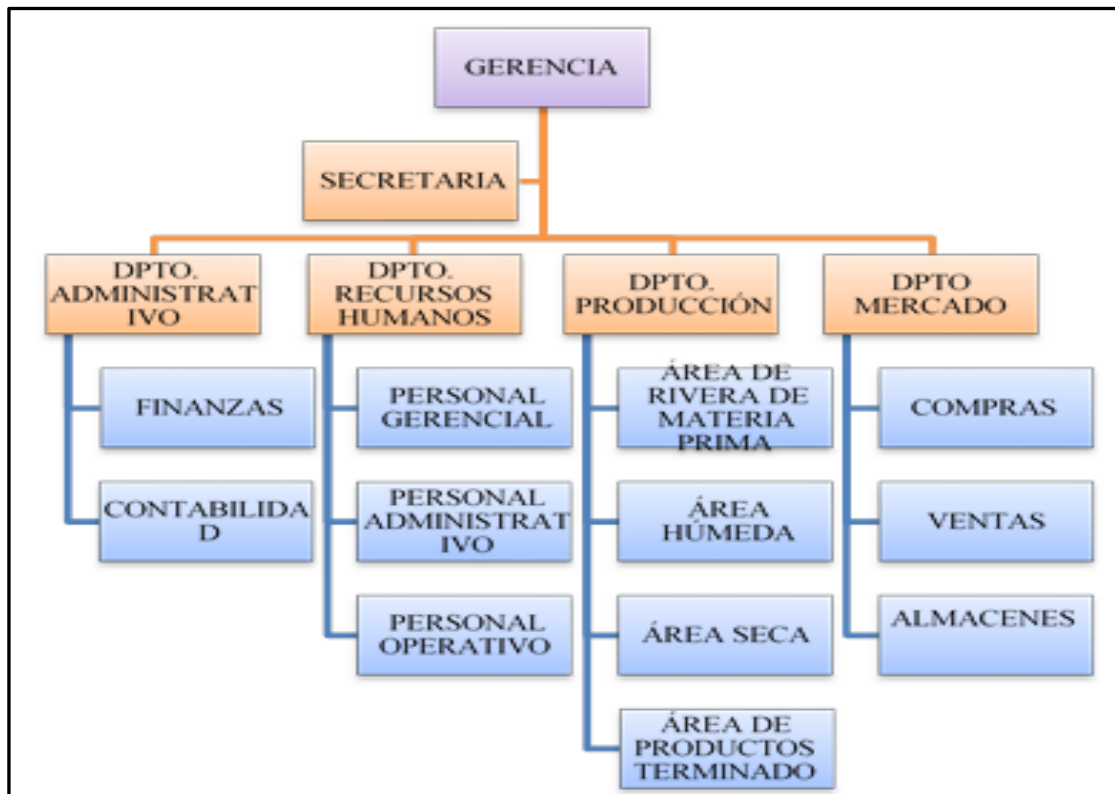
Para la aplicación de la metodología de interés en control de procesos, se ha de considerar seguir los siguientes pasos:

- En primer lugar, se procede a la elaboración de un mapa y diagrama de procesos, con la finalidad de identificar los puntos del proceso que presentan mayor oportunidad de mejora. Este mapeo de los procesos permitirá obtener información clara y concreta de las condiciones en las que el proceso está funcionando actualmente. Adicionalmente, este mapeo de procesos ayuda a tener un conocimiento profundo de los procesos analizados.
- Posteriormente, se debe determinar los puntos del proceso en donde se debe aplicar la metodología de mejora planteada, destinando los recursos necesarios (humanos, materiales, económicos) para la ejecución de la tarea de mejora.
- Luego, se plantea la realización de una encuesta dirigida al personal de la empresa y a los clientes. Esta encuesta se enfocará en conocer la situación actual de cada uno de los procesos analizados, con la finalidad de conocer los diferentes criterios de los trabajadores involucrados en cada uno de los procesos y las condiciones de percepción de la calidad por parte de los clientes de la empresa curtiembre.
- Posteriormente, se realizará la aplicación de las herramientas de la metodología Seis Sigma, la cual está basada en el ciclo DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), la misma que permite establecer un proceso tipo, de esta forma alcanzar el estándar buscado (Ver tabla 1-3).

### **3.11. La empresa**

#### ***3.11.1. Organigrama estructural***

En la empresa el personal se organiza según la siguiente descripción.



**Ilustración 2-3:** Organigrama estructural  
 Realizado por: Chuquiana C., 2023.

### 3.11.2. Descripción de la empresa

Curtiembre Quisapincha es una empresa familiar, sus inicios fueron en el año 1997 en Quisapincha, Ecuador. La empresa se ha ido consolidando a través de los años, convirtiéndose en una de las firmas de renombre en el mercado nacional e internacional, los productos que ofrece son cuero, prendas de vestir y calzado en cuero. La constante innovación en las líneas de productos que maneja la empresa ha conquistado las preferencias del exigente mercado. Este trabajo lo ha logrado gracias a la calidad de productos, en donde el personal ha sido un factor fundamental para el éxito alcanzado y esto ha permitido que la empresa enfrente los constantes retos del futuro con mayor eficacia.

En la actualidad la empresa cuenta con treinta trabajadores los cuales se encuentran en los distintos puestos de trabajo siendo estos la recepción de materia prima y almacenamiento, en área donde se encuentran los puestos de trabajo de pelambre, curtido, teñido, desvenado, dividido, desvenado, secado al vacío en estos puestos de trabajo los trabajadores se encuentra dos trabajadores por puestos de trabajo. En los puestos de área seca se encuentra la ablandadora, el soplete adora, pigmenta dora, raspadora, de los cuales de la misma manera se encuentran con dos trabajadores por puesto de trabajo en los siguientes puestos de trabajo tales como en la pintura,



prensado, pulido los operarios son designados de acuerdo a la a la cantidad de producción que se encuentre en cada uno de estos puestos ya mencionados

La empresa Curtiembre Quisapincha para su operación anual maneja un estimado de 500 000 dólares los cuales son utilizados para la compra de materia prima, productos para el procesamiento de las pieles y demás de tal manera que siga su crecimiento y se pueda mantener en funcionamiento la empresa.

### ***3.11.3. Descripción del producto***

La empresa Curtiembre Quisapincha dedicada al procesamiento de pieles de ganado vacuno, ovino, caprino, y equino. Al mismo tiempo, oferta una variedad de artículos y calzado de cuero que para la empresa esto representa un 20% en ventas, mientras que un 80% proviene de las ventas de las pieles procesadas.



**Ilustración 3-3:** Almacenamiento de productos  
Fuente: Chuquiana C., 2023.

### ***3.11.4. Descripción del proceso***

Para la elaboración del cuero la empresa cuenta con los siguientes puestos de trabajo.

#### ***3.11.4.1. Recepción de materia prima***

En el área de recepción de materia prima es donde se almacena las pieles que provienen de los diferentes camales, las mismas que se preservan por medio del método de inmersión en sal muera,

cada una de las pieles son roseadas con sal y apiladas de tal manera que la empresa cuenta con la materia prima necesaria para satisfacer la demanda requerida por sus clientes.



**Ilustración 4-3:** Recepción de materia prima

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 3.11.4.2. *Remojo y pelambre*

El proceso de remojo y pelambre se realiza en los bombos donde las pieles son hidratadas de tal manera que obtienen las características iniciales produciendo un hinchamiento natural, igualmente se realiza una limpieza de las impurezas como también de los agentes de conservación que se encuentran adheridas en las pieles.

El proceso de pelambre una vez realizado el remojo, se agrega una solución de sulfuro en medio de alcalino para remover el pelo de la epidermis para lo cual el hinchamiento debe ser homogéneo y de esta manera el proceso se lleve a cabo correctamente.



**Ilustración 5-3:** Remojo y pelambre

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 3.11.4.3. *Descarnado*

En el proceso de descarnado se retira el exceso de tejidos subcutáneos adiposos que se encuentra en la piel, para ello se utiliza una maquinaria denominada descarnadora, para obtener una correcta penetración de los productos químicos en las siguientes etapas del curtido.



**Ilustración 6-3:** Descarnado

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 3.11.4.4. *Dividido*

En el proceso de dividido es donde se separa la piel de acuerdo a su espesor de requerimiento donde la capa superior se denomina “Flor” la que se utiliza y la inferior que se denomina “Carnaza”.

#### 3.11.4.5. *Curtido*

En el proceso de curtido el cuero es sometido a una etapa de descolado en donde se retiran los productos alcalinos y de cal y posteriormente se introduce en los bombos agentes curtientes los culés pueden ser minerales o vegetales los que ayudan a evitar la putrefacción y de esta manera mejorar sus propiedades físicas del cuero.



**Ilustración 7-3:** Curtido

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 3.11.4.6. *Desvenado*

En este puesto de trabajo se quita gran parte de los productos utilizados anteriormente en la “Wet blue” de tal manera que la maquina por medio de sus rodillos se obtiene una humedad homogénea en todo el cuero.



**Ilustración 8-3: Desvenado**  
Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 3.11.4.7. *Rebajado*

En el proceso de rebajado las pieles son sometidas a la máquina donde se introduce el calibre deseado y por medio de la cuchilla que giran a grandes velocidades, la cual raspa el cuero hasta dejar el grosor de sedo por el cliente.



**Ilustración 9-3: Rebajado**  
Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 3.11.4.8. *Teñido*

En el proceso de teñido el cuero es pintado de un color que es tomado como fondo del color principal, de esta manera toma una mejor apariencia y sea fácil de obtener el color deseado por el cliente en su etapa final.





**Ilustración 10-3: Teñido**  
**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

3.11.4.9. *Secado al vacío*

En la máquina de secado al vacío las pieles son extraídas su mayor cantidad de humedad evaporando la mayor cantidad de agua y burbujas de aire que se encuentren presentes.



**Ilustración 11-3: Secado al vacío**  
**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

3.11.4.10. *Secado al ambiente*

Los cueros son tendidos en el piso de tal manera que se pueda obtener un secado rápido de tal con un grado de humedades específico el cual depende del tipo de acabado que se desea obtener el cuero con los requerimientos que desea el cliente.

#### 3.11.4.11. *Ablandado*



**Ilustración 12-3:** Ablandado  
Realizado por: Chuquiana C., 2023.

El ablandado se realiza en la maquina denominada molliza el cual consta de rodillos los cuales golpean y ablanda el cuero ya que se encuentran endurecidos por el proceso de secado al vacío de tal manera es más fácil trabajar el cuero, de tal manera que el cuero se ablanda dependiendo el requerimiento del acabado esto se puede realizar con una pasada por la maquina o más.

#### 3.11.4.12. *Lijado y pulido*

En el proceso dependiendo el acabado del cuero se realiza un lijado en la maquina denominada lijadora la cual raspa la flor dando un acabado deseado por el cliente.



**Ilustración 13-3:** Lijado y pulido  
Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 3.11.4.13. *Limpado*

Este proceso cuenta en limpiar las impurezas que se encuentra adheridas a los cueros de tal manera que estos se encuentren limpios de los polvos generados por el proceso de lijado y pulido.

#### 3.11.4.14. *Prensado*

En el proceso de prensado se realiza un tallado en el cuero donde es importante la correcta elección de la temperatura a la que se debe encontrar las placas ya de estas depende el gravado que se obtenga en el cuero.



**Ilustración 14-3:** Prensado

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 3.11.4.15. *Acabado*

En este proceso se realiza un acabado el cual es dar el color que desea el cliente y un lacado y posteriormente un secado este proceso se lo realiza de forma manual y automática dependiendo la cantidad si es una cantidad de bandas es de alrededor de 20 bandas esto se lo realiza manualmente y si es superior se lo realiza con una maquina denominada soplete adora.



**Ilustración 15-3:** Acabado

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

### 3.11.4.16. *Medida*

En este puesto de trabajo se realiza la medición de cada una de las bandas de esta manera clasificarlas según el requerimiento de los clientes, el cuero una vez medido este se procede a empacar en paquetes de 10 bandas y etiquetar con los datos del cliente que lo adquiere para posteriormente ser enviado.



**Ilustración 16-3: Medida**  
Realizado por: Chuquiana C., 2023.



## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Aplicación de la metodología six sigma

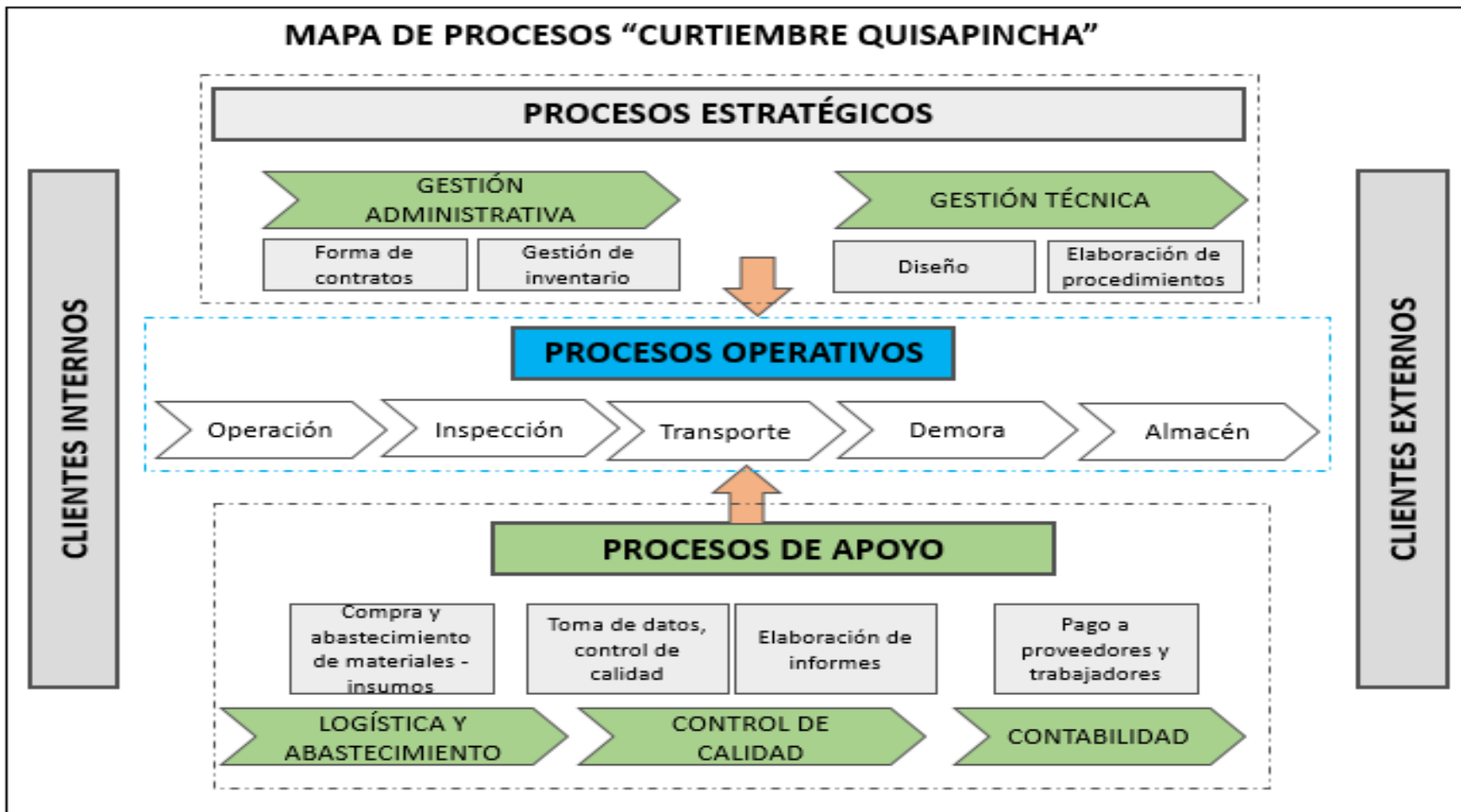
##### 4.1.1. *Introducción*

La empresa Curtiembre Quisapincha presenta una gran cantidad de problemas dentro de sus procesos de producción, situación que se pueden utilizar para aprovechar oportunidades de mejora de los mismos, aspectos que influirán en la calidad que se maneja en cada uno de ellos. Con base a lo anterior, se plantea la realización de una propuesta de mejoramiento de la calidad en los procesos mediante la aplicación de la metodología Six Sigma. Esta metodología se enfoca, principalmente, en la implementación de la metodología DMAMC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar), garantizando la calidad de todos los procesos de la empresa Curtiembre Quisapincha, es decir, se toma en consideración todos los aspectos relacionados con la producción del cuero.

#### 4.2. Fase 1: Definir

En esta fase es importante presentar el mapa de procesos de la empresa con el fin de exponer cada uno de los eslabones del proceso productivo, en este se evidencia los procesos estratégicos, operativos y de apoyo; en los cuales se involucra el proceso de remojo y pelambre para el procesamiento del cuero o piel, dentro de los procesos operativos se encuentra el de almacenamiento de materias primas, la cual está directamente relacionado al manejo y control de insumos que ingresa a la empresa.

Por otra parte, para definir el problema es importante considerar el mapa de procesos, pues permite planear e identificar los elementos de entrada y salida para mejorar el diseño y operación, de esta forma se puede ver claramente todas aquellas actividades que se desarrollan en la empresa con el fin de mejorar, eliminar o cambiarlas; lo cual se traduce en un beneficio tangible para la empresa. En la siguiente figura se presenta el mapa de procesos detallado de la empresa Curtiembre Quisapincha:



**Ilustración 1-4:** Mapa de procesos Curtiembre Quisapincha

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Una vez que se ha caracterizado y expuesto el mapa de procesos, y haber realizado la observación directa a cada uno de los procesos operativos, se identificó que los procesos con mayor número de defectos o modos de falla es el de remojo y pelambre, se busca una herramienta que ayude a determinar las causas raíz de los mismos, para poder analizar donde ocurren, cuándo y por qué, de esta manera poder realizar las correcciones con el fin de poder controlarlos o eliminar la probabilidad de ocurrencia.

#### 4.2.1. Antecedentes

“Curtimbre Quisapincha” es una empresa familiar, dedicada a producir y comercializar cuero y productos terminados como chaquetas, carteras, calzado y gran variedad de accesorios. La proporción de fabricación de productos se detalla en los siguientes datos históricos tomados desde el año 2018 al 2020:

**Tabla 1-4:** Producción promedio

<b>Producto</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Total, Unidades producidas</b>	<b>%</b>
Calzado (pares)	40200	60384	56439	157023	7%
Chaquetas	40547	56473	34523	131543	6%
Cinturones	67854	69465	22567	159886	7%
Cuero procesado	700342	600456	490567	1791365	80%
<b>Total</b>				<b>2 239 817</b>	

Fuente: Datos Historicos Empresa Quisapincha, 2020

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Como se puede observar en la tabla anterior el 80% de producción se centra en el procesamiento del cuero o piel para la venta y el otro 20% se centra en artículos derivados del mismo. Así en los últimos 3 años ha producido un total de 2 239 817 unidades o productos. Para alcanzar el punto de equilibrio la empresa debe facturar cerca de \$ 41.670 dólares mensuales y producir un promedio de 4441 unidades/producto/mes; es decir 148 diarios; con ello anualmente se maneja un promedio de \$ 500.00 dólares de ingresos.

Según información recopilada al jefe de producción de la empresa en el área de recepción y almacenamiento de materias primas se presenta problemas críticos, puesto que en el ingreso de la MP no se realiza el proceso de almacenamiento adecuado, de forma que al momento de usarlo no se puede localizar de forma fácil generando demoras y retrasos para el proceso de remojo y pelambre; a esto se suma que estos materiales no son verificados totalmente, por lo que ya en la producción se registran faltantes, obligando a dejar de lado este, para continuar con otra; incumpliendo la meta de producción diaria, dejando esto en inventarios de productos en proceso.

La empresa receipta material tanto de clientes internos como externos, en el caso de los primeros recibe trazos, cuero, instrucciones, y de los proveedores; botones, cierres, hilos y otros. En caso de registrarse faltantes de insumos del cliente interno, se envía a un operador a traer la MP, en ciertos casos se presentan la inexistencia del mismo, ocasionando tiempos muertos.

En consenso, en el proceso de remojo y pelambre, se registran niveles bajos de efectividad, debido a falencias en área de recepción, almacenamiento de materias primas lo que genera problemas tanto de entrada y salida del producto terminado. En la siguiente tabla se expone los hallazgos críticos detectados en el área:

**Tabla 2-4:** Descripción de problemáticas detectadas

ÁREA	PROBLEMA	EFEECTO
<b>RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA Y ALMACENAMIENTO</b>	El proceso no es adecuado, cuando en el proceso de remojo y pelambre requiere de materia prima o insumos no se localiza fácilmente el material que cumpla con especificaciones técnicas.	Tiempos muertos  Demoras
	En esta área no se realiza el control o verificación de las cantidades o estado de materia prima que ingresa a la empresa.	Aumento de inventario de productos en proceso
	Retrasos en el proceso de remojo y pelambre por problemas de calidad.	Alto inventario de productos en proceso

**Fuente:** Empresa Quisapincha, 2020.

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

En base a lo antes expuesto se procedió a diseñar la carta de definición de proyectos, donde se detalló el caso de negocio, propósito, objetivos del proyecto, alcance, roles – responsabilidades, recursos, métricos y autorizaciones.

**Tabla 3-4:** Marco general del proyecto

Marco del proyecto Six Sigma	Fecha: 16/11/2021	Versión: 1.1
<b>Título</b>	Mejorar el proceso de remojo y pelambre, corte en la fabricación de cuero o piel de la empresa “Curtimbre Quisapincha”.	
<b>Necesidades a atender</b>	Las áreas en mención no cumplen con el nivel de Six Sigma, por lo que se debe realizar la inspección minuciosa de cada una de las actividades. Esto genera un costo por inspección para cada área, incremento de tiempos de ciclo, costos en inventarios en procesos y una posible insatisfacción del cliente por demoras en las entregas o falta de cumplimiento de metas de producción.	
<b>Declaración del problema</b>	La demora en la entrega de productos al siguiente proceso genera una pérdida de tiempo de 1 hora, un costo estimado por producto de \$ 30 dólares diario, por demoras para el siguiente proceso.	

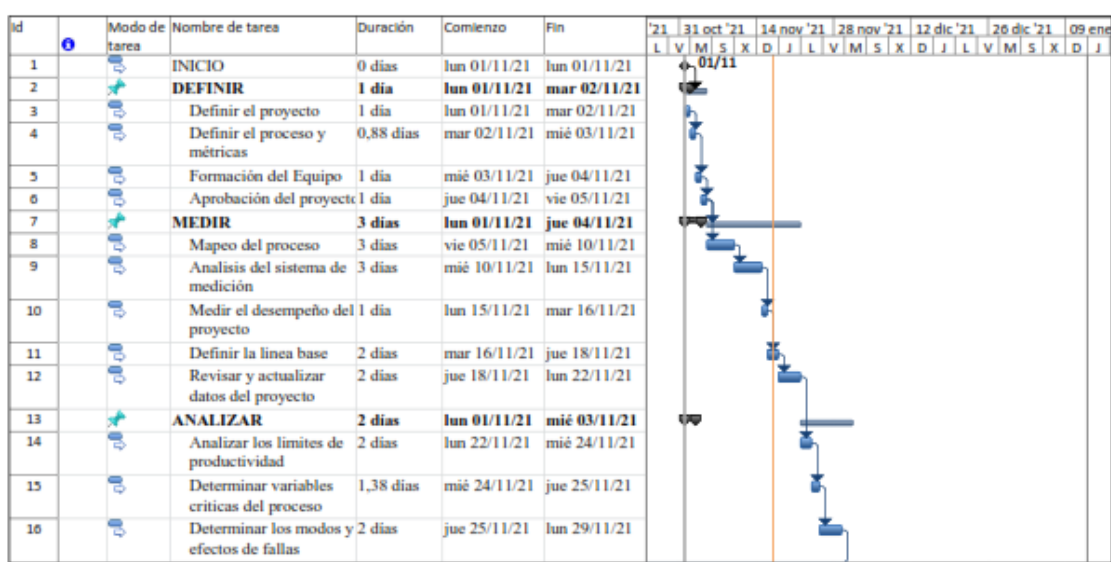
<b>Objetivo</b>	Alcanzar un nivel idóneo de calidad Six Sigma en el proceso remojo y pelambre, corte.		
<b>Alcance</b>	El proyecto se limitará a abordar los problemas de demoras, retratos, mala calidad que se generan en el proceso de remojo y pelambre, corte.		
<b>Roles y responsabilidades</b>	<b>Gerencia General</b> Supervisor y Líder	<b>Jefe de Producción:</b> Calidad	<b>Operador:</b> Producción
<b>Recursos</b>	Registros, check list, Personal del área encargado (recepción y almacenamiento de MP, remojo, pelambre, corte)		
<b>Métricas</b>	Nivel de calidad Cumplimiento de requisitos		
<b>Fecha inicio proyecto</b>	01/noviembre/2021	<b>Fecha fin del proyecto</b>	01/diciembre/2021

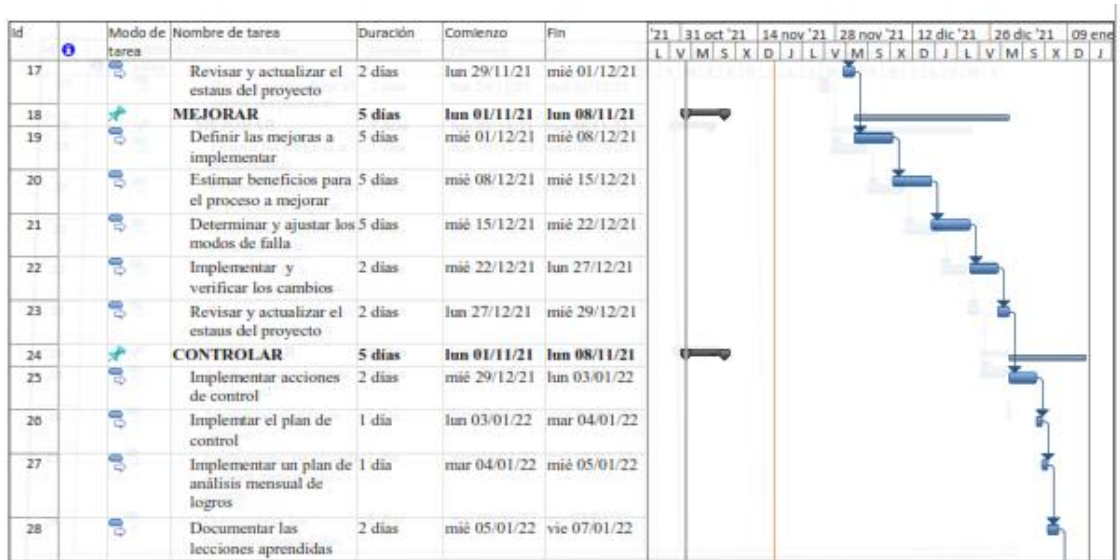
Fuente: Empresa Quisapincha, 2020.

