# UNIVERSIDAD CENTRAL

# VICERRECTORÍA ACADÉMICA

## ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

# IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ROPA DE LA IMPRENTA LITOPRISMA DE TURRIALBA, PARA ELIMINAR LOS REPROCESOS Y GARANTIZAR LA CALIDAD Y CONSISTENCIA DE LOS PRODUCTOS

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**


## ESTUDIANTE: MALVER ANTONIO CALDERÓN MOYA

## TUTOR: ING. IVÁN ALVARADO AGUILAR



**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA**

**MARZO, 2025**

# CONTENIDO

**DECLARACIÓN JURADA** ..... **I**

**CÉDULA DE IDENTIDAD** ..... **II**

**SOLICITUD DE DEFENSA** ..... **III**

**CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR** ..... **IV**

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR** ..... **V**

**CERTIFICADO DEL FILÓLOGO** ..... **VI**

**CARTA DE ENTENDIMIENTO** ..... **VII**

**CONTENIDO** ..... **VIII**

**TABLAS** ..... **XI**

**FIGURAS** ..... **XII**

**DEDICATORIA** ..... **XIV**

**AGRADECIMIENTOS** ..... **XV**

**EPÍGRAFE** ..... **XVI**

**RESUMEN** ..... **XVII**

**CAPÍTULO I. PROBLEMA** ..... **1**

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 2

1.2 OBJETIVOS ..... 3

*1.2.1 Objetivo general* ..... *3*

*1.2.2 Objetivos específicos* ..... *3*

1.3 JUSTIFICACIÓN ..... 3

1.4 ANTECEDENTES ..... 4

*1.4.1 Antecedentes nacionales* ..... *4*

*1.4.2 Antecedentes internacionales* ..... *6*

1.5 PROYECCIONES ..... 8

*1.5.1 Alcances* ..... *8*

*1.5.2 Limitaciones* ..... *9*

**CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO** ..... **10**

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES ..... 11

*2.1.1 DMAIC* ..... *11*

*2.1.2 Project Charter* ..... *12*
*2.1.3 Tablas de Excel* ..... *13*
*2.1.4 Árbol de CTQ* ..... *14*
*2.1.5 Diagrama SIPOC* ..... *15*
*2.1.6 Diagrama de Flujo* ..... *16*
*2.1.7 Lluvia de Ideas* ..... *17*
*2.1.8 Diagrama de Ishikawa* ..... *18*
*2.1.9 Multivoto* ..... *19*
*2.1.10 Diagrama de Pareto* ..... *20*
*2.1.11 KPIs* ..... *20*
*2.1.12 Diagrama de Gantt* ..... *21*
*2.1.13 Análisis de Costos* ..... *22*
*2.1.14 ROI (Retorno de Inversión)* ..... *22*
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA ..... 23
*2.2.1 Visión / Misión* ..... *23*
*2.2.2 Antecedentes históricos* ..... *23*
*2.2.3 Ubicación geográfica* ..... *24*
*2.2.4 Estructura organizacional* ..... *24*
*2.2.5 Cantidad de empleados* ..... *25*
*2.2.6 Tipos de productos* ..... *25*
*2.2.7 Mercado de exportación* ..... *25*
*2.2.8 Descripción general del proceso productivo* ..... *26*

**CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO ..... 28**

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN ..... 29
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN ..... 30
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN ..... 33
*3.3.1 Sujetos de información* ..... *34*
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS ..... 35
3.5 INSTRUMENTOS ..... 37
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS ..... 38

**CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS ..... 41**

4.1 DEFINIR ..... 42
4.2 MEDIR ..... 55
4.3 ANALIZAR ..... 70

**CAPÍTULO V. PROPUESTA ..... 75**

5.1 MEJORAR ..... 76
5.2 CONTROLAR ..... 84

**CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 95**

CONCLUSIONES ..... 96
RECOMENDACIONES ..... 97

**REFERENCIAS ..... 99**

**APÉNDICES Y ANEXOS ..... 104**

APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS ..... 105
APÉNDICE 2: FORMULARIO DE INSPECCIÓN ..... 106
APÉNDICE 3: TOMA DE TIEMPOS POR CAMISA ..... 107
APÉNDICE 4: FORMULARIO DE MEDICIÓN DE LAS INCONSISTENCIAS EN LAS ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO ..... 108
APÉNDICE 5: TOMA DE TIEMPOS MÁS EL PORCENTAJE SUPLEMENTOS ..... 109
APÉNDICE 6: MATRIZ DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ..... 110
APÉNDICE 7: LISTA DE VERIFICACIÓN DE DESORGANIZACIÓN EN EL ÁREA DE TRABAJO ..... 111
APÉNDICE 8: MATRIZ DE CAPACITACIÓN ..... 112
APÉNDICE 9: DIAGRAMA BIMANUAL ..... 113
ANEXO 1: ORGANIGRAMA DE LA IMPRENTA LITOPRISMA ..... 114
ANEXO 2: CANTIDAD DE EMPLEADOS POR ÁREA ..... 115
ANEXO 3: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO ..... 116
ANEXO 4: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN DE CAMISAS ..... 117

# TABLAS

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área ..... 25
Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico ..... 36
Tabla 4.1: Causas que provocan los reprocesos ..... 69
Tabla 4.2: Tabla de cantidad defectos hallados ..... 70
Tabla 5.1: Tabla de costos estimados de la implementación del Bimanual ..... 78
Tabla 5.2: Tabla de costos para la capacitación ..... 81
Tabla 5.3: Tabla de las fechas para las capacitaciones ..... 81
Tabla 5.4: Tabla de actividades con sus respectivas fechas para elaborar Diagrama de Gantt ..... 91

# FIGURAS

Figura 2.1: Ejemplo de esquema DMAIC ..... 12
Figura 2.2: Ejemplo de Project Charter ..... 13
Figura 2.3: Ejemplo de tablas de Excel ..... 14
Figura 2.4: Ejemplo de Árbol de CTQ ..... 15
Figura 2.5: Ejemplo de Diagrama SIPOC ..... 16
Figura 2.6: Ejemplo de Diagrama de Flujo ..... 17
Figura 2.7: Ejemplo de Gráfico de Lluvia de Ideas ..... 18
Figura 2.8: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa ..... 19
Figura 2.9: Ejemplo de Multivoto ..... 19
Figura 2.10: Ejemplo de Diagrama de Pareto ..... 20
Figura 2.11: Ejemplo de KPIs ..... 21
Figura 2.12: Ejemplo de Diagrama de Gantt ..... 22
Figura 2.13: Ejemplo de Retorno de Inversión ..... 22
Figura 2.14: Mapa satelital de la Imprenta Litoprisma ..... 24
Figura 2.15: Organigrama de la Imprenta Litoprisma. ..... 24
Figura 2.16: Diagrama de Flujo del proceso general productivo de la Imprenta Litoprisma. ..... 26
Figura 3.1: Esquema DMAIC del proyecto. ..... 30
Figura 3.2: Project Charter. ..... 34
Figura 3.3: Diagrama de Flujo de las herramientas Ingenieriles ..... 39
Figura 3.4: Cronograma del Plan de Trabajo ..... 40
Figura 4.1: Árbol de CTQ ..... 43
Figura 4.2: Diagrama SIPOC ..... 44
Figura 4.3: Diagrama de Flujo ..... 46
Figura 4.4: Lluvia de Ideas ..... 47
Figura 4.5: Multivoto ..... 49
Figura 4.6: Resultados del Multivoto para la realización del Diagrama de Pareto ..... 51
Figura 4.7: Diagrama de Pareto ..... 52
Figura 4.8: Diagrama de Ishikawa ..... 53
Figura 4.9: Formulario de inspección ..... 57
Figura 4.10: Toma de tiempos por camisa ..... 60
Figura 4.11: Formulario de medición de las inconsistencias en las especificaciones del producto ..... 61
Figura 4.12: Toma de tiempos más el porcentaje de Suplementos ..... 63
Figura 4.13: Matriz de Mantenimiento Preventivo ..... 65
Figura 4.14: Lista de verificación de desorganización en el área de trabajo ..... 67
Figura 4.15: Matriz de capacitación ..... 68

Figura 4.16: Total de pérdidas en la semana analizada ..... 72
Figura 5.1: Diagrama Bimanual con los pasos utilizados hasta el día antes de la implementación ..... 76
Figura 5.2: Diagrama Bimanual Correcto Para Implementar ..... 77
Figura 5.3: Diagrama de Gantt para las capacitaciones ..... 82
Figura 5.4: Formulario de inspección, pruebas realizadas con el Diagrama Bimanual sugerido ..... 83
Figura 5.5: Lista de verificación de inspección en tiempo real ..... 85
Figura 5.6: Cuadro de supervisión de Indicadores de Calidad ..... 88
Figura 5.7: Análisis de Costos ..... 88
Figura 5.8: Diagrama de Gantt ..... 92

# DEDICATORIA

Dedicado a mi mamá.

# AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, a Dios.

# EPÍGRAFE

*Si buscas una mano amiga, empieza por tu brazo.*

Canserbero

# RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Imprenta Litoprisma, ubicada en Turrialba, Cartago, Costa Rica. Dicha investigación se enfocó en la línea de producción de ropa, específicamente, en la fabricación de camisas, con la meta de minimizar los reprocesos, y con ello maximizar la calidad del producto final por medio de la Metodología DMAIC.

En el capítulo #4, se identificaron las causas principales de los reprocesos en la línea de producción de ropa mediante herramienta ingenieriles como el Árbol de CTQ, Diagrama SIPOC, Lluvia de Ideas, Multivoto, Pareto y Diagrama de Ishikawa. Con ello, se encontró que los factores principales que afectaban la eficiencia eran un Control de Calidad Inadecuado y la Falta de Capacitación del Personal. Antes de la implementación de mejoras, la tasa de reprocesos era de un 76.9%, lo cual generaba perdidas económicas significativas.

En el capítulo #5, las propuestas de mejora incluyeron la implementación de un Método Bimanual, Capacitaciones para el personal a cargo del proceso y un sistema de inspección en tiempo real. Como resultado de ello, la tasa de reprocesos se redujo del 76.9% al 11.53%, representando una disminución del 65.37%. Además, se logró un ahorro anual estimado de 1,943,33.46 colones, aumentando la eficiencia de la línea de producción y optimizando los costos operacionales.

El objetivo general del estudio, consistía en implementar mejoras en la línea de producción de ropa para disminuir los reprocesos y garantizar la calidad de los productos, se logró cumplir con creces. Se obtuvo una minimización de reprocesos significativos, superior a la meta establecida del 10%, logrando un 65.37% de mejora. También, la implementación de estrategias de control de calidad y capacitación del personal permitió asegurar la sostenibilidad de las mejoras realizadas en el proceso productivo.

En conclusión, el proyecto presentado logró un impacto positivo y medible en la línea de producción de ropa de la Imprenta Litoprisma, logra no solo minimizar los reprocesos, sino también mejorar la calidad del producto y la competitividad de la empresa en el mercado.

# CAPÍTULO I. PROBLEMA

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente proyecto de investigación se realizará en la Imprenta Litoprisma, ubicada en Turrialba, Cartago, específicamente, en la línea de producción de ropa en la confección de camisas que es el producto con más demanda, la cual ha estado sufriendo problemas serios en cuanto a la calidad de sus productos y al alto índice de reprocesos, los cuales generan retrasos en las entregas de los productos, aumento en los costos operacionales y disminución en la satisfacción del cliente, debido al no cumplimiento de sus estándares.

El problema actual de los reprocesos radica en que una alta proporción de los productos fabricados no cumple con los requerimientos de calidad establecidos, lo que obliga a realizar correcciones, o en el peor de los casos hacer desde cero el producto. Entre las posibles causas se identifican lo que son la falta de estandarización en algunos procesos, el mal estado o el desgaste de algunos de los equipos existentes, la falta de capacitación adecuada del personal de la empresa, además de una carga de trabajo distribuida de una manera ineficiente. Estos factores, en conjunto, están teniendo un impacto poco positivo en cuanto a la eficiencia del proceso de producción, ocasionando pérdidas económicas y afectando la reputación de la Imprenta en el mercado.

Las consecuencias de este problema, si no se toman las decisiones adecuadas a tiempo, pueden escalar, provocando un aumento continuo y significativo de los costos, una pérdida más grande en la competitividad con otras empresas, y una afectación prolongada en cuanto a la calidad de los productos; además, los reprocesos no solo aumentan el tiempo de producción, sino que también disminuyen la capacidad de la empresa para atender pedidos nuevos, lo que puede llevar a pérdidas graves de oportunidades de negocio.

Por lo tanto, se realizará un estudio para analizar y mejorar los procesos en la línea de producción de ropa, buscando implementar soluciones que permitan eliminar los reprocesos, y con ello garantizar un nivel de calidad óptimo y estable de los productos.

¿De qué manera la implementación de mejoras en la línea de producción de ropa, a través de la metodología DMAIC, puede reducir los reprocesos y aumentar la eficiencia y la calidad de los productos?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo general

Analizar la línea de producción de ropa de la Imprenta Litoprisma, por medio de la Metodología DMAIC, con el fin de identificar las mudas que están generando los reprocesos, y generando con ello una disminución del producto no conforme de al menos un 10% y garantizar la calidad de los productos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las principales causas de los reprocesos en la línea de producción mediante la Metodología DMAIC.
- Medir el desempeño actual de la línea de producción por medio de herramientas ingenieriles.
- Analizar las causas que provocan los reprocesos para encontrar las más importantes.
- Proponer mejoras y controles que disminuyan los reprocesos en la línea de producción de ropa, y que garanticen el regulamiento de las mejoras.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto en desarrollo tiene una gran relevancia, no solo para la Imprenta Litoprisma, sino que también para el sector industrial en general, debido a que aborda un problema común en los procesos productivos como lo son reprocesos o también llamados retrabajos, los cuales no solo representan un aumento en los costos, sino que, además, generan ineficiencias operativas que afectan negativamente la rentabilidad de la empresa como tal, sin dejar de lado que la satisfacción del cliente también se ve afectada en gran parte. Por tanto, en este sentido, el implementar mejoras en la línea de producción se vuelve sumamente importante para asegurar la competitividad de la Imprenta en el mercado.

Ahora, abordando el tema desde un punto social, la mejora de la eficiencia y de la calidad en los procesos productivos tiene un impacto muy importante y positivo en los colaboradores de la empresa, ya que un ambiente de producción más ordenado y eficiente no solo minimiza las cargas de trabajo, sino que de igual manera contribuye a

la disminución del error humano y a la mejora del ambiente o de las condiciones laborales; además, el aumento en la calidad de los productos premia a los consumidores finales a recibir productos de mayor duración y con una mejor fabricación.

Las implicaciones practicas del proyecto son significativas, ya que aplican la metodología DMAIC, se puede tener una comprensión con mayor detalle de las causas raíz de los problemas en la línea de producción de ropa. Con dicha metodología, no solo se basa en la meta de reducir los reprocesos, sino que también pueda establecer un sistema de mejora continua que le conceda a la Imprenta adaptarse de una manera rápida y efectiva a lo que exige el mercado, con ello, el identificar y eliminar las ineficiencias, se contribuye a la disminución de tiempos en la producción y de costos operativos y mejoras importantes en la calidad de los productos, lo cual es vital en un entorno industrial competitivo.

La pertinencia del proyecto en desarrollo no es cuestionable, ya que se amolda y se alinea con las necesidades actuales de la Imprenta de minimizar los reprocesos, aumentar la calidad el producto y optimizar la eficiencia operativa. Al tener en cuenta la creciente competencia en el mercado de ropa, una producción de la misma de manera eficiente y con estándares de calidad altos, es vital para posicionar a la empresa en el mercado.

En conclusión, el proyecto presente no solo es viable y pertinente, también es de gran valor para el crecimiento de la empresa, ya que, al tratar el tema de los reprocesos, y el optimizar la calidad del producto final, el proyecto ayudará de forma sustancial a fortalecer la competitividad de la Imprenta en el mercado, ayudando a generar beneficios reales tanto para la empresa y sus empleados como para todos los clientes.

## 1.4 ANTECEDENTES

### 1.4.1 Antecedentes nacionales

Villegas (2023), indica en su tesis sobre la reducción de desperdicios de la materia prima en el proceso de extrusión de la empresa Resinplast, que para dicha reducción se debe desarrollar una propuesta de mejora de procesos con la aplicación de diversas herramientas ingenieriles, con el fin de minimizar el desperdicio de materia prima en el área de extrusión de la empresa (p. 19).

Con ello, se puede beneficiar, de manera principal, al departamento de Gerencia General y Producción de la empresa en estudio, además, la sociedad en general se vería beneficiada por la potencial reducción de consumo de materias primas y su impacto positivo hacia el medio ambiente.

Como segundo antecedente nacional, Correa (2013), durante su proyecto de tesis sobre la implementación de gestión por procesos del INEC, primeramente, busca encontrar solución al problema en la definición de los procesos de la Institución por medio de la formulación de un proyecto para encaminarla hacia la gestión por procesos, además de contribuir con la sistematización de los documentos que requiere para describir su funcionamiento. (p. 5).

Aunado a lo anterior, se busca con diversas herramientas solucionar el problema y darle un énfasis más estratégico a la institución por medio de un proyecto evaluado y estudiado de manera profunda para poder llevar a cabo la gestión por procesos.

Como tercer antecedente se recalca el proyecto de Morales (2017), llamada "Reducción de búsqueda y escaneo de equipos que requieren calibración y mantenimiento", el cual explica un problema relacionado con el tiempo perdido en la búsqueda de equipos con un software ya está implementado en la empresa, y se maneja un escaneo de equipos para encontrar aquellos que requieran algún tipo de mantenimiento, por lo tanto, su objetivo es proponer una mejora a un software que ya existe de búsqueda de equipos, que no necesite validación por motivos de ser nada más que una herramienta que facilita la identificación de equipos; con ello se da una mejora a un proceso que era necesario para la empresa.

Para el cuarto antecedente nacional, se toma la tesis de Campos (2018), llamada "Aplicación de DMAIC de Seis Sigma para el mejoramiento del proceso de facturación en el Departamento de Servicio", donde se pretende analizar todo el proceso de facturación de la empresa Ambientes Fríos, para disminuir el período de emisión de las facturas a los trabajos, por lo que con el proyecto se ayudará a mejorar los controles internos de facturación de los trabajos hechos a los clientes. Por ende, el proyecto en sus conclusiones menciona que, gracias a las herramientas de la calidad utilizadas, se comprobó que las causas más críticas que provocan el problema son: Técnico no envía

CT (Certificado de Trabajo) y que el técnico no elabora CT, por lo que dichas causas son las que se les dio una solución para minimizar los problemas.

Finalmente, según la tesis llamada “Sistema de Control Estadístico de la Calidad para la Elaboración de Productos de Panadería de AutoMercado, realizada en la Universidad de Costa Rica por Jiménez, Rojas y Valverde (2014), en su conclusión abordan lo siguiente:

> En la búsqueda de reducción de mermas por parte de una organización se deben establecer métodos de pronósticos que permitan tener el menor porcentaje de error con respecto a la demanda de los clientes, por lo que se debe considerar 2 factores importantes. El primero es la utilización de un algoritmo matemático como los utilizados en este proyecto los cuales están demostrados que se ajustan a la demanda por un bajo porcentaje de error. Sin embargo, el segundo factor a considerar es el comportamiento de cada modelo de negocio para así poder realizar ajustes al pronóstico, por ejemplo, en un negocio de panadería se deben considerar eventualidades como pedidos especiales de clientes, días feriados, entre otros, para así ajustar al pronóstico (p. 126).

La conclusión indica la combinación de métodos estadísticos firmes con un entendimiento amplio del contexto operativo, como clave para optimizar la gestión de la calidad y reducir las pérdidas en la producción de panadería. Este enfoque no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la capacidad de respuesta ante las variaciones del mercado y las preferencias de los clientes.

### 1.4.2 Antecedentes internacionales

El primer antecedente internacional, Cisneros y Ruíz (2012), en su tesis de grado llamada "Propuesta de un modelo de mejora continua de los procesos en el laboratorio PROTAL-ESPOL, basado en la integración de un sistema ISO/IEC 17025:2005 con un sistema ISO 9001:2008 en el año 2011" concluyen con que hay necesidad de implementar un grupo de Comité de Calidad, que tiene que tener un líder a cargo de personas multidisciplinarias para desarrollar la sistemática de mejora continua (p. 116).

Como segundo antecedente, Melgar (2021), en su tesis para optar por el título de profesional de Ingeniero Industrial, llamada "Mejora de procesos operativos en el área de

producción de la Distribuidora Multiandina Perú S.A.C." destaca dentro sus principales recomendaciones que las herramientas técnicas y básicas, además de las administrativas y de estadística permitirían que el implementar soluciones qué se han propuesto obtengan los resultados positivos que se esperan, como lo es la reducción de tiempos de espera, la mejora de la gestión por procesos y la eliminación de los defectos (p. 99).

El antecedente número tres realizado por Mendoza (2016), indica: "El presente estudio tiene por objeto introducir mejoras al proceso de elaboración de cerveza en las instalaciones de la Compañía Cervecera de Coahuila, S. de R.L., propiedad de Constellation Brands y reducir sus mermas para incrementar su competitividad" (p. 3).

En dicho estudio, se evaluó el proceso de lo que sería la producción y fabricación de la cerveza, con el fin de estudiar su funcionalidad y encontrar problemas críticos, con el objetivo principal de proponer mejoras de procesos en cuanto a calidad y eficiencia.

El antecedente número cuatro, se trata de una tesis para optar por el grado de magister en gestión y dirección de empresas, llamada "Modelo de mejora continua de procesos para el negocio de generación de ENDESA en LATAM", en donde Corredor (2015), recalca dentro sus conclusiones después del exhaustivo proyecto de investigación sobre la mejora de procesos, lo siguiente:

> "La implementación del Modelo de Mejora Continua de Procesos es viable estratégica económicamente, así mismo es coherente y está alineada con la gestión por procesos ya que permite la toma de decisiones a partir del estudio y análisis de los indicadores de proceso. Así mismo es preponderante el rol de los directivos de negocio ya que su participación define el avance de cada una de las etapas del modelo, desde la generación de la cartera de proyectos, su seguimiento, la asignación de recursos y el reconocimiento a las personas" (p. 71).

Finalmente, como antecedente internacional número cinco, Orozco (2015), recalca: "La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport. Chiclayo - 2015" (p. 5).

En cuanto a este proyecto, el objetivo es aumentar la productividad de la empresa de Confecciones, por medio de la observación y de la aplicación de entrevistas y

encuestas se determinaron los problemas más severos como la deficiencia en la fabricación debido a la suciedad y el desorden, demora en órdenes y la falta de capacitación del personal y de trabajo en equipo. Con ello, mediante la aplicación de la mejora orientada en el VSM, manufactura esbelta y 5S, se logró una maximización del 6% en la productividad de personal y del 15% en la productividad total.

## 1.5 PROYECCIONES

### 1.5.1 Alcances

El presente proyecto se realizará en la Imprenta Litoprisma, específicamente, en la línea de producción de ropa en la elaboración de camisas, se dedica a la confección de ropa de prendas de vestir, qué van desde ropa casual hasta uniformes deportivos, pero dicho proyecto a petición del dueño de la empresa se enfoca de manera directa en las camisas, por ser el producto con más demanda de la empresa, y abarca varias etapas del proceso productivo, como lo es el corte de las telas, la costura, principalmente, y los acabados finales. La meta es optimizar los procesos que intervienen en la elaboración de dicho producto, con una visión particular en lo que es la eliminación de los reprocesos que es el problema que se ha presentado durante mucho tiempo, que afecta la eficiencia de la línea y estropean la calidad del producto final que se entrega a cada cliente.

El proyecto abarcará desde la identificación de las causas raíz de los reprocesos hasta la implementación de mejoras en los procedimientos para aumentar la calidad del producto, tomando en cuenta que el alcance del estudio no tomará en cuenta otras áreas de la Imprenta fuera de la línea de producción de ropa en la confección de camisas, ya que el enfoque está completamente dirigido a optimizar los procesos de fabricación de la línea, por lo que el proyecto se orienta a mejorar la satisfacción del cliente al adquirir el producto solicitado y aumentar las ganancias económicas al minimizar los reprocesos.

Los beneficios que se esperan son numerosos, entre los principales está lo que es la disminución de los reprocesos, la mejora de la calidad del producto final, el aumento de la eficiencia operativa y una mejora en la competitividad con las demás empresas u organizaciones existentes.

### 1.5.2 Limitaciones

No se visualizan limitaciones durante el desarrollo del presente estudio, ya que la empresa facilitará todo lo que se necesite para el desarrollo del estudio en cuestión.

# CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

## 2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

Seguidamente, se detallan las herramientas y conceptos teóricos ingenieriles que se tomaron en cuenta para el desarrollo del presente proyecto. Es importante antes de desarrollar una herramienta, conocer su concepto teórico básico con su respectivo ejemplo, para organizar y planear de manera correcta las herramientas a utilizar, a partir del capítulo cuatro del presente proyecto en desarrollo.

### 2.1.1 DMAIC

La metodología DMAIC se basa en una planificación de procesos que se desarrolla por medio de sus 5 etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Socconini L. a través de la página web llamada Lean Six Sigma Institute (2023), da una definición clara de lo que se significa y de lo importante que es aplicar esta metodología en una organización, a continuación, se detalla:

> La metodología DMAIC es un enfoque sistemático y basado en datos que permite a las organizaciones alcanzar la excelencia en los procesos y la mejora continua. Mediante la definición de problemas, la medición del rendimiento, el análisis de las causas raíz, la implantación de mejoras y el establecimiento de medidas de control, los profesionales de Lean Six Sigma pueden transformar retos complejos en oportunidades de crecimiento. DMAIC sirve como marco de referencia que permite a las organizaciones maximizar la eficiencia, reducir los defectos, mejorar la calidad y, en última instancia, ofrecer un valor superior a los clientes y las partes interesadas. Adoptar DMAIC no es sólo una metodología; es un compromiso con la excelencia que puede llevar a las organizaciones a un viaje de mejora continua y excelencia operativa (párr. 13).

Figura 2.1: Ejemplo de esquema DMAIC

Fuente: Innovo Logística, 2022.

### 2.1.2 Project Charter

El Project Charter supone el establecimiento formal de la existencia y el desarrollo de un proyecto, por lo tanto, debe presentarse antes de darle comienzo, por tal motivo, es vital conocer la herramienta llamada Project Charter, es un documento donde se puede plasmar información relevante para el éxito del proyecto, el cual debe ser emitido por el iniciador o patrocinador del proyecto, además en este se mencionan las facultades para asignar recursos y actividades del gerente de proyectos. El acta de constitución del proyecto normalmente debe ser preparada por el que realiza el proyecto, el cual inicia el proyecto dentro de la organización; a su vez, el realizador puede requerir que el futuro jefe de proyecto prepare el acta de constitución para después solamente dar el visto bueno y firmar el documento.

Figura 2.2: Ejemplo de Project Charter

| Denominación del Proyecto | **Congreso Internacional sobre la gestión de proyectos en los eventos deportivos** | | Fecha | 20 septiembre 2019 |
|---|---|---|---|---|
| **Agentes Intervinientes** | | | | |
| Cliente (CL) | ESCORT S.L.® | Contacto | Ms. Margarita Smith | |
| Organización ejecutante | Departamento de Eventos Región EMEA | CEO | D. Robert Adam | |
| Ejecutiva del Proyecto (EJ) | Dña. Luisa Martínez Más | | | |
| Event Manager (EM) | D. Antonio López Brut | | | |
| Miembros del equipo (TM) | Project Support | Dña. Rosa Pérez Benítez | | |
| | Project Support | D. Jorge Más Vergara | | |
| | Especialista técnico | D. Blas López | | |
| | Especialista eventos | Dña. Elisabeth Mark | | |
| **Justificación del proyecto** | La organización necesita desarrollar un evento para conjuntar a los expertos en gestión de proyectos en concreto en el sector deportivo, de forma que se puedan exponer las nuevas técnicas y tecnologías en gestión de proyectos.<br>Además, que pueda servir de punto de encuentro entre los profesionales y los proveedores de servicios.<br>También tiene que servir como medio de comunicación de la organización hacia la sociedad y para aumentar el número de interesados en la asociación y de socios. | | | |

Fuente: Wolf Project, s.f.

### 2.1.3 Tablas de Excel

Las tablas de Excel se utilizan principalmente para la recolección de datos de una manera organizada en filas o en registros, la primera fila contiene las cabeceras de las columnas o los nombres de los campos, mientras que las demás filas son las que contienen los datos registrados, estas tablas también son denominadas listas de base de datos (Aulaclic, 2007).

Figura 2.3: Ejemplo de tablas de Excel

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | Mes | Proyectado | Real |
| 2 | Enero | $15,000.00 | $17,156.00 |
| 3 | Febrero | $15,000.00 | $17,140.00 |
| 4 | Marzo | $18,000.00 | $24,971.00 |
| 5 | Abril | $18,000.00 | $23,725.00 |
| 6 | Mayo | $18,000.00 | $15,232.00 |
| 7 | Junio | $20,000.00 | $20,688.00 |
| 8 | Julio | $20,000.00 | $19,271.00 |
| 9 | Agosto | $20,000.00 | $15,601.00 |
| 10 | Septiembre | $20,000.00 | $22,964.00 |
| 11 | Octubre | $22,000.00 | $21,691.00 |
| 12 | Noviembre | $25,000.00 | $24,190.00 |

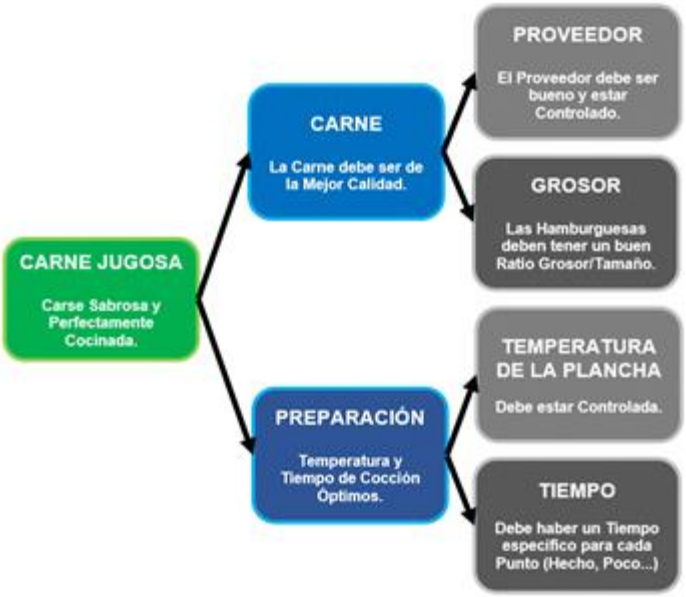
Fuente: ExcelTotal, 2011.

### 2.1.4 Árbol de CTQ

Esta herramienta ingenieril es una representación de forma gráfica de la relación que hay entre las necesidades del cliente, en conjunto con sus especificaciones y expectativas. Además, según la página Global Trust Association (2019), le da un significado más concreto y lo desarrolla de la siguiente manera:

El Árbol crítico de la calidad (CTQ, por sus siglas en inglés) es un diagrama en el que se muestran los indicadores de calidad que permiten medir y determinar la calidad de un producto y/o servicio de una forma cuantitativa y cualitativa. Para desarrollar el Árbol CTQ, la organización necesita identificar al cliente o usuario, las necesidades críticas que el producto y/o servicio debe satisfacer, los controladores de calidad y los requisitos de rendimiento. Su elaboración implica la jerarquización de prioridades en el resultado y la eliminación de aquellos rasgos que no son fundamentales para satisfacer las exigencias del cliente (párr. 2).

Figura 2.4: Ejemplo de Árbol de CTQ




Fuente: Consuunt, 2024.

### 2.1.5 Diagrama SIPOC

Según la Asociación Española para la Calidad (2024), el Diagrama SIPOC se define y se detalla de la siguiente manera:

El Diagrama SIPOC por sus siglas en inglés Supplier - Inputs - Process - Outputs - Customers, es la representación gráfica de un proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo:

1. Proveedor (supplier): persona que aporta recursos al proceso.
2. Recursos (inputs): todo lo que se quiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales e incluso, personas.
3. Proceso (process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.
4. Cliente (customer): la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente.

Figura 2.5: Ejemplo de Diagrama SIPOC

Fuente: Kanban Tool, 2024.

### 2.1.6 Diagrama de Flujo

Esta herramienta también llamada flujograma, es una de las más utilizadas a nivel de organizaciones y empresas para representar lo que es un proceso de trabajo, ya que explican de manera clara un proceso en secuencia, desde que empieza hasta que termina y, además, dan una visión muy general de la información del proceso a estudiar.

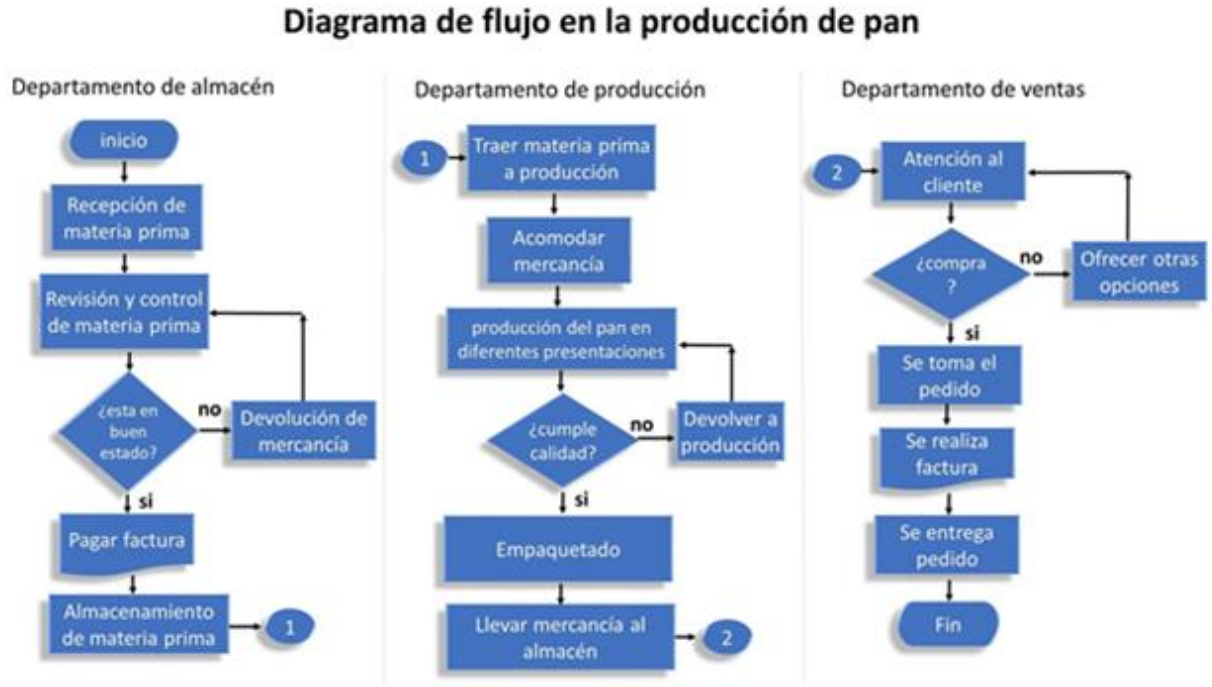
Para la página Ebac (2023), un Diagrama de Flujo tiene el siguiente significado, seguido de para que funciona esta herramienta.

Un diagrama de flujo, también llamado flujograma, es la representación gráfica de procesos, sistemas o algoritmos informáticos a través de formas geométricas y flechas conectoras. Las formas normalmente indican etapas del proceso u opciones de desarrollo. Las flechas representan secuencias de tareas y la relación entre los pasos.

Las organizaciones usan diagramas de flujo para simplificar sus procesos al transmitirlos de manera visual. Cada paso del flujograma indica cuál es la siguiente acción a realizar. Al estar ordenados cronológicamente, resultan fáciles de seguir y útiles a la hora de tomar decisiones, ordenar procesos, identificar errores, etc. Por ejemplo, una empresa de software aplica un diagrama de flujo para lanzar una aplicación, los nuevos

empleados para completar una tarea de manera ordenada, y el departamento de calidad para asegurarse que sus productos cumplen con los protocolos necesarios (párr. 2 y 3).

Figura 2.6: Ejemplo de Diagrama de Flujo




Fuente: Web y empresas, s.f.

### 2.1.7 Lluvia de Ideas

Esta herramienta se basa, principalmente, en que cada integrante enliste sus ideas de acuerdo al tema, proyecto o problema a investigar para luego juntarlas, con la finalidad de inundar de ideas nuevas sobre lo dicho anteriormente, algún tema o algún problema en específico, de esta manera se soluciona de una manera un poco más sencilla lo que se está tratando, gracias a las ideas colectivas que se van formulando; con esta herramienta se fortalece el trabajo en equipo.

Figura 2.7: Ejemplo de Gráfico de Lluvia de Ideas

Fuente: Los tigres del 4A., 2017.

### 2.1.8 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, llamado así por su creador, el japonés Ishikawa Kaoru, es una herramienta de vital importancia para poder encontrar problemas, de esta manera, hallar las causas de una manera estructurada.

Para poder desarrollar esta herramienta se deben seguir los siguientes pasos:

- Nombrar el problema, el mismo se debe colocar en el extremo derecho del diagrama.
- Definir los grupos causales, en los cuales se deben colocar las causas buscadas, para dichos grupos o categorías se suelen utilizar las 6M: Materia prima, Maquinaria, Métodos, Mano de obra, Medio ambiente, Medición. No es obligatorio que las categorías lleven exactamente estos mismos nombres, ni es mandatorio que todos los diagramas de Causa-Raíz lleven las 6M.
- Colocar las causas en su respectiva categoría.
- Establecer las causas más importantes para atacarlas y mejorarlas.

Figura 2.8: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa

Fuente: Hubspot, 2023.

### 2.1.9 Multivoto

Este es un proceso sencillo y bien estructurado que se utiliza para elegir de entre una lista de elementos, causas, ideas, etc., que son más significativos y los que se cree que tengan más impacto, con esto, la cantidad de elementos a elegir se reduce, y permite al grupo o equipo centrarse y trabajar de manera más directa en las opciones más seleccionadas (Aiteco Consultores, 2019).