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 4.2.2. Gantt del proyecto

En esta sección se expone un plan que contiene actividades según las fases del proyecto Six Sigma, a través de la herramienta DMAMC, cada uno con los tiempos estimados; mismo que debe revisarse semanalmente para verificar el avance y cumplimiento de la planificación.





Proyecto: Proyecto Six Sigma  
Fecha: mié 17/11/21

Tarea		Resumen inactivo	
División		Tarea manual	
Hito		Sólo duración	
Resumen		Informe de resumen manual	
Resumen del proyecto		Resumen manual	
Tareas externas		Sólo el comienzo	
Hito externo		Sólo fin	
Tarea inactiva		Fecha límite	
Hito inactivo		Progreso	

Página 3

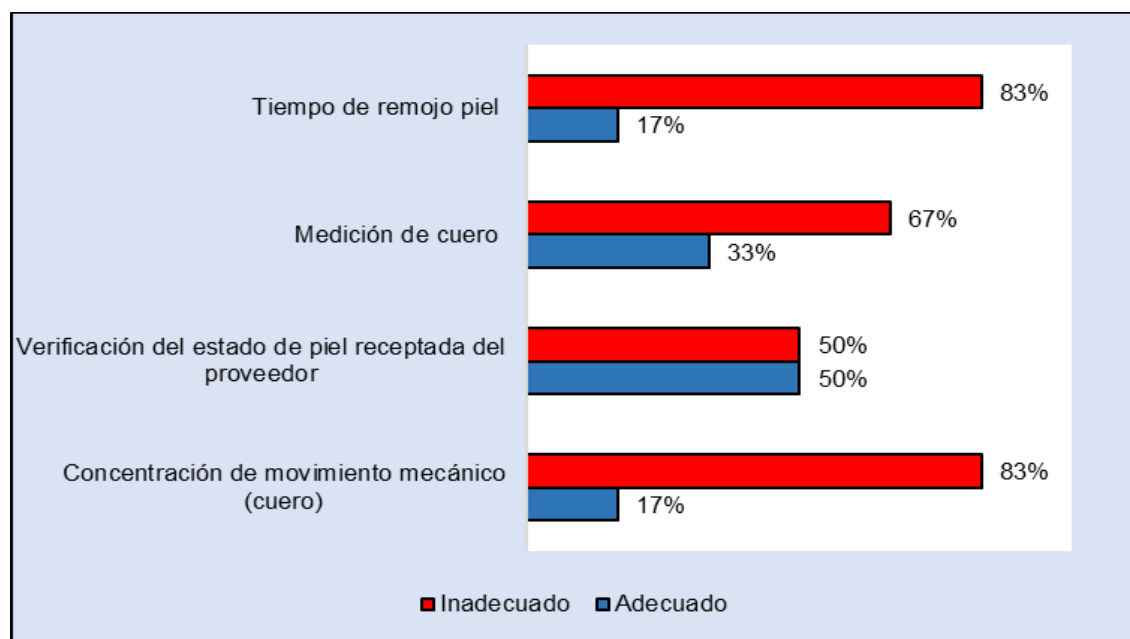
**Ilustración 2-4:** Plan de trabajo del proyecto Six Sigma  
Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Se puede observar que el proyecto inicio el 01 de noviembre y culmina el 12 de enero del 2022, con una jornada laboral de lunes a viernes, contemplando los días de feriado, así el proyecto se estima finalizar dentro de 2 meses y 12 días.

### 4.2.3. Definir voz del cliente

Previo a diseñar la matriz de la voz del cliente se aplicó un check list para el proceso de remojo y pelambre respecto al nivel de cumplimiento sea adecuado o inadecuado sobre la concentración de movimiento mecánico (cuero), verificación del estado de piel receptada del proveedor, medición de cuero y tiempo de remojo piel. Es decir, la forma que cumplen las actividades incide en las fallas o los reclamos por parte del cliente.

Por lo tanto, en la siguiente figura se observa que el 83% consideran que el tiempo de remojo y concentración de movimiento mecánico es inadecuado, es decir, se muestra un tiempo – nivel alto, lo cual influye en desmoronamiento de la piel y daños en el cuero por sobrexposición. Similar tendencia se aprecia en la medición de cuero, pues, un 67% considera que es inadecuado, esto significa que no se cumple con las especificaciones estándar. Por último, se aprecia que hay una prevalencia que el 50% verifica el estado de la piel, mientras que la otra parte no revisa a detalle, provocando roturas de la fibra.



**Ilustración 3-4:** Fallas en el proceso de remojo y pelambre

Realizado por: Chuquiana C., 2023

Con la identificación del nivel de inadecuado en la mayoría de actividades en el proceso de remojo y pelambre se registran fallos o reclamos por parte de los clientes, por lo que se realiza la siguiente matriz en la cual se expone los motivos principales por lo que se registran devoluciones o retrasos en los procesos de procesado de cuero o piel.

**Tabla 4-4:** Matriz de la voz cliente

<b>MATRIZ DE LA VOZ DEL CLIENTE</b>		
<b>VOC</b>	<b>PROBLEMA CLAVE</b>	<b>CTQ's (Crítico para la calidad)</b>
Desmoronamiento de la piel	Alta concentración de movimiento mecánico	Cantidad de cuero con desmoronamiento/ Cantidad total de cuero % de material acumulado Satisfacción del cliente interno Satisfacción del cliente externo Porosidades
Roturas de fibra	Falta de un control y verificación del estado de piel receptada del proveedor	Estandarizar procesos para el control y verificación de material que ingresa. % procesos implementados Satisfacción del cliente interno Satisfacción del cliente externo
Alta proliferación de bacterias provoca daños de estructura y resistencia del cuero	Tiempo excesivo en remojo piel por sobre las 80 horas de entre 12 a 24 horas estándar o máximo 72 horas.	Capacitar al personal, definir tiempos de ciclo adecuados para el proceso de remojo. % de personal capacitado Satisfacción del cliente interno Satisfacción del cliente externo
Las pieles no llegan a una medida estándar no cumple con especificaciones	Existe deficiencias en la medición del cuero	Variabilidad de toma de muestras de mediciones Cortes mal realizados Área del cuero mal cuadrado Área de trabajo

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

#### 4.2.3.1. Modelo Kano

Una vez que se conocer los resultados de las expectativas del cliente se procede a realizar un análisis sobre la calidad de producto que demandan los clientes con respecto al producto que oferta la empresa, para ello se plantean distintos criterios, a fin de conocer cuáles son las necesidades de los mismos.

El modelo Kano es una herramienta potente, sencilla y flexible que permite analizar el nivel de satisfacción de los clientes mediante una encuesta (Anexo B-1) respecto a las características o funciones de un producto terminado o servicio ofertado. Se basa en las siguientes premisas:

- La satisfacción de los clientes con las características o funciones de un producto o servicio depende del nivel de funcionalidad que se proporciona.
- La satisfacción de los clientes sobre dichas funciones y características cambia a lo largo del tiempo.



- Se puede determinar cómo los clientes perciben esas funciones y características a través de un cuestionario.

Teniendo en cuenta que no todas las características de un producto o servicio se perciben igual de importantes por todos los clientes, el modelo Kano servirá para determinar cuáles características o funciones tienen mayor impacto en la satisfacción del cliente. Además, es una herramienta que se puede usar tanto en etapas tempranas del desarrollo de un producto o servicio como en el momento de su lanzamiento y cuando ya llevé tiempo en el mercado. Así como para determinar qué nuevas características o funciones son más adecuadas añadir o cuáles esperan los clientes, incluidas las que generan rechazo.

Al aplicar el modelo Kano a las características del producto (Cuero) terminado dispuesto a salir al mercado:

**Calidad esperada:** Cuero de excelente calidad para el diseño y confección de prendas y demás productos derivados.

**Calidad deseada:** Cuero resistente, sin defecto, con excelente acabado y prensado.

**Calidad motivadora:** Variedades en medidas, teñidos y resistencias a un bajo costo de producción con una apreciación lustrosa que le otorgue excelente calidad para las confecciones de prendas.

**Calidad indiferente:** Color de la carcasa, distribución de los botones.

En base a las características antes mencionadas, se determina la voz del cliente, en la que se detalla las necesidades y requisitos del cliente. Para lo cual se realizó una entrevista a los clientes externos de la empresa Quisapincha, en base a lo cual se pudo conocer lo siguiente:

Para conocer los requerimientos del cliente se realizó una encuesta a 10 clientes fijos de la empresa para conocer cuáles son las necesidades y los cambios que se podría realizar para mejorar la satisfacción de los mismos en base a los siguientes criterios:

**Tabla 5-4:** Requisitos del cliente

Requisitos
<b>Cientes externos</b>
Calidad del producto
Productos sin defectos de fabricación
Productos sin roturas y con las medidas estándar solicitadas
Entregas a tiempo
Entrega total de los lotes de producción solicitado
Dimensiones correctas
Mejorar el color
Mejorar el prensado y acabado
Implementar variedad de medidas de cuero

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Para lo cual se planteó 6 preguntas funcionales (positivas) y disfuncionales (negativas); para el análisis de los resultados se utilizó la siguiente tabla de análisis de modelo Kano estándar:

**Tabla 6-4:** Tabla análisis Kano

ATRIBUTOS		Requerimientos Disfuncionales (Negativas)					
		Me gustaria	Es algo basico	Me da Igual	No me gusta	No me gusta y no lo tolero	
		1	2	3	4	5	
Requerimientos Funcionales (Positivas)	Me gustaria	1	Q	A	A	A	O
	Es algo basico	2	R	I	I	I	M
	Me da Igual	3	R	I	I	I	M
	No me gusta	4	R	I	I	I	M
	No me gusta y no lo tolero	5	R	R	R	R	Q

**El atributo para el cliente es:**

<b>A:</b>	Atractivo	<b>O:</b>	Unidimensional
<b>M:</b>	Obligatorio	<b>Q:</b>	Cuestionable
<b>R:</b>	Opuesto	<b>I:</b>	Indiferente

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

**Tabla 7-4:** Tabulación de resultados de la encuesta

		Clientes encuestados									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Preguntas Funcionales (Positivas)	1	1	1	1	4	4	4	1	1	1	2
	2	1	1	1	3	1	3	2	1	1	2
	3	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	4	3	3	2	1	3
	5	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1
	6	1	1	1	1	1	3	3	1	4	4
Preguntas Disfuncionales (Negativas)	1	3	3	3	3	3	3	5	3	2	2
	2	3	4	3	5	2	4	5	3	5	5
	3	3	4	3	4	4	5	5	2	3	3
	4	2	3	3	3	3	4	3	3	4	4
	5	2	3	3	4	5	3	4	2	3	3
	6	3	3	4	4	3	4	4	2	3	3

CONVENCIONES	
1	= Me Gustaría
2	= Es algo básico
3	= Me da igual
4	= No me gusta, pero lo tolero
5	= No me gusta, y no lo tolero

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Como se puede observar en la tabla anterior se registra las respuestas de los clientes tanto a nivel funcional como disfuncional, así se tiene que, el primer cliente contestó o marco como respuesta la opción 1 que significa me gustaría; para la disfuncional este mismo cliente respondió 3 que quiere decir me da igual en la primera pregunta; y así sucesivamente para el resto de clientes.

**Tabla 8-4:** Procesamiento de resultados por el método Kano

		Clientes encuestados									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Criterios Evaluados	1	A	A	A	I	I	I	O	A	A	I
	2	A	A	A	M	A	I	M	A	O	M
	3	A	A	A	I	I	O	O	A	A	A
	4	A	A	A	A	I	I	I	I	A	I
	5	A	A	A	A	M	A	I	A	A	A
	6	A	A	A	A	A	I	I	A	I	I

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Posterior a ello, se procede a procesar los resultados analizando según el método Kano; el cliente 1 respondió 1 en la pregunta funcional y 3 en la disfuncional, comparando con la tabla de análisis Kano corresponde al criterio de A, que representa Atractivo, y así se procede a realizar comparaciones para el resto de respuestas de los clientes.

**Tabla 9-4:** Procesamiento de resultados por el método Kano de acuerdo a los criterios y sumatoria

	SUMATORIA DE CRITERIOS							
	A	O	M	R	Q	I	TOTAL	CALIFICACION
Mejorar el diseño y confección del acabado del cuero	5	1	0	0	0	4	10	A
Mejorar el prensado y acabado	5	1	3	0	0	1	10	A
Implementar variedad de medidas de cuero	6	2	0	0	0	2	10	A
Mejorar el color	5	0	0	0	0	5	10	A
Dimensiones de cuero correctas	8	0	1	0	0	1	10	A
Productos sin roturas y en dimensiones correctas	6	0	0	0	0	4	10	A

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Una vez que se realizó el análisis de las respuestas con el método Kano, se procede a contabilizar cuantos clientes respondieron según los criterios establecidos en cada pregunta. Así 5 personas contestaron que mejorar el diseño y confección del acabado del cuero puede resultar A atractivo, 4 personas mencionas que indiferente y solo 1 persona tiene respuesta unidimensional. De las 10 personas que responden la mayoría de las respuestas tienen calificación A, de atractivo para la primera pregunta de la encuesta.

**Tabla 10-4:** Procesamiento de resultados por el modelo Kano en porcentajes

	SUMATORIA DE CRITERIOS							
	A	O	M	R	Q	I	TOTAL	CALIFICACION
Mejorar el diseño y confección del acabado del cuero	50%	10%	0%	0%	0%	40%	100%	A
Mejorar el prensado y acabado	50%	10%	30%	0%	0%	10%	100%	A
Implementar variedad de medidas de cuero	60%	20%	0%	0%	0%	20%	100%	A
Mejorar el color	50%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	A
Dimensiones de cuero correctas	80%	0%	10%	0%	0%	10%	100%	A
Productos sin roturas y con medidas estandar solicitadas	60%	0%	0%	0%	0%	40%	100%	A

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Finalmente analizando las respuestas según los porcentajes se tiene que la empresa Quisapincha debe enfocar las mejoras sobre las dimensiones de cuero correctas que obtuvo un 80% de aceptación, y que puede resultar atractiva para el cliente, seguido por implementar variedad de medidas de cuero y que los productos no tengan roturas y las medidas sean estándar. Estos son

los criterios que de ser mejorados se aumentaría la satisfacción del cliente por ende favorecería al aumento de ventas.

#### 4.2.4. Verificación

Una vez que se presenta la fase de definición de la herramienta Six Sigma se procede a verificar el cumplimiento de cada una de las actividades o tareas que implican “Definir”, para con ello corroborar si se puede o no avanzar en el desarrollo de la siguiente fase de medición, para ello se han contemplado los siguientes criterios de verificación:

**Tabla 11-4:** Matriz de verificación de cumplimiento de la fase 1 del proyecto

<b>Nombre del proyecto:</b> Mejora del proceso de remojo y pelambre en la fabricación de cuero o piel de la empresa “Curtimbre Quisapincha” por medio del proyecto Six Sigma		
<b>Criterios</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
¿El proyecto pretende resolver un área de oportunidad muy significativa, que la empresa aportara en el estudio?	<b>x</b>	
Se ha identificado el caso, y el impacto potencial que genera para la empresa	<b>x</b>	
Se ha definido un área de oportunidad	<b>x</b>	
Se ha planteado los objetivos y fecha de fin del proyecto	<b>x</b>	
Se han identificado los elementos clave de la DMAMC	<b>x</b>	
Se ha revisado la hora de ruta o definición del proyecto con el facilitador	<b>x</b>	
Se ha identificado la voz del cliente y necesidades	<b>x</b>	

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

De los 7 criterios de verificación se cumple con el 100% de las acciones planificadas en la fase 1 de definir. A pesar que se cumplieron con todas las actividades propuestas, la característica crítica de calidad se relaciona con la identificación de las fallas en el proceso, lo cual influye en las quejas de los clientes, es decir, al efectuar la verificación del cumplimiento se determina y valida lo realizado anteriormente, siendo, esencial comprobar que realice de forma efectiva. Esta información preliminar permite realizar la medición y análisis más detallado en las siguientes etapas. Por lo que se puede avanzar con la siguiente fase, puesto que se cuenta con una base sustentada para realizar la medición de la problemática, las causas; sobre todo conocer las consecuencias de la problemática del proceso de remojo y pelambre.

### 4.3. Fase 2: Medir



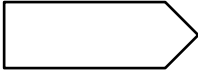
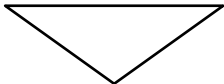
En esta fase se logró verificar que los datos registrados por la empresa Curtiembre Quisapincha están relacionados con la realidad actual de la misma, el cual registra la situación actual en cada una de las áreas del proceso productivo con el fin de identificar los defectos y las causas que lo generan, cuyo fin es identificar los defectos que se visualizaran en el momento adecuado evitando de esta manera seguir desagregando o disminuyendo el valor al producto terminado (cuero).

Esta fase se enfoca a seleccionar una o más características para ser medidas o en caso particular procesos específicos, definiendo cómo serán medidas, estableciendo estrategias de recolección e interpretación de datos. El objetivo de esta fase consiste en: Determinar las causas potenciales que tiene mayor impacto en el efecto mediante la matriz causa efecto y Diagrama de Pareto. Fijar prioridades en la determinación de los procesos que requieren mejoras y que deben probarse con datos reales mediante la cuantificación de las causas potenciales.

#### 4.3.1. Describir el proceso

En esta fase se realiza una descripción del proceso clave, detallando todas y cada una de las actividades, con la finalidad de identificar tareas que se están duplicando o que no gestionan eficientemente, lo cual ha conllevado a generar retrasos en los procesos. La primera herramienta que se utiliza para el análisis del proceso es el mapa de procesos (PMAP). Para esto se utiliza la siguiente simbología:

**Tabla 12-4:** Simbología para mapa de procesos

Símbolo	Significado
	Descripción de la actividad
	Decidir
	Transportar de un lugar hacia otro
	Almacenar

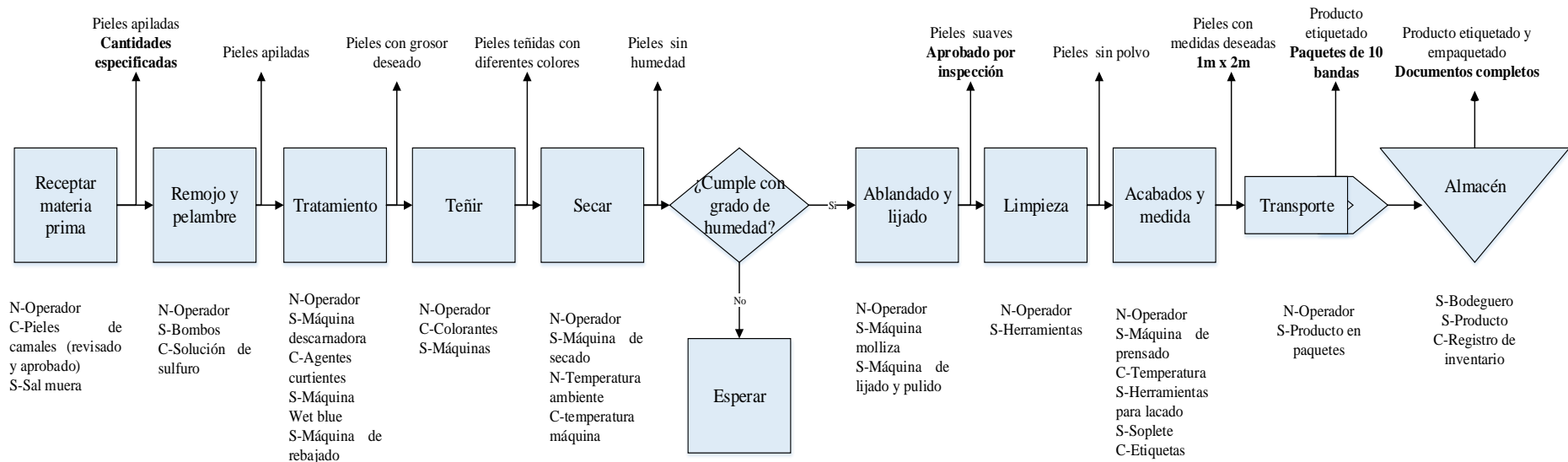
Fuente: Socconini & Escobedo, 2021.

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Una vez identificadas las etapas se procede a establecer las entradas y salidas. Para el caso de las entradas se deberá tomar en cuenta las 6M, mientras que para las salidas el producto o servicio. Dichos elementos se caracterizan en función de las siguientes categorías:

- Entrada de ruido (N): comprende aspectos que no son controlables, tales como la temperatura.
- Entradas controlables (C): se puede intervenir sobre ellas, para evitar que se produzcan efectos negativos.
- Operación estándar (S): corresponde a un procedimiento fijo que es parte del proceso.
- Entradas clave (X): son aspectos esenciales dentro del proceso.

En función de estos criterios, se presenta el mapa de procesos de producción de cuero:



**Ilustración 4-4:** Mapa de proceso de producción de cuero

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.



Las entradas del proceso son las pieles receptadas en los camales, mientras que las salidas son los cueros de diferentes colores y medidas, según los requerimientos del cliente. Actualmente se puede observar a simple vista que hace falta controles e inspecciones en cada uno de los subprocesos. Para profundizar la descripción de los procesos se utiliza la herramienta llamada diagrama SIPOC. Dicha herramienta permite conocer cuáles son los proveedores, las entradas, las actividades del proceso, así como también las salidas.

Para elaborar el diagrama SIPOC de la empresa se procedió de la siguiente forma:

1. Identificar el proceso (proceso de producción de cuero).
2. Se procedió a identificar cuál es la salida o lo que se obtiene al final del proceso de producción.
3. Para el producto final se determinó los clientes (internos o externos).
4. Se definió los requerimientos de los clientes en base a la encuesta realizada a los clientes de la empresa Quisapincha.
5. De igual forma se detalló las entradas al proceso de producción de cuero, tomando en cuenta las 6M.
6. Se describió los proveedores del proceso (internos o externos).
7. Finalmente se realizó un listado de los requerimientos de la entrada.