Figura 2.9: Ejemplo de Multivoto

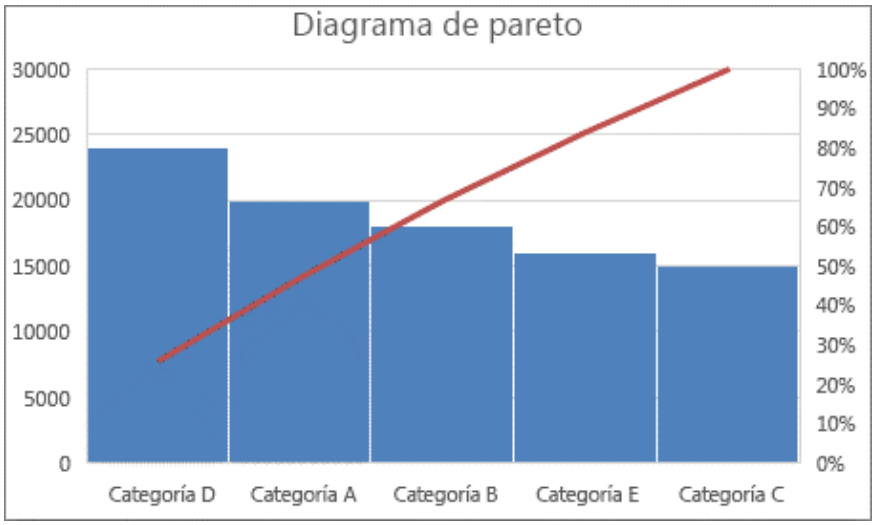
Fuente: SlidePlayer, 2024.

### 2.1.10 Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto es un ejemplo especial de diagrama de barras. En el Diagrama de Pareto las barras se ordenan por conteos de frecuencia, del más alto al más bajo. Estos diagramas se usan a menudo para identificar áreas en las que centrarse primero en mejora de procesos (JMP. Statistical Discovery, 2024).

Dichos diagramas se basan, principalmente, en el principio o Ley de Pareto del 80/20, que lo que quiere dar a entender es que el 80% de las fallas se derivan del 20% de las causas.

Figura 2.10: Ejemplo de Diagrama de Pareto

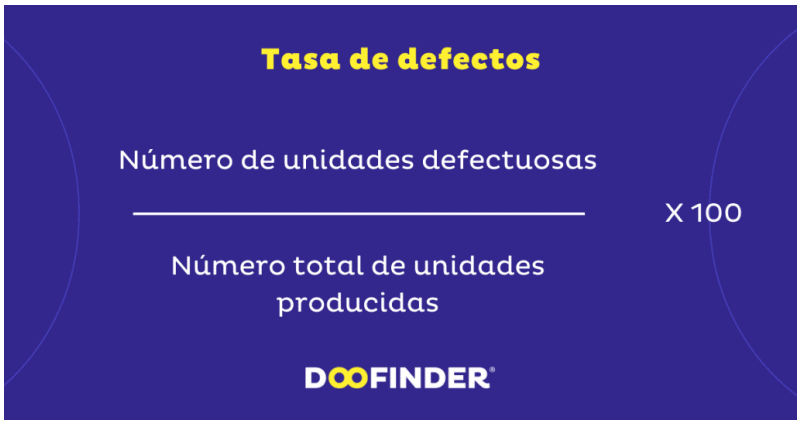



Fuente: Microsoft, 2024.

### 2.1.11 KPIs

Según el sitio Asana (2024), los KPIs (sigla que proviene de la frase en inglés key performance indicator o indicador clave de rendimiento), es una métrica cuantitativa que muestra cómo un equipo de trabajo o empresa progresa hacia el cumplimiento de los objetivos empresariales más importantes.

Figura 2.11: Ejemplo de KPIs




Fuente: Doofinder, s.f.

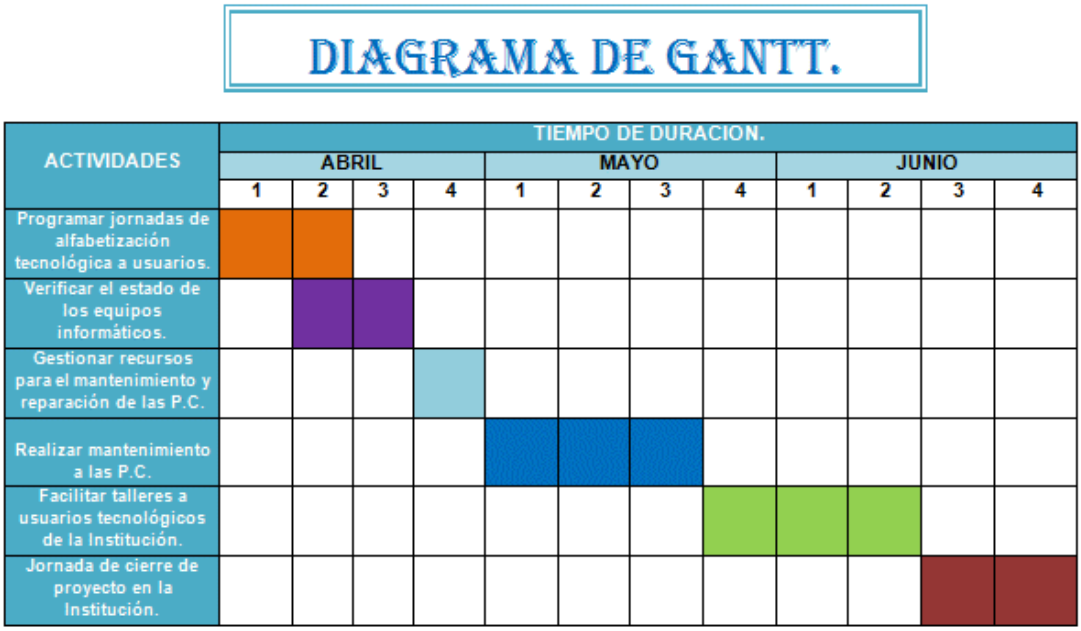
### 2.1.12 Diagrama de Gantt

En cuanto a este tema, OBS Business School (s.f.), establece:

El diagrama de Gantt es una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones previstas, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto y, además, reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto.

Las acciones entre sí quedan vinculadas por su posición en el cronograma. El inicio de una tarea que depende de la conclusión de una acción previa se representa con un enlace del tipo fin-inicio. También se reflejan aquellas cuyo desarrollo transcurre de forma paralela y se pueden asignar a cada actividad los recursos que necesitan, con el fin de controlar los costos y personal requeridos.

Figura 2.12: Ejemplo de Diagrama de Gantt




Fuente: enfermeriaunam.wordpress.com, 2016.

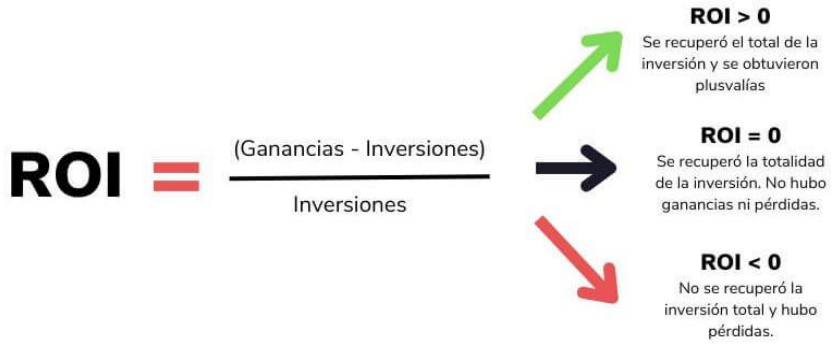
### 2.1.13 Análisis de Costos

Los análisis de costos son, principalmente, un proceso que se desarrolla para encontrar o identificar de manera clara los recursos económicos que se usarán para llevar a cabo un proyecto.

### 2.1.14 ROI (Retorno de Inversión)

El Retorno de Inversión o ROI, es una métrica que se basa en la relación entre el dinero que se espera ganar y el dinero que se invertirá en un proyecto específico.

Figura 2.13: Ejemplo de Retorno de Inversión




Fuente: Voxy, 2023.

## 2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se verán los detalles más importantes de la empresa Litoprisma de Turrialba, donde se realizará el estudio.

### 2.2.1 Visión / Misión

La visión y misión de la empresa se muestran seguidamente.

**Visión**

"Ser la opción preferida a nivel nacional para todo cliente que necesite los diferentes servicios y productos que brinda la empresa" (Litoprisma, 2024).

**Misión**

"Brindar los mejores servicios, productos personalizados, de alta gama, que superen las expectativas de todos los clientes" (Litoprisma, 2024).

### 2.2.2 Antecedentes históricos

La empresa fue fundada el día 23 de abril del año 2008, dicha empresa inició sus labores por la visión de su fundador Miguel Ángel Chaves y por su mano derecha en ese entonces Alexander García, ya que en la zona de Turrialba no había empresas que brindaran los servicios y los productos que la Imprenta iba a llegar a ofrecer. Con el pasar del tiempo, la empresa se fue consolidando en la zona, y con el arduo trabajo de sus fundadores y de sus colaboradores, se fue abriendo caminando a zonas más cercanas de Turrialba, como Juan Viñas, Paraíso y diversos lugares de Cartago, hasta que, finalmente, tuvo su expansión a nivel nacional, gracias a sus productos de alta calidad, con materiales de alta gama, rapidez en la entrega de los productos y la excelente atención al cliente.

Con el pasar de los años, la Imprenta fue ganando reconocimiento a nivel nacional, no solo por la excelencia de sus productos, sino por la atención brindada a cada cliente, y al compromiso de la empresa con ellos y con cada trabajo que se realiza.

### 2.2.3 Ubicación geográfica

Turrialba, Cartago, Costa Rica, 100 metros este del BCR, antigua oficina del despacho de ferrocarriles, local color celeste con blanco.

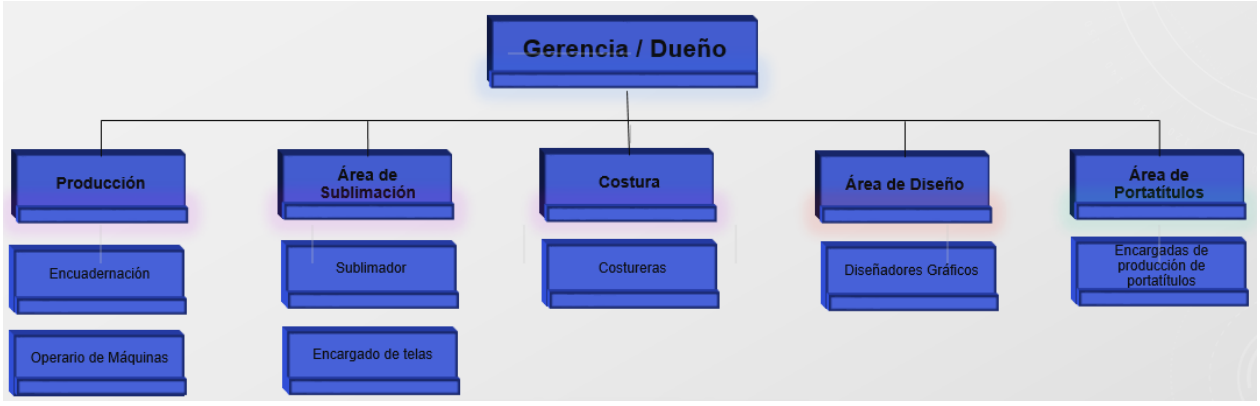
Figura 2.14: Mapa satelital de la Imprenta Litoprisma

Fuente: Google Maps, 2024.

### 2.2.4 Estructura organizacional

El organigrama de la empresa se muestra a continuación:

Figura 2.15: Organigrama de la Imprenta Litoprisma.




Fuente: Litoprisma, 2024.

### 2.2.5 Cantidad de empleados

La cantidad de empleados por área se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área

| Puesto o Área | Cantidad |
|---|---|
| Encuadernación | 2 |
| Costureras | 3 |
| Operario de máquinas | 1 |
| Gerencia / Dueño | 1 |
| Diseñador | 3 |
| Sublimación | 1 |
| Portatítulos | 4 |
| **Total** | **15** |

Fuente: Litoprisma., 2024.

### 2.2.6 Tipos de productos

En la empresa se fabrican facturas de todo tipo y tamaño, cuadernos de comunicación, volantes, recuerdos, todo tipo de ropa, portatítulos, cintas de graduación, lanyards, rótulos, afiches, banners, calcomanías, sellos, tarjetas, banderas, álbumes, almanaques, diarios, sublimación y serigrafía en ropa, botellas, vasos, jarras, llaveros, entre otros.

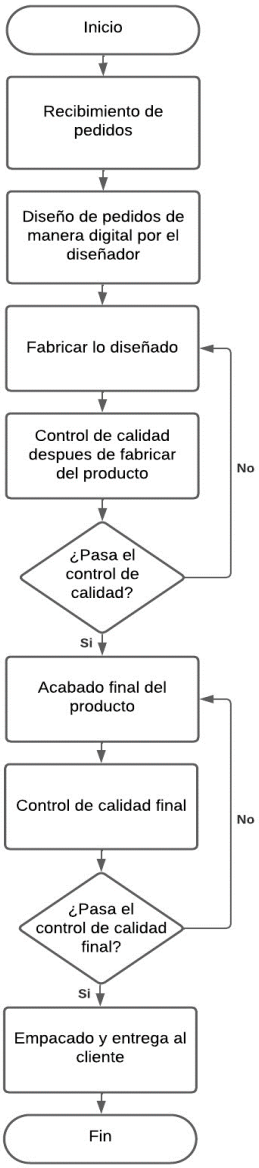
### 2.2.7 Mercado de exportación

Aún no sé exporta al extranjero, pero tomándolo desde el punto de vista regional, se ha logrado salir de las fronteras turrialbeñas, después de muchos años de trabajar para la zona, se ha logrado expandir el mercado en zonas como Limón, San José, Talamanca, Chirripó, Heredia, Alajuela, Guanacaste, lugares que para el tamaño de la empresa ha sido de exportación a nivel nacional logrando salir de las fronteras de Turrialba con mucho éxito, sea cual sea el lugar, la empresa se compromete a realizar todo el trabajo con las misma dedicación, entrega, eficiencia y eficacia, que es lo que caracteriza a la empresa, y lo que la ha llevado a hacerse un nombre a nivel nacional.

A pesar de que aún los productos no salen del país, es una meta a largo plazo, poder realizar trabajos de alta calidad para exportarlo fuera de las fronteras del país, siempre ofreciendo innovación, creatividad, productos únicos, que, así como son del agradado de los clientes nacionales, también pueda serlo para los internacionales, abriéndose camino y buscando alianzas internacionales para poder llegar más lejos y en más cantidad.

### 2.2.8 Descripción general del proceso productivo

Figura 2.16: Diagrama de Flujo del proceso general productivo de la Imprenta Litoprisma.




Fuente: Litoprisma., 2024.

Para iniciar con la explicación del flujograma presentado anteriormente, se comienza recibiendo los pedidos, diseños y detalles que son proporcionados por los clientes, ya sea por medio de fotos, o descrito verbalmente de una manera específica y correcta. Seguidamente de recibir las indicaciones de los clientes, todas ellas son pasadas al diseñador para que él con sus diversas herramientas tecnológicas elabore el pedido de manera digital, para luego enviarla al cliente, que éste valide el trabajo para proceder a imprimirlo o a elaborarlo, según lo que pida el cliente. Luego, se procede a imprimir el producto, ya sean facturas, cuadernos o sublimar si es algún tipo de prenda de vestir, etc., por tanto, se selecciona, de manera adecuada, la máquina que se va a utilizar para realizar el trabajo, ya sea impresora, máquinas de coser, numeradora o sublimadora, todo esto después de elegir los materiales correctos. Cuando el trabajo ya está realizado por los colaboradores, pasa a un control de calidad después de la impresión, en donde se verifica que todo el trabajo esté realizado de manera correcta y completa, y que cumpla con todos los estándares de calidad requeridos. El acabado del producto es el paso siguiente, en donde si son facturas lo que se imprimió, se procede a compaginarlas, a pegarlas y a pegarles sus respectivas tapas, o en caso de ser ropa se procede a enviar a coserlas, etc., para el proceso final, se pasa el producto a un control de calidad final, en donde se revisa detalladamente que el producto haya quedado tal y como lo especificó el cliente. Finalmente, se procede a empacar el producto y a rotularlo para ser entregado al cliente de manera puntual.

Con estos pasos es como sucede el proceso general productivo de la empresa y con este flujo se puede asegurar que todos los pasos se sigan de la mejor manera, con revisiones en cada etapa para un producto final de alta calidad para la satisfacción de los clientes.

# CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

## 3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque del presente proyecto es mixto, ya que se combinan elementos tanto de carácter cuantitativo como cualitativo para poder manejar el problema de los reprocesos en la línea de producción de ropa específicamente en la producción de camisas de la Imprenta.

Es importante recalcar que el enfoque cuantitativo se utilizará para analizar y medir el desempeño actual de la línea de producción, lo que permitirá cuantificar la cantidad y la magnitud de los reprocesos, con ello evaluar las mejoras que se propondrán por medio de indicadores de eficiencia y calidad; para esto, se analizarán los datos que serán facilitados por la empresa y por el permiso que dará la misma para poder realizar las mediciones correspondientes, dichos datos que se obtendrán darán una base sólida para identificar los problemas y medir los resultados de las mejoras que se harán.

Por su parte, el enfoque cualitativo será vital para poder entender las causas de los reprocesos desde un punto de vista más humano a nivel de organización, lo que implica la observación directa en la línea de producción y el análisis de las causas propuestas por los colaboradores, y con dicha información se buscará la manera de identificar factores como por ejemplo: la falta de estandarización en los procesos, o capacitación de del personal, por mencionar algunos aspectos que no siempre pueden ser encontrados por medio de datos numéricos.

Aunado a lo anterior, este enfoque de investigación mixto, es el más adecuado para el proyecto, ya que permite de una manera más integral la compresión del problema, además de abordar dicho problema desde todas las perspectivas importantes para lograr los objetivos del proyecto en desarrollo.

Para un concepto más concreto y general de los que es un enfoque mixto, la página Atlas.ti (2024), da el siguiente significado:

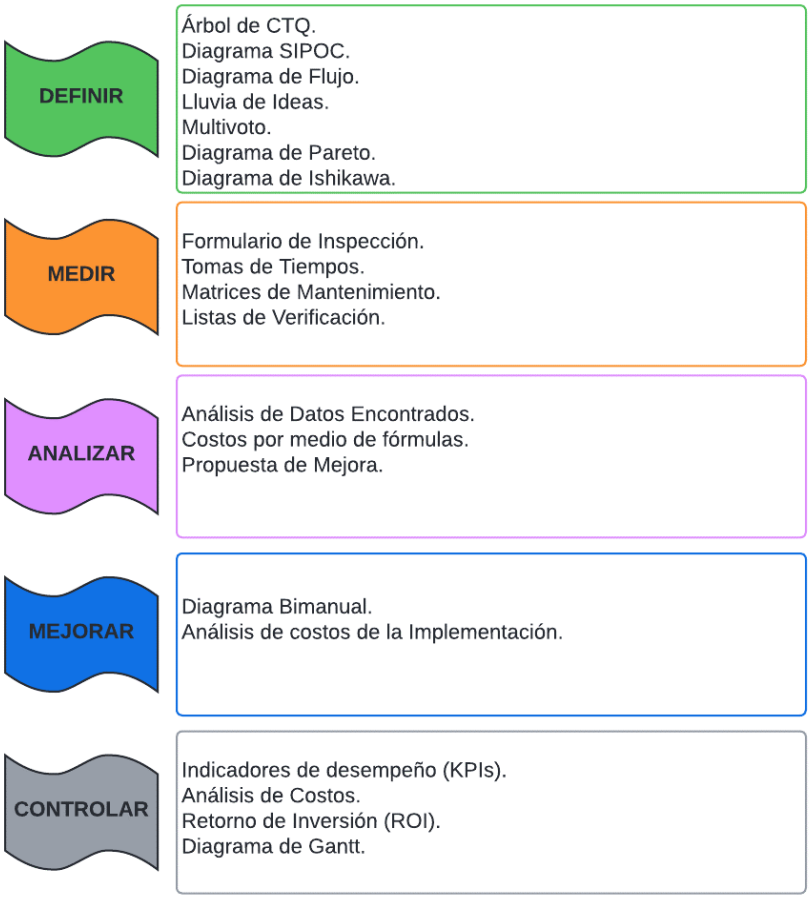
> La investigación con métodos mixtos es un paradigma de investigación que implica la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos sobre el mismo objeto de investigación. Los investigadores que emplean métodos mixtos sintetizan los resultados cualitativos con los cuantitativos para lograr una mejor comprensión (párr. 2).