En base a estos criterios, se procede a desarrollar el diagrama SIPOC para el proceso de producción de cuero de la empresa Quisapincha:

**Tabla 13-4:** Diagrama SIPOC - proceso de producción de cuero

Proveedor	Entradas									Proceso	Salidas	Requerimiento de las salidas	Cliente
	Mano de obra	Material	Máquina	Método	Medición	Medio Ambiente	Tipo de entrada (N, C, S o X)	Cantidad	Requerimientos				
Recursos humanos	Operador							10	Experiencia	Operación	Pieles con medidas deseadas	Cumple con especificaciones	Proceso de transporte
Compras		Sal muera					S	1	No vencida				
Mantenimiento			Bombos				S	1	Válida				
Mantenimiento			Máquina descarnadora Máquina Wet blue Máquina de rebajado				S	1	Válida				
Compras		Agentes curtientes					C	1	No vencidos				
Compras		Colorantes					C	1 gama	No vencidos				
Mantenimiento			Máquina se secado			Temperatura	N	1	Actualizado				
Mantenimiento			Máquina molliza Máquina de lijado y pulido				S	1	Actualizado				
Mantenimiento			Máquina de prensado				S	1	Actualizado				
Compras		Herramientas para lacado Soplete					S	1	Buen estado				
Compras		Etiquetas					C	1 orden	Detalle del cliente				
Área de calidad				Especificaciones				1	Actualizada				

Recursos humanos	Operador						N	1	Licencia de conducir	Transporte	Producto etiquetado y empaquetado	Orden de entrega	Proceso de almacén
Activos fijos			Vehículo				S	1	Adaptado a la necesidad				
Recursos humanos	Bodeguero						S		Experiencia 1 año	Almacén	Producto inventariado	Aprobados	Área de confección de prendas
Área de bodega				Inventario			C		Productos terminados				

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

### 4.3.2. *Evaluar el sistema de medición*

Para evaluar el sistema de medición, se utiliza los estudios de repetitividad y reproducibilidad (R&R), exactitud y estabilidad; es decir; se analizará la eficiencia del instrumento de medición que se utiliza en la empresa Curtiembre de Quisapincha para medir el ancho de una banda (unidad cuero) cuyas medidas depende de las especificaciones del cliente; sin embargo, una media que se manejan es de 2\*1,80 metros.

Para evaluar el sistema se consideran los siguientes componentes:

Número de operadores: 3 Operarios

Numero de partes medidas: 10 Bandas

Ancho de tolerancia: 2 metros

Unidad de medida: Flexómetro

**Tabla 14-4:** Sistema de medición

<b>Entradas</b>		<b>Salidas</b>
Flexómetro	<b>MEDICIÓN</b>	Datos (mediciones de
Operadores		diferentes bandas de la parte
Equipo		A ancho del cuero)
Procedimiento		

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

El sistema de medición se conforma de elementos de entrada y salida que permiten una medición eficiente. Con esto se identifican y cuantifican las fuentes de variación que pueden estar generando errores de medición. En esta sección se identificará las variaciones existentes en las mediciones de la parte que se está midiendo y las herramientas que se está utilizando para ello. Esto se realiza por medio del estudio R&R.

Para determinar la confiabilidad del sistema de medición que se utiliza en la empresa Curtiembre, para medir el ancho de una banda de cuero, el cual tiene una especificación de 2 \* 1,80 metros. Para lo cual se tomó 10 partes del lado A de diferentes bandas; seguidamente se delegó a 3 operadores del área de acabado realizar la medición de forma aleatoria en 3 diferentes horarios y finalmente se registró las mediciones realizadas por los operarios para realizar el análisis.



**Ilustración 5-4:** Banda de cuero, lado A

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### 4.3.2.1. Datos Obtenidos

**Tabla 15-4:** Mediciones realizadas con flexómetro al lado A de 10 bandas/cuero

Número de		Partes/Banda									
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marlon Potosi	1	1,80	1,81	1,80	1,81	1,80	1,77	1,80	1,81	1,80	1,80
	2	1,81	1,82	1,80	1,79	1,80	1,79	2,00	1,82	1,80	1,80
	3	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,99	1,82	1,80	1,80
	Número de	Partes/Banda									
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marco Llundo	1	1,80	1,82	1,80	1,82	1,80	1,80	1,80	1,82	1,81	1,80
	2	1,81	1,81	1,80	1,79	1,80	1,80	1,81	1,80	1,80	1,80
	3	1,81	1,80	1,80	1,79	1,80	1,81	1,81	1,80	1,80	1,81
	Número de	Partes/Banda									
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marlon Potosi	1	1,81	1,80	1,81	1,80	1,81	1,80	1,81	1,81	1,80	1,80
	2	1,80	1,80	1,81	1,80	1,81	1,81	1,80	1,81	1,80	1,79
	3	1,81	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,82	1,80	1,80	1,79

Elaborado por: Chuquiana C., 2023.

Con los datos obtenidos de proceder a realizar un R&R por variables, ya que lo que se busca es conocer si el instrumento de medición y los operadores son idóneos al medir las mismas partes.

Los criterios a considerar para evaluar los resultados son:

- Menor o igual a 10%: Buen sistema de medición, es lo suficientemente pequeña para admitir errores, en base a esta se puede tomar decisiones.
- Entre 10% y 30%: el sistema de medición es marginal; existe riesgo significativo, los resultados pueden estar distorsionados.
- Mayor al 30%: es inaceptable, no se pueden tomar decisiones importantes sobre las mediciones. (Escobedo & Socconini, 2020)

**Tabla 16-4:** Análisis R&R de los datos

Número de		Partes											
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Promedio
Marlon Potosi	1	1,80	1,81	1,80	1,81	1,80	1,77	1,80	1,81	1,80	1,80		1,800
	2	1,81	1,82	1,80	1,79	1,80	1,79	2,00	1,82	1,80	1,80		1,823
	3	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,99	1,82	1,80	1,80		1,821
	<b>Promedio</b>	1,80	1,81	1,80	1,80	1,80	1,79	1,93	1,82	1,80	1,80	X-bar (A)	1,815
	<b>Rango</b>	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,20	0,01	0,00	0,00	R-bar (A)	0,029
<b>Número de</b>		<b>Partes</b>											
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Promedio
Marco Llundo	1	1,80	1,82	1,80	1,82	1,80	1,80	1,80	1,82	1,81	1,80		1,807
	2	1,81	1,81	1,80	1,79	1,80	1,80	1,81	1,80	1,80	1,80		1,802
	3	1,81	1,80	1,80	1,79	1,80	1,81	1,81	1,80	1,80	1,81		1,803
	<b>Promedio</b>	1,81	1,81	1,80	1,80	1,80	1,80	1,81	1,81	1,80	1,80	X-bar (B)	1,804
	<b>Rango</b>	0,01	0,02	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	R-bar (B)	0,012
<b>Número de</b>		<b>Partes</b>											
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Promedio
Marlon Potosi	1	1,81	1,80	1,81	1,80	1,81	1,80	1,81	1,81	1,80	1,80		1,805
	2	1,80	1,80	1,81	1,80	1,81	1,81	1,80	1,81	1,80	1,79		1,803
	3	1,81	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,82	1,80	1,80	1,79		1,802
	<b>Promedio</b>	1,81	1,80	1,81	1,80	1,81	1,80	1,81	1,81	1,80	1,79	X-bar (C)	1,803
	<b>Rango</b>	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	R-bar (C)	0,008
												X doble bar	1,807
	<b>Promedio Partes</b>	1,81	1,81	1,80	1,80	1,80	1,80	1,85	1,81	1,80	1,80	Rp	<b>0,051</b>

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

**Tabla 17-4: Cálculos**

<b>R doble barra =</b>	0,03	+	0,01	+	0,01	/	3,00	=	0,016	
<b>X DIFF =</b>	1,81	-	1,80	=	0,0113					
<hr/>										
<b>repetitividad - Error de un solo Operador o del Equipo (VE)</b>	VE=	0,0096	K1 =	0,5908						
<b>Reproducibilidad - Variación entre Operadores (VO)</b>	VO=	0,0057	K2 =	0,5231						
<b>Reproducibilidad y Repetitividad (GRR)</b>	GRR =	0,0112								
<b>Variación de las Partes (VP)</b>	VP=	0,0161	K3 =	0,3146						
<b>Variación Total (VT)</b>	VT =	0,0196								
<hr/>										
<b>% de la Variación Total (VT)</b>	%VE =	49,26%								
	%VO =	28,90%								
	%GRR =	57,11%								
	%VP =	82,09%								
<b>Número de Categorías (ndc)</b>	ndc =	2,0266								
<hr/>										
<b>CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD:</b>										
<b>% GRR =</b>	<b>57,11%</b>	El sistema de medición es RECHAZADO.				<b>ndc =</b>	2,03	El instrumento NO es sensible para medir dentro del rango de variación		

Realizado por: Chuquiana C., 2023.



El sistema de medición es inaceptable con un valor de 57,11%; mayor al 30%; por tanto, el sistema de medición debe corregirse en la brevedad posible, para ello se deberá determinar las causas de estas inconsistencias. Los operadores no se encuentran capacitados puesto que tiene cerca de 6 meses trabajando en la empresa, el número de categorías distintivas es del 2, 03 donde el instrumento no es sensible para medir dentro del rango de variación.

#### 4.3.2.2. Datos Obtenidos de las nuevas mediciones

**Tabla 18-4:** Mediciones realizadas con flexómetro al lado A de 10 bandas/cuero

Número de		Partes/Banda									
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marlon Potosi	1	1,95	1,90	1,97	2,00	1,80	1,92	1,86	1,99	1,87	1,80
	2	1,95	1,90	1,97	2,00	1,80	1,92	1,86	1,99	1,87	1,81
	3	1,95	1,90	1,97	2,00	1,80	1,91	1,86	1,98	1,88	1,80
	Número de	Partes/Banda									
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marco Llundo	1	1,90	1,82	2,00	1,82	1,89	1,97	2,00	1,81	1,95	1,85
	2	1,90	1,81	2,00	1,82	1,89	1,97	1,99	1,80	1,95	1,85
	3	1,90	1,82	2,00	1,81	1,89	1,99	2,00	1,80	1,95	1,84
	Número de	Partes/Banda									
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marlon Potosi	1	1,87	1,90	1,95	1,89	1,93	1,97	1,81	1,89	2,00	1,80
	2	1,87	1,90	1,95	1,90	1,93	1,97	1,80	1,89	1,99	1,80
	3	1,87	1,90	1,95	1,89	1,93	1,99	1,81	1,89	2,00	1,81

Realizado por: Chuquiama C., 2023.

Con los datos obtenidos de proceder a realizar un R&R por variables, ya que lo que se busca es conocer si el instrumento de medición y los operadores son idóneos al medir las mismas partes. Los criterios a considerar para evaluar los resultados son:

- Menor o igual a 10%: Buen sistema de medición, es lo suficientemente pequeña para admitir errores, en base a esta se puede tomar decisiones.
- Entre 10% y 30%: el sistema de medición es marginal; existe riesgo significativo, los resultados pueden estar distorsionados.
- Mayor al 30%: es inaceptable, no se pueden tomar decisiones importantes sobre las mediciones. (Escobedo & Socconini, 2020)

**Tabla 19-4:** Análisis R&R de los datos

Número de		Partes											
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Promedio
<b>Marlon Potosi</b>	1	1,95	1,90	1,97	2,00	1,80	1,92	1,86	1,99	1,87	1,80		1,906
	2	1,95	1,90	1,97	2,00	1,80	1,92	1,86	1,99	1,87	1,81		1,907
	3	1,95	1,90	1,97	2,00	1,80	1,91	1,86	1,98	1,88	1,80		1,905
	<b>Promedio</b>	1,950	1,900	1,970	2,000	1,800	1,917	1,860	1,987	1,873	1,803	X-bar (A)	1,906
	<b>Rango</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010	0,010	0,010	R-bar (A)	0,004
	<b>Número de</b>	<b>Partes</b>											
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Promedio
<b>Marco Llundo</b>	1	1,90	1,82	2,00	1,82	1,89	1,97	2,00	1,81	1,95	1,85		1,901
	2	1,90	1,81	2,00	1,82	1,89	1,97	1,99	1,80	1,95	1,85		1,898
	3	1,90	1,82	2,00	1,81	1,89	1,99	2,00	1,80	1,95	1,84		1,900
	<b>Promedio</b>	1,900	1,817	2,000	1,817	1,890	1,977	1,997	1,803	1,950	1,847	X-bar (B)	1,900
	<b>Rango</b>	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,020	0,010	0,010	0,000	0,010	R-bar (B)	0,007
	<b>Número de</b>	<b>Partes</b>											
Operador	Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Promedio
<b>Marlon Potosi</b>	1	1,87	1,90	1,95	1,89	1,93	1,97	1,81	1,89	2,00	1,80		1,901
	2	1,87	1,90	1,95	1,90	1,93	1,97	1,80	1,89	1,99	1,80		1,900
	3	1,87	1,90	1,95	1,89	1,93	1,99	1,81	1,89	2,00	1,81		1,904
	<b>Promedio</b>	1,870	1,900	1,950	1,893	1,930	1,977	1,807	1,890	1,997	1,803	X-bar (C)	1,902
	<b>Rango</b>	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,020	0,010	0,000	0,010	0,010	R-bar (C)	0,006
												X doble bar	1,902
	<b>Promedio Partes</b>	1,907	1,872	1,973	1,903	1,873	1,957	1,888	1,893	1,940	1,818	Rp	<b>0,156</b>

Realizado por: Chuquiñana C., 2023.

**Tabla 20-4: Cálculos**

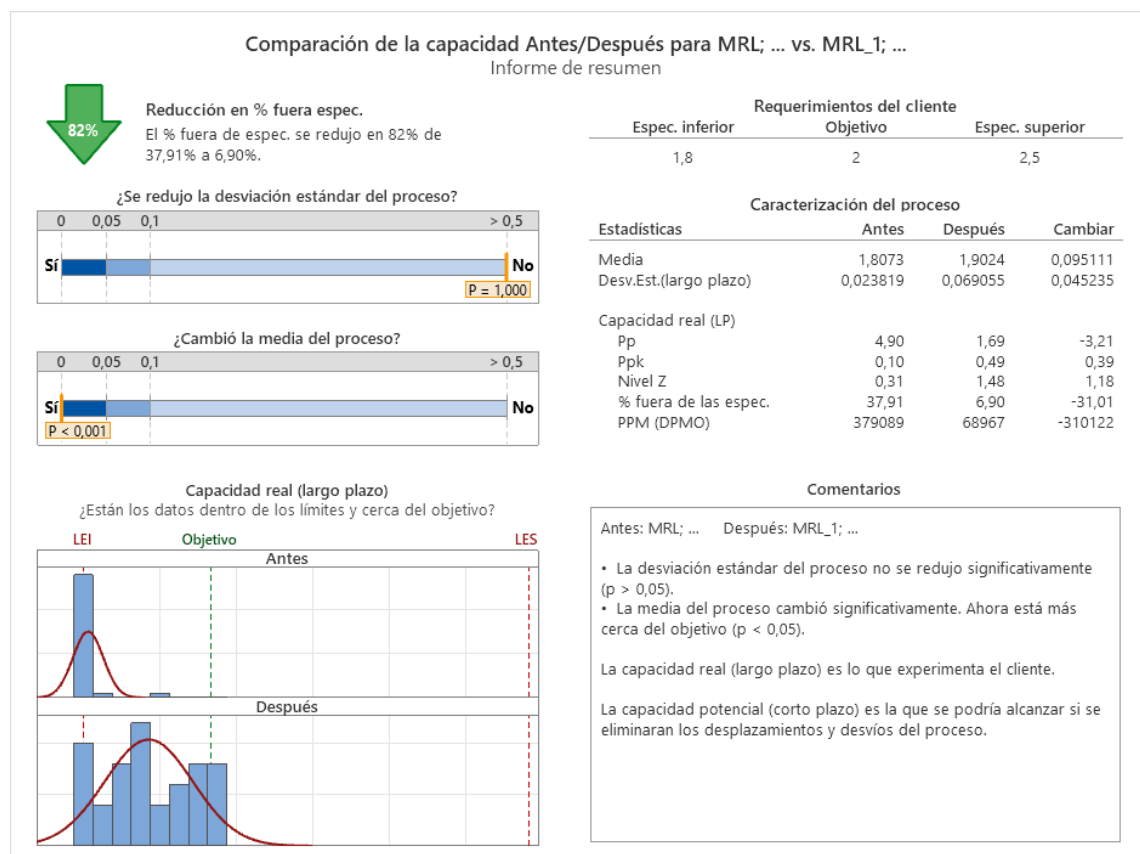
<b>R doble barra =</b>	0,004	+	0,01	+	0,01	/	3,00	=	0,006			
<b>X DIFF =</b>	1,906	-	1,900	=	0,0063					<b>Mediciones</b>	<b>K1</b>	
<b>Repetibilidad - Error de un solo Operador o del Equipo (VE)</b>					VE=	0,0033		K1 =	0,5908	2	0,8862	
										3	0,5908	
<b>Reproducibilidad - Variación entre Operadores (VO)</b>					VO=	0,0033		K2 =	0,5231	<b>Operadores</b>	<b>K2</b>	
										2	0,7071	
<b>Reproducibilidad y Repetibilidad (GRR)</b>					GRR =	0,0047				3	0,5231	
<b>Variación de las Partes (VP)</b>					VP=	0,0489		K3 =	0,3146	<b>Partes</b>	<b>K3</b>	
										2	0,7071	
<b>Variación Total (VT)</b>					VT =	0,0492				3	0,5231	
										4	0,4467	
					% VE =	6,810%				5	0,403	
<b>% de la Variación Total (VT)</b>					% VO =	6,623%				6	0,3742	
					% GRR =	9,500%				7	0,3534	
					% VP =	99,55%				8	0,3375	
<b>Número de Categorías (ndc)</b>					ndc =	14,7752				9	0,3249	
										10	0,3146	
<b>CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD:</b>												
<b>% GRR =</b>	<b>9,50%</b>	El sistema de medición es APROBADO						<b>ndc =</b>	<b>14,78</b>	El instrumento tiene la sensibilidad adecuada		

Realizado por: Chuquiana C., 2023

El sistema de medición es aceptable con un valor del 9,50%; siendo este menor al 10%; por tanto, el sistema de medición es lo suficientemente pequeñas para admitir errores, Los operadores se encuentran capacitados en el manejo del instrumento de medición como en la selección de las bandas de cuero en la empresa, el número de categorías distintivas es del 14,78 donde el instrumento tiene la sensible adecuada para medir dentro del rango de variación.

#### 4.3.3. Comparación de la capacidad de proceso del sistema de medición

En base al estudio realizado al análisis de repetibilidad y reproducibilidad se procede a calcular la capacidad de proceso comparar los resultados obtenidos de los dos estudios realizados, de tal manera se pueda evidenciar el nivel de aptitud del proceso para satisfacer las especificaciones las especificaciones técnicas del cliente.



**Ilustración 6-4:** Comparación de Capacidad del Proceso

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023

En la Ilustración 6-4 podemos observar que tenemos del primer estudio un Pp inicial de 4,90 un realizado el estudio de repetibilidad y reproducibilidad de Pp de 1,69 con una reducción del 82% de un 37,91% al 6,90%, esto quiere decir que de 379 089 PPM se reduce a 68967 PPM que está permitido en el presente trabajo.

#### 4.3.4. Estadística básica

En base a datos históricos de mediciones realizadas, se procede a agruparlos y realizar cálculos de capacidad y desempeño del proceso; en este caso existen falencias en el área de almacenamiento de materia prima; donde se realiza las adquisiciones y realizar cortes para los siguientes procesos.

Numero de mediciones	1	2,25	2,10	2,01	2,11	2,40	2,03	2,10	2,00	2,20	2,00	2,10	2,05
	2	2,00	2,10	2,01	2,10	2,18	2,03	2,10	2,00	1,80	2,00	2,00	2,00
	3	2,30	2,10	2,01	2,10	2,14	1,99	2,10	1,90	2,15	1,98	2,00	2,23
	4	2,33	2,30	2,10	2,00	2,00	2,30	2,33	2,10	2,15	2,00	2,00	2,10
	5	2,00	2,10	2,10	2,20	2,30	2,00	2,10	2,00	2,15	2,00	2,00	2,10
Numero de mediciones	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	1	2,03	2,00	2,00	2,01	2,04	1,90	2,20	2,10	2,30	2,00	2,00	2,00
	2	2,00	1,99	2,10	2,00	2,00	2,15	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,10
	3	2,12	2,00	2,00	2,15	2,00	2,00	2,10	2,00	2,00	2,20	2,00	2,00
	4	2,00	2,10	1,99	1,99	2,10	1,99	2,10	1,89	1,97	1,98	2,00	2,00
5	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	

**Ilustración 7-4:** Datos históricos de mediciones realizadas a una banda/cuero lado A

Realizado por: Chuquiana C., 2023

**Tabla 21-4:** Cálculos estadísticos

Cálculos	Resultado	Descripción	Formula
Medida Nominal:	2	Medida nominal aceptada por el cliente	
Tolerancia +:	0,5	Cantidad de tolerancia superior aceptada (CTSA)	
Tolerancia -:	0,2	Cantidad de tolerancia inferior aceptada (CTIA)	
LSE:	2,50	Límite Superior total esperado	$LSE = Medida\ nominal + CTSA$
LIE:	1,80	Límite inferior total esperado	$LIE = Medida\ nominal - CTIA$
Media	2,067	Promedio de todos los datos	$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum xi = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$
Rango	0,193	Diferencia entre el valor máximo y mínimo	$R = X_{\max} - X_{\min}$
LSC (X) =	2,21	Límite superior dentro del límite de control	$LSC_X = X + A_2 \cdot \bar{R}$
LIC (X) =	1,93	Límite inferior por debajo de los límites de control esperados	$LIC_X = X - A_2 \cdot \bar{R}$
LSC (R) =	0,44	Valor de límite superior aceptado	$LSC_R = D_4 \cdot \bar{R}$
LIC (R) =	0,00	Límite fuera del límite de control	$LIC_R = D_3 \cdot \bar{R}$

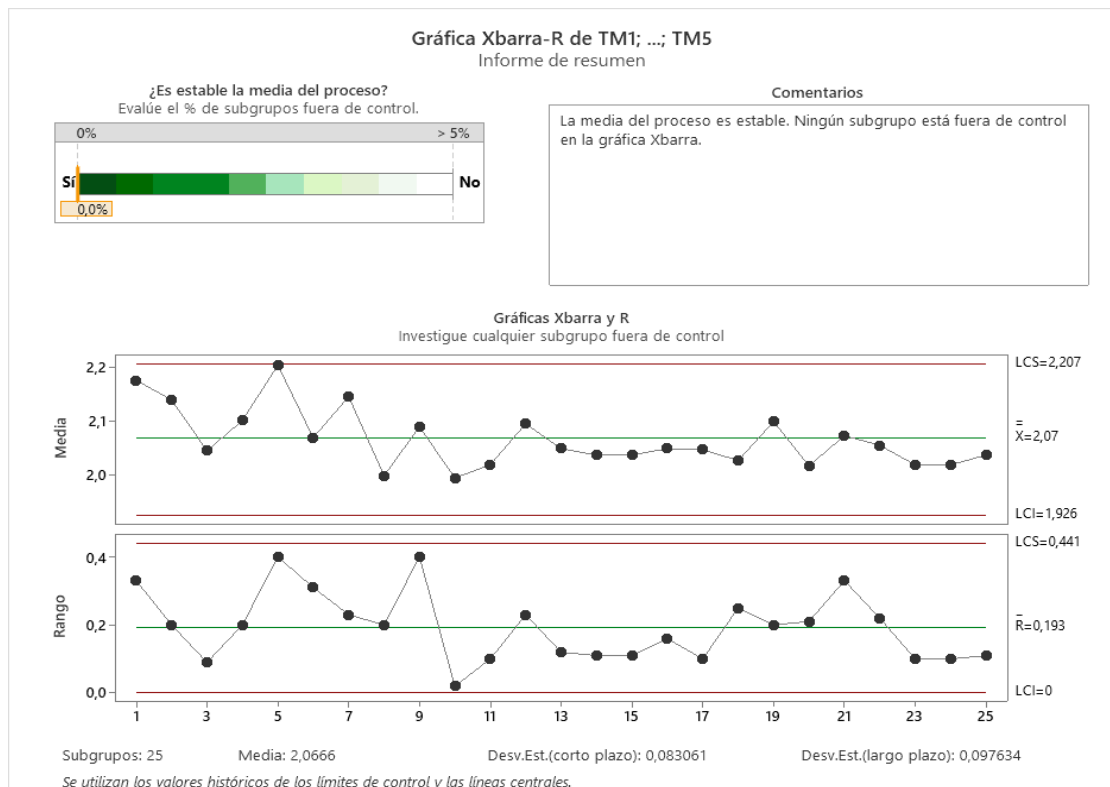
Realizado por: Chuquiana C., 2023.