En el concepto anterior, queda claro que la investigación con un enfoque mixto hace una combinación de datos cualitativos y cuantitativos sobre un mismo tema, lo que permite integrar los resultados de ambos tipos de datos para que de esta manera se pueda obtener una comprensión más completa. Además, al utilizar este enfoque, las personas a cargo de una investigación pueden aprovechar las fortalezas de ambos tipos de datos, tanto cuantitativos como cualitativos, para tener una visión mucho más transparente y detallada del problema o tema en estudio.

## 3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta el esquema DMAIC.

Figura 3.1: Esquema DMAIC del proyecto.




Fuente: Autor, 2024.

Como se presenta en el esquema anterior, la metodología a utilizar será DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), dicho método de investigación tiene un enfoque basado en datos que permite identificar, analizar y dar soluciones a problemas en los procesos, con ello optimizar su desempeño por medio de mejoras continuas; dicho esto, se selecciona este método para abordar de manera más completa el problema de los reprocesos en la línea de producción de ropa de la Imprenta.

En seguida, se detalla cada etapa del DMAIC:

**DEFINIR**

En dicha etapa, se proporcionará de manera clara el problema a resolver y diversos factores importantes para la investigación, iniciando con un Árbol de CTQ (Critical To Quality), que ayudará a definir los factores más importantes para el cliente que deben ser satisfechos en el producto final. También, el Diagrama SIPOC, es vital para brindar una visión general del proceso productivo, identificando a los proveedores, insumos, el proceso, producto y clientes; y por último un diagrama de flujo del proceso de producción de la línea para poder visualizar cada etapa de dicho proceso y su relación entre sí. Luego, se hará una lluvia de ideas entre los colaboradores de la línea de producción de ropa, en donde se enlistarán las posibles causas de los reprocesos, con ello, se hará un Multivoto para priorizar las causas más críticas de los problemas identificados, de inmediato se hará un Diagrama de Pareto que se usará para identificar las pocas causas vitales qué generan la mayoría de los problemas, siguiendo la ley de Pareto del 80/20, y por último, se elaborará un Diagrama de Ishikawa, para categorizar las causas críticas que afectan a los reprocesos.

**MEDIR**

El objetivo de esta etapa es reunir datos para establecer una línea sólida del desempeño del proceso, en donde se usarán Formularios de inspección, tomas de tiempos, matrices de mantenimiento y listas de verificación, esto, para poder hacer las mediciones pertinentes de cada causa, de esta manera, hallar la o las causas críticas que provocan los reprocesos.

**ANALIZAR**

En esta tercera etapa se investigarán las causas raíz del problema a investigar por medio de datos recolectados, cuando se encuentren dichas causas se procederá a dar soluciones. En esta etapa también se presentará la propuesta de mejora para el problema en estudio.

**MEJORAR**

En la cuarta etapa del DMIAC se centrará en el implementar mejoras basadas en los análisis de las anteriores etapas, donde se elaborarán soluciones para minimizar o eliminar los reprocesos y maximizar la eficiencia y la calidad de los productos finales, por tanto, se utilizará el Método Bimanual, para mejorar la eficiencia en la línea de ropa.

**CONTROLAR**

En esta última etapa de la metodología, se centra principalmente en asegurar que las mejoras que se han implementado se mantengan con el pasar del tiempo, por medio de un sistema de control y seguimiento, por lo tanto, se utilizarán KPIs o Indicadores de Desempeño para medir el comportamiento del proceso después de las mejoras, además de un Diagrama de Gantt para planificar y controlar el cronograma de las mejoras propuestas, para asegurar que cada una de ellas se realice de manera ordenada y puntual dentro del tiempo establecido.

Por otro lado, se realizará un análisis de costos para evaluar el impacto económico de las mejoras que se implementan, además de los gastos, para asegurar la sostenibilidad del proyecto y, por último, el ROI o Retorno de Inversión, que va de la mano con la herramienta anterior, que se utiliza para medir el beneficio financiero esperado por la Imprenta como resultado de las mejoras establecidas, comparándolo claramente con los gastos realizados.

Con este diseño de la metodología del DMAIC, se permitirá estructurar cada etapa del mismo en el proyecto, asegurando la mejora continua en los procesos de la línea de producción de ropa en la Imprenta.

## 3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

En este punto, es importante recalcar que las fuentes de información son recursos que brindan los datos que se necesitan para poder realizar la investigación, de esta manera, poder dar respuesta a la pregunta planteada; dichas fuentes pueden ser primarias o secundarias, y al identificarlas correctamente son vitales para validar los resultados.

Primeramente, las fuentes primarias son todas aquellas que brindan datos de primera mano, en el presente proyecto, son las que incluyen la información o datos brindados de manera directa por el dueño de la Imprenta y por los colaboradores directos de la línea de producción de ropa, y dichos datos se recolectarán por medio de observaciones directas en el lugar y de registros históricos. Por su parte, el dueño de la empresa, es la fuente principal de información, ya que dará detalles sobre el proceso de producción, organización interna y los problemas que se enfrentan en la actualidad sobre los retrabajos y la calidad. Para asegurar la validez y la veracidad de la información, se obtendrá su consentimiento informado para el uso de la información brindada; además, se hará un muestreo intencional, escogiendo al dueño y a los colaboradores claves, ya que son los que tienen un conocimiento mayor de las operaciones.

Por otro lado, las fuentes secundarias son las que sido recolectadas por otros autores y están disponibles para usarse, como, por ejemplo, los libros, tesis relacionadas con el tema de investigación y páginas de Internet, siempre y cuando sean confiables, con ello, se alimenta el marco teórico necesario para comprender el problema y tener una base sólida para fundamentar las soluciones propuestas. En cuanto al desarrollo del presente proyecto, se usarán fuentes secundarias para alimentar con la teoría la aplicación del DMAIC, además de las diversas herramientas ingenieriles que se aplicarán en cada una de las etapas de dicha metodología. También, se tomarán guías de acuerdo al análisis sobre Lean Manufacturing, gestión de calidad y estudios que estén relacionados con el presente estudio en desarrollo, que tengan una relación con la mejora de procesos para maximizar la calidad. Dicho esto, estas fuentes secundarias serán el complemento perfecto de la información primaria.

### 3.3.1 Sujetos de información

Se presenta un Project Charter con toda la información requerida.

Figura 3.2: Project Charter.

<table>
<tr><th colspan="3">ACTA CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO</th></tr>
<tr><td>1.- Fecha:<br>12/10/2024</td><td colspan="2">2.- Nombre de Proyecto:<br>IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ROPA DE LA IMPRENTA LITOPRISMA DE TURRIALBA, PARA ELIMINAR LOS REPROCESOS Y GARANTIZAR LA CALIDAD Y COSNSISTENCIA DE LOS PRODUCTOS</td></tr>
<tr><td colspan="2">3.- Miembros<br>3.1 Equipo de trabajo:<br>- Malver Antonio Calderón Moya<br>3.2 Supervisores del Proyecto:<br>Tutor Académico.<br>Dueño de la empresa.</td><td>4.- Área de aplicación, interesados del proyecto:<br>Línea de producción de ropa de la Imprenta Litoprisma, Turrialba, Cartago.</td></tr>
<tr><td colspan="2">5.- Fecha de inicio del proyecto: 21/09/2024</td><td>6.- Fecha tentativa finalización: 11/03/2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">7.- Objetivos del proyecto:<br>7.1 Objetivo General: Implementar mejoras en la línea producción de ropa de la Imprenta Litoprisma, por medio de la Metodología DMAIC, con el fin de disminuir los reprocesos, maximizando la eficiencia y la calidad de los productos.<br>7.2. Objetivos Específicos:<br>7.2.1 Definir los factores de calidad para línea de producción de ropa que provocan la mayoría de los reprocesos.<br>7.2.2 Medir el desempeño actual de la línea de producción por medio de herramientas ingenieriles.<br>7.2.3 Analizar las causas que provocan los reprocesos para encontrar las más importantes.<br>7.2.4 Proponer mejoras y controles que disminuyan los reprocesos en la línea de producción de ropa, y que garanticen el regulamiento de las mejoras.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción del producto: El producto final será un proceso optimizado en la línea de producción de ropa, que logrará minimizar los reprocesos, maximizar la eficiencia y asegurar la calidad de los producto.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Necesidad del proyecto: Solucionar los problemas de reprocesos y productos defectuosos que han sido recurrentes.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Posibles restricciones: Tiempo al cumplir con los pazos que se establecerán al implementar las mejoras. Además, la disponibilidad del equipo técnico y humano para la implementación de mejoras.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Supuestos: Se contará con la ayuda del dueño de la empresa a tiempo completo para la implementación de mejoras. Y los recursos económicos estarán disponibles para todos los cambios que se harán.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificación de grupos de interés<br>Cliente(s) directo(s): Imprenta Litoprisma<br>Clientes indirectos: Clientes de la Imprenta y colaboradores de la misma.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Aprobado por:<br>Dueño de la Imprenta: Miguel Cháves</td><td>Firma: </td></tr>
<tr><td colspan="2">Presentado por:<br>Malver Antonio Calderón Moya</td><td>Firma: </td></tr>
</table>

Fuente: Autor, 2024.

El Project Charter presentado anteriormente, establece una guía transparente para la realización del proyecto en la Imprenta Litoprisma, definiendo los objetivos, restricciones y los principales involucrados en el proyecto, lo que ayuda a facilitar la organización de las actividades necesarias para lograr los objetivos que se han planteado.

## 3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

Las variables de análisis se presentan en la siguiente página del documento.

Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico

| Objetivo específico | Variable | Definición conceptual | Operacionalización | Instrumentalización |
|---|---|---|---|---|
| Identificar las principales causas de los reprocesos en la línea de producción mediante la Metodología DMAIC. | Factores de calidad | Son características críticas que determinan la conformidad con los estándares de la calidad. | Identificación de factores por medio herramientas ingenieriles. | Árbol de CTQ.<br>Diagrama SIPOC.<br>Diagrama de Flujo.<br>Lluvia de ideas.<br>Multivoto.<br>Diagrama de Pareto.<br>Diagrama de Ishikawa. |
| Medir el desempeño actual de la línea de producción por medio de herramientas ingenieriles. | Desempeño de la línea de producción | Es la medida de la eficiencia de la línea de producción en términos del tiempo, reprocesos y la calidad del producto final. | Recolección de datos sobre tasas de los defectos y el volumen de los reprocesos. | Tasa de defectos.<br>Tomas de tiempos.<br>Formulario de inspección<br>Lista de verificación. |
| Analizar las causas que provocan los reprocesos para encontrar las más importantes. | Causas de los reprocesos | Son los factores que tienen origen en la necesidad de rehacer los productos, debido a la falta del cumplimiento de los estándares de calidad. | Analizar las causas que provocan los reprocesos. | Análisis de datos encontrados.<br>Costos.<br>Propuesta de mejora. |
| Proponer mejoras y controles que disminuyan los reprocesos en la línea de producción de ropa, y que garanticen el regulamiento de las mejoras. | Propuestas de mejora y control | Son las acciones implementadas para poder optimizar los procesos y garantizar que la calidad se mantenga con el pasar del tiempo. | Propuestas de mejoras y controles implementados, en conjunto con un seguimiento por medio de KPIs. | Análisis de costos.<br>Retorno de inversión.<br>Diagrama de Gantt.<br>Indicadores de Desempeño |

Fuente: Autor, 2024

## 3.5 INSTRUMENTOS

Para el trabajo en proceso se seleccionaron 3 instrumentos de recolección de información, los cuales son Observación, Registros Históricos y Técnica Grupal. Dichos instrumentos fueron seleccionados debido a su gran capacidad de brindar información y datos tanto cuantitativos como cualitativos, por ello, es de suma importancia para el enfoque mixto de este proyecto de investigación. A continuación, se detallan los tres instrumentos escogidos.

### Observación

Esta técnica de recolección de datos es muy importante en este caso, debido a su concepto teórico brindado por la página web Tesis Y Masters.com (2024), que dice lo siguiente:

> Esta técnica o instrumento de recolección de datos consiste esencialmente en observar al fenómeno o personas de interés. Para que esta técnica sea correctamente implementada, es clave que se practique en un ambiente natural donde el desarrollo normal del fenómeno no esté condicionado por el investigador (párr. 11).

La observación directa en la línea de producción de ropa permitirá captar y registrar de una manera sistemática como se llevan a cabo los procesos de costura, identifica etapas críticas y las posibles equivocaciones o errores que estén llevando a los reprocesos. Dicho método es vital para entender las dinámicas de la línea.

### Registros Históricos

Según la página denominada QuestionPro (2024), define de la siguiente manera el concepto de Registros Históricos: “Los métodos de recolección de datos son los distintos tipos de procesos sistemáticos para recabar información de fuentes relevantes con el fin de encontrar respuestas a los problemas de investigación” (párr. 5).

El estudio y análisis de los registros históricos, como de los informes de producción y calidad, brindarán datos cuantitativos sobre la frecuencia y la naturaleza de los reprocesos a lo largo del tiempo. Este análisis dará la oportunidad de identificar patrones

que son importantes para poder medir el desempeño de la línea de producción, junto, a ello, establecer una base para las mejoras.

**Técnica Grupal**

Este instrumento a utilizar es de suma importancia para el proyecto, por lo tanto, se buscó su concepto teórico en el trabajo publicado en la web SlideShare (2018), denominado “TÉCNICAS E INSTRUMENTOS - Tema 9: Técnicas Grupales de Recogida de Información”, y por ende la definición brindada es la siguiente:

> El grupo focal es una técnica en la que un moderador introduce un tema de discusión a un grupo de individuos, dándoles la oportunidad de que interactúen con sus comentarios y opiniones dirigidos en todo momento hacia los objetivos específicos de análisis (p. 5).

La técnica grupal o grupo focal incluye sesiones de lluvias de ideas y análisis de las mismas con los trabajadores del lugar, esto ayudará a la identificación de las causas principales de los reprocesos, además de la generación de propuestas de mejora; junto a ello se fomenta la colaboración, por tanto, es de vital importancia para el desarrollo de soluciones e ideas efectivas.

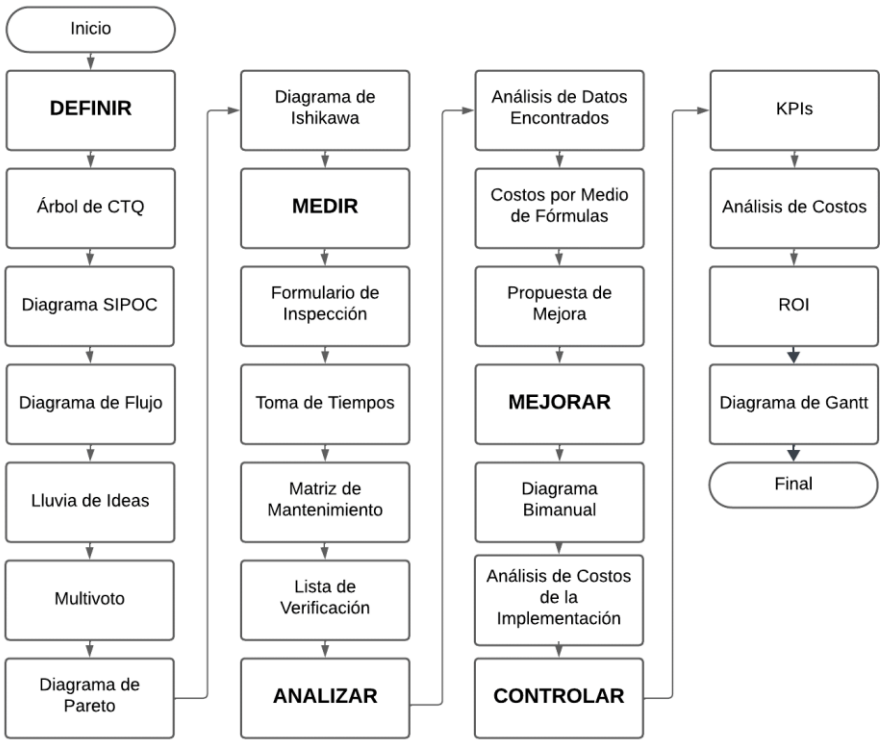
## 3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Se harán revisiones en la línea de producción en los horarios de operación normales en los días entre semana (lunes a viernes), donde las observaciones y se prestará atención a los métodos de trabajo, las interacciones de los colaboradores y cualquier incidencia de reprocesos que se presente. Por otro lado, se accederá a los registros históricos de la línea con la autorización del dueño de la empresa, y de ellos se extraerán los datos y la información sobre la frecuencia, causas y la naturaleza de los reprocesos que han ocurrido. En cuanto a la técnica grupal, se organizarán reuniones en grupo en donde los participantes hablarán sobre sus experiencias y puntos de vista sobre los reprocesos y se tomará nota de los mismos, para ello, se utilizarán herramientas ingenieriles como el Diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Pareto para estructurar de manera correcta la información obtenida.

En la fase de análisis, primeramente, se hará un análisis cualitativo, que con lo observado en las visitas a la línea de producción y con las notas de las reuniones grupales se buscarán patrones y temas recurrentes, para ello se usarán métodos de análisis temáticos para agrupar la información en grupos o categorías importantes que indiquen las causas principales de los reprocesos y las posibles áreas de mejora. En cuanto a la parte del análisis cuantitativo, los datos recolectados y organizados en Excel se estudiarán de manera detallada para analizar si todo está en orden o si hay algún defecto en los datos que alteren los procesos. Finalmente, se hará una integración de resultados, en los que se comparan los hallazgos cualitativos y cuantitativos para desarrollar una comprensión más general de los reprocesos, lo que permitirá encontrar causas ocultas para poder de una manera más concreta crear recomendaciones y soluciones de mejora con base en la evidencia.

Seguidamente, se presenta un Diagrama de Flujo con las herramientas ingenieriles explicadas, a utilizar en el proyecto, ordenadas desde el inicio hasta el final de las etapas del DMAIC.

Figura 3.3: Diagrama de Flujo de las herramientas Ingenieriles




Fuente: Autor, 2024.

Dicho lo anterior, en seguida, se presenta un cronograma del plan de trabajo a realizar con tiempos estimados, desde la selección del tema de investigación, hasta la defensa de dicho trabajo.

Figura 3.4: Cronograma del Plan de Trabajo

| FASE | ACTIVIDAD | TIEMPO (ESTIMADO) |
|---|---|---|
| Selección del tema de la investigación | Definir tema y objetivos | 2 semanas |
| Revisión de teoría | Búsqueda y análisis de las fuentes y herramietas a utilizar | 1 semana |
| Metodología | Diseño del plan de investigación | 1 semana |
| Desarrollo de herramientas | Recolcción y análisis de datos | 4 semanas |
| Resultados | Organización y presentación de los resultados | 4 semanas |
| Conclusiones | Elaboración de las conclusiones y recomendaciones del proyecto | 2 semanas |
| Revisión del informe | Revisión completa del informe final | 1 semana |
| Presentación | Presentación para la defensa del proyecto | 2 semanas |

Fuente: Autor, 2024.

# CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Primeramente, cabe recalcar que el presente proyecto de investigación se realiza en la Imprenta Litoprisma, ubicada en Turrialba y fundada en el año 2008, la misma se dedica a la producción de productos personalizados, como ropa, facturas, artículos promocionales y, un sin fin de productos. Dicha empresa se ha consolidado en el área gracias a la calidad de sus productos, rapidez en la entrega y un servicio al cliente de alta calidad.

La Imprenta cuenta con distintas áreas de producción, donde cada una se encarga de procesos específicos. Ahora, la línea de producción de ropa es una de las más importantes por su contribución de manera directa a la satisfacción de los clientes, ya que abarca distintas actividades operacionales criticas como el corte, la costura y los acabados. Además, se debe tener en cuenta que dicha área es una de las más relevantes debido que genera grandes ingresos a la empresa, a sabiendas de que el producto a analizar son las camisas, que es lo que genera más ganancias y es el producto más vendido.

Dicho lo anterior se procederá a desarrollar la primera etapa del DMAIC, la cual es Definir.

## 4.1 DEFINIR

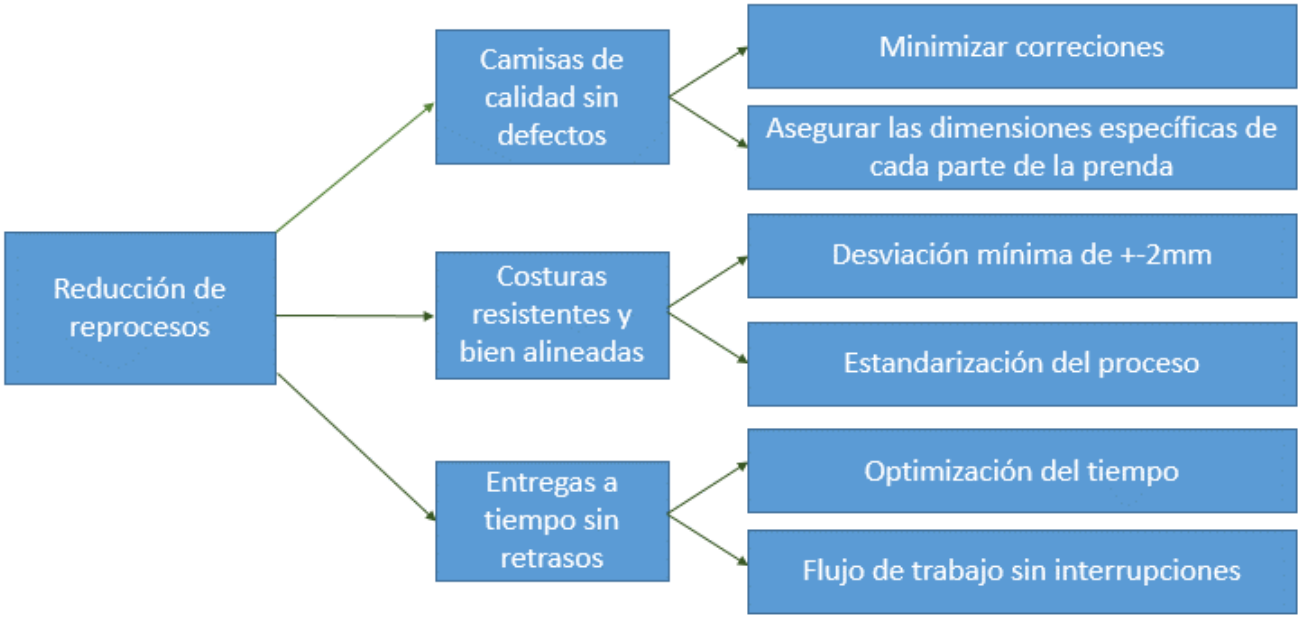
En esta etapa se realiza un análisis para poder estudiar y hacer una evaluación del problema actual con distintas herramientas ingenieriles para detallar el estudio.

### 4.1.1 Árbol de CTQ

En el siguiente Árbol de CTQ (Critical To Quality), se mostrará el desglose y los requerimientos críticos para la calidad y el mejoramiento de los reprocesos actuales. Además, se permitirá visualizar como las necesidades del cliente se traducen en requerimientos medibles dentro del proceso de costura, con ello, el estudio se encamina a ser dirigido a temas específicos para poder minimizar los reprocesos y aumentar la calidad del producto final.

A continuación, el Árbol de CTQ:

Figura 4.1: Árbol de CTQ




Fuente: Autor, 2024.

En el Árbol de CTQ presentado, anteriormente, se inicia con la reducción de los reprocesos, se desglosan en 3 categorías principales, las cuales son camisas de calidad sin defectos, costuras resistentes y bien alineadas y las entregas a tiempo sin retrasos.

La primera categoría incluye minimizar correciones y asegurar las dimensiones especificadas de cada parte de la prenda, con el fin de que no haya defectos en el producto final.

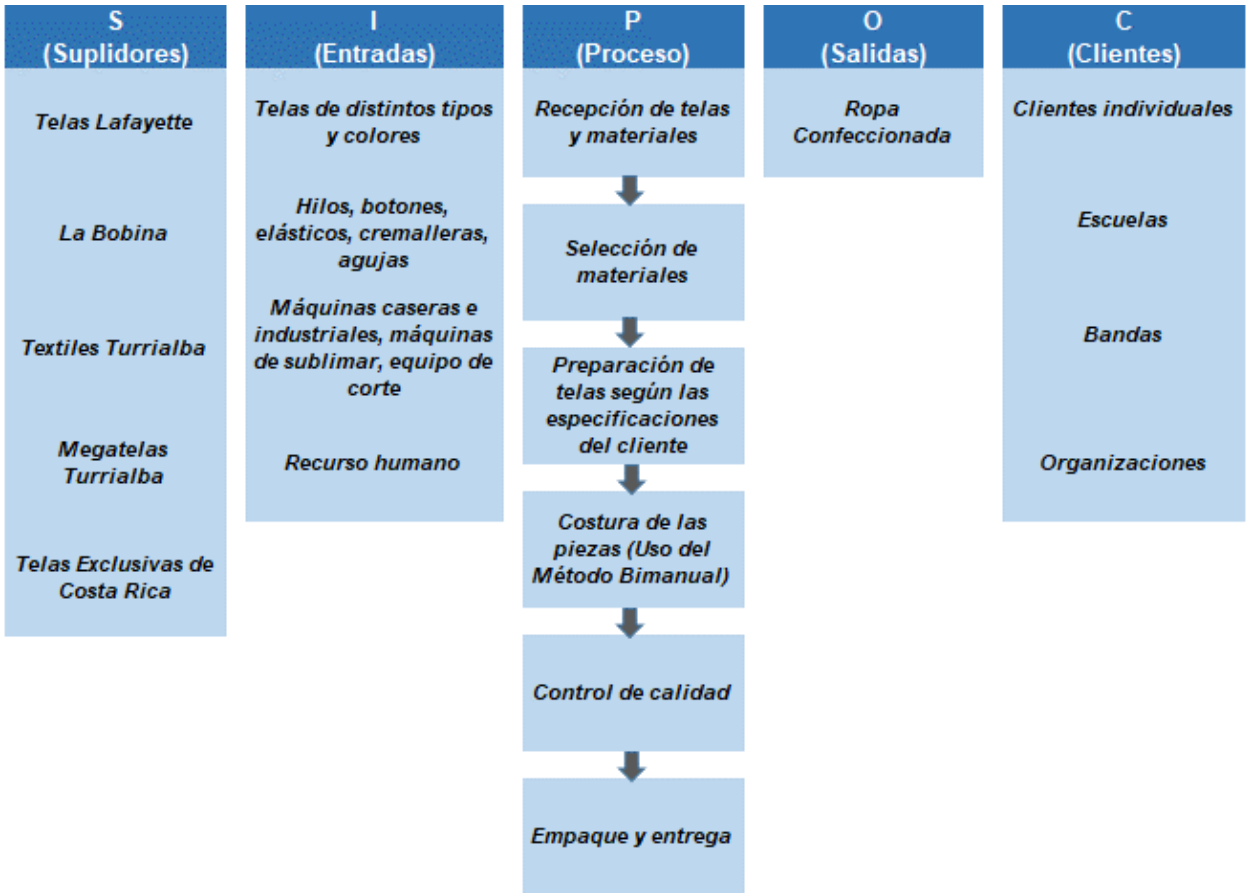
La segunda categoría se enfoca en estandarizar los procesos para aumentar la eficiencia y en tener una tolerancia de error de +-2mm en cada prenda.

Por último, la tercera categoría, se enfatiza en la optimización del tiempo y en el flujo de trabajo sin interrupciones, por ende, minimizar los reprocesos es de vital importancia, ya que los mismos contribuyen a retrasos en las entregas de las mismas.
Cada subcategoría y elemento presentado en el Árbol de CTQ tiene una relación estrecha y directa con todos los problemas encontrados; por lo que este enfoque ayuda a encontrar de manera clara las áreas con criticidad para la calidad desde el punto de vista del cliente, además, establece una buena guía para la implementación de mejoras en la línea de ropa.

### 4.1.2 Diagrama SIPOC

Por medio del Diagrama SIPOC se puede observar el paso a paso de la línea de producción de ropa, desde los proveedores, las entradas o los insumos que entran a la Imprenta para la confección del producto, el proceso de la confección de ropa, sus salidas y, por último, el cliente, quien es quien recibe el producto final. Todo esto se puede observar en el Diagrama que se muestra continuación.

Figura 4.2: Diagrama SIPOC




Fuente: Autor, 2024.

- **Suplidores**

Los proveedores son quienes suministran las materias primas y los recursos necesarios para el proceso de costura. Son de suma importancia porque de ellos depende la calidad y la disponibilidad de los materiales, por lo tanto, siempre se busca tener los mejores proveedores de materiales tanta de la región Turrialbeña como del país,

en general, para poder cumplir con todas las expectativas del cliente y brindar un producto final con la calidad adecuada.

- **Entradas**

Las entradas representan todo lo que se requiere para que el proceso de costura se lleve a cabo de una manera eficiente. En las entradas se incluye todo el material recibido como las diferentes tonalidades y tipos de telas e hilos y los distintos recursos utilizables en la producción de camisas y los equipos de coser como las máquinas caseras e industriales y las máquinas de sublimar.

- **Proceso**

El proceso que representa todo el conjunto de actividades que transforman los materiales suministrados por los proveedores en camisas o ropa terminada, por lo tanto, en este caso, se verifica, primeramente, que los insumos cumplan con los estándares de calidad requeridos, para seguidamente darle corte a los materiales según el diseño y especificación del cliente y se organiza para la costura, con ello, las costureras ensamblan todas las partes cortadas dándole forma a cada camisa, listo esto, se revisa la alineación de las costuras, la resistencia de las puntadas y el cumplimiento de las especificaciones para proceder a empacar y a entregar.

- **Salidas**

Las salidas son los productos terminados que deben si o si cumplir con los estándares de calidad esperados como las camisas cosidas con la calidad esperada, para cumplir con las expectativas del cliente y que el mismo se sienta satisfecho.

- **Clientes**

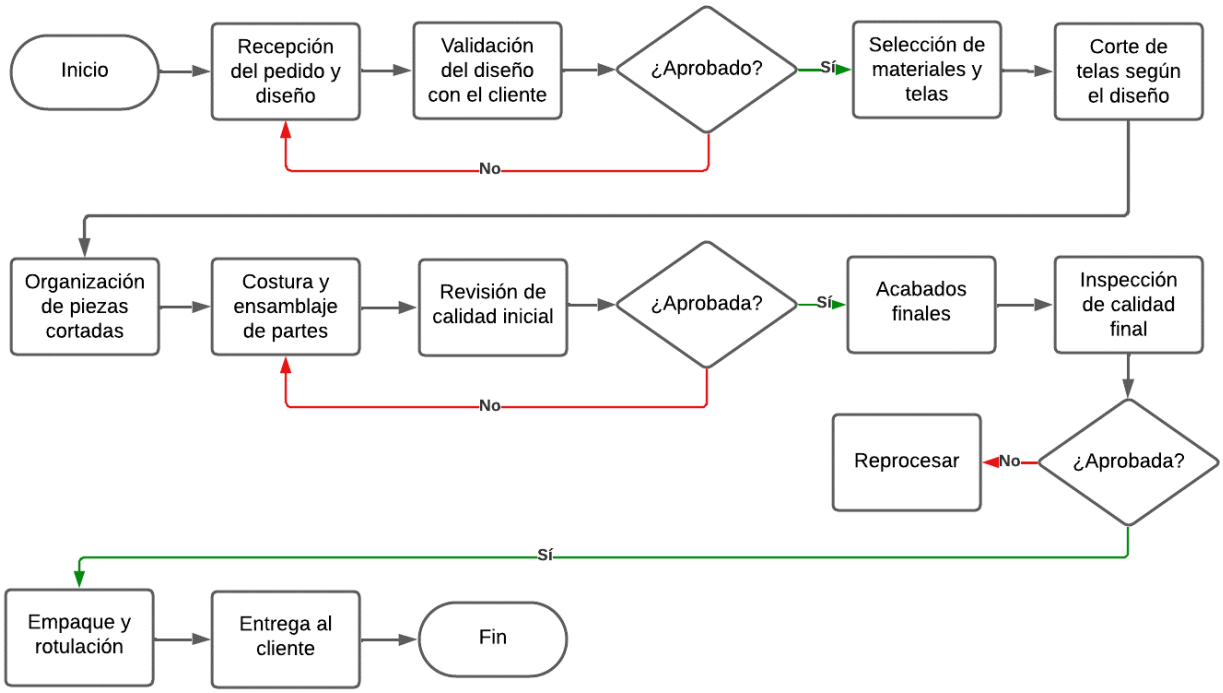
Los clientes finales son quienes recibirán el producto terminado, a sabiendas que su satisfacción es clave para el éxito del negocio. Los clientes incluyen tanto los clientes individuales, como escuelas, bandas de música y organizaciones como comité de deportes, casas de cuido para adultos mayores y casas de cuido para niños, diversas

tiendas de ropas que están incluidas en las organizaciones mencionadas que revenden la ropa confeccionada en la Imprenta.

### 4.1.3 Diagrama de Flujo

Por medio de Diagrama de Flujo que se presenta a continuación se podrá observar de manera detallada el flujo de trabajo para la confección de camisas.

Figura 4.3: Diagrama de Flujo




Fuente: Litoprisma., 2024.

En el flujograma presentado, anteriormente, se puede visualizar de manera clara todo el proceso productivo de la confección de camisas, desde que el cliente procede a dar las especificaciones de su producto, el diseño del mismo y su validación por parte del cliente, a sabiendas de que si el cliente no lo aprueba se tiene que rediseñar el pedido, y si el mismo es aprobado se procede a seleccionar los materiales necesarios para la confección de la camisa, seguido del corte de las telas correspondientes, para luego organizarlas e iniciar con la costura y el ensamblaje de todas las partes; posteriormente, se da una primera revisión de calidad, donde si no es aprobada se vuelve al proceso de

costura y ensamblaje, y si este control es aprobado se procede con los acabados finales, para luego iniciar con la inspección de calidad final, donde si es positiva el producto se empaca y se rotula para que el mismo sea entregado o enviado al cliente, y en caso de que la inspección de calidad sea negativa se tiene que reprocesar la camisa.

### 4.1.4 Lluvia de ideas

Figura 4.4: Lluvia de Ideas

Fuente: Autor, 2024.

En la lluvia de ideas presentada, anteriormente, se identifican las causas más importantes que pueden provocar los reprocesos, dichas causas serán un punto de inicio para hacer un análisis más profundo, utilizan herramientas como el Diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Pareto, para encontrar la o las causas raíces de los problemas en la línea de producción de ropa de la Imprenta. Las causas recopiladas se identificaron por medio de una reunión grupal con el dueño de la Imprenta, el encargado del taller y las costureras encargadas del área de producción de ropa, en donde se compartieron ideas y se lograron reunir las 11 principales causas del porqué se podrían estar dando los reprocesos en el área.

### 4.1.5 Multivoto

La realización del Multivoto es de suma importancia para esta etapa de análisis, ya que es donde se definen la causa o las causas más importantes del problema de la línea de producción de ropa que son los reprocesos.

En la tabla del Multivoto que se presentará a continuación, se notará la participación de 5 personas votantes, las cuales son las 3 costureras que se encargan de la línea de ropa, el dueño de la Imprenta y el encargado del taller que es el operario de máquinas.

Para la realización del Multivoto se usó la escala 3-5-9, en donde:

3: Indica que el problema existe, pero no es crítico.

5: Indica que el problema es significativo.

9: Indica que el problema tiene un impacto crítico en la producción

Figura 4.5: Multivoto

| Multivoto de las causas del problema de reprocesos del Taller | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| # de causa | Causas | Dueño | Encargado del taller | Costurera 1 | Costurera 2 | Costurera 3 | Total de votos para cada causa |
| 1 | Retrasos en la disponibilidad de materiales | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 2 | Sobrecraga de trabajo | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 45 |
| 3 | Ausencia de mantenimiento preventivo en las máquinas | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 4 | Equipos de costura obsoletos o en mal estado | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 19 |
| 5 | Control de calidad inadecuado | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 41 |
| 6 | Presión excesiva por cumplir plazos | 9 | 5 | 5 | 9 | 5 | 33 |
| 7 | Falta de una inspección adecuada en las distintas etapas del proceso | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 17 |
| 8 | Desorganización en el área de trabajo | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 21 |
| 9 | Inconsistencias en las especificaciones del producto | 5 | 3 | 9 | 5 | 3 | 25 |
| 10 | Comunicación deficiente entre colaboradores | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 17 |
| 11 | Falta de capacitación del personal | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 45 |
| TOTAL | | 59 | 53 | 65 | 61 | 55 | 206 |

Fuente: Autor, 202

Con base en la votación vista en el Multivoto, se presenta la puntuación que obtuvo cada idea, desde las que tienen mayor puntuación hasta las que recibieron menos votos, dada por los colaboradores de la empresa y del dueño.

1. Falta de capacitación del personal: 45 puntos.
2. Sobrecarga de trabajo: 45 Puntos
3. Control de calidad inadecuada: 41 Puntos
4. Presión excesiva por cumplir plazos: 33 Puntos
5. Inconsistencias en las especificaciones del producto: 25 Puntos
6. Desorganización en el área de trabajo: 21 Puntos
7. Equipos de costura obsoletos o en mal estado: 19 Puntos.
8. Falta de una inspección adecuada en las distintas etapas del proceso: 17 Puntos.
9. Comunicación deficiente entre colaboradores: 17 Puntos.
10. Retrasos en la disponibilidad de materiales: 15 Puntos.
11. Ausencia de mantenimiento preventivo en las maquinas: 15 Puntos.