$\bar{X}$	2,18	2,14	2,05	2,10	2,20	2,07	2,15	2,00	2,09	2,00	2,02	2,10	2,05	2,04	2,04	2,05	2,05	2,03	2,10	2,02	2,07	2,06	2,02	2,02	2,04
R	0,33	0,20	0,09	0,20	0,40	0,31	0,23	0,20	0,40	0,02	0,10	0,23	0,12	0,11	0,11	0,16	0,10	0,25	0,20	0,21	0,33	0,22	0,10	0,10	0,11
LSE:	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Valor ideal:	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
LIE:	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
$LSC_{\bar{X}} = \bar{X} + A\bar{R}$	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207
$\bar{X}$	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
$LIC_{\bar{X}} = \bar{X} - A\bar{R}$	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926	1,926
$LSC_R = D_4 \cdot \bar{R}$	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441
$\bar{R}$	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193
$LIC_R = D_3 \cdot \bar{R}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Ilustración 8-4:** Datos estadísticos obtenidos en base a mediciones realizadas

Realizado por: Chuquiana C., 2023

Tal como se puede observar en la tabla anterior, se obtienen resultados generales en base a las mediciones realizadas a una banda de cuero, así se tiene una media de 2,067, un rango de 0,193; los arrojarán que el límite de control superior es de 2,21 y el límite de control inferior es de 1,93. Con estos resultados en las siguientes graficas se puede observar el comportamiento de los datos con respecto a la medida nominal.



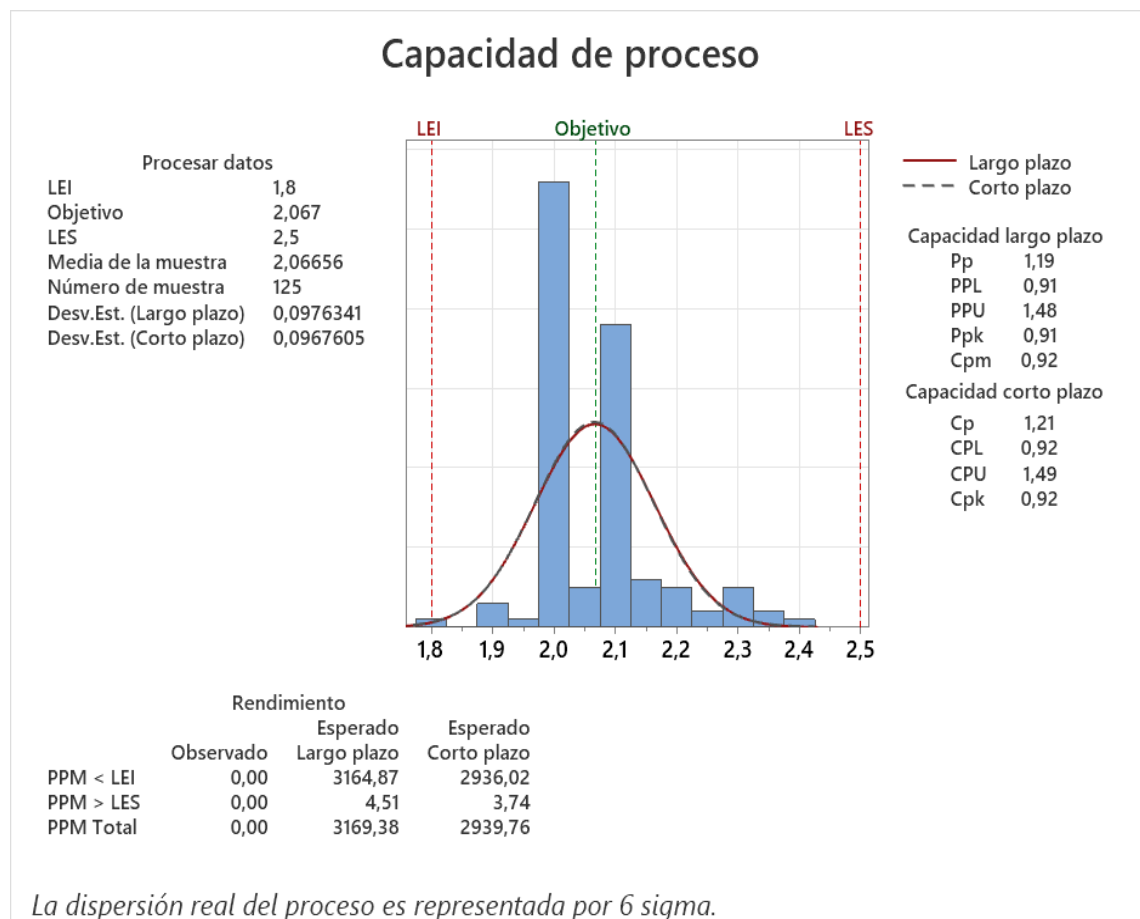
**Ilustración 9-4:** Graficas de Media y Rango

Realizado por: Chuquiana C., 2023

En base al Ilustración 8-4 de la media se puede observar que donde se encuentran concentrados los datos, de las 125 mediciones, la mayor parte se ubican por encima de la media nominal. En el Ilustración 8-4 ya se puede tener una idea de cuan dispersos se encuentran los datos, lo que quiere decir que existen mediciones que se encuentran fuera del límite de control, pues son superiores o inferiores. Indicando con ello una problemática.

#### 4.3.5. Capacidad del proceso

Una vez obtenido estos datos se procede a calcular la capacidad de proceso, es decir; el nivel de aptitud del proceso para satisfacer las especificaciones técnicas del cliente. Cuando la capacidad de un proceso es alta, el proceso es capaz, cuando se mantiene estable, el proceso está bajo control, caso contrario, el proceso no es adecuado para el trabajo o requiere de inmediatas modificaciones.



**Ilustración 10-4:** Histograma Capacidad del Proceso

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

La desviación estándar indica que tan dispersos se encuentran los datos con respecto a la media; en este caso es de 0,097; de una muestra de 125 datos.

En la Ilustración 10-4 se puede observar que la capacidad del proceso general es de 1,19 valor que permite comparar la variación existente entre el proceso frente a la variación permitida por el cliente. Con respecto a la diferencia entre la media del proceso y el valor nominal esperado por el cliente se obtiene un 0,91; indicando con ello que es un proceso no capaz de cumplir con las especificaciones que exige el cliente, puesto la variabilidad del proceso es amplia. En consenso se puede mencionar lo siguiente:

### **Capacidad largo plazo**

- El proceso tiene un  $Pp$  de 1,19 y un  $Ppk$  de 0,91.
- El proceso es no capaz, ya que tanto el  $Pp$  y  $Ppk$  son inferiores a 1.67.
- La incapacidad real del proceso es bastante considerable, puesto que el  $Ppk$  es inferior, lo que quiere decir que, más del 91% de los datos se encuentran fuera del límite superior de las especificaciones del cliente.
- El proceso se encuentra descentrado, con tendencia al límite superior de la especificación del cliente, ya que el  $Ppk$  es menor que el  $Pp$ .

### **Capacidad corto plazo**

- El proceso tiene un  $Cp$  de 1,27 y un  $Cpk$  de 0,97.
- El proceso es no capaz, ya que  $Cp$  y  $Cpk$  son inferiores a 1.67.
- La incapacidad es considerable, ya que el  $Cpk$  es inferior, es decir, más del 97% de los datos se encuentran fuera del límite superior de las especificaciones del cliente.
- El proceso se encuentra descentrado con tendencia al límite superior de la especificación del cliente, pues,  $Cpk$  es menor que el  $Cp$ .

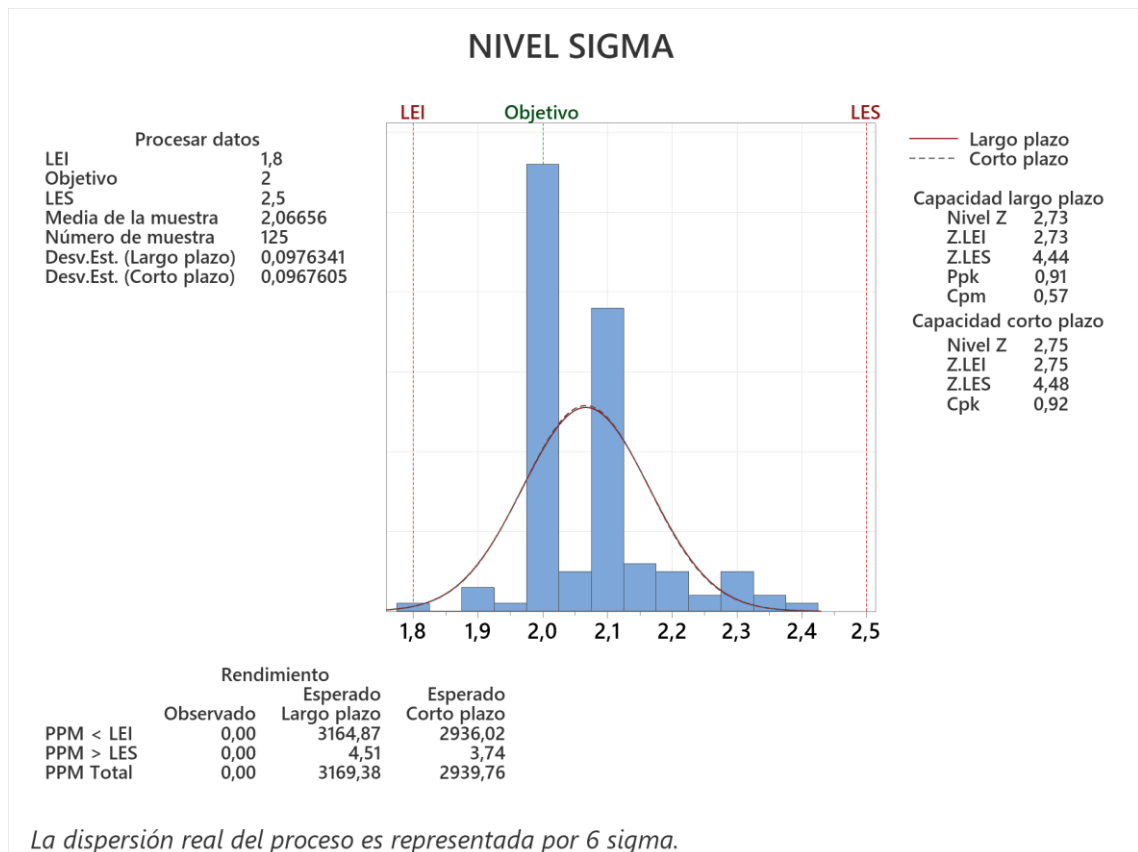
### **Rendimiento**

- El valor de PPM > LES a largo plazo es de 4,51 y a corto plazo con 1,21, es decir, que, por cada millón de mediciones realizadas, 4,51 1 no cumplen con las especificaciones estándar de medida.

### **Nivel sigma del proceso**

En la Ilustración 11-4 se puede observar que tenemos un nivel sigma de proceso inicial de 2,73. En consecuencia, es necesario reducir la variabilidad del proceso y centrarlo con las especificaciones del cliente.





#### **Ilustración 11-4:** Histograma nivel sigma

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023

### **4.4. Fase 3: Analizar**

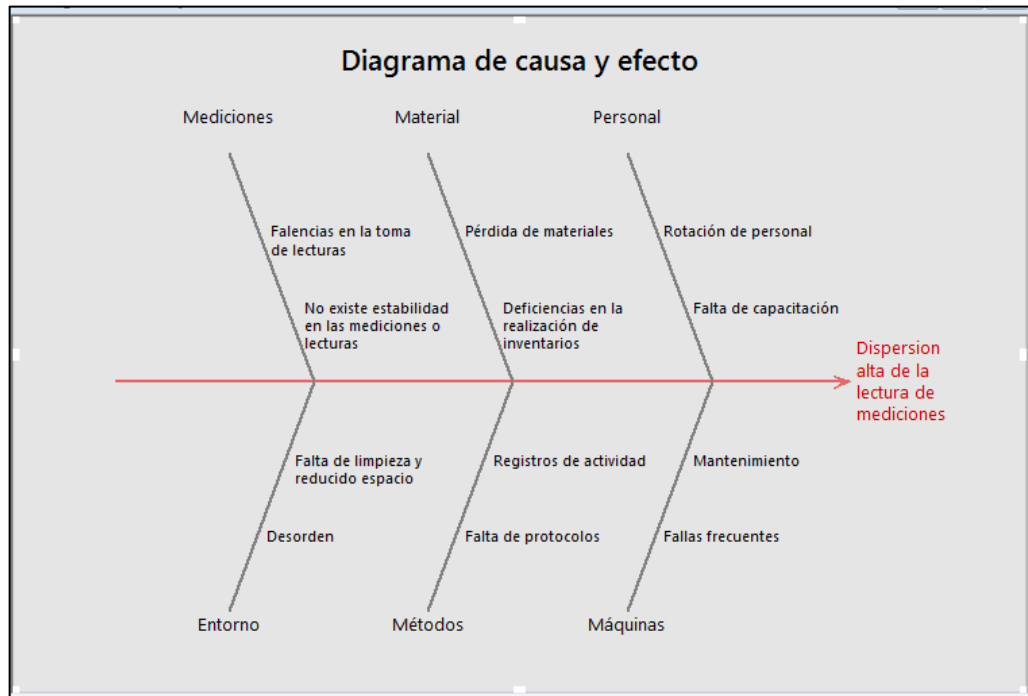
#### **4.4.1. Definición previa**

En esta sección se realiza el análisis de los datos obtenidos en la fase de medición, con el fin de conocer las causas que están generando dichas problemáticas, así también identificar la capacidad de desempeño de los procesos. Con esta información se puede exponer las fuentes de variación y el desempeño insatisfactorio del proceso, siendo esto muy importante para definir las fuentes de mejora, y que sirva como punto de referencia para realiza una comparación posterior a la aplicación de la metodología DMAMC en los procesos.

#### **4.4.2. Diagrama de pescado**

Par tener una mejor comprensión acerca de los principales factores que originan la aparición alta de dispersión de datos de las lecturas tomadas de mediciones, y la deficiencia en los sistemas de medición que se originan dentro de la cadena de producción o proceso de remojo y pelambre, se emplea la herramienta de espina de pescado. A continuación, se presenta el diagrama causa-efecto

del proceso de remojo y pelambre del cuero, para ello se hace uso de la herramienta *brainstorming*, para ello se reunió a todos los operarios que laboran en el área de almacenamiento, remojo y pelambre con ello identificando las causas originan la aparición de los defectos.



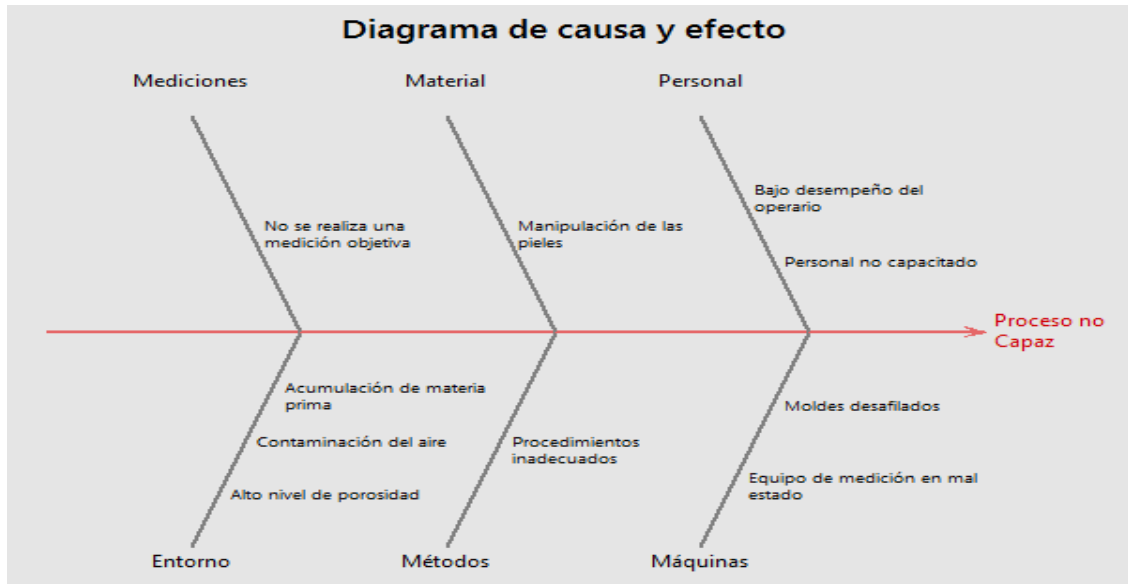
**Ilustración 12-4:** Diagrama de causa y efecto de dispersión alta de los datos de la lectura de mediciones en el proceso de remojo y pelambre

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

Uno de los problemas detectados en el proceso de remojo y pelambre es la alta dispersión de la lectura de mediciones es decir, no existe un sistema de medición adecuado, esto debido a que existe alta rotación de personal, sumado a que no se encuentran capacitados, por otra parte, las maquinas carecen de mantenimiento y fallas frecuentes; se registra deficiencias en los registros de actividad, inexistencia de protocolos; en cuanto al entorno de trabajo existe desorden y falta de limpieza aunado con un espacio reducido. En cuanto a las mediciones las falencias en la toma de lecturas son latente puesto que se realiza con un flexómetro, además no existe estabilidad en las mediciones y lecturas. Por último, en cuanto a materiales o materia prima, se presenta deficiencias en la realización de inventarios y pérdida de materiales.

Con respecto al proceso de corte, dentro de las 6M se muestran las causas raíces del problema al considerarse como un proceso no capaz. Así con relación a las mediciones se tiene que no se realiza una medición objetiva, existe alta manipulación de pieles que ingresan a este proceso, tomando en cuenta que requiere de un procedimiento impecable que no dañe el cuero, representa una falencia; por otro lado, el bajo desempeño y falta de capacitación de los operarios influyen

en la problemática. En cuanto al entorno se observa gran cantidad de acumulación de materia prima, contaminación del aire y alto nivel de porosidad por el polvo. Además, los procedimientos son inadecuados con respecto al proceso de corte, finalmente los moldes para el corte de piel se encuentran desafilados, no existe un mantenimiento al considerarlo un material pequeño o de poca importancia; así también el equipo de medición está en mal estado.



**Ilustración 13-4:** Diagrama de causa y efecto de dispersión alta de los datos de la lectura de mediciones en el proceso de corte

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Una vez que se conocen las causales de los problemas detectados en el proceso de pelambre y remojo, así también en el corte del cuero en la empresa Quisapincha se procede a realizar una matriz de causa-efecto, cuya tabla es de doble entrada, en la primera columna se muestran las actividades del proceso que corresponde, en las otras columnas se muestran los factores que pueden ser afectados por una acción respectiva. Por tanto, con esta matriz se puede priorizar las posibles causas que afectan a la variable de salida y permite ponderar en base a las CTQ's (Parámetros de Calidad Críticos) las causas principales.

**Tabla 22-4:** Matriz de causa y efecto proceso remojo y pelambre

Proceso	Importancia para el cliente	8	9	7	7	TOTAL
		1	2	3	4	
<b>Remojo y pelambre</b>	<b>CTQ'S relacionadas</b>	<b>Dimensiones inadecuadas</b>	<b>Cortes mal realizados</b>	<b>áreas mal cuadradas</b>	<b>Porosidades</b>	
<b>Factor</b>		Ponderación				

<b>Materia Prima</b>	Mala calidad del cuero	9	4	1	1	122
<b>Máquina</b>	Falta de equipos especializados	9	9	9	0	216
	Falta de mantenimiento de medidores	4	4	4	1	103
<b>Mano de Obra</b>	El personal no está capacitado	9	9	9	1	223
	Perfil de personal no adecuado	9	9	9	4	244
<b>Medida</b>	La medición es poco objetiva	9	4	4	4	164
<b>Medio ambiente</b>	Generación de desechos de cuero	0	0	0	0	0
	Alta concentración de partículas de polvo	4	1	1	0	48
	Lugares estrechos e incomodos	4	0	4	0	60
<b>Método</b>	Métodos incorrectos	0	4	1	4	71
	Procedimientos	1	0	1	1	22

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

**Tabla 23-4:** Matriz de causa y efecto proceso de corte

MATRIZ CAUSA-EFECTO						
Proceso	Importancia para el cliente	8	9	7	7	TOTAL
		1	2	3	4	
Corte	CTQ'S relacionadas	Dimensiones inadecuadas	Cortes mal realizados	Lugar de trabajo	Terminado	
Factor		Ponderación				
<b>Materia Prima/Material</b>	Manipulación de las pieles	9	4	4	1	143
<b>Máquina</b>	Equipo de medición en mal estado	4	4	4	1	103
	Moldes desafilados	9	9	9	9	279
<b>Mano de Obra</b>	Bajo desempeño del operario	4	4	4	9	159
	Personal no capacitado	9	4	1	1	122
<b>Medida</b>	No se realiza una medición objetiva	9	0	0	0	72
<b>Medio ambiente</b>	Alto nivel de porosidad	4	4	0	1	75
	Contaminación del aire	0	0	4	1	35
	Acumulación de materia prima	4	9	1	0	120
<b>Método</b>	Procedimientos inadecuados	1	1	1	1	31

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

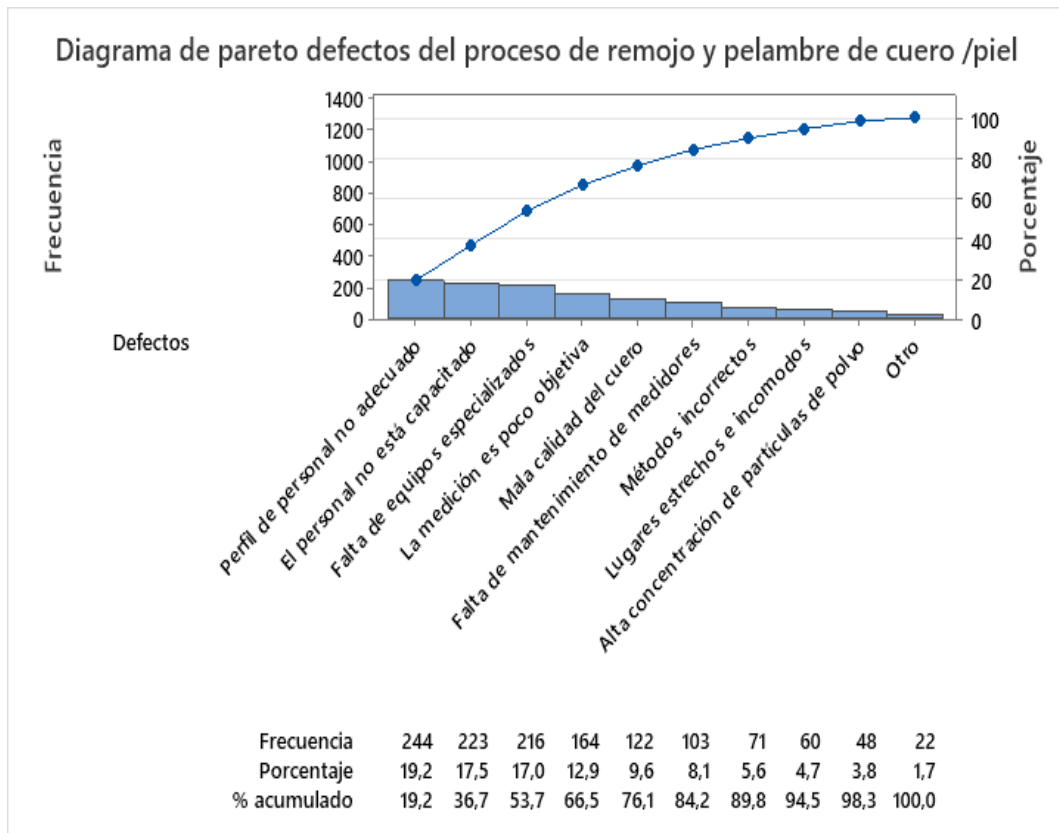
### Análisis

**Proceso de remojo y pelambre:** se logra identificar que las causas que influyen en la calidad de las mediciones del cuero (medidas 2\*1,80) en el proceso de remojo y pelambre, están directamente relacionadas con la falta de capacitación, perfil no adecuado de los operarios que laboran en esta área y por la falta de equipos de medición especializados, puesto que presentan valores altos en la matriz, generando retrasos en la entrega del producto para el siguiente proceso.

**Proceso de corte:** cómo se puede observar los moldes desafilados, la alta manipulación de pieles y el bajo desempeño de los operarios son las principales causas que provocan productos defectuosos que no cumplen con especificaciones del cliente, por ende, influyendo para que el proceso no sea capaz.