Ahora, para concluir con el Multivoto, se mostrará el cuadro elaborado en Excel con la información del Multivoto presentado, anteriormente, donde se tabulan todas las causas de acuerdo con la importancia que le dieron las personas colaboradoras de la empresa, donde se colocan las de mayor puntaje, hasta la de menor puntaje de votación, visualizándose el porcentaje total acumulado.

Figura 4.6: Resultados del Multivoto para la realización del Diagrama de Pareto

| Resultados y porcentajes ordenados del Multivoto | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Causas | Número De Votos | Número De Votos Acumulados | % Total | % Total Acumulado |
| Sobrecraga de trabajo | 45 | 45 | 15,36% | 15,36% |
| Falta de capacitación del personal | 45 | 90 | 15,36% | 30,72% |
| Control de calidad inadecuado | 41 | 131 | 13,99% | 44,71% |
| Presión excesiva por cumplir plazos | 33 | 164 | 11,26% | 55,97% |
| Inconsistencias en las especificaciones del producto | 25 | 189 | 8,53% | 64,51% |
| Desorganización en el área de trabajo | 21 | 210 | 7,17% | 71,67% |
| Equipos de costura obsoletos o en mal estado | 19 | 229 | 6,48% | 78,16% |
| Falta de una inspección adecuada en las distintas etapas del proceso | 17 | 246 | 5,80% | 83,96% |
| Comunicación deficiente entre colaboradores | 17 | 263 | 5,80% | 89,76% |
| Ausencia de mantenimiento preventivo en las máquinas | 15 | 278 | 5,12% | 94,88% |
| Retrasos en la disponibilidad de materiales | 15 | 293 | 5,12% | 100,00% |

Fuente: Autor, 2024.

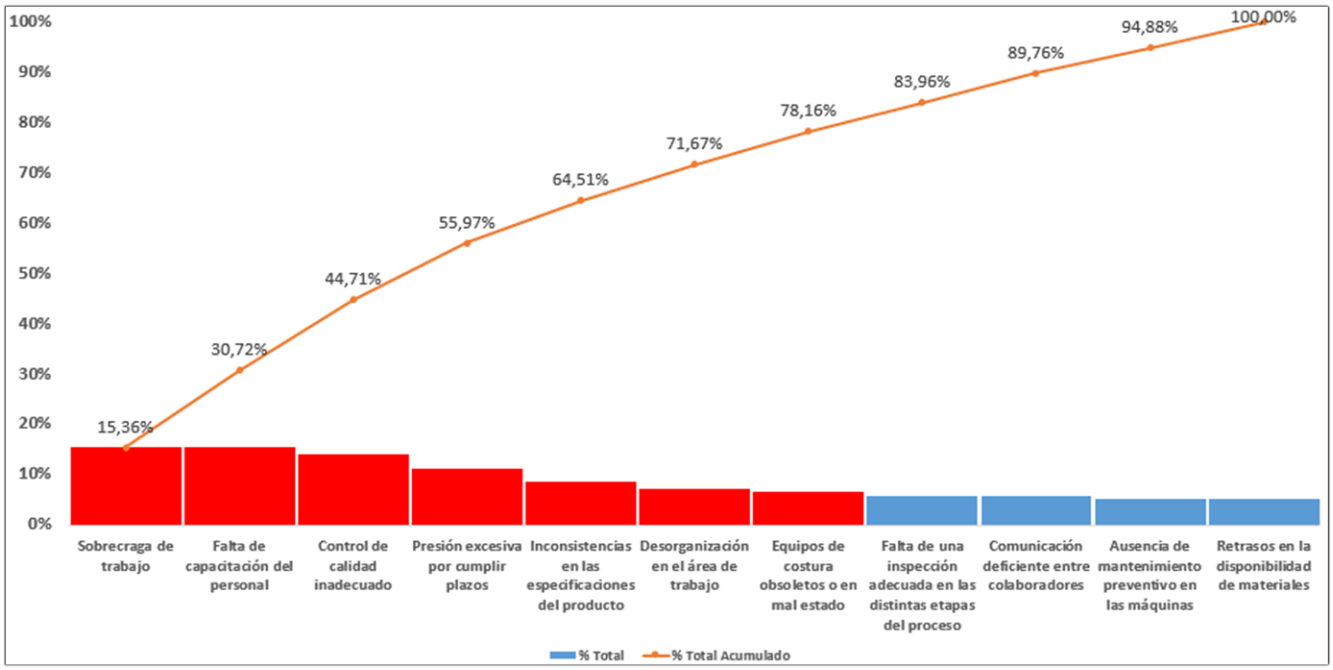
Con la información y el puntaje brindado del Multivoto, se obtiene la información presentada, en el cuadro anterior, donde se pueden visualizar el porcentaje total acumulado de cada voto a cada causa, ordenados de mayor criticidad a menor criticidad, esto, según el orden de importancia de acuerdo a la percepción de cada votante, con ello queda esclarecido cuales son las causas más importantes, y con esto se da pie para la elaboración del Diagrama de Pareto.

### 4.1.6 Diagrama de Pareto

En seguida se muestra el Diagrama de Pareto, para el cual se utilizaron los resultados presentados en el cuadro de Excel anterior, en donde se encuentran los datos y porcentajes acumulados ordenados para cada causa de la multivotación.

El gráfico es el siguiente:

Figura 4.7: Diagrama de Pareto




Fuente: Autor, 2024.

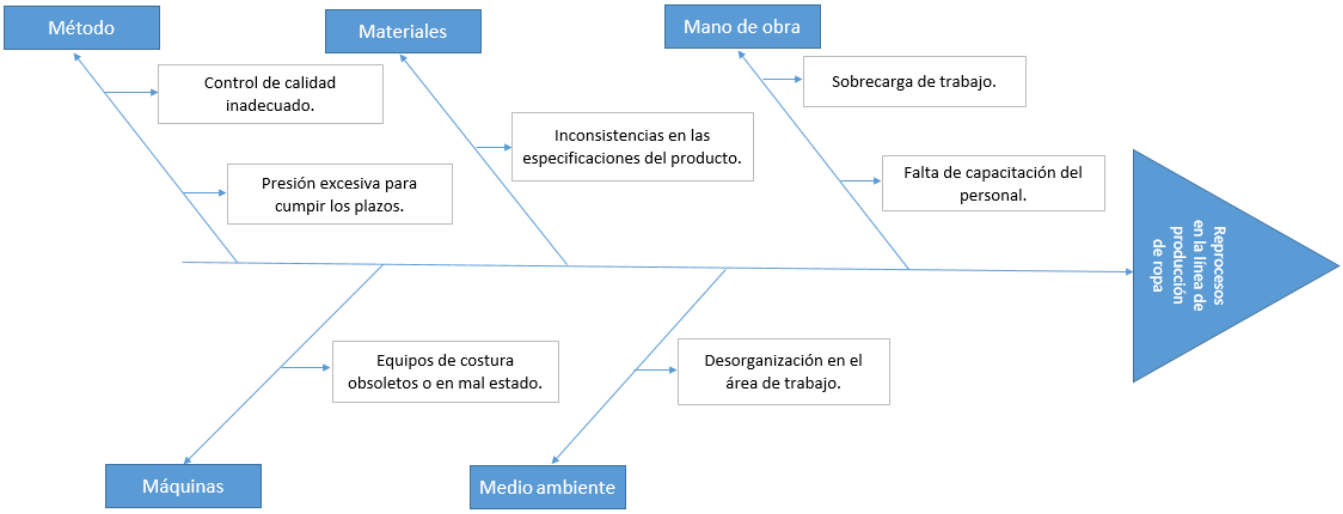
En el Diagrama de Pareto mostrado anteriormente se pueden ver las causas con mayor porcentaje de criticidad, encontrando 7 causas principales que provocan los reprocesos. Las dos principales causas raíz con un 15.36% del total de las causas son la sobrecarga de trabajo y la falta de capacitación del personal, seguidamente, con un 13.99% el control de calidad inadecuado, además con un 11,26% la presión excesiva por cumplir los plazos, seguido de un 8.53% de las inconsistencias en las especificaciones del producto, con un 7.17% la desorganización del área de trabajo y, por último, con 6.48% los equipos de costura están obsoletos o en mal estado. Esto, presenta un porcentaje acumulado del 78.16%, de esta manera se cumple la Ley o Principio de Pareto del 80/20, ya que, si se suma otra causa más, se pasaría del 80% de la Ley de Pareto, por lo tanto, se toma el valor más cercano al 80%, que en este caso sería el 78.16%. Dichas causas son las más críticas, y al encontrarlas permite a los responsables tomar acciones correctivas, tomar decisiones eficaces y eficientes para la mejora y la minimización de las mismas; por lo tanto, de acuerdo al Diagrama de Pareto, es recomendable atacar las primeras 7 causas con mayor porcentaje presentadas en el

gráfico con las barras de color rojo, para así obtener un gran impacto en la mejora de los reprocesos en estudio.

### 4.1.7 Diagrama de Ishikawa

Seguidamente, de haber identificado las causas por medio de la lluvia de ideas, de haber sometido las causas a la Multivotación, y al haber encontrado las más críticas en el Diagrama de Pareto, se procede a la realizar un Diagrama de Ishikawa para clasificar las causas en distintas categorías que se presentarán en el Diagrama en seguida.

Figura 4.8: Diagrama de Ishikawa




Fuente: Autor, 2024.

En el Diagrama de Ishikawa mostrado, se clasificaron por afinidad en las 5M las 7 causas críticas encontradas en el Diagrama de Pareto, dichas “M” son: Método, Materiales, Mano de Obra, Máquinas y Medio Ambiente, en cada una de ellas se encuentran sus respectivas causas, las cuales se detallan a continuación.

**Sobrecarga de trabajo**

Dicha sobrecarga ocurre cuando las colaboradoras en este caso tienen asignadas más tareas de las que pueden manejar de manera eficiente, por lo tanto, las costureras

deben realizar tareas múltiples de manera simultánea, como cortar las telas, coser y revisar los detalles, esto, puede provocar un incremento en los errores humanos debido al agotamiento físico y mental, además, no se prestaría la mayor atención a los detalles, resultando en costuras mal realizadas, cortes incorrectos o errores en los acabados finales. Todo esto, aumenta el índice de los reprocesos, debido a que los productos defectuosos deben de ser retrabajados posteriormente.

**Falta de capacitación del personal**

La falta de una capacitación adecuada es primordial para que las costureras comprendan y dominen todos los procesos de manera correcta. En esta línea de producción de ropa, cierta falta de formación se puede traducir en desconocimiento de algunas técnicas de costura, manejo de equipos o control de calidad final, lo que puede provocar fallos como costuras que no cumplen con las especificaciones del cliente o acabados irregulares.

**Control de calidad inadecuado**

La deficiencia en dicho control de calidad puede estar relacionada con procedimientos, en los cuales el personal no está capacitado para realizar inspecciones de calidad. Esto puede producir que los defectos en la ropa no sean detectados en etapas iniciales, lo que se acumula en etapas posteriores, genera reprocesos más costosos y desperdicio de materiales, además de terminar productos que no cumplen con los estándares establecidos.

**Presión excesiva para cumplir los plazos**

La presión para cumplir con fechas de entrega puede llevar a descuidar la calidad en favor de la velocidad en la realización de los trabajos, por ende, se pueden omitir revisiones intermedias para ganar tiempo y terminar los trabajos a tiempo, además, puede generar estrés en los colaboradores afectando el desempeño en el trabajo.

**Inconsistencias en las especificaciones del producto**

Las inconsistencias en este aspecto son instrucciones ambiguas o cambios a última hora, por lo tanto, se podría generar una dificultad para cumplir con los estándares del cliente, lo que conlleva a reprocesar los productos.

**Desorganización en el área de trabajo**

En este punto, se incluyen todos los materiales que están fuera de su lugar correspondiente y herramientas que están almacenadas inadecuadamente, lo que puede provocar en ocasiones el uso de materiales incorrectos debido a una identificación inadecuada de los mismos.

**Equipos de costura obsoletos**

El utilizar máquinas en mal estado o con tecnología antigua reduce la capacidad de producción y la calidad de los productos finales, porque, con ello, puede haber fallas en las costuras, como tensiones irregulares, cortes incorrectos o acabados que no son exactos, etc.

**4.2 MEDIR**

En esta etapa, se van estudiar y analizar las causas criticas encontradas en la etapa anterior, específicamente en el Diagrama de Ishikawa, donde recaen los reprocesos, específicamente, en la producción de camisas de la línea de ropa; en dicho análisis de cada causa se recolectarán las pruebas más importantes para verificar cual o cuales causas son las que están alimentado los reprocesos.

Primeramente, se hallará el “n” óptimo para saber la muestra, con ello, saber a cuantas muestras se le deben tomar tiempos, hallar datos, etc., según si lo requiere la causa por analizar.

Se tomará la cantidad de camisas de un lote semanal. La población de camisas en la línea de ropa en este caso es de 35 por semana, por ende, al año hay una demanda de 1820 camisas anuales. Por lo tanto, se utilizarán las siguientes fórmulas para un muestreo aleatorio simple:

$$n = \frac{Z^2 * p * (1-p)}{E^2}$$

$$n\ ajustado = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$$

Conociendo las formulas, se obtienen los siguientes datos para poder proceder con la realización de las formulas:

$N$= Tamaño de la población (35 camisas semanales)

$Z$= Valor Z que es el nivel de confianza 95% ($Z$=1.96)

E= Margen de error que se pude aceptar 10% ($E$=0.1)

*p*: Proporción estimada de éxito (0.5 para maximizar el tamaño de la muestra) (*p*= 0.5)

$$n = \frac{(1.96)^2 * (0.5) * (1-0.5)}{(0.1)^2} = 96.04$$

Ahora para el n ajustado para las 35 camisas, el resultado es el siguiente:

$$n\ ajustado = \frac{96.04}{1 + \frac{96.04 - 1}{35}} = 25.85 \approx 26$$

De acuerdo con el desarrollo de las fórmulas para el “n” óptimo, se tiene que el tamaño de la muestra (n) para una población de 35 camisas semanales con un nivel de confianza del 95% es de 26 camisas.

Se procede a continuación con la medición de cada causa critica encontrada:

**Control de calidad inadecuado**

Para la evaluación de esta causa, se hizo un análisis de la muestra de las 26 camisas seleccionadas de manera aleatoria terminadas en una semana, donde cuando

ya estaban confeccionadas se realizó una inspección de las mismas para conocer si tenían defectos. A continuación, se presenta el formulario de inspección para analizar si se está llevando o no un control de calidad inadecuado.

Para el formulario hay que tener en cuenta lo siguiente para su correcta comprensión:

Estándares de calidad:

- Costura: Ausencia de roturas, uniformidad, puntas sueltas.
- Acabados: Correcto planchado, botones fijados, ojales bien realizados.
- Tallas: Ajuste según las medidas especificadas.
- Material: Imperfecciones, sin manchas, rasgaduras.
- Etiqueta: Correctamente posicionada e información completa.

Figura 4.9: Formulario de inspección

| Fecha | Camisa | Costuras | Acabados | Tallaje | Material | Etiqueta | Total de defectos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/11/2024 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4/11/2024 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5/11/2024 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 6/11/2024 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 7/11/2024 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8/11/2024 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 12/11/2024 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/11/2024 | 8 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 19/11/2024 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/11/2024 | 10 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 22/11/2024 | 11 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 27/11/2024 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29/11/2024 | 13 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 2/12/2024 | 14 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 4/12/2024 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10/12/2024 | 16 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 13/12/2024 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/12/2024 | 18 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 19/12/2024 | 19 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 20/12/2024 | 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 23/12/2024 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/12/2024 | 22 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 24/12/2024 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 26/12/2024 | 24 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 27/12/2024 | 25 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 30/12/2024 | 26 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Fuente: Autor, 2024

Resultados de la medición:

1. **Total de defectos por categoría:**

- Costura: 10 defectos
- Acabados: 12 defectos
- Talla: 5 defectos
- Material: 3 defectos
- Etiqueta: 4 defectos

2. **Camisas sin defectos:**

- 6 camisas

3. **Porcentaje de defectos:**

- Camisas con defectos:

$$Camisas\ con\ defectos = \frac{20}{26} x100 = 76.9\%$$

- **Resultado del análisis**: La inspección realizada, cubrió los criterios claves de calidad como las costuras, acabados, talla, material, etiqueta, en donde quedó demostrado que el control de calidad inadecuado contribuye de manera significativa en la presencia de reprocesos, con los acabados y las costuras como las áreas más importantes en donde se encuentran diversos errores.
- **Conclusión:** Dado que en esta causa analizada hay ciertos errores que influyen en los reprocesos, se recomienda realizar un plan de capacitación específico en control de calidad para las costureras a cargo de la realización de camisas en la línea de ropa de la Imprenta. Por lo tanto, dicha causa afecta de manera directa el problema identificado.

**Presión excesiva para cumplir los plazos**

Para la evaluación de esta causa, para averiguar si la presión excesiva para cumplir los plazos está afectando o no los tiempos de producción que recaen en los reprocesos, se tomaron las mediciones en los tiempos de cada una de las 26 camisas de producidas. Se midieron los tiempos individuales para cada etapa del proceso de confección de las camisas por parte de las costureras, que son las siguientes: Corte de la tela, Costura (cerrar costados de la camisa y colocar las mangas), Detalles (Pegar botones y cuello, hacer ruedos) y Empaque.

Se debe de tener en consideración que la Imprenta no cuenta con un Plan de Producción, sin embargo, para este caso, el dueño de la empresa y las costureras tienen tiempos estándar, únicamente, para la realización de cintas de graduación, para las camisas, que es el producto en estudio, y dicho tiempo estándar para cada camisa es de 16 minutos, desde el corte de la tela, hasta el empaque final.

A sabiendas de lo anterior, a continuación, se presenta la toma de tiempos.