#### 4.4.3. Diagrama de Pareto

##### Diagrama de Pareto del proceso de remojo y pelambre

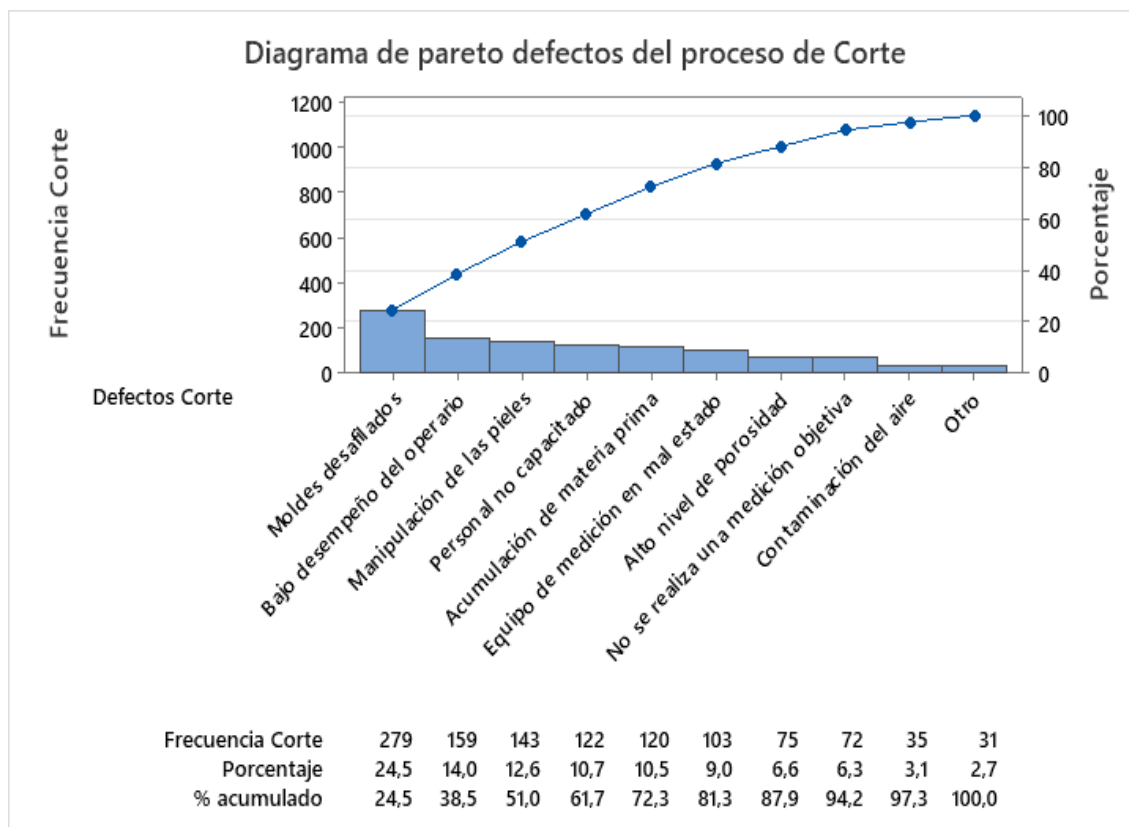


**Ilustración 14-4:** Diagrama de Pareto de defectos del proceso de remojo y pelambre de piel/cuero

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

#### Interpretación del Gráfico

Según la figura anterior dentro de las principales causas que generan problemas de medición en el proceso de remojo y pelambre, por ende, la alta variación de toma de muestras es, por el perfil del personal no adecuado, en cuyos resultados se puede observar que 244 causales representan el 19,2% de todas las causas. Así también la falta de capacitación del personal y de equipos especializados son los causantes de problemas de medición. Por tanto, son los que se deben atender, para solucionar el 80% de oportunidades.



**Ilustración 15-4:** Diagrama de Pareto de defectos del proceso de corte de piel/cuero  
**Realizado por:** Chuquiana C., 2023

### Interpretación del gráfico

El diagrama de Pareto presenta la existencia de varias causas que requieren ser atacadas para elevar la calidad del proceso de corte de cuero. Se identifica el 20% de causas que se debe atacar para resolver el 80% de errores. Por lo que los moldes desafilados, el bajo desempeño de los operarios, la manipulación de cuero y personal no capacitado son las principales causas que se deben atender para mejorar el proceso. Es decir; la mayor fuente que causa el problema de proceso no capaz es porque los moldes se encuentran desafilados, la Ilustración 15-4, muestra 279 fallos que representa el 24,5% de todas las causas.

## 4.5. Fase 4: Mejorar

### 4.5.1. Objetivos

Para intervenir en los problemas detectados es necesario proponer mejoras, por tanto, en esta fase se plantea los objetivos siguientes:

- Implementar nuevas herramientas para la medición del cuero, que permita realizar mediciones exactas y acordes a la solicitud del cliente.

- Reducir la variabilidad del proceso de producción de cuero a través de la mejora en mano de obra, materiales y máquinas.

#### 4.5.2. *Eventos Kaizen y Herramientas Lean*

Con la identificación de causas de los problemas de medición y proceso no capaz se presenta una lista de ideas que buscan solucionar dichas problemáticas. Las soluciones se presentan para el corto plazo y que requieren del trabajo en equipo, para que se encarguen de la implementación de cambios y/o hagan las correcciones respectivas.

**Tabla 24-4:** Propuesta de soluciones

Causa raíz	Soluciones	Herramientas	Responsable	Plazo
Mano de obra	Capacitar al personal operativo	Programa de capacitación	Gerente	Corto
	Aplicar controles de calidad	Hoja de registro/check list	Jefe de producción	Corto
	Reestructurar procedimientos de trabajo	Diagrama de flujo	Jefe de producción	Corto
Medida	Implementar un flexómetro para realizar las medidas exactas	Presupuesto	Gerente/jefe de producción	Corto
Método	Estandarizar la fase de remojo y pelambre	Documento de normas y métodos	Jefe de producción	Corto
Máquina	Controlar el funcionamiento de las máquinas	Hoja de inspección Registro de novedades	Operarios	Corto
	Plan de mantenimiento de maquinaria y herramientas	Cronograma	Jefe de producción	Corto

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

Las soluciones propuestas solucionan más de una de las causas de los problemas, razón por la cual, a continuación, se describe cada una de ellas para conocer su alcance e implicaciones:

- **Capacitar al personal operativo**

Comprende la elaboración de un programa de capacitación, contemplando contenido teórico y práctico sobre el proceso, poniendo mayor énfasis en el remojo y pelambre y las medidas, donde se presenta mayor problema. Todo el personal operativo tiene que ser capaz de ejecutar correctamente el proceso, evitando cometer errores humanos que afecten la calidad del producto y retrasos en el tiempo.

- **Aplicar controles de calidad**

Para disminuir la variabilidad del proceso se propone implementar controles de calidad que permitan reducir la cantidad de errores o fallas. El control se realizará por medio de hojas de registros, que permita verificar si se cumple o no con las especificaciones.

- **Reestructurar procedimientos de trabajo**

Los controles y nuevos pasos que se implementan requieren una reestructuración de procedimientos, mismos que deberán estar documentados para que el personal responsable los pueda ejecutar correctamente.

- **Implementar un flexómetro para realizar las medidas exactas**

Se determinó que utilizar la regleta diseñada por los operarios provoca fallas en la medición del cuero, por lo que se decide implementar un flexómetro, de esta manera lograr que las medidas seas exactas y se evite la pérdida de materia prima.

- **Estandarizar la fase de remojo y pelambre**

Esta fase se detectó que presenta problemas y afecta a la calidad del producto, razón por la cual, se propone estandarizar a través de la especificación de normas y métodos, mismos que deberán ser cumplidos por el personal operativo.

- **Controlar el funcionamiento de las máquinas**

Para evitar fallas y retrasos es necesario que se controle el funcionamiento de todas las máquinas que se utilizan para el proceso de producción de cuero. Este control tiene que ser periódico.

- **Plan de mantenimiento de maquinaria y herramientas**

Además del control es importante que se disponga de un plan de mantenimiento, como una actividad preventiva. Por lo general, las máquinas presentan fallas que pueden incluso paralizar las actividades operativas, en tal virtud, el plan ayudará a evitar estos problemas, a corregir el desgaste de piezas, de moldes y otros.

Una vez que se conoce en que consiste cada una de las soluciones, se procede a priorizarlas. Para esto se califica en función de la factibilidad operativa, técnica, económica y relación costo beneficio.

El puntaje que se asigna es en una escala de 1 al 10, el 1 es la calificación más baja y el 10 la más alta.



**Tabla 25-4:** Propuesta de soluciones

Solución	Factibilidad operativa	Factibilidad técnica	Factibilidad económica	Relación costo beneficio	Total
Capacitar al personal operativo	10	9	9	10	38
Aplicar controles de calidad	9	10	10	10	39
Reestructurar procedimientos de trabajo	10	9	10	9	38
Implementar un flexómetro para realizar las medidas exactas	9	10	8	10	37
Estandarizar la fase de remojo y pelambre	8	9	9	10	36
Controlar el funcionamiento de las máquinas	9	10	10	9	38
Plan de mantenimiento de maquinaria y herramientas	10	9	9	9	37

Realizado por: Chuquiama C., 2023.

De acuerdo al puntaje obtenido se determinó que la primera solución más factible de ejecutarse es la aplicación de controles de calidad, ya que es posible asignarle esta función al personal directivo, no se requiere de equipos adicionales y además no demanda gran cantidad de recursos económicos.

A nivel general, todas las alternativas de solución son factibles a nivel operativo, debido a que se dispone de un gerente y jefe de producción que tiene predisposición para implementar la metodología Six Sigma. En cuanto a la factibilidad técnica se dispone de máquinas y herramientas para ejecutar el proceso, que únicamente hace falta aumentar controles y mantenimiento. A nivel económico, la ejecución de alternativas demanda una pequeña inversión, misma que puede ser financiada con recursos propios de la empresa.

En función de la priorización de soluciones se propone un plan de mejora, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 26-4:** Plan de mejora

Actividades	Responsable	Tiempo	Costo
<b>Solución 1:</b> Aplicar controles de calidad			
Analizar en qué etapas del proceso se requiere el control	Jefe de producción	1 semana	Si
Diseñar herramientas para el control	Jefe de producción	1 semana	
Establecer políticas de control	Gerente	1 semana	

Asignar a responsable	Gerente	1 día	
<b>Solución 2:</b> Capacitar al personal operativo			
Definir contenido de capacitación	Jefe de producción	1 semana	Si
Buscar profesional de capacitación	Jefe de producción	1 semana	
Contratar capacitador	Gerente	2 días	
Realizar un cronograma	Jefe de producción/ Profesional de capacitación	1 día	
Ejecutar capacitación	Profesional de capacitación	1 mes	
<b>Solución 3:</b> Reestructurar procedimientos de trabajo			
Analizar fallas del procedimiento	Jefe de producción	1 semana	Si
Establecer soluciones	Jefe de producción	1 semana	
Definir nuevas actividades	Jefe de producción	2 semanas	
Elaborar diagrama de flujo	Jefe de producción	1 semana	
Socializar	Jefe de producción	1 día	
<b>Solución 4:</b> Controlar el funcionamiento de las máquinas			
Establecer políticas de control	Gerente	1 semana	Si
Solicitar que se revise el funcionamiento de las máquinas	Jefe de producción	1 día	
Diseñar una hoja de registro de novedades	Jefe de producción	1 día	
<b>Solución 5:</b> Implementar un flexómetro para realizar las medidas exactas			
Identificar especificaciones de flexómetro	Jefe de producción	1 semana	Si
Solicitar cotizaciones a proveedores	Finanzas	2 semanas	
Elaborar presupuesto	Finanzas	2 días	

Identificar fuentes de financiamiento	Finanzas	1 día	
Realizar la compra	Gerente	1 día	
Capacitar al personal en el uso	Jefe de producción	1 semana	
<b>Solución 6:</b> Plan de mantenimiento de maquinaria y herramientas			
Determinar especificaciones técnicas de maquinaria y herramientas	Jefe de producción	2 semanas	Si
Establecer periodo de mantenimiento que requiere cada una	Jefe de producción	1 semana	
Documentar procedimiento	Jefe de producción	1 mes	
Diseñar hojas de registro del mantenimiento	Jefe de producción	1 semana	
<b>Solución 7:</b> Estandarizar la fase de remojo y pelambre			
Analizar problemas de la fase de remojo y pelambre	Jefe de producción	1 semana	Si
Definir políticas	Jefe de producción	1 semana	
Establecer normas de cumplimiento	Jefe de producción	1 semana	
Estructurar actividades	Jefe de producción	2 semanas	
Definir tiempos óptimos	Jefe de producción	1 día	
Documentar estandarización	Jefe de producción	2 semanas	

Realizado por: Chuquiara C., 2023.

#### 4.5.3. Diseños factoriales

Una vez que se conoce las mejoras o acciones a realizar en base a las problemáticas detectadas se procede a realizar un experimento en la que se podrá analizar u comprobar cuáles son los resultados esperados antes de ponerlos en práctica, puesto que implican altos costos e insumos;

por lo que resulta importante realizar un estudio pre experimental para visualizar cuales serían los resultados en caso de aplicarse las mejoras en la empresa.

Para lo cual se seleccionó a 6 operarios del área de corte, remojo y pelambre con un nivel intermedio de experiencia, a los cuales se capacito, se realizó un mantenimiento productivo total de las herramientas de medición, corte e implemento el equipo de medición adecuado. En base a ello se procedió a la toma de mediciones de la longitud de una banda de cuero para compararlo con el antes y después. El proceso de describe a continuación:

- Se tomó las mediciones realizadas por los 6 operarios en 5 días de trabajo previos a la implementación de las mejoras, a los cuales se sacaron promedios.
- Posterior a ello una vez que se les capacito en la forma de cómo deben tomar las mediciones, y haber entregado el equipo adecuado, se designó que se realice nuevas mediciones durante 5 días de trabajo, a 3 operarios. Sin haber realizado aun el mantenimiento productivo total de los equipos.
- Se delega que se realice nuevas mediciones a los otros 3 operarios que aún no cuentan con el equipo adecuado. Pero para ello se implementó el mantenimiento productivo total (afiliación de moldes, limpieza y otros) de los cuales se obtuvieron promedios de las mediciones durante 5 días de trabajo.
- Finalmente se realizó nuevas mediciones obteniendo promedios de los cinco días de trabajo, de los 6 operarios, esto ya con todas las mejoras aplicadas, haber entregado los equipos de medición adecuados y haber aplicado el TPM en los materiales, moldes de corte.

A continuación, se muestra los datos de las mediciones realizadas al ancho de una banda de cuero, cuyos resultados se presentan en promedios por 5 días de trabajo y en global por 1 día de acuerdo al número de operarios, mediciones realizadas según el procedimiento antes descrito.

**Tabla 27-4:** Datos promedios de mediciones antes y después de las mejoras

		FACTOR A TPM en equipos de corte y medición	
		ANTES	DESPUÉS
FACTOR B Capacitaciones, equipo de medición adecuados	ANTES	2100,00	2000,00
		2255,00	2000,20
		2115,00	1999,80
		2100,00	2000,60
		1975,00	2000,40
	DESPUÉS	2138,00	2000,00
		2100,00	2010,00
		2255,00	2000,00
		2095,00	2000,01
		2023,00	2000,02

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

En la tabla anterior se presenta las mediciones realizadas considerando 2 factores, A el mantenimiento productivo total-TPM en equipos de corte y medición, y el factor B capacitaciones e implementación de mejoras, una vez realizado esto se procede a realizar el análisis del diseño factorial a través del programa MINITAB obteniendo la siguiente respuesta:

Regresión factorial general: RESULTADOS vs. TPM equipos cort. Capacitación e i			
Información del factor			
Factor	Niveles	Valores	
TPM equipos corte y medición	2	ANTES. DESPUES	
Capacitación e imple mejoras	5	1. 2. 3. 4. 5	
Análisis de Varianza			
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.
Modelo	9	41,241	4,582
Lineal	5	20,493	4,099
TPM equipos corte y medición	1	7,938	7,938
Capacitación e imple mejoras	4	12,555	3,139
Interacciones de 2 términos	4	20,748	5,187
TPM equipos corte y medición*Capacitación e imple mejoras	4	20,748	5,187
Error	10	13,364	1,336
Total	19	54,605	
Fuente	Valor F	Valor p	
Modelo	3,43	0,034	
Lineal	3,07	0,062	
TPM equipos corte y medición	5,94	0,035	
Capacitación e imple mejoras	2,35	0,125	
Interacciones de 2 términos	3,88	0,037	
TPM equipos corte y medición*Capacitación e imple mejoras	3,88	0,037	
Error			
Total			

#### Ilustración 16-4: Análisis de Varianza

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

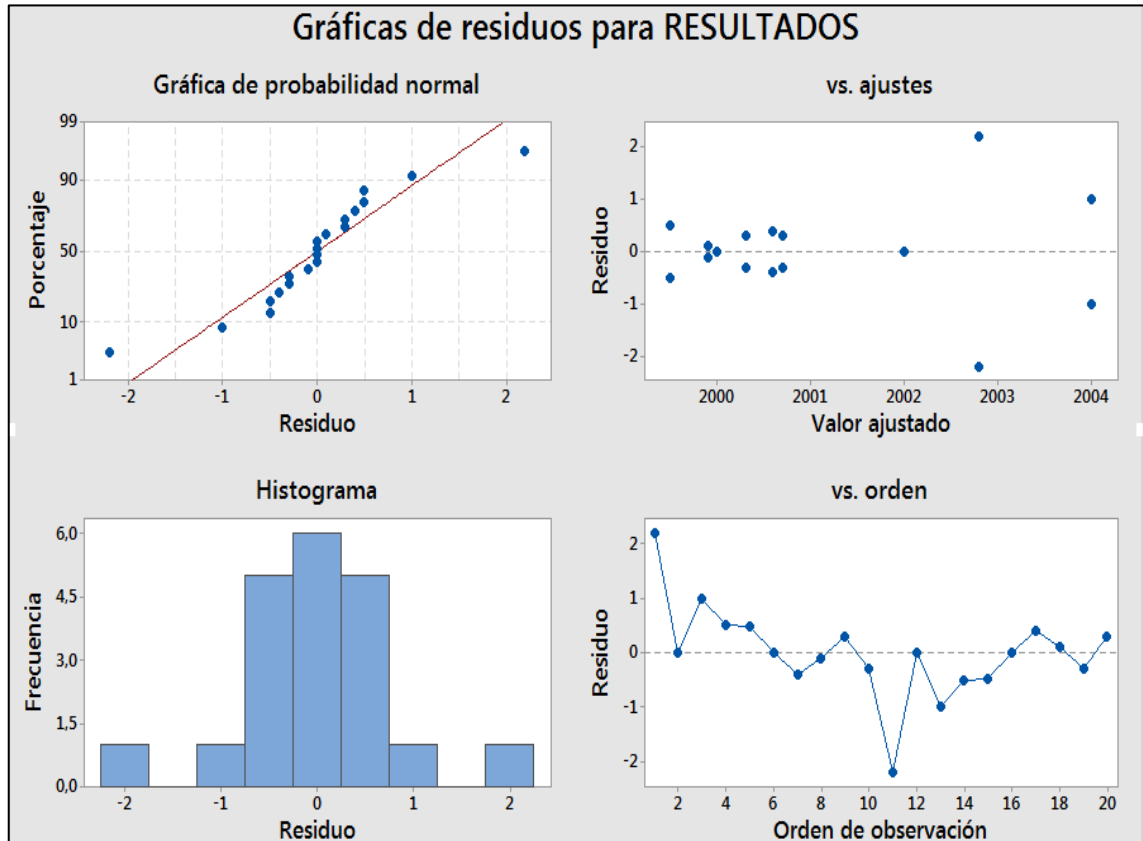
Como se observa en la figura anterior el factor A (TPM) presenta un valor  $p$  menor que alfa es decir de 0,035; por el contrario, B (capacitación e implementación de mejoras) es mayor con 0,125; indicando con ello que el primer factor tiene incidencia sobre la variación en las mediciones; por el contrario, el B no tiene incidencia. En cuanto a la interacción (AB= TPM y Capacitación) tiene un valor de  $p$  0,037 mayor que alfa, demostrando que efectivamente no incidencia en el resultado.

Posterior a ello se realiza la comprobación de los residuos por cada observación, medidos contra los valores estándar sobre los cuales deben mantenerse, con el fin de identificar que cumplen con los siguientes criterios:

- Normalidad: los niveles de distribución de los residuos deben ser normal

- Homocedasticidad: es decir la homogeneidad de las varianzas para cada una de las observaciones.
- Y la independencia de las observaciones

En las siguientes graficas se presentan los resultados:



**Ilustración 17-4:** Pruebas de residuos

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

1. Para la prueba de normalidad, según la gráfica del lado superior izquierda; los puntos que representan a los valores de los residuos deben encontrarse cerca de la línea normal. En este caso se puede observar que en su mayoría muestran cercanía con la línea normal, por lo que se aprueba la primera condición de normalidad, ya que se cumple con este parámetro.
2. En cuanto a la homocedasticidad se aprueba con la gráfica superior derecha. Se pueden observar puntos que tienen desviación positiva y negativa los cuales deben tener una aproximación homogénea tanto por debajo y encima de la línea. En este caso se tienen 7 puntos por encima y 7 debajo.
3. En cuanto a la independencia de observaciones, se puede observar que el experimento se realizó de forma aleatoria. Como se puede visualizar en la gráfica de orden de observación no presenta patrones definidos en los puntos, en este caso existe total independencia tanto por encima como por debajo de la línea central. Por lo que se aprueba este parámetro.

#### 4.5.4. Validación de la mejora

Una vez que se ha implementado las mejoras en los procesos tanto en el corte como en el remojo y pelambre, se validan dichas acciones. Para ello se realizan nuevas mediciones para posterior a ello realizar una comparación con las medidas tomadas antes de implementar dichas mejoras.

Entre las acciones principales implementadas se encuentran:

- Implementación de un flexómetro para la toma de mediciones por milímetros, reemplaza al método de medición anterior.
- Capacitación al personal operativo de las áreas de corte, remojo y pelambre
- Mantenimiento preventivo de materiales, equipos y demás para la medición

Se realiza las mediciones en las que se toma medidas a 25 bandas de cuero, a cada una se realiza una toma de 5 muestras en total suman 125 muestras de mediciones, tal como se expone en la siguiente tabla:

Según los criterios de calidad, requerimientos del cliente y especificaciones técnicas las medidas estándar que deben cumplir las bandas de cuero son las siguientes:

Límite superior = 2,50 metros lado A

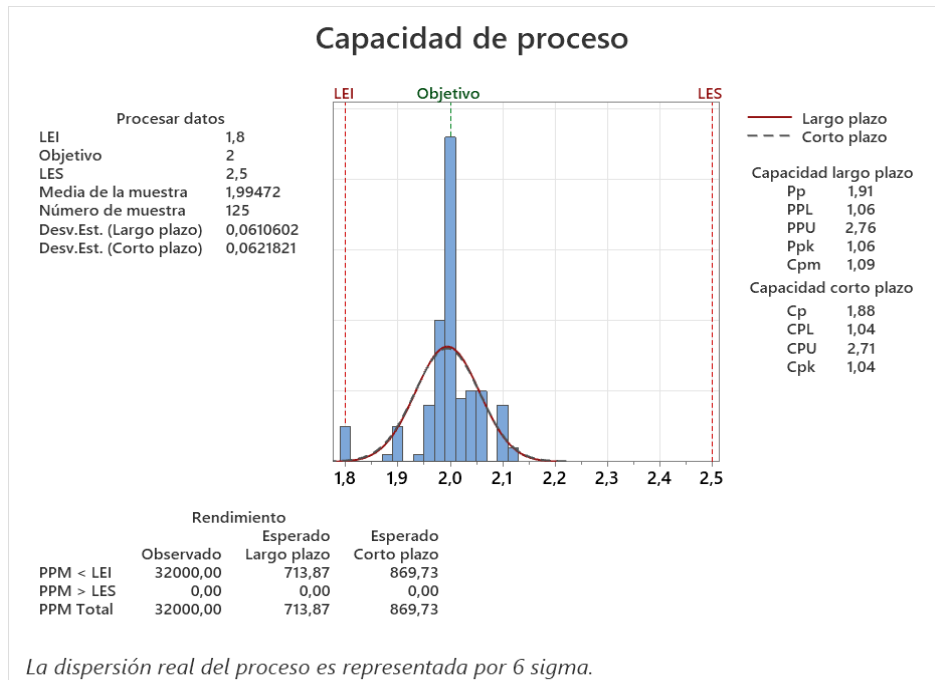
Límite inferior = 1,80 metros lado A

Estas mediciones deben ser exactas tomadas con un flexómetro.