Figura 4.10: Toma de tiempos por camisa

| Camisa | Fecha | Costurera | Corte (Minutos) | Costura (Minutos) | Detalles (Minutos) | Empacado (Segundos) | Total (Minutos) | ¿Cumple con el tiempo estándar? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2/1/2025 | Costurera 1 | 4,48 | 4,54 | 5,00 | 58,00 | 15,40 | Cumple |
| 2 | 2/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 15,54 | Cumple |
| 3 | 3/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 4,47 | 55,00 | 15,42 | Cumple |
| 4 | 7/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 57,00 | 15,57 | Cumple |
| 5 | 7/1/2025 | Costurera 2 | 4,50 | 5,00 | 4,53 | 56,00 | 15,39 | Cumple |
| 6 | 7/1/2025 | Costurera 3 | 4,53 | 4,47 | 5,00 | 59,00 | 15,39 | Cumple |
| 7 | 10/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | Cumple |
| 8 | 10/1/2025 | Costurera 2 | 4,42 | 5,06 | 5,00 | 58,00 | 15,46 | Cumple |
| 9 | 10/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | Cumple |
| 10 | 13/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 4,53 | 5,00 | 59,00 | 15,45 | Cumple |
| 11 | 13/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 5,04 | 57,00 | 15,55 | Cumple |
| 12 | 13/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 55,00 | 15,55 | Cumple |
| 13 | 15/1/2025 | Costurera 1 | 4,52 | 4,42 | 5,00 | 56,00 | 15,30 | Cumple |
| 14 | 15/1/2025 | Costurera 2 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | Cumple |
| 15 | 15/1/2025 | Costurera 3 | 4,44 | 4,54 | 4,43 | 55,00 | 15,16 | Cumple |
| 16 | 17/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 4,49 | 5,00 | 58,00 | 15,47 | Cumple |
| 17 | 17/1/2025 | Costurera 2 | 4,49 | 5,00 | 5,00 | 59,00 | 15,48 | Cumple |
| 18 | 17/1/2025 | Costurera 3 | 4,50 | 4,52 | 4,42 | 60,00 | 15,24 | Cumple |
| 19 | 20/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 4,47 | 5,00 | 58,00 | 15,45 | Cumple |
| 20 | 20/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 4,53 | 56,00 | 15,43 | Cumple |
| 21 | 20/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 58,00 | 15,58 | Cumple |
| 22 | 22/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 4,55 | 5,00 | 57,00 | 15,45 | Cumple |
| 23 | 22/1/2025 | Costurera 2 | 4,47 | 4,48 | 4,43 | 59,00 | 15,17 | Cumple |
| 24 | 22/1/2025 | Costurera 3 | 4,48 | 5,00 | 5,00 | 55,00 | 15,43 | Cumple |
| 25 | 24/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 5,00 | 4,55 | 58,00 | 15,46 | Cumple |
| 26 | 24/1/2025 | Costurera 2 | 5,00 | 4,42 | 4,48 | 60,00 | 15,30 | Cumple |

Fuente: Autor, 2024.

- **Resultado del análisis:** En el análisis de la toma de tiempos por cada camisa realizada por las 3 costureras en días distintos del mes de enero del 2025, se puede observar que todos los tiempos tomados cumplen con el tiempo estándar establecido para cada camisa de 16 minutos, incluso menos en algunos casos, por lo que es claro que la presión excesiva no interfiere en los reprocesos, y con el análisis realizado se asegura que los tiempos estudiados son los adecuados para no afectar el proceso productivo.
- **Conclusión:** Se llega a la conclusión de que la presión excesiva para cumplir los plazos no afecta, o no es causante de los reprocesos en la línea de ropa de la Imprenta, ya que los tiempos establecidos se cumplen a cabalidad.

**Inconsistencias en las especificaciones del producto**

Para verificar las inconsistencias en las especificaciones del producto, se diseñó un formulario que estudia y evalúa si las camisas que se fabrican cumplen con las especificaciones definidas, estas especificaciones toman en cuenta las dimensiones, diseño, material y acabado, cada camisa fue evaluada de manera individual con las costureras y el dueño de la empresa, utilizando la cinta métrica para las dimensiones y verificando de manera visual las características especificadas, lo que permitió registrar en el formulario todos estos datos.

A continuación, se presenta el formulario para corroborar si esta causa afecta o no en los reprocesos.

Figura 4.11: Formulario de medición de las inconsistencias en las especificaciones del producto

| Camisa | Largo (+- 1cm) | Ancho (+- 1cm) | Tipo de tela | Costuras alineadas | Acabados correctos | Cumple con las especificaciones (Sí/No) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 2 | Sí | Sí | Sí | No | Sí | No | Costura un poco torcida en el lateral de la camisa |
| 3 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 4 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 5 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 6 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 7 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 8 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 9 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 10 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 11 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 12 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 13 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 14 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 15 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 16 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 17 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 18 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 19 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 20 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 21 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 22 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 23 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 24 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 25 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 26 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |

Fuente: Autor, 2024.

- **Resultado del análisis:** En las mediciones anteriores, se tomaron las dimensiones (el ancho y el largo, en donde se midieron las camisas para confirmar que cumplieran con una tolerancia de +- 1cm. Además, Se comprobó que la tela utilizada fuera la especificada y se revisó de manera visual las costuras y su alineación, también, se realizó la revisión de los acabados que incluyen los botones, ruedos y planchado. Con todo ello, al final de la revisión de las camisas, se tiene que hay 25 camisas que cumplen con todas las especificaciones, y una sola camisa que contiene una sola inconsistencia menor. Por lo que el análisis muestra que el mayor porcentaje de camisas si cumple con las especificaciones técnicas que se han establecido, además es importante tomar en cuenta que la inconsistencia menor que se encontró no afecta significativamente o gravemente la calidad del producto final.
- **Conclusión:** Dado a que las inconsistencias en las especificaciones del producto no afectan en los reprocesos y no son causantes de errores o de problemas en el proceso de producción de camisas, dicha causa se descarta como la causante de los reprocesos, ya que no es un problema critico en los reprocesos actuales de la línea de ropa.

**Sobrecarga de trabajo**

Para evaluar la sobrecarga de trabajo y verificar si es un factor que contribuye a los reprocesos, se compararon los tiempos estándar de producción de camisas con un tiempo ajustado considerando los suplementos del 16% según la OIT. Además, se debe tener en consideración que la Imprenta no cuenta con un plan de producción definido de manera formal, así que esta medición servirá como base para determinar si el tiempo de trabajo se encuentra dentro del rango aceptable.

El tiempo normal estándar para una camisa es de 16 minutos, considerando un suplemento del 16% para factores como necesidades fisiológicas, fatiga, monotoneidad y complejidad del proceso, las cuales se detalla su porcentaje a continuación:

- Necesidades fisiológicas: 7%
- Básico por fatiga: 4%
- Proceso complejo o atención dividida: 4%

- Trabajo monótono: 1%

Con la suma de estos porcentajes se obtiene el 16% de los suplementos.

En seguida, se mostrarán los tiempos medidos en la fase de presión excesiva y se compararán con el tiempo estándar más suplementos, que en este caso sería de 18.56 minutos.

Figura 4.12: Toma de tiempos más el porcentaje de Suplementos

| Camisa | Fecha | Costurera | Corte (Minutos) | Costura (Minutos) | Detalles (Minutos) | Empacado (Segundos) | Total (Minutos) | Tiempo con suplementos (Minutos) | ¿Cumple con el tiempo estándar + suplementos? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2/1/2025 | Costurera 1 | 4,48 | 4,54 | 5,00 | 58,00 | 15,40 | 18,26 | Cumple |
| 2 | 2/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 15,54 | 18,43 | Cumple |
| 3 | 3/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 4,47 | 55,00 | 15,42 | 18,29 | Cumple |
| 4 | 7/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 57,00 | 15,57 | 18,46 | Cumple |
| 5 | 7/1/2025 | Costurera 2 | 4,50 | 5,00 | 4,53 | 56,00 | 15,39 | 18,25 | Cumple |
| 6 | 7/1/2025 | Costurera 3 | 4,53 | 4,47 | 5,00 | 59,00 | 15,39 | 18,25 | Cumple |
| 7 | 10/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | 18,56 | Cumple |
| 8 | 10/1/2025 | Costurera 2 | 4,42 | 5,06 | 5,00 | 58,00 | 15,46 | 18,33 | Cumple |
| 9 | 10/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | 18,56 | Cumple |
| 10 | 13/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 4,53 | 5,00 | 59,00 | 15,45 | 18,32 | Cumple |
| 11 | 13/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 5,04 | 57,00 | 15,55 | 18,44 | Cumple |
| 12 | 13/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 55,00 | 15,55 | 18,44 | Cumple |
| 13 | 15/1/2025 | Costurera 1 | 4,52 | 4,42 | 5,00 | 56,00 | 15,30 | 18,15 | Cumple |
| 14 | 15/1/2025 | Costurera 2 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | 18,56 | Cumple |
| 15 | 15/1/2025 | Costurera 3 | 4,44 | 4,54 | 4,43 | 55,00 | 15,16 | 17,59 | Cumple |
| 16 | 17/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 4,49 | 5,00 | 58,00 | 15,47 | 18,35 | Cumple |
| 17 | 17/1/2025 | Costurera 2 | 4,49 | 5,00 | 5,00 | 59,00 | 15,48 | 18,36 | Cumple |
| 18 | 17/1/2025 | Costurera 3 | 4,50 | 4,52 | 4,42 | 60,00 | 15,24 | 18,08 | Cumple |
| 19 | 20/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 4,47 | 5,00 | 58,00 | 15,45 | 18,32 | Cumple |
| 20 | 20/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 4,53 | 56,00 | 15,43 | 18,30 | Cumple |
| 21 | 20/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 58,00 | 15,58 | 18,47 | Cumple |
| 22 | 22/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 4,55 | 5,00 | 57,00 | 15,45 | 18,32 | Cumple |
| 23 | 22/1/2025 | Costurera 2 | 4,47 | 4,48 | 4,43 | 59,00 | 15,17 | 18,00 | Cumple |
| 24 | 22/1/2025 | Costurera 3 | 4,48 | 5,00 | 5,00 | 55,00 | 15,43 | 18,30 | Cumple |
| 25 | 24/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 5,00 | 4,55 | 58,00 | 15,46 | 18,33 | Cumple |
| 26 | 24/1/2025 | Costurera 2 | 5,00 | 4,42 | 4,48 | 60,00 | 15,30 | 18,15 | Cumple |

Fuente: Autor, 2024.

- **Resultado del análisis:** Los tiempos estándar reales de producción de camisas, al sumarle los suplementos del 16% para los factores antes mencionados como necesidades fisiológicas, fatiga, monotoneidad y complejidad, siguen estando por debajo del tiempo estándar más los suplementos que es de 18.56 minutos, y al analizarlos se puede observar que este tiempo también se cumple de manera correcta, lo que señala que no hay evidencia de sobrecarga de trabajo y que esta causa no es el origen del problema.

- **Conclusión:** Por lo tanto, la sobrecarga de trabajo, no es una causante de los reprocesos, por lo que se descarta dicha causa, ya que los tiempos actuales muestran que las costureras pueden cumplir con los tiempos sin generar reprocesos, en este caso, y que dichos tiempos de producción son los adecuados en las condiciones actuales, trabajando con el tiempo estándar de 16 minutos más los suplementos que son el 16%.

**Equipos de costura obsoletos o en mal estado**

Para evaluar dicha causa, sobre si los equipos de costura están contribuyendo a los reprocesos, se realizan las siguientes acciones:

1. Comparación con la competencia

Cabe recalcar que en el sector de Turrialba solo existe una Imprenta más aparte de la Imprenta en estudio, indagando para saber cómo son o que equipos de costura utilizan, se da como un hecho que la Imprenta Litoprisma posee equipos de costura que tienen tecnología más avanzada en comparación con la competencia que todavía utiliza modelos más antiguos y menos eficientes. Por lo tanto, esto indica que las máquinas de la Imprenta no representan una desventaja en cuanto a la competitividad.

2. Matriz de Mantenimiento Preventivo

Se implementó un plan de mantenimiento para asegurar el funcionamiento correcto de cada máquina. Es importante destacar que en el mes de enero se solicitó al técnico que hiciera una revisión general en las máquinas para saber su estado y conocer si estas afectan o no a los reprocesos. La imprenta cuenta con 5 máquinas de coser, las cuales son:

- Máquina Plana Industrial
- Máquina Cover Industrial
- 2 Máquinas Overlock
- Máquina para hacer Ojales

En seguida se muestra la Matriz de Mantenimiento Preventivo utilizada.

Figura 4.13: Matriz de Mantenimiento Preventivo

| Fecha | Máquina | Lubricación | Limpieza profunda | Ajuste de piezas | Revisión y ajuste de motores y correas | Cambio de agujas y cuchillas | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6/1/2025 | Máquina Plana Industrial | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 6/1/2025 | Máquina Cover Industrial | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 6/1/2025 | Máquina Overlock 1 | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 6/1/2025 | Máquina Overlock 2 | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 6/1/2025 | Máquina para Ojales | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina Plana Industrial | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina Cover Industrial | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina Overlock 1 | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina Overlock 2 | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina para Ojales | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |

Fuente: Autor, 2024.

- **Resultado del análisis:** Los resultados de la matriz indican que los equipos de costura de la Imprenta funcionan de manera correcta, teniendo en cuenta que este mantenimiento se realiza cada 6 meses, siendo la última vez que se realizó el 11 de octubre del 2024, por lo que la revisión hecha en el mes de enero del 2025 se hizo en un buen rango de tiempo desde la última vez de esta revisión. Este análisis verifico que cada máquina está al 100% y su funcionalidad es la adecuada para la confección de las camisas.
- **Conclusión:** Debido a que las máquinas de coser de la Imprenta están calibradas, lubricadas, limpias, ajustadas y revisadas, esta causa no es factor directo de los reprocesos, y en dichas máquinas no se encontró ningún defecto que pueda afectar a que se den los reprocesos, por lo tanto, queda descartada como responsable de los retrabajos.

A pesar de que la causa queda descartada, el técnico encargado de este mantenimiento indicó que, para evitar fallos y tiempos muertos en la producción, es importante realizar las acciones de mantenimiento preventivo mostradas a continuación:

- Lubricación: cada 6 meses.
- Limpieza profunda: cada 6 meses.
- Ajuste de las piezas mecánicas: cada 6 meses.
- Revisión de motores y correas: cada 6 meses.
- Cambio de agujas y afilado de cuchillas: cada 6 meses.

Para finalizar con esta causa, es importante mencionar que no se mencionan los mantenimientos correctivos porque no existe un historial registrado de estos. Si bien, el técnico ha realizado en tiempos pasados algunas reparaciones, estas han sido muy pocas y nunca se han documentado de manera formal, por ende, no se puede analizar con precisión la frecuencia e impacto de estos mantenimientos correctivos, lo que hace inviable el incluirlos en el análisis. Además, es vital saber que la implementación del mantenimiento preventivo estructurado busca precisamente evitar a toda costa la necesidad de mantenimientos correctivos no planificados, reduce los tiempos muertos y, con ello, mejorando la eficiencia operativa de las máquinas de coser.

**Desorganización en el área de trabajo**

Esta causa podría provocar una serie de problemas de improductividades si se comprueba que es una de las causantes de los reprocesos, por lo tanto, se procederá a evaluar si la desorganización en el área de trabajo contribuye a los reprocesos, junto a ello se realizará una lista de verificación sobre la evaluación del orden, limpieza y disposición de herramientas y materiales.

A continuación, se presenta la lista de verificación.

Figura 4.14: Lista de verificación de desorganización en el área de trabajo

| Ítem Evaluado | Cumple (Sí/No) | Observaciones |
|---|---|---|
| Herramientas y materiales organizados | Sí | Todo almacenado de manera correcta |
| Zonas de trabajo libres de objetos innecearios | Sí | Áreas despejadas |
| Espacio de almacenamiento utilizado de manera correcta | Sí | Materiales etiquetados y ordenados |
| Pasillos y áreas de circulación despejados | Sí | Sin obstáculos en el paso |
| Señalización adecuada en estanterías y equipos | Sí | Rotulación clara y visible |
| Limpieza diaria | Sí | Se hacen limpiezas al final del turno |
| Lugar de trabajo con disposición eficiente | Sí | Flujo de trabajo optimizado |
| Basureros disponibles y accesibles | Sí | Separación de residuos adecuada |
| Materiales identificados y almacenados de manera correcta | Sí | No hay marteriales perdidos o escondidos |

Fuente: Autor, 2024.

- **Resultado de análisis:** La evaluación realizada presenta que el área de trabajo se encuentra organizada de una manera correcta, y que cumple con los principios de la metodología 5S, en donde todo el material de trabajo está en su lugar correcto, las zonas de trabajo están libres de objetos que puedan entorpecer la producción, las respectivas señalizaciones están colocadas de manera correcta, los basureros están colocados en lugares estratégicos. Es vital tener en cuenta que en esta medición no se encontraron problemas significativos o críticos de desorden que afecten la producción o que generen reprocesos.
- **Conclusión:** Debido a que, en el estudio y análisis de esta causa, se llega a la conclusión de que la desorganización en el área de trabajo no es la responsable de los reprocesos, por ende, queda descartada.

Lo único que se recomienda en este caso es mantener esos controles regulares para asegurar la sostenibilidad del buen trabajo.

**Falta de capacitación del personal**

La falta de capacitación podría ser una de las causas principales de los reprocesos que se dan en la Imprenta Litprisma a la hora de confeccionar camisas, que es el producto con más demanda en la empresa en la línea de ropa, en donde la falta de conocimiento puede maximizar este problema.

Para evaluar dicha causa se realizó una matriz de capacitación, en donde se describen los pasos, uno a uno de la confección de camisas en la línea de ropa por parte de las costureras.

Seguidamente, se muestra la Matriz de Capacitación utilizada para medir la capacidad de cada costurera en cada paso.

Figura 4.15: Matriz de capacitación

| Etapa del proceso | Conocimientos requeridos | Habilidades necesarias | Costurera responsable | Capacitación recibida | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|
| Corte de tela | Interpretación de patrones y medidas | Uso de tijeras industriales | Todas | Sí | Cumplen con su trabajo |
| | Identificación de materiales | Precisión al trazar líneas de corte de tela | Todas | Sí | Cumplen con su trabajo |
| Preparación de la costura | Tipos de puntadas, recta, doble, overlock | Ajuste de tensión de las máquinas de coser | Todas | Sí (Presentan fallos) | Se ha utlizado telas con pequeñas rasgaduras |
| | Enhebrado de hilos correctamente | Cambios rápidos de bobinas | Todas | Sí | Cumplen con su trabajo |
| Costura principal | Manejo de las maquinas de coser | Uniformidad en las costuras | Todas | Sí (Presentan fallos) | Costuras desalineadas |
| | Inspección visual durante la costura | Revisión constante de los hilos y costuras | Todas | Sí (Presentan fallos) | No se revisa de la manera adecuada |
| Acabados finales | Colocar botones, ojales y etiquetas de manera uniforme | Uso adecuado de las herramientas específicas | Todas | Sí (Presentan fallos) | Se han encontrado fallos a la hora de pegar botones |
| | Planchar y empacar camisas de manera correcta | Técnicas de empaque | Todas | Sí | Cumplen con su trabajo |
| Control de calidad | Identificación de errores en costuras y acabados | Inspección visual y táctil de cada camisa | Todas | Sí (Presentan fallos) | No realizan bien las inspecciones de calidad |

Fuente: Autor, 2024.

- **Resultado de análisis:** En la matriz de capacitación mostrada anteriormente se puede verificar que cada una de las 3 costureras recibieron la capacitación para

ejercer su trabajo de manera correcta, a sabiendas que cada una de ellas posee los conocimientos y las habilidades que necesitan para producción de camisas, dicha capacitación se realizó el día 3 de marzo del 2023, por lo tanto, se puede entender los fallos obtenidos a la hora de hacer las pruebas, ya que a pesar de que tienen conocimiento y de que recibieron una capacitación hace mucho tiempo, carecen de ciertos conocimientos o técnicas adecuadas para la realización de manera eficiente de las camisas.

- **Conclusión:** Se llega a la conclusión de que las tres costureras encargadas de la línea de ropa necesitan ser capacitadas en todos los conocimientos y habilidades necesarias para la elaboración de las camisas, por lo tanto, la causa analizada pasa a la siguiente etapa por ser una de las que provoca los reprocesos.

Como parte final de esta etapa de la Metodología DMAIC, se presenta una tabla con las causas que no afectaron los reprocesos de acuerdo a las mediciones presentadas, asimismo, se presentan las causas que si afectaron de manera directa a los reprocesos y que por lo tanto pasan a la siguiente etapa de la Metodología que es el Analizar.