**Tabla 28-4:** Nuevas mediciones realizadas posterior a la aplicación de mejoras

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Numero de Mediciones	1	2,03	1,98	1,90	2,02	1,95	2,02	2,10	2,00	2,00	1,99	1,95	2,00	
	2	2,03	2,00	1,90	2,00	1,95	2,02	2,10	1,98	2,00	1,99	1,95	2,00	
	3	2,03	2,00	1,90	2,00	1,93	2,05	2,13	1,98	2,00	1,87	1,95	2,00	
	4	2,03	2,01	1,90	2,00	1,95	2,02	2,10	1,98	2,02	1,99	1,97	2,00	
	5	2,03	2,00	1,90	2,00	1,95	2,02	2,10	1,98	2,00	1,99	1,95	2,00	
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Numero de Mediciones	1	1,98	2,02	2,04	1,97	2,00	2,05	1,97	1,79	2,00	2,05	2,00	2,00	2,09
	2	1,98	2,00	2,01	1,97	2,00	2,05	1,97	1,79	2,00	2,05	2,00	2,00	2,09
	3	1,98	2,00	2,04	1,97	2,00	2,05	2,00	1,79	2,00	2,05	2,00	2,00	2,12
	4	1,98	2,00	2,04	1,97	2,00	2,05	1,97	1,80	2,00	2,05	2,00	2,00	2,09
	5	1,98	2,00	2,04	1,97	2,00	2,04	1,97	1,79	2,00	2,05	2,00	2,00	2,09

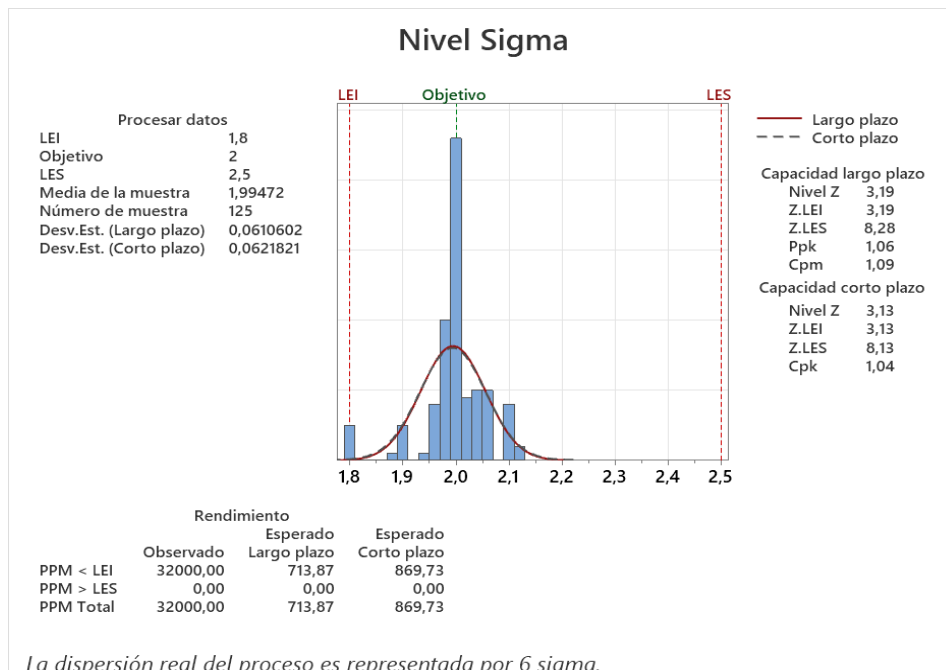
Realizado por: Chuquiana C., 2023.



#### Ilustración 18-4: Nuevo CPK

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

- El índice de  $Pp$  es 1,91 y el  $Ppk$  1,06 datos que se encuentran cerca de las especificaciones las variaciones son mínimas.
- La media se sitúa en 1,99 y la desviación estándar en 0,061
- El proceso es capaz.



#### Ilustración 19-4: Análisis de nivel sigma por un millón de partes.

Realizado por: Chuquiana C., 2023.



Nivel Z o nivel sigma es de 3,13 es decir se está permitiendo 713,87 PPM. Es un proceso capaz de operar dentro de las especificaciones del cliente. En el rendimiento del proceso en partes por millón o defectos por millón; de las 125 muestras observadas se tiene cero defectos; sin embargo, tomando en cuenta la desviación estándar y la variación, este rendimiento esperado a largo plazo se convierte en 713,87 PPM; lo quiere decir que; a largo plazo por cada millón de mediciones que realice a una banda de cuero en el flexómetro se tiene 713,87 que van estar fuera de las especificaciones del cliente.

#### 4.5.4.1. Cartas de control

Para la aplicación de las cartas de control tomamos como referencia los criterios de medida que la empresa solicita siendo este un valor nominal de 2 metros de longitud donde de una parada se han tomado las mediciones a todas las muestras de las cuales las 80 bandas de cuero se han tomado una medición tal cual se expone en la siguiente tabla

Según con los requerimientos del cliente y sus especificaciones técnicas de medida estándar las cuales deben cumplir cada una de las bandas de cuero.

**Tabla 29-4:** Mediciones para cartas de control

No	Datos	No	Datos	No	Datos	No	Datos	Analista
1	1,86	21	1,92	41	1,85	61	1,9	C.CH
2	1,9	22	1,99	42	1,95	62	1,89	C.CH
3	2	23	2	43	1,9	63	2	C.CH
4	1,93	24	2,1	44	1,9	64	2	C.CH
5	1,92	25	2	45	2	65	2,16	C.CH
6	1,87	26	1,9	46	2,03	66	2	C.CH
7	1,86	27	1,8	47	2	67	1,9	C.CH
8	1,9	28	1,95	48	1,9	68	1,81	C.CH
9	1,83	29	1,8	49	2,09	69	1,9	C.CH
10	2	30	1,9	50	1,95	70	2,2	C.CH
11	2,1	31	2,2	51	1,9	71	2,15	C.CH
12	2,15	32	1,95	52	1,9	72	2,1	C.CH
13	2	33	1,89	53	1,9	73	1,99	C.CH
14	2	34	1,99	54	2,2	74	2	C.CH
15	1,9	35	2	55	2,02	75	2	C.CH
16	2,03	36	2	56	2,15	76	2,06	C.CH
17	2,15	37	2	57	2	77	2	C.CH
18	2,2	38	1,8	58	2,05	78	1,98	C.CH
19	2,16	39	1,83	59	2,17	79	1,9	C.CH
20	2,08	40	1,99	60	2	80	1,92	C.CH

Realizado por: Chuquiama C., 2023.

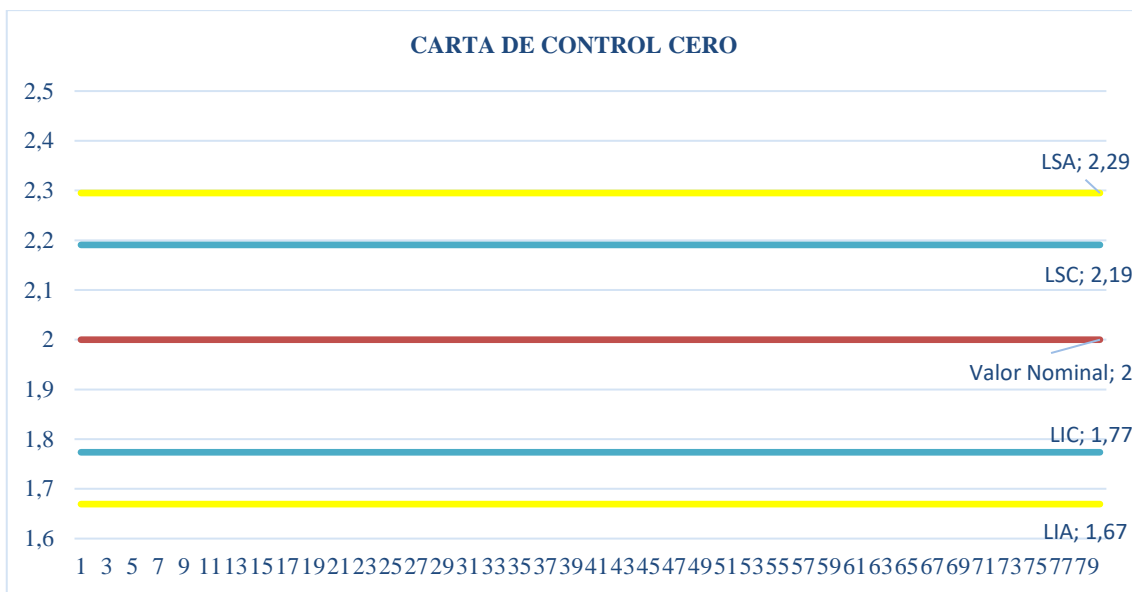
Con los datos obtenidos ya se a procedido a realizar los cálculos de tales como el promedió y la desviación estándar de tal manera que obtenemos los valores para completar la carta de control, la cual se denominara CARTA CERO. Su designación se debe a que es el punto de inicio, donde encontramos por primera vez los límites de control como también los límites de acción.

**Tabla 30-4:** Carta de control CERO

CARTA DE CONTROL							
Nombre del ensayo/Unidades			NC067			Fecha	
<b>Promedio</b>	1,98	<b>Valor Nominal</b>		2	<b>Desviación Estándar</b>		0,10
<b>Límite Superior de Acción</b>	2,29	<b>Límite Inferior de Acción</b>	1,67	<b>Límite Superior de Control</b>	2,19	<b>Límite Inferior de Control</b>	1,77
<b>Responsable</b>	Diana Camacho			<b>Observación</b>		<b>CARTA CERO</b>	
<b>No</b>	<b>Datos</b>	<b>No</b>	<b>Datos</b>	<b>No</b>	<b>Datos</b>	<b>No</b>	<b>Datos</b>
1	1,86	21	1,92	41	1,85	61	1,9
2	1,9	22	1,99	42	1,95	62	1,89
3	2	23	2	43	1,9	63	2
4	1,93	24	2,1	44	1,9	64	2
5	1,92	25	2	45	2	65	2,16
6	1,87	26	1,9	46	2,03	66	2
7	1,86	27	1,8	47	2	67	1,9
8	1,9	28	1,95	48	1,9	68	1,81
9	1,83	29	1,8	49	2,09	69	1,9
10	2	30	1,9	50	1,95	70	2,2
11	2,1	31	2,2	51	1,9	71	2,15
12	2,15	32	1,95	52	1,9	72	2,1
13	2	33	1,89	53	1,9	73	1,99
14	2	34	1,99	54	2,2	74	2
15	1,9	35	2	55	2,02	75	2
16	2,03	36	2	56	2,15	76	2,06
17	2,15	37	2	57	2	77	2
18	2,2	38	1,8	58	2,05	78	1,98
19	2,16	39	1,83	59	2,17	79	1,9
20	2,08	40	1,99	60	2	80	1,92

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

A partir de los datos obtenidos se grafica la carta de control Cero la cual contiene los límites de control y de acción los cuales permanecerán de forma constante sientos estos los valores el límite de control de acción superior de 2,19 con su respectivo límite de control inferior de 1,77 y sus límites de acción superior de 2,29 y su límite de acción inferior de 1,77



**Ilustración 20-4:** Elementos de la gráfica de control cero

**Realizado por:** Chuquiana C., 2023.

Con los valores encontrados podemos iniciar las mediciones a los demás lotes para observar cómo se encuentran con las longitudes del lado A de las bandas de cuero donde el valor nominal es aquel deseado por cuyo valor es de 2 metros.

El valor de los límites para las demás cartas de control serán los mismos valores de tal manera los valores no se estrechen y como resultado tengamos que ser más cautelosos ya que después de un tiempo se nos va a ser más difícil lograr con las medidas más exigentes. Es recomendable durante un lapso de tiempo permanecer con los mismos límites de la carta de control cero hasta cuando se crea necesario y cuando concluya el respectivo estudio realizado y encontramos con los límites un poco grande, podemos realizar un recalcu de los límites con los nuevos límites construir una carta de control nueva con la denominación carta cero.

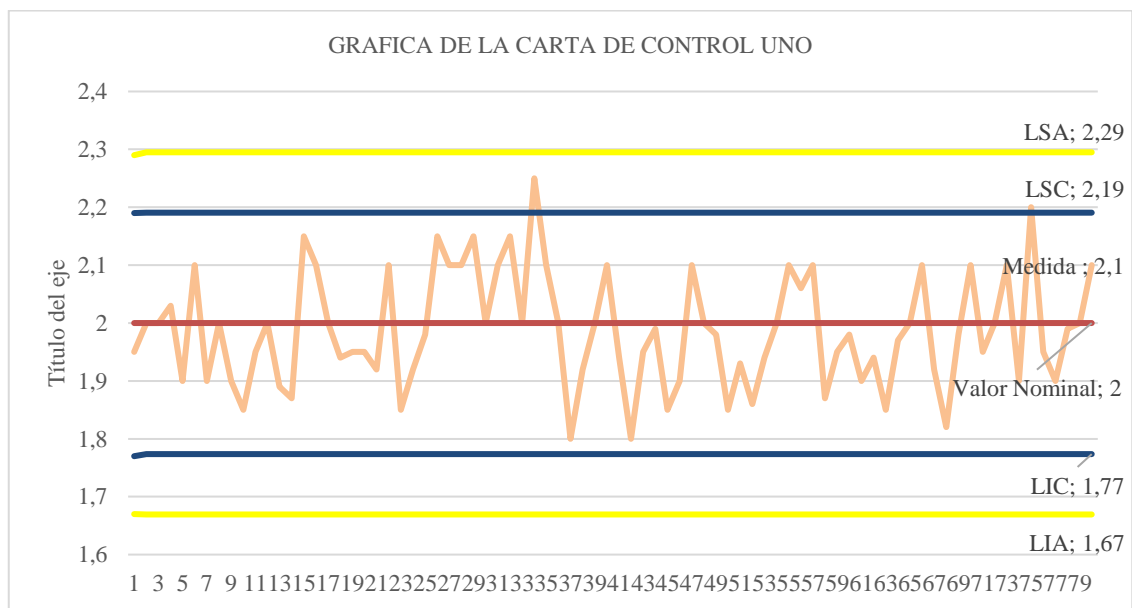
**Tabla 31-4:** Carta de control CERO

CARTA DE CONTROL							
Nombre del ensayo/Unidades				Fecha			
Promedio	1,99	Valor Nominal		2	Desviación Estándar		0,10
Límite Superior de Acción	2,29	Límite Inferior de Acción	1,67	Límite Superior de Control	2,19	Límite Inferior de Control	1,77
Responsable	Marlon Potosí			Observación		CARTA UNO	
No	Datos	No	Datos	No	Datos	No	Datos
1	1,95	21	1,92	41	1,94	61	1,9
2	2	22	2,1	42	1,8	62	1,94
3	2	23	1,85	43	1,95	63	1,85
4	2,03	24	1,92	44	1,99	64	1,97

5	1,9	25	1,98	45	1,85	65	2
6	2,1	26	2,15	46	1,9	66	2,1
7	1,9	27	2,1	47	2,1	67	1,92
8	2	28	2,1	48	2	68	1,82
9	1,9	29	2,15	49	1,98	69	1,98
10	1,85	30	2	50	1,85	70	2,1
11	1,95	31	2,1	51	1,93	71	1,95
12	2	32	2,15	52	1,86	72	2
13	1,89	33	2	53	1,94	73	2,1
14	1,87	34	2,25	54	2	74	1,9
15	2,15	35	2,1	55	2,1	75	2,2
16	2,1	36	2	56	2,06	76	1,95
17	2	37	1,8	57	2,1	77	1,9
18	1,94	38	1,92	58	1,87	78	1,99
19	1,95	39	2	59	1,95	79	2
20	1,95	40	2,1	60	1,98	80	2,1

Realizado por: Chuquiama C., 2023.

Los valores de los límites son los mismo aun cuando el promedio y la desviación estándar sean diferentes a la carta de control cero de tal manera que encontramos la segunda carta de control para poder verificar que estos se encuentren dentro de las especificaciones.



**Ilustración 21-4:** Grafica de control de la carta de control uno.

Realizado por: Chuquiama C., 2023.

En la gráfica de cata de control uno podemos observar que tiene un comportamiento completamente aleatorio, por lo cual los valores están dentro de los parámetros establecido.

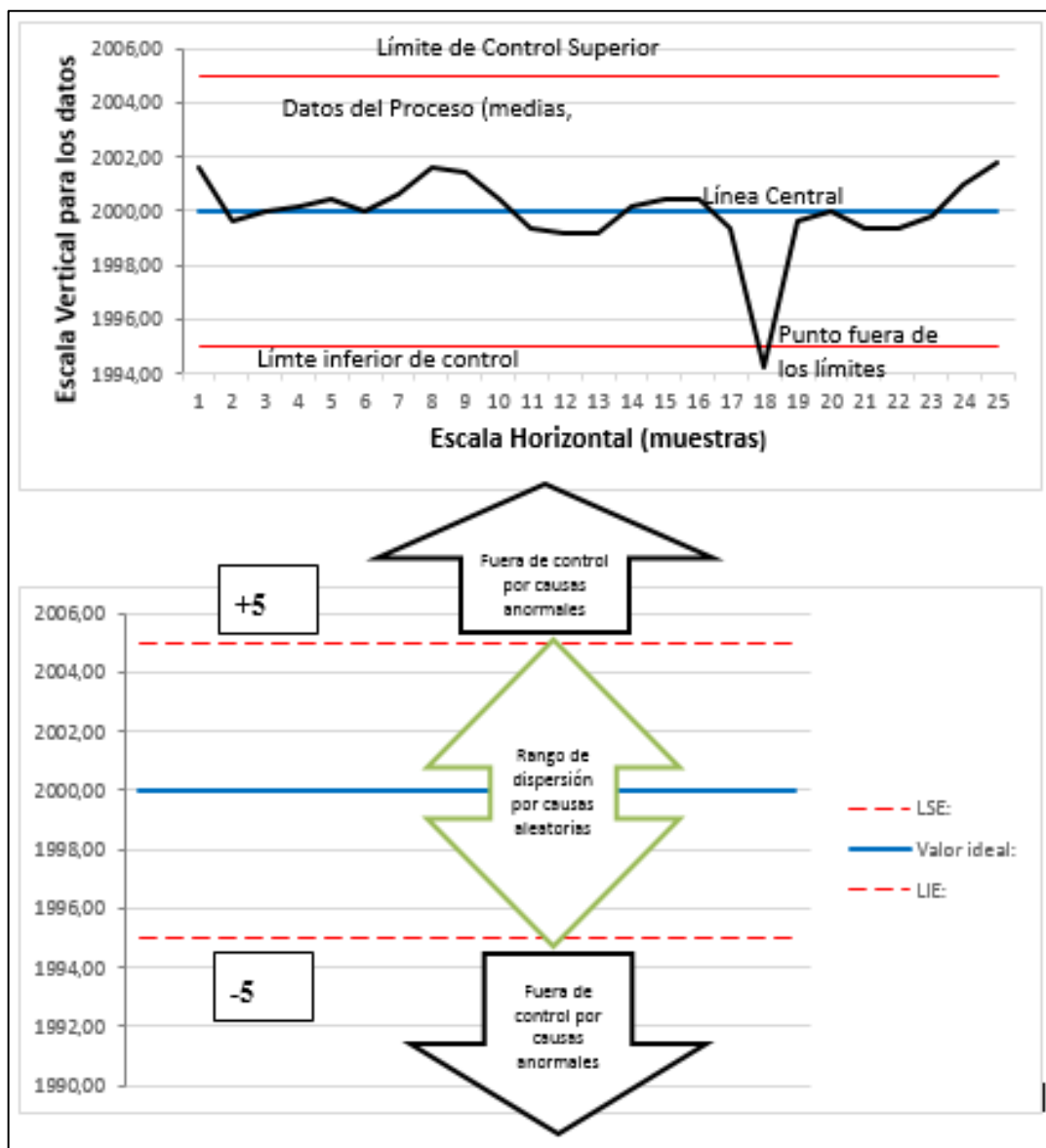
## 4.6. Control

### 4.6.1. Objetivos

En esta fase los principales objetivos son:

- Estandarizar los nuevos procesos
- Documentar las lecciones aprendidas
- Desarrollar métodos para mantener las mejoras

### 4.6.2. Control estadístico

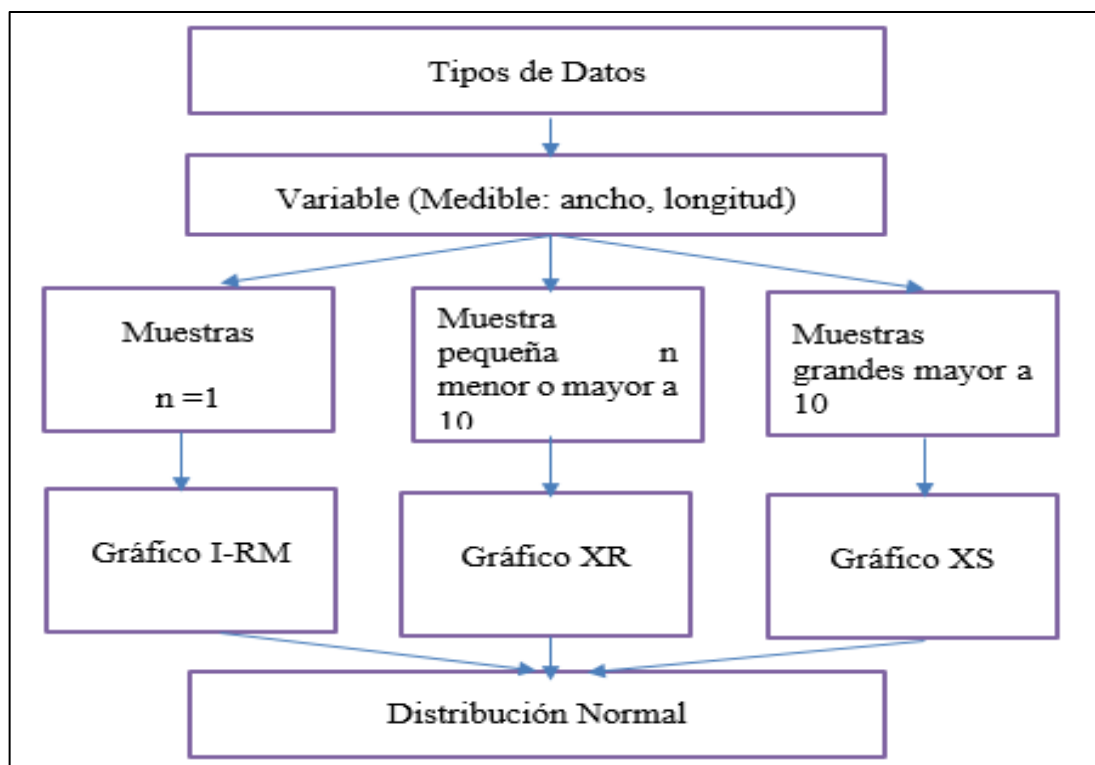


**Ilustración 22-4:** Elementos de la gráfica de control para la empresa Curtiembre Quisapincha

Realizado por: Chuquiana C., 2023

Se aplica el control estadístico con el objeto de monitorizar o mejorar el rendimiento de un proceso. Por ello la finalidad de implementar este tipo de control es comprobar de forma permanente si los resultados de las mediciones que van surgiendo se encuentran estables o cumplen con las especificaciones del cliente. Además, a través de esta herramienta se puede detectar las variaciones existentes por causas especiales, mismas que se podrá visualizar por las señales o puntos que se encuentran fuera de control.

- En consenso este control estadístico se plantea para:
- Determinar si el proceso se encuentra bajo control
- Para medir la capacidad y la toma de decisiones
- Monitorizar el proceso en tiempo real
- Conocer el desempeño del proceso a largo y corto plazo
- Para conocer el comportamiento del proceso



**Ilustración 23-4:** Tipo de gráfica a aplicar

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

En este sentido a continuación se explica los pasos que deben seguir los operarios del área de corte de la empresa Quisapincha, a fin de cumplir con los parámetros de control:

1. Cumplir con los requisitos de control que se detallan en la ilustración 20-4
2. Seleccionar la característica de calidad a monitorizar en este caso ancho parte A del cuero o banda.

3. Definir el tipo de muestreo en este caso de distribución normal, puesto que se debe tomar más de 10 muestras.
4. Selección las gráficas de control
5. Calcular los límites de control
6. Representar gráficamente
7. Analizar el estado del proceso

#### ***4.6.3. Plan de control***

Una vez que se conoce como se debe realiza el control estadístico se procede a realizar un plan de control en base a problemáticas detectadas en el área de remojo y pelambre, así también en corte.



# PLAN DE CONTROL

Cod.:	NN
Rev.:	00
Fecha:	20/11/2021

Pág 1 de 1

		PRODUCCIÓN		CONTACTO CLAVE:		FECHA (ORIG)		FECHA (REV.)			
PLAN DE CONTROL Nº				NN		13/10/2015					
NÚMERO DE PARTE/NIVEL DE ÚLTIMO CAMBIO		IND-001		EQUIPO CENTRAL:		NN		APROBACIÓN INGENIERÍA DEL CLIENTE/ FECHA			
NOMBRE DE PARTE/DESCRIPCIÓN		CUERO		PROVEEDOR/APROB. PLANTA / FECHA				APROBACIÓN DE CALIDAD DEL CLIENTE/ FECHA			
PROVEEDOR/PLANTA		QUISAPINCHA		OTRAS APROBACIONES / FECHA (S.R.)				OTRAS APROBACIONES ( S.R.)			
PARTE/NÚMERO DE PROCESO	NOMBRE DE PROCESO DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN	MAQUINA O HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA	PRODUCTO		CARACT. ESP.	MÉTODOS			PLAN DE REACCIÓN		
			PRODUCTO	PROCESO		ESPECIFIC. PROCESO/PRODUCT. TOLERANCIAS	EVALUACIÓN MEDICIÓN	MUESTRA MEDIDA    FREQ.		MÉTODO DE CONTROL	
1	Remojado y pelambre	Tinas	cuero/bamd	No aplica		Cuero limpio	Visual	100%    Cada lote	Tabla de recepción de material	Avisar al Jefe de producción	
2	Corte	Troqueladora	Cuero/banda	Cortado		Banda Ancho A 2000 milímetros	Medición con flexometro para el ancho A de una banda	Primera, intermedia y última	Cada lote	Registro de inspección durante el proceso	Avisar al Jefe de producción
	REALIZADO					REVISADO		APROBADO			

**Ilustración 24-4:** Plan de control

Realizado por: Chuquiana C., 2023.



Para el proceso de remojado y pelambre; la herramienta de manufactura a utilizar son tinas para el producto cuero, dentro de las especificaciones de tolerancia es que debe estar completamente limpio, para lo cual se realizara una evaluación visual del 100% de los lotes de 10 bandas. Para ello se debe utilizar como metodo de control una tabla de recepción del material o insumo; en caso de presentarse alguna anomalía por deformidad u mal estado del cuero el plan de reacción es avisar inmediatamente al Jefe de producción.

En el caso del proceso de corte de cuero, la maquina a utilizar es la troqueladora, para el cortado cuyas medidas nominales debe ser de 200 centímetros el ancho A. para la evaluación de la medición se utilizara el flexometro. Para ello se tomará una muestra al inicio, medio y final a fin de controlar las medidas de cada lote, para lo cual se utilizara como metodo de control un registro de inspección durante el proceso; en caso de existir causas anormales comunicar al jefe de producción.

En consecuencia una vez establecido los controles; en la siguiente grafica se presenta los pasos que la empresa Quisapincha debe seguir para medir la capacidad del proceso y monitorizar las variaciones, comportamiento del proceso

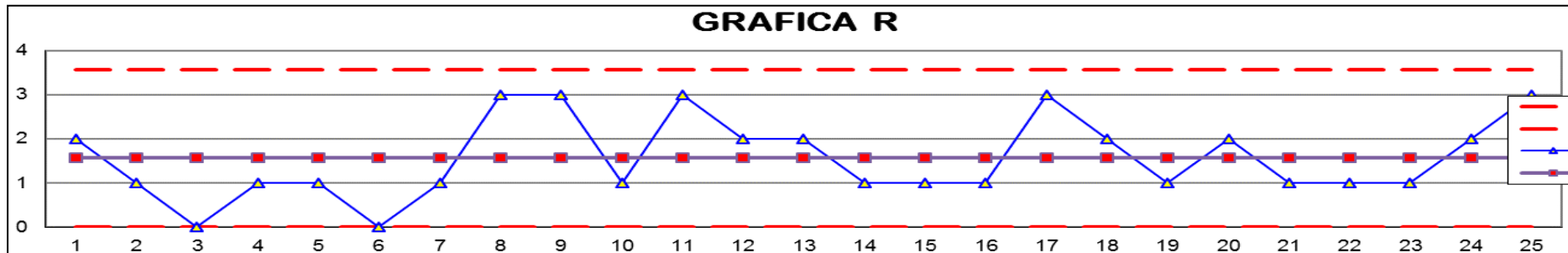
- Realizar mediciones durante 5 días de trabajo
- Las mediciones deben ser de 125 muestras de lamina de cuero lado A
- Llenar el formulario de datos empiricamente
- Luego de 1 semana de prueba sacar los promedios de las mediciones
- Los datos promedios se debe realizar de la siguiente forma, numero de mediciones dividido para 2.
- Una vez obtenido los datos graficar la media
- Para ello es necesario tener en cuenta el limite de control inferior, superior y nominal; en este caso debe ser  $LSC = 201$  y  $LIC = 199$ , medida nominal ancho A 200 centímetros.

Ya con esto se puede detectar si los datos o valores estan dentro de los parametros de control o fuera de los limites de control.



**Ilustración 25-4:** Formato de Gráfica de Control empresa Quisapincha

Realizado por: Chuquiana C., 2023.




**Ilustración 26-4:** Resultados de aplicación de la gráfica de control con nuevas mediciones del lado A del cuero.

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Con las nuevas mediciones realizadas, usando una herramienta de medición idónea como es el flexómetro, se tomaron 125 muestras; de las cuales se obtuvieron una media de 200 centímetros, límite inferior de 180 centímetros, y superior de 205; se obtiene un CPK de 9,87; lo que quiere decir que el proceso es aceptable; cumple con los requerimientos del cliente. Tal como se observa en la gráfica de media los datos se encuentra dentro de los límites de rango aceptados; al igual que en los rangos; indicando que no existe variaciones considerables que afecten al proceso, o medición del cuero; por lo que se considera importante la aplicación de las cartas de control como herramienta para verificar el cumplimiento de requisitos y exigencias del mercado.

#### 4.6.4. Lecciones aprendidas

			REGISTRO DE LECCIONES APRENDIDAS				FECHA:	02/11/2021
							CÓDIGO:	ID-01-001-01
# DE LECCION APRENDIDA	ÁREA / PROCESO / OTROS	TIPO	DESCRIPCION DE LECCIÓN APRENDIDA	FECHA	RESPONSABLE DEL REGISTRO	OBSERVACIONES		
1	Operativo	Proyecto DMAIC	Cando el cliente no solicite el Proceso de Aprobación de Partes de producción , la empresa debe definir los documentos que se debe entregar para lo cual se modificara o se actualizar dependiendo del requerimiento o la voz del cliente.	03/11/2021	Jefe de operaciones	Se incluye documentos del cliente		
2		Recepción Cuero/Pieles	Al momento de receptor la materia prima se debe realizar un análisis de sus deformaciones, no empíricamente. Este análisis debe ser realizado a través de un proceso específico con expertos.	04/11/2021	Jefe de operaciones	N/A		
3	Producción		Cuando se realicen nuevos productos , Cambio de ing. La ejecución de los prototipos y las corridas de producción se deben realizar conjuntamente con el equipo multidisciplinario producción, calidad y desarrollos)	06/11/2021	Jefe de producción	Registro de asistencia, participación de y observaciones según aplique para su posterior seguimiento.		
4	Talento Humano	Proyecto DMAIC	Se debe llevar un control de los perfiles de competencia(Educación, Formación Y experiencia), por que se pone en duda la competencia de los trabajadores	10/11/2021	Jefe de Talento Humano	N/A		

**Ilustración 27-4:** Lecciones aprendidas

Realizado por: Chuquiana C., 2023.

Posterior a la aplicación de las mejoras en los procesos; se realiza un levantamiento de opiniones o lecciones aprendidas por diferentes áreas que compone la empresa; así en el área operativa se remarca que una lección aprendida es que, cuando el cliente no solicite la aprobación de partes de producción; la empresa debe tener listo un documento en el que permita modificar o actualizar los requerimientos del cliente, para ello se debe tener listo toda la documentación del cliente.

En la recepción de material en este caso el cuero, no se realiza ningún análisis del estado de la materia prima; por lo que se debe implementar un procedimiento para analizar las deformidades u estado de la piel; ya que esto se lo realiza de forma empírica, para ello el jefe de operarios debe ser el encargado de la supervisión u control.

En el caso del área de recursos humanos, la lección aprendida es que se debe llevar un control de los perfiles de competencias, a fin de que el personal que se reclute cumpla con las funciones y actividades de cada área de forma que se pueda evitar rotación de personal o inconformidades de un proceso.

## CONCLUSIONES

De acuerdo al diagnóstico realizado de todos los procesos que se realiza en el área de operación de la empresa Quisapincha se pudo determinar que en el corte, remojo y pelambre se presentan no conformidades, fallos de proceso debido a que no se aplican un método de control de mediciones adecuado; sumado a ello existen altos niveles de material en mal estado en el área de recepción; incidiendo para el remojo y pelambre del cuero.

Los niveles de fallo de los procesos se realizan mediante el análisis de CPK en la que se determina que el proceso de corte no es capaz, por otra parte, el sistema de medición que se aplica para el ancho A de la banda tiene una alta tasa de variación de 0,0196. Esto debido a que los operarios no se encuentran capacitados u el método de medición es inadecuado; pues se utilizan una regleta diseñada por los operarios.

Se realizó un diagrama de espina de pescado por cada problema detectado; en el caso del problema de alta variabilidad de muestras de datos de las mediciones y el proceso de corte no capaz, para casa uno se determinaron las 6 M de causas (mano de obra, método, material, mediciones, máquina y entorno). Seguido a ello se realizó un diagrama de Pareto en la que para el primer problema la falta de capacitación del personal y de equipos especializados son los causantes de problemas de medición.

Se aplicó la metodología DMAMC en la que se definió los parámetros a medir en este caso de calidad y requisitos del cliente del proceso de corte, remojo y pelambre; se realizó la medición del proceso para ello se evaluó el sistema de evaluación; donde se determinó que los operarios no están capacitados, y el método de medición no es el adecuado lo realizan de manera empírica a través de una regleta diseñada por los propios operarios; en el análisis de capacidad del proceso se obtuvo un resultado de 0,91 por lo que no es capaz de cumplir con los parámetros de calidad. Una vez observado estas problemáticas de plantean mejoras enfocados en la implementación de nuevos métodos de medición, capacitaciones y planes de mantenimiento de equipos; posterior a la aplicación de estos se realizó un experimento en la que se logró determinar lo siguiente: un proceso capaz con un CPK de 1,04; un nivel de six sigma de 3,13 cumple; lo que significa que por cada millón de oportunidades tendrá 713,87 defectos o mediciones.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar un diagnóstico ampliado de los procesos especialmente en la recepción de material prima, pues es la base fundamental para que los demás productos no tengan inconformidades; para ello siendo necesario contar con un procedimiento de análisis rápido del estado de la piel; de forma que se pueda rechazar o dar de baja productos defectuosos; para así reducir demoras de producción.

Para realizar el análisis de capacidad del proceso es recomendable utilizar sistemas software específicos como el excel y mini tab; pues se puede obtener resultados lo más reales posibles; siendo para ello primordial que la toma de mediciones se lo realicé con total minuciosidad y cuidado. Se debe emplear otras herramientas de análisis de calidad; dependiendo del comportamiento de factores y variables a medir; para ello es necesario antes realizar una prueba de normalidad; a fin de saber que gráficas estadísticas aplicar; sean por atributos o mediciones.

Se tiene un nivel sigma aceptable; sin embargo, es recomendable analizar las mejoras que aplicarán puesto que no todas pueden surtir los mismos efectos; por ende, se deben realizar un análisis por cada variable.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ÁLVAREZ, H.**, *Las métricas seis sigma*, Barcelona: Métricass. 2017.

**ANDRADE ZAMORA, F. A. M. O. K. A. Z. C. R.**, *Método Inductivo y su refutación deductista*. Conrado: s.n. 2018.

**AROCA, S. & PACHECO, L.**, *Diseño de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en herramientas lean six sigma*, Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Coronel, M., 2018. *Método Seis Sigma: Aplicación a empresas de telecomunicaciones*, Cuyo: FCE.

**ESCOBEDO, E. & SOCCONINI, L.**, *Lean Six Sigma*. Barcelona: Marge Books. 2020.

**GEORGE, M.**, *Lean six sigma*, Nueva York: Academia. 2002.

**GÓMEZ NIÑO, O.**, *Los costos y procesos de producción, opción estratégica de productividad y competitividad en la industria de confecciones infantiles de Bucaramanga*, Bogotá: Revista EAN.

**GOOGLE MAPS**, *Google Maps*. [En línea]  
Available at: <https://www.google.com.ec/maps/@-1.2571436,-78.6216187,13z?hl=es>

**GUTIÉRREZ, H. & DE LA VARA, R.**, 2017. *Control Estadístico de calidad y seis sigma*, Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

**MENDÉZ, P.**, *Gestión de la Producción y Operaciones*, Quito: UTEC. 2019.

**MORALES MACEDO, J. A.**, 2017. *Aplicación de la metodología seis sigma, en la mejora del desempeño en el consumo de combustible de un vehículo en las condiciones de uso del mismo*, México DF: Universidad Iberoamericana.

**NARVAEZ, G.**, *Aplicación de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en Lean Six Sigma a la empresa D'MAX SOPRT S.A.S. Fabricante de calzado*, Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente.



**PASTOR, L.,** *Planificación de mejora del proceso de producción aplicando la metodología Seis Sigma*, San Isidro: Universidad Privada del Norte.

**PÉREZ, L.,** *Uso de la metodología Lean Six Sigma para el área operativa del taller tecnicentro JG unicado en la ciudad de Guayaquil*, Guayaquil: UIDE.

**PILLA, O.,** *Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología seis sigma en la empresa metálica Pillapa*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2019.

**RIVERA, C.,** *Análisis de variabilidad en la elaboración de helados utilizando herramientas de la metodología six sigma en la empresa "Productora y comercializadora de los helados de Salcedo CORPICECREAM S.A."*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2020.

**ROBERTO JOSÉ HERRERA ACOSTA, T. J. F. H.,** *Seis Sigma Métodos Estadísticos y sus aplicaciones*. San Salvador: Inditex. 2017.

**SOCCONINI, L. & ESCOBEDO, E.,** *Lean Six Sigma Green Belt, paso a paso*. Primera ed. Barcelona: Marge Books. 2021.

**URRUTIA, Á.,** *Plan de mejora de la calidad en la producción de calzado en creaciones Mabeliz*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2015.



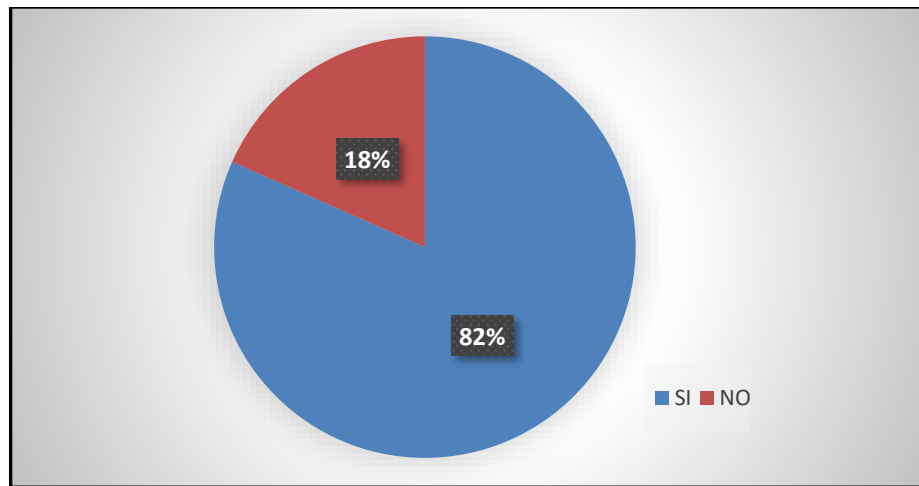
## ANEXOS

### ANEXO A: RESULTADOS DE LA ENCUESTA

El instrumento de medición externa se aplicó a los clientes de la empresa Curtiembre Quisapincha, quienes son los encargados de evaluar la calidad de la materia prima adquirida para obtener un máximo rendimiento. Lo anterior, es con la finalidad de realizar un análisis profundo para determinar las respuestas a las siguientes interrogantes:

#### 1. ¿Usted es cliente fijo de nuestra empresa?

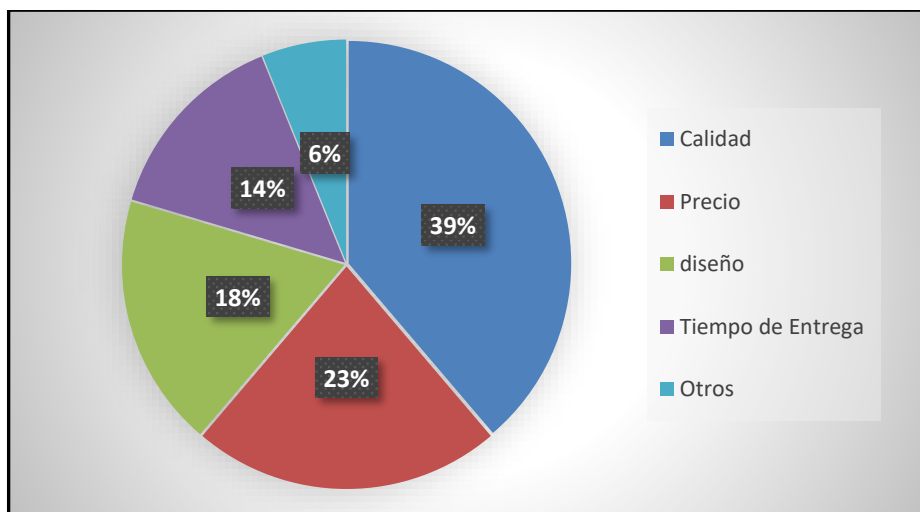
1.- ¿Usted es cliente fijo de nuestra empresa?	Frecuencia	Porcentaje
Si	40	82%
No	9	18%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>



Los resultados que se generalicen en este apartado, permiten contar con una inferencia del comportamiento general de las variables de calidad que se registran en las variables medidas tanto para los clientes fijos de la empresa que rondan el 82% de los encuestados, así como lo clientes eventuales, 18% de los encuestados, que han registrado sus apreciaciones

#### 2. ¿Al adquirir la metería prima de nuestra empresa en que características se fija usted?

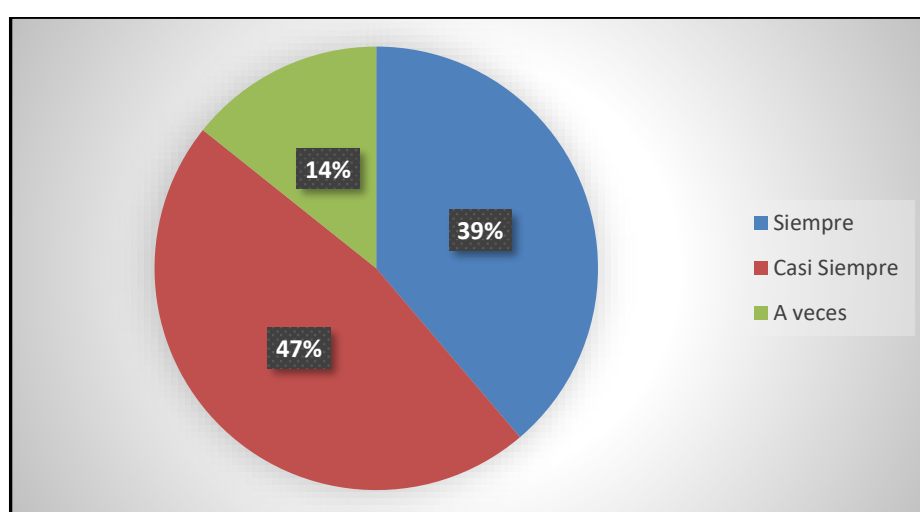
2.- ¿Al adquirir la metería prima de nuestra empresa en que características se fija usted?	Frecuencia	Porcentaje
Calidad	19	39%
Precio	11	22%
Diseño	9	18%
Tiempo de Entrega	7	14%
Otros	3	6%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>



El análisis de la figura 32-4, muestra los hallazgos obtenidos con base en la opinión de los clientes al consultar lo que ellos buscan al momento de adquirir la materia prima de la empresa Curtiembre Quisapincha, y en donde el 39% de ellos reflejan centrarse en la calidad del producto, 23% le restan importancia a la calidad y apuestan al precio, y entre un 18% y un 14% se enfocan en el diseño y el tiempo de entrega, respectivamente.

### 3. ¿La calidad de los productos que entrega la empresa satisface sus necesidades como cliente?

3.-¿La calidad de los productos que entrega la empresa satisface sus necesidades como cliente?	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	19	39%
Casi siempre	23	47%
A veces	7	14%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

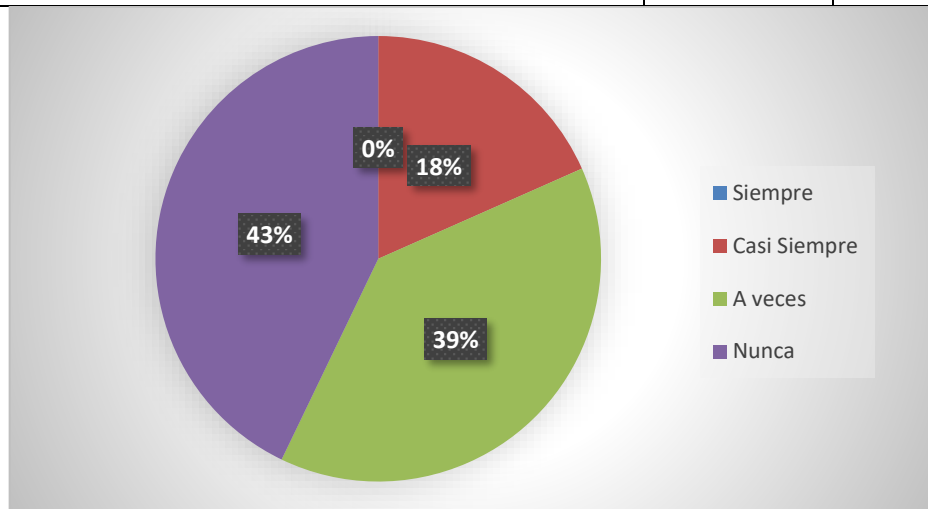


Al momento de analizar los resultados que se reflejan en la figura 33-4, se puede destacar que aproximadamente el 86% de los clientes se sienten satisfechos en la calidad de los productos

entregados por parte de la empresa Curtiembre Quisapincha, solo un 14% muestra una moderada apreciación al considerar que a veces la empresa satisface sus necesidades.

**4. ¿Los productos terminados que adquiere usted en la empresa son defectuosos?**

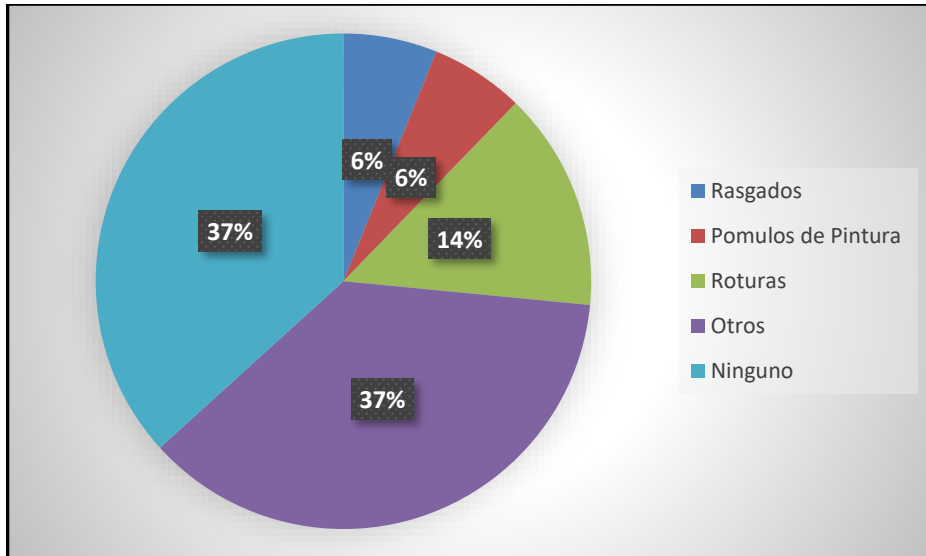
4.- ¿Los productos terminados que adquiere usted en la empresa son defectuosos?	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	0	0%
Casi siempre	9	18%
A veces	19	39%
Nunca	21	43%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>



En virtud de la determinación de los productos terminados proporcionados a los clientes, según lo que establece el levantamiento por medio de encuesta; los clientes afirman que un 18% de los productos adquiridos en la empresa Curtiembre Quisapincha son defectuosos casi siempre y un 39% establecen que a veces presentan defectos. Sin embargo, el 43% de los clientes encuestados evidencian que nunca han recibido productos terminados (cueros) defectuosos.

**5. ¿Señale los defectos que comúnmente ha encontrado o ha detectado en nuestros productos terminados?**

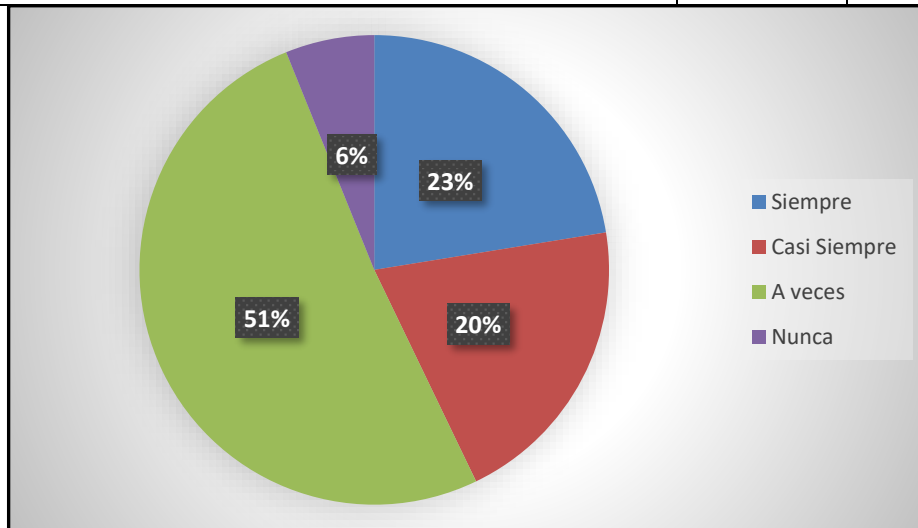
5.- ¿Señale los defectos que comúnmente ha encontrado o ha detectado en nuestros productos terminados?	Frecuencia	Porcentaje
Rasgados	3	6%
Pómulos de Pintura	3	6%
Roturas	7	14%
Otros	18	37%
Ninguno	18	37%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>



En la encuesta aplicada a 49 clientes, muestran un porcentaje del 37% en apreciación para cueros rasgados y con presencia de pómulos de pintura, siendo estas causas frecuentes de defectos en el producto terminado entregado a los diferentes clientes. Además, se presenta en menor grado, 14% de cueros con roturas y 6% en la apreciación de otros defectos o ningún defecto respectivamente.

6. ¿Cree usted que la empresa debería implementar estrategias de calidad para aumentar su mercado?

6.- ¿Cree usted que la empresa debería implementar estrategias de calidad para aumentar su mercado?	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	11	22%
Casi siempre	10	20%
A veces	25	51%
Nunca	3	6%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

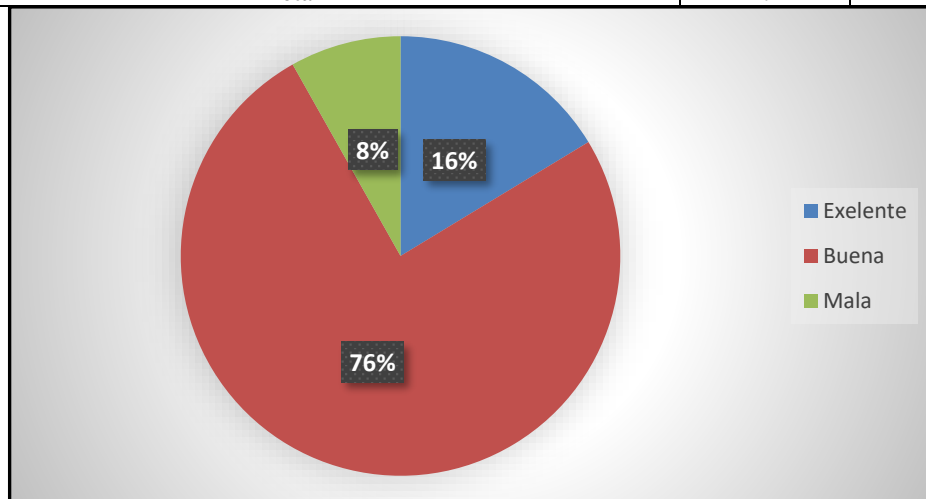


La recomendación general que ofrecen los clientes encuestados, según lo que se evidencia en la figura 36-4, es que la empresa debería siempre o casi siempre implementar estrategias que le

permitan controlar la calidad del producto terminado, atacando específicamente cada sub proceso de producción con la finalidad tendiente a garantizar un cuero de excelente calidad que se logre posicionar como primer proveedor en el mercado nacional e internacional.

**7. ¿Cómo califica usted la atención que le ofrece la empresa como cliente?**

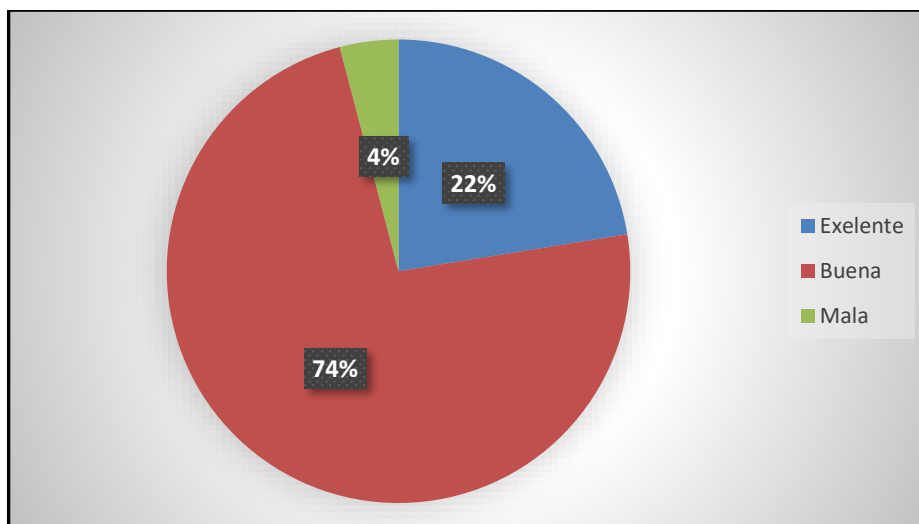
7.- ¿Cómo califica usted la atención que le ofrece la empresa como cliente?	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	8	16%
Buena	37	76%
Mala	4	8%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>



Para el correspondiente análisis de la figura 37-4, esta ofrece un bosquejo general de entre excelente y buena percepción en la atención ofrecida por la empresa Curtiembre Quisapincha.

**8. Usted como cliente de la empresa, ¿Cómo calificaría a nuestros productos en cuanto a los niveles de calidad ofrecidos en comparación a la competencia?**

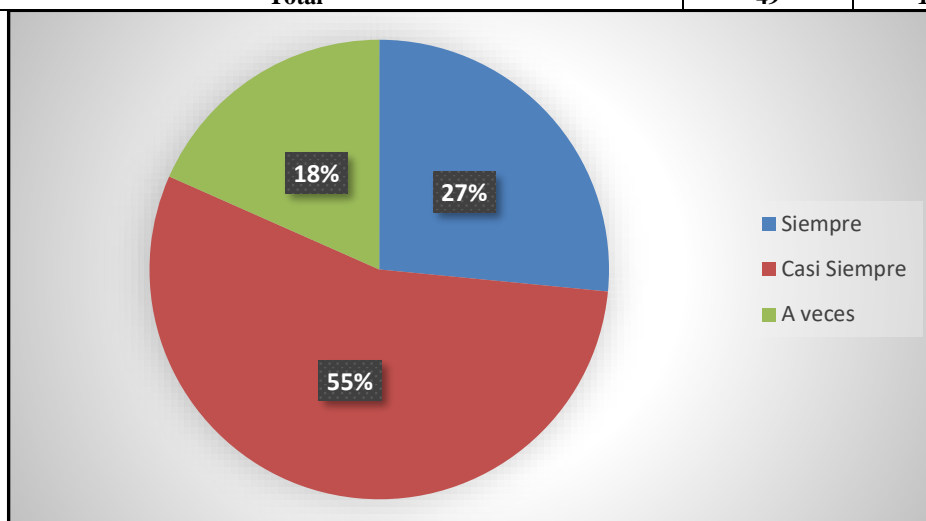
8.- Usted como cliente de la empresa, ¿Cómo calificaría a nuestros productos en cuanto a los niveles de calidad ofrecidos en comparación a la competencia?	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	11	22%
Buena	36	73%
Mala	2	4%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>



Para el correspondiente análisis de la figura 38-4, esta ofrece según lo que norma los hallazgos de la encuesta, una calificación entre excelente (22%) y buena (74%) percepción de los clientes en cuanto a los niveles de calidad de los productos ofertados por la empresa Curtiembre Quisapincha en comparación con la competencia.

**9. ¿El diseño de los productos que ofrece nuestra empresa cumplen con todas sus expectativas?**

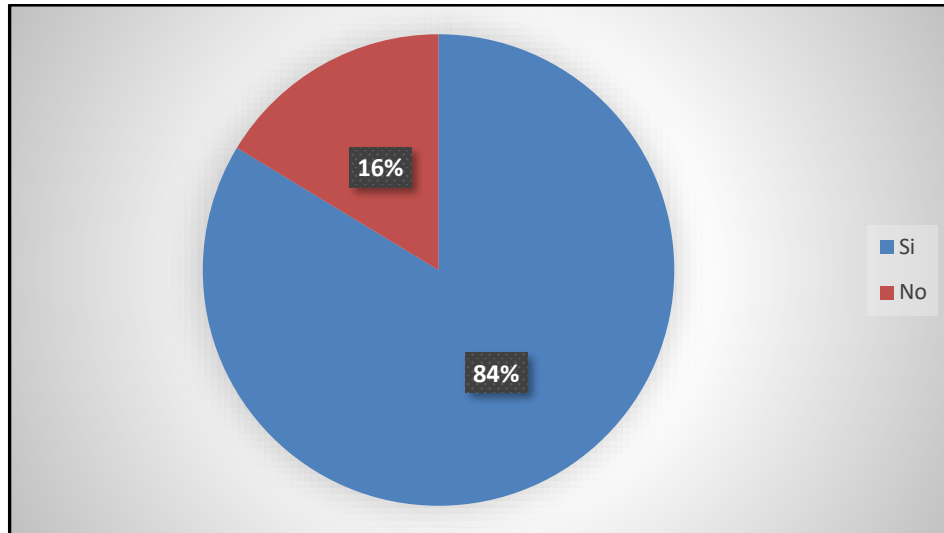
9.-¿El diseño de los productos que ofrece nuestra empresa cumplen con todas sus expectativas?	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	13	27%
Casi Siempre	27	55%
A veces	9	18%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>



En definitiva, la empresa Curtiembre Quisapincha cumple siempre o casi siempre con las expectativas de los clientes, tal situación se muestra en los resultados arrojados por la encuesta realizada a 49 clientes de la empresa (Ver figura 39-4). Y donde solo un 18% de los encuestados manifiestan que a veces la empresa cumple sus expectativas con los productos (cueros) adquiridos.

**10.** ¿Usted como cliente recomendaría nuestros productos a otras personas?

10.¿Usted como cliente recomendaría nuestros productos a otras personas?	Frecuencia	Porcentaje
Si	41	84%
No	8	16%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>



Como aspecto final, se les pregunta a los clientes si estarían de acuerdo en recomendar los productos terminados por la empresa, y los hallazgos muestran que el 84% están de acuerdo en realizar tal recomendación y solo el 16% de ellos no lo harán.



## Anexo A-1: Flujograma proceso de Preparado, Remojo y Pelambre

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (Tipo Material)									
Empresa: Curtiembre Quisapincha		Proceso: P			Estudio N° 01		Hoja N° 01		
Departamento: Produccion		Analista: Chuquiama Carlos			Metodo: Actual		Fecha: 05/07/2021		
Unidad considerada	SIMBOLOS DEL PROCESO	N°	D (m)	TIEMPO (minutos)					descripcion del proceso
				Operaciones	Inspeccion	Transporte	Demora	Almacenaje	
180		1							Operación de rivera.
		1		50					Corte de colas.
		1	25			60			Trasporte a la balanza de pieles
		2		30					Proceso de pesado en kilogramos
		2	5			120			Trasporte de la materia prima desde la balanza hasta los bombos.
		3		15					Ingreso de agua a los bombos para el remojo y pelambre
		4		300					Proceso de remojo
		2							Bodega de productos quimicos para el pelambre y remojo
		3	20			25			Tranporte de los productos quimicos a la balanza
		5		15					Pesado de los productos quimicos
		4	14.5			8			Transporte de los quimicos a los bombos
		6		480					Proceso de la materia prima con los quimicos
		7		1440					Permanecer las pieles en los bombos
		8		5					Vaciado del agua del remojo de los bombos.
		9		15					Ingreso de agua para el proceso de pelambre.
		10		2240					Proceso de pelambre
		11		5					Vaciado del agua y el cuero de los bombos
		5	7			361			Transporte del cuero desde los bombos de remojo y pelambre hasta la maquina descarnadora
		12		60					Preparacion de los cueros para descarnar
		13		150					Perchado del pelambre

### Resumen, actividades del proceso actual

RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Número	Tiempo Parcial (min)	Distancia (m)
Operaciones		47	11196.00	
Inspecciones		3	70.00	
Transportes		30	1154.00	445.40
Demoras		5	205.00	
Almacenes		7	0.00	
<b>Total</b>			<b>12625 minutos (27 días)</b>	

**Anexo A-2: Flujograma proceso de Descarnado, Dividido, Curtido, Desvenado, Rebajado y Teñido**

Empresa: Curtiembre Quisapincha		Proceso: P			Estudio N° 01		Hoja N° 01		
Departamento: Produccion		Analista: Chuquiama Carlos			Metodo: Actual		Fecha: 05/07/2021		
Unidad considerada	SIMBOLOS DEL PROCESO	N°	D (m)	TIEMPO (minutos)					descripcion del proceso
				Operaciones	Inspeccion	Transporte	Demora	Almacenaje	
		1					60		Preparacion de la maquina descarnadora
		14		240					Proceso de descarnado.
		6	5			120			Transporte del descarnado hasta la maquina divididora
		15		80					Corte de fillos e hilachas de los cueros.
		16		480					Proceso de dividido del cuero
		14		30					Pesado del cuero dividido
		7	4			10			Tranporte desde la divididora hasta el bombo de curtido
		3							Bodega de productos quimicos para el curtido.
		8	10			8			Transporte de los quimicos hasta la balanza.
		18		5					Pesado de los productos quimicoa para el curtido.
		9	8			5			Transporte de los productos quimicos hasta los bombos de curtido
		19		1456					Proceso de curtido
		20		5					Vaciado del cuero y agua del proceso de curtido
		21		70					Perchado del cuero curtido
		10	16			7			Transporte desde los bombos de curtido hasta la maquina
		22		200					Proceso de desvenado de cuero
		11	30			15			Transporte de cuero desde la maquina desvenadora hasta la
		23		150					Proceso de rebajado segun su calibre
		1			60				Inpeccion segun su calibre de requerimiento
		12	50			15			Tranporte desde la maquina rebajadora hasta los bombos de
		4							Bodega de productos quimicos para el teñido.
		13	11			5			Transporte de productos quimicos a la balanza de productos quimicos.
		24		10					Pesado de los productos quimicos para el teñido
		14	20			10			Tranporte de productos del teñido hasta los bombo de teñido
		25		480					Proceso de teñido
		2			5				Inspeccion del estado de teñido
		26		45					Vaciado del cuero teñido
		27		210					Perchado del cuero teñido

Resumen, actividades del proceso actual

RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Número	Tiempo Parcial (min)	Distancia (m)
Operaciones		47	11196.00	
Inspecciones		3	70.00	
Transportes		30	1154.00	445.40
Demoras		5	205.00	
Almacenes		7	0.00	
<b>Total</b>			<b>12625 minutos (27 días)</b>	

**Anexo A-3: Flujo grama proceso de Ecurrido, Secado al Vacío, Secado al Ambiente, Perchado, Ablandado, Lijado y Pulido, Limpiado, Pintado y Prensado.**

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (Tipo Material)									
Empresa: Curtiembre Quisapincha		Proceso: P				Estudio N° 01		Hoja N° 01	
Departamento: Produccion		Analista: Chuquiama Carlos				Metodo: Actual		Fecha: 05/07/2021	
Unidad considerada	SIMBOLOS DEL PROCESO	N°	D (m)	TIEMPO (minutos)					descripcion del proceso
				Operaciones	Inspeccion	Transporte	Demora	Almacenaje	
		15	12			10			Transporte del cuero teñido hasta la maquina escurridora.
		28		270					Proceso de escurrido
		16	1.9			15			Transporte de la maquina escurridora a la maquina de secado al vacio.
		2					60		Preparacion de la maquina de vacio
		29		180					Proceso de secado al vacio
		17	30			120			Transporte del cuero de la maquina de vacio a area de secado al ambiente
		30		400					Secado al ambiente
		31		30					Perchado de los cueros que se encuentran con la humedad requerida
		18	30			15			Transporte a la maquina ablandadora
		32		180					Proceso de blandado
		33		120					Recorte de de los bordes del cuero que se encuentran muy resecos.
		19	15			15			Tranporte del cuero de la maquina ablandadora hasta la prensa 2.
		3					10		Preparado de la prensa
		34		240					Proceso de prensado con la placa correspondiente a su semi acadado
		20	25			30			Transporte de cuero desde la prensa 2 hasta el puesto de lijado o pulido
		4					60		Preparacion de la maquina lijadora o de los implementos para pulir.
		35		300					Proceso de lijado o pulido
		21	5			20			Transporte de cuero de maquina lijadora/pulido hasta la maquina limpiadora.
		36		120					Proceso de limpiado de cuero lado a utilizar.
		22		20		10			Transporte de cuero de la maquina limpiadora hasta el area de pintado.
		5							Bodega de pintura.
		37		15					Preparacion de pintura según el cliente.
		23	8			1			Transporte de pintura hasta el area de pintado.
		38		180					Proceso de pintado
		24	9			2			Transporte del area de pintura hasta el area de secado
		39		10					Secado del cuero pintado
		25	19			10			Transporte del area de secadu de cueros pintados a la prensa 1
		5					15		Preparacion de la maquina de prensar 1
		40		200					Proceso de prensado

Resumen, actividades del proceso actual

RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Número	Tiempo Parcial (min)	Distancia (m)
Operaciones		47	11196.00	
Inspecciones		3	70.00	
Transportes		30	1154.00	445.40
Demoras		5	205.00	
Almacenes		7	0.00	
<b>Total</b>			<b>12625 minutos (27 días)</b>	

**Anexo A-4:** Flujograma proceso de Prensado, Acabado, Medición, Embalaje, Clasificación y empaquetado.

Empresa: Curtiembre Quisapincha		Proceso: P			Estudio N° 01			Hoja N° 01	
Departamento: Produccion		Analista: Chuquiana Carlos			Metodo: Actual			Fecha: 05/07/2021	
Unidad considerada	SIMBOLOS DEL PROCESO	N°	D (m)	TIEMPO (minutos)					descripcion del proceso
				Operaciones	Inspeccion	Transporte	Demora	Almacenaje	
		26	19			15			Transporte del cuero desde la prensa 1 hasta el area de pintado
		6							Bodega de laca/ barniz
		41		5					Preparacion de laca/ barniz
		27	8			2			Transporte de producto laca/barniz hasta el area de pintado
		42		80					Aplicación del producto laca/barniz
		3			5				Inspeccion del producto aplicado laca/barniz
		28	8			60			Tranporte al area de secado de productos aplicados laca/barniz
		43		90					Secado de los cueros con el producto aplicaado Laca/barniz
		29	5			15			Transporte del area de secado de productos semiterminados hasta el
		44		250					Clasificacion de cuero en (Primera, Segunda, Tercera)
		45		150					Proceso de medicion
		46		30					Proceso de empaquetado ( 10 o 15 bandas )
		47		60					Embalaje del cuero
		30	25			45			Transporte del area area de clasificacion, empaquetado,
		7							Almacenamiento de productos terminados
Total			445.4	11196	70	1154	205	0	
Total en minutos		12625							
Total en días		26.30208333							

Resumen, actividades del proceso actual

RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Número	Tiempo Parcial (min)	Distancia (m)
Operaciones		47	11196.00	
Inspecciones		3	70.00	
Transportes		30	1154.00	445.40
Demoras		5	205.00	
Almacenes		7	0.00	
<b>Total</b>			<b>12625 minutos (27 días)</b>	

**ANEXO B: CHECK LIST**

<b>Descripción</b>	<b>Adecuado</b>	<b>Inadecuado</b>
Concentración de movimiento mecánico (cuero)		
Verificación del estado de piel receptada del proveedor		
Medición de cuero		
Tiempo de remojo piel		

**Anexo B-1:** Encuesta Aplicada a la Empresa Curtiembre Quisapincha



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: “MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CUERO  
MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA CURTIEMBRE  
QUISAPINCHA”**

**ENCUESTA INTERNA (Operarios /Empleados)**

**OBJETIVO DE LA ENCUESTA:** Determinar las causas de los productos defectuosos que actualmente se vienen elaborando en la empresa curtiembre Quisapincha

**INSTRUCCIONES:** Marcar con una “X” la respuesta que usted considere correcta que influya en la Calidad del Cuero

1.- ¿La falta de capacitación es una de las causas de los productos defectuosos?

Verdadero ( ) Falso ( )

2.- ¿La poca experiencia del personal en el manejo del curtido es una de las causas de productos defectuosos?

Verdadero ( ) Falso ( )

3.- ¿Considera usted que hacen falta más controles de calidad durante la elaboración de los productos?

Verdadero ( ) Falso ( )

4.- ¿Considera usted que la falta de un método de corte estándar es una de las causas de los productos defectuosos?

Verdadero ( ) Falso ( )

5.- ¿La falta de limpieza es uno de los causantes del problema que afronta la empresa?

Verdadero ( ) Falso ( )

6.- ¿La falta de orden en el área de trabajo también contribuye con este problema?

Verdadero ( ) Falso ( )

7.- ¿La falta de control al momento de recibir los insumos?

Verdadero ( ) Falso ( )

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

..

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

**Anexo B-2:** Encuesta Aplicada a los Clientes de la Empresa Curtiembre Quisapincha



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: “MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CUERO MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA CURTIEMBRE QUISAPINCHA”**

**OBJETIVO DE LA ENCUESTA:** Investigar el nivel en la calidad de los procesos de producción del cuero para la empresa curtiembre Quisapincha, que distribuye en el mercado actual

**INSTRUCCIONES:** Lea determinadamente cada pregunta y señale con una X la respuesta que usted considera conveniente. De antemano, se agradece su respuesta y su sinceridad son requeridas poder alcanzar con el objetivo de la investigación.

**COMPROMISO:** Los investigadores se comprometen a guardar absoluta reserva y emplear información para mejorar indicadores de calidad.

1. ¿Usted es cliente fijo de nuestra empresa?

Si ( ) No ( )

2. ¿Al adquirir la materia prima de nuestra empresa en que características se fija usted?

Calidad ( ) Precio ( ) Diseño ( ) Tiempo de Entrega ( ) Otros ( )

3. ¿La calidad de los productos que entrega la empresa satisface sus necesidades como cliente?

Siempre ( ) Casi Siempre ( ) A veces ( )

4. ¿Los productos terminados que adquiere usted en la empresa son defectuosos?

Siempre ( ) Casi Siempre ( ) A veces ( ) Nunca ( )

5. ¿Señale los defectos que comúnmente ha encontrado o ha detectado en nuestros productos terminados?

Rasgados ( ) Pómulos de pintura ( ) Roturas ( ) Otros ( ) Ninguno ( )

6. ¿Cree usted que la empresa debería implementar estrategias de calidad para aumentar su mercado?

Siempre ( ) Casi Siempre ( ) A veces ( ) Nunca ( )

7. ¿Cómo califica usted la atención que le ofrece la empresa como cliente?

Excelente ( ) Buena ( ) Mala ( )

8. Usted como cliente de la empresa, ¿Cómo calificaría a nuestros productos en cuanto a los niveles de calidad ofrecidos en comparación a la competencia?

Excelente ( ) Buena ( ) Mala ( )

9. ¿El diseño de los productos que ofrece nuestra empresa cumplen con todas sus expectativas?

Siempre ( ) Casi Siempre ( ) A veces ( )

10. ¿Usted como cliente recomendaría nuestros productos a otras personas?

Si ( ) No ( )

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**



**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega: 04 / 07 / 2023**

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos: CARLOS ANTONIO CHUQUIANA CAGUANA</b>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad: MECÁNICA</b>
<b>Carrera: INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>
<b>Título a optar: INGENIERO INDUSTRIAL</b>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable: Lcdo. Holger Ramos, MSc.</b>

1308-DBRA-UPT-2023