Tabla 4.1: Causas que provocan los reprocesos

| **Causa** | **¿Causante de los reprocesos?** |
|---|---|
| Control de calidad inadecuado | SI |
| Presión excesiva para cumplir los plazos | NO |
| Inconsistencias en la especificaciones del producto | NO |
| Sobrecarga de trabajo | NO |
| Falta de capacitación del personal | SÍ |
| Equipos de costura obsoletos o en mal estado | NO |
| Desorganización en el área de trabajo | NO |
| **TOTAL** | **2 Causas que provocan los reprocesos** |

Fuente: Litoprisma, 2024.

## 4.3 ANALIZAR

En esta etapa de la Metodología DMAIC, se profundizará en analizar las causas encontradas en la etapa Medir que afectan de manera directa a los reprocesos, causantes de dicho problema, son principalmente el “Control de calidad inadecuado”, de la mano “La Falta de Capacitación del Personal”, ya que, hay errores y productos no conformes debido a ciertos errores y debido a un control de calidad inadecuado, con ello, es claro que las encargadas del proceso no están lo suficientemente capacitadas.

### Análisis de las causas y de los datos encontrados

En la etapa anterior, se hizo la medición y la evaluación de 26 camisas, en las cuales 20 camisas presentaron al menos un defecto, lo que representa un 76.9% de defectuosidad, debido a esto solo hubo un 23.1% de camisas que pasaron la inspección sin ningún tipo de error, lo que representa la cantidad de 6 camisas.

Distribución por factores de defectos

Se hallaron 34 defectos en total, distribuidos en la siguiente tabla:

Tabla 4.2: Tabla de cantidad defectos hallados

| Factor | Cantidad de defectos | Porcentaje |
|---|---|---|
| Acabados | 12 | 35.3% |
| Costuras | 10 | 29.4% |
| Tallas | 5 | 14.7% |
| Etiquetas | 4 | 11.8% |
| Material | 3 | 8.8% |
| **TOTAL** | **34** | **100%** |

Fuente: Autor, 2024.

En la tabla anterior, se puede visualizar como las costuras y los acabados representan el 64,7% de los defectos encontrados, además, el tallaje representa el 14,7%, lo que puede deberse a errores en el corte de las telas o ensamblaje. Y los

defectos en el material (8,8%) y etiqueta (11,8%) se pueden deber a la supervisión del proceso.

**Costos de los reprocesos**

Para calcular los costos de los reprocesos, se va a desglosar en materiales desperdiciados, mano de obra y costos operativos.

Se debe tener en cuenta que se evaluaron 26 camisas, de las cuales 20 tuvieron defectos, lo que es un 76,9%. También, es importante saber que el precio final de cada camisa es de 6000 colones.

- **Costos de materiales desperdiciados**

Cada camisa defectuosa implica un desperdicio de materiales, ya sea de hilo, tela, botones, cuellos, etc., aunque no todas las camisas defectuosas sean descartadas por completo, se estima que el 30% del costo de cada camisa corresponde a materiales, y que el 50% de camisas que son defectuosas requirieron reposición de material.

$$Material\ de\ la\ camisa = 6000\ \text{colones}\ x\ 0{,}30 = 1.800\ \text{colones}$$
$$Material\ desperdiciado = 10\ \text{camisas}\ x\ 1800\ \text{colones} = 18.000\ \text{colones}$$

El costo total para los desperdicios de las camisas reprocesadas es de 18.000 colones.

- **Costos de mano de obra en los reprocesos**

El tiempo extra que las costureras invierten en corregir los defectos afecta en los costos también. Se tiene que las costureras ganan por hora 2.500 colones, y requieren 15 minutos adicionales para corregir cada camisa defectuosa.

$$Tiempo\ por\ camisa = \frac{15}{60} = 0.25\ \text{horas}$$
$$Costo\ de\ mano\ de\ obra\ por\ camisa = 0.25\ \text{x}\ 2500 = 625\ \text{colones}$$
$$Costo\ total\ de\ mano\ de\ obra = 20\ \text{camisas x}\ 625 = 12.500\ \text{colones}$$

El costo de la mano de obra que se pierde debido a los reprocesos y al tiempo invertido en vano, es de 12.500 colones.

- **Costos operativos perdidos**

Los reprocesos afectan de manera directa la producción normal, consumiendo energía, insumos y disminuyendo la eficiencia, si consideramos que cada camisa defectuosa representa un costo operativo adicional del 10% sobre su valor total:

$$Costo\ operativo\ por\ camisa = 6000 \text{ x } 0{,}10 = 600 \text{ colones}$$
$$Costo\ total\ de\ operación = 20 \text{ x } 600 = 12.000 \text{ colones}$$

El valor del costo operativo perdido es de 12.000 colones.

**Cálculo final de pérdidas totales**

Figura 4.16: Total de pérdidas en la semana analizada

| Concepto | Monto Semanal (Colones) | Costo de Pérdida Unitario de las Camisas | Costo Anual |
|---|---|---|---|
| Materiales Desperdiciados | ₡ 18 000,00 | ₡ 692,31 | ₡ 1 260 004,20 |
| Costo en Mano de Obra | ₡ 12 500,00 | ₡ 480,77 | ₡ 875 001,40 |
| Costos Operativos Perdidos | ₡ 12 000,00 | ₡ 461,54 | ₡ 840 002,80 |
| **TOTAL** | **₡ 42 500,00** | **₡ 1 634,62** | **₡ 2 975 008,40** |

Fuente: Autor, 2024.

El costo total de los reprocesos en este periodo de tiempo estudiado y analizado es de 42,500 colones semanalmente, teniendo un costo de perdida por camisa individual de 1634,62 colones, y esto en términos de la demanda anual de camisas que se realizan por año, que es total de 1820 camisas confeccionadas anualmente, se tiene una pérdida considerable de 2,975,008.40 colones, lo que representa una pérdida que podría

reducirse, además de mejorar la calidad con la implementación del Método que se mostrará a continuación.

**Propuesta de solución**

El análisis de los datos obtenidos en la etapa Medir de la Metodología reveló que la problemática principal que está generando los reprocesos en la línea de producción de ropa, específicamente en la producción de camisas que es el producto de mayor demanda, es un control de calidad inadecuado, en donde se evidenció que el 76,9% de las camisas inspeccionadas presentaron al menos un defecto, siendo las costuras y los acabados los más frecuentes. Por lo tanto, para solucionar el problema se propone la implementación del Método Bimanual, que es una herramienta que se utiliza para mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos productivos, además de realizar una capacitación para mejorar la inspección de calidad en los productos.

**¿Qué es el Método Bimanual?**

Este Método es una técnica de estudio de movimientos utilizada en la Ingeniería Industrial, para analizar y mejorar la eficiencia del trabajo manual, por lo tanto, consiste en observar y optimizar los movimientos de ambas manos para reducir esfuerzos que no sean necesarios y mejorar la precisión en las tareas.

Esta alternativa de solución se está tomando para tener un mejor control en las costuras y en los acabados, así como en los demás factores, con este método se pueden optimizar los movimientos de las costureras para reducir los errores al coser y ensamblar las piezas.

El control de calidad se realiza de manera tardía, lo cual genera los reprocesos, y con la implementación de esta técnica se puede integrar una revisión en tiempo real durante la producción de las camisas, para corregir las fallas antes de que el producto avance a las siguientes etapas en la línea. Con ello el control de calidad será más efectivo, ya que se podrán detectar defectos en costuras, acabados, tallaje material y etiquetas antes de que el producto pase a la siguiente fase, como se mencionó anteriormente.

Finalmente, mediante esta implementación se permitirá mejorar la precisión de las operarias, reducir defectos y optimizar el flujo de trabajo, además de maximizar la eficiencia del flujo productivo, y con ello aumentar la satisfacción del cliente.

# CAPÍTULO V. PROPUESTA

## 5.1 MEJORAR

En esta etapa por realizar, se realizarán las propuestas de mejora para las causas encontradas en el proceso de investigación del presente trabajo, en este caso, son las causas: **Control de Calidad Inadecuado** y **Falta de Capacitación del Personal**, ya que fueron las causas con más evidencia en la etapa de medición, son las causas principales por las cuales se dan los reprocesos en la línea de costura de ropa.

### Creación de un Diagrama Bimanual

Primeramente, se tomó a una de las costureras al azar para la realización de una camisa, para verificar su comportamiento con ambas manos, de esta manera se puede identificar que hace y de qué manera lo hace de una forma más exacta, por ende, primero se presentará el Bimanual con los errores encontrados, y seguidamente el Bimanual que se implementará en la Imprenta para evitar que se sigan dando los reprocesos.

Figura 5.1: Diagrama Bimanual con los pasos utilizados hasta el día antes de la implementación

| DIAGRAMA BIMANUAL | | Actividad | Actual | | Tipos de movimientos | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Der. | Izq. | | |
| **Operación:** Costura de camisas | | Operación | 8 | 5 | Eficientes | 4 |
| **Objeto:** Telas e hilo | | Sostener | - | 3 | | |
| **Lugar:** Imprenta Litoprisma | | Transporte | - | - | Ineficientes | 10 |
| | | Espera | - | - | | |

| Paso | Mano Derecha | Símbolo | Mano Izquierda |
|---|---|---|---|
| 1 | Toma la tela sin verificar su orientación | | Sostiene la pieza sin alinearla correctamente |
| 2 | Acomoda la tela en la máquina verificando la alineación con la aguja | | Mantiene la tela firme |
| 3 | Baja el prensatelas sin asegurar que la tela esté alineada | | No ajusta la tela de manera precisa |
| 4 | Hace la primera puntada sin revisar la tensión del hilo | | Sostiene la pieza y la empuja hacia las agujas |
| 5 | Empieza a coser | | Sigue sosteniendo la tela sin hacer ningun ajuste |
| 6 | Sigue cosiendo sin revisar constantemente | | Guía la tela |
| 7 | Detiene la costura sin revisar la calidad | | Retira la tela tela sin hacer una revisión inmediata |
| 8 | Saca la tela cosida y revisa visualmente al final | | Saca la tela cosida |

Fuente: Autor, 2025.

En el Diagrama Bimanual que se pudo visualizar, anteriormente, se encuentran ciertos problemas que se están convirtiendo en los causantes de que hayan reprocesos, como lo es la falta de verificación de alineación antes de comenzar la costura, poca supervisión de la costura en tiempo real, además de que no se detectan los errores a tiempo, lo que lleva a los reprocesos, falta firmeza y precisión en el manejo de la tela, y por último, no hay un procedimiento estandarizado para la verificación de la calidad de final, lo cual se verá solucionado en el siguiente Diagrama Bimanual con todas las correcciones realizadas y con las propuesta de movimientos correctos para realizar el trabajo de manera correcta y sin ningún error.

Figura 5.2: Diagrama Bimanual Correcto Para Implementar

| DIAGRAMA BIMANUAL | | Actividad | | Actual | | Tipos de movimientos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Der. | Izq. | | |
| **Operación:** Costura de camisas | | Operación | | 8 | 4 | Eficientes | 16 |
| **Objeto:** Telas e hilo | | Sostener | | - | 4 | | |
| **Lugar:** Imprenta Litoprisma | | Transporte | | - | - | Ineficientes | 0 |
| | | Espera | | - | - | | |

| Paso | Mano Derecha | Símbolo | Mano Izquierda |
|---|---|---|---|
| 1 | Toma la tela verificando su orientación y alineación | | Sostiene la tela asegurando que esté en la posición correcta |
| 2 | Coloca la tela alineada con la guía de la costura y verifica con referencia visual | | Mantiene la tela alineada con la guía y ejerce leve presión |
| 3 | Baja el prensatelas asegurando que la tela esté correctamente alineada | | Ajusta la tela sin movimientos bruscos para evitar desplazamientos |
| 4 | Hace una puntada de prueba para verificar tensión y alineación | | Sujeta la tela de manera firme sin soltarla |
| 5 | Incia con la costura verificando constantemente la alineación con la guía | | Sujeta la tela manteniendo la tensión de manera uniforme |
| 6 | Ajusta la tela según sea necesario para evitar pliegues o torsiones | | Guía la tela de manera uniforme |
| 7 | Detiene la costura y revisa inmediatamente la calidad de la costura antes de retirar la tela | | Sostiene la pieza firme hasta finalizar |
| 8 | Saca la tela y verifica la calidad, y si hay defectos se corrigen en el momento | | Saca la tela cosida asegurando que la pieza cumpla con los requisitos |

Fuente: Autor, 2025.

Con el Diagrama Bimanual corregido, y realizado de la mejor forma para la realización de camisas sin necesitar reprocesarlas, se tienen muchos beneficios, como el más notable que es la minimización de errores de costura, se evitan los reprocesos y los desperdicios de material, se estandariza el método para que todas las costureras lo apliquen de la misma manera, además se asegura una mejor calidad notable del producto

final y, por último se mejora la ergonomía del trabajo al reducir los movimientos innecesarios o mal hechos, por esto, se puede visualizar en el Diagrama para aplicar, que se realizan 16 movimientos correctos o eficientes, y ninguno de ellos es ineficiente.

**Planificación de la Implementación del Método Bimanual**

1. **Acciones a realizar**

- Implementación de los nuevos procedimientos en la línea de costura.
- Capacitación a las tres operarias de la Imprenta sobre el nuevo método.
- Seguimiento y supervisión para garantizar el cumplimiento de la nueva implementación.
- Evaluación de resultados realizados en una semana.

2. **Recursos necesarios**

- Manual impreso con los pasos detallados del Método Bimanual.
- Capacitación que se impartirá por un supervisor especializado en el tema.
- Espacio adecuado para la capacitación y la práctica.
- Material de prueba como tela, hilos y las máquinas disponibles en la Imprenta.

3. **Costos estimados**

Tabla 5.1: Tabla de costos estimados de la implementación del Bimanual

| Concepto | Costo Estimado |
|---|---|
| Material de prueba | ₡35.000 |
| Impresión de manuales y guías | ₡10.000 |
| Tiempo de capacitación (3 horas durante 4 días) | ₡55.000 |
| Supervisión inicial (3 Días) | ₡40.000 |
| **Total Aproximado** | **₡140.000** |

Fuente: Autor, 2025.

El material de prueba a utilizar son retazos de tela sobrante en lugar de comprar tela nueva y que sea desperdiciada, de esta manera, reducir el costo de comprar telas nuevas.

El dueño de la empresa con su amplia experiencia en el tema, es el encargado de dar la capacitación a las costureras, para ahorrar costos y no contratar a una persona externa.

La supervisión en los primeros días, estará a cargo del encargado del taller.

**4. Capacitación requerida**

- Explicación teórica del Método Bimanual que se utilizará.
- Practica con supervisión para corrección de errores en caso de que existan.
- Evaluación practica con pruebas de costura.

**5. Lugar y fecha de la capacitación**

- Línea de costura del taller de la Imprenta Litoprisma.
- Día 13 de enero del 2025 al 16 de enero del 2025.

**6. Responsables de la Implementación**

- Dueño de la empresa, el encargado del taller y costureras.

**7. Evaluación del impacto de la implementación**

- Se medirá la reducción de defectos.
- Retroalimentación de las costureras sobre la facilidad y eficiencia del nuevo Método.

**Capacitaciones para las costureras para solucionar la falta de capacitación de las mismas**

- **Técnicas de costura de alta precisión**

Se enfocará en aumentar la precisión en las puntadas, alineación de costuras y en el acabado final de las camisas, además de técnicas avanzadas para evitar defectos como puntas sueltas y desalineadas.

- **Manejo de las máquinas de coser**

Se abordarán temas de calibraciones de agujas, lubricación de máquinas.

- **Inspección y control de calidad en la confección**

Se capacitarán para identificar defectos en las prendas antes de que salgan de la línea de producción.

- **Gestión del tiempo y flujo de producción**

Técnicas para optimizar el tiempo de producción sin comprometer la calidad, además de métodos para evitar los retrabajos debido a errores por hacer los trabajos a prisa o por mala planificación.

- **Interpretación de patrones y de especificaciones técnicas**

Se capacitarán para que tengan una buena lectura de patrones y de las medidas de las prendas.

**Costos de las capacitaciones**

Estas capacitaciones mencionadas anteriormente se impartirán cada 6 meses durante 2 años, e incluyen los materiales, el instructor externo y las horas de práctica, a sabiendas que la capacitación es para las 3 costureras en conjunto. Se harán en 2 días, el primer día se hará una capacitación de 6 horas y en el día siguiente la otra que también durará 6 horas. Dichas capacitaciones ya dieron inicio, siendo la primera el día 6 de febrero del 2025 y el 7 de febrero del 2025.

Tabla 5.2: Tabla de costos para la capacitación

| Frecuencia (Tiempo) | Duración (Horas) | Costo (Colones) |
|---|---|---|
| Cada 6 meses | 12 | ₡ 160 000,00 |
| Por Año | 24 | ₡ 320 000,00 |
| 2 Años | 48 | ₡ 640 000,00 |

Fuente: Autor, 2025.

**Diagrama de Gantt de las capacitaciones**

Primero se presentará la tabla con las fechas establecidas y con los días hábiles para la realización de las capacitaciones.

Tabla 5.3: Tabla de las fechas para las capacitaciones

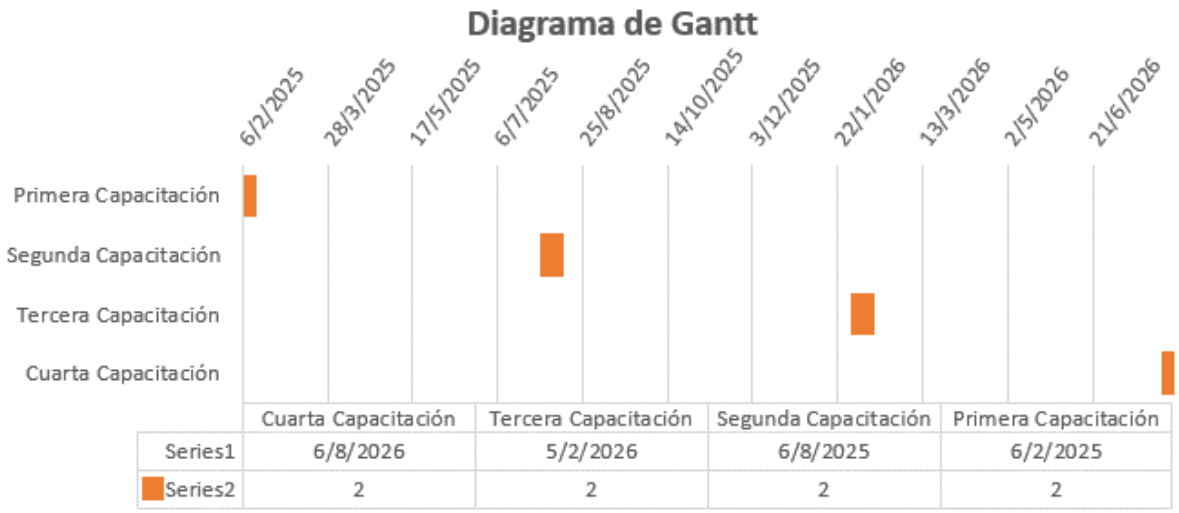
| Actividad | Fecha de Inicio | Días hábiles | Fecha de Fin |
|---|---|---|---|
| Primera Capacitación | 6/2/2025 | 2 | 7/2/2025 |
| Segunda Capacitación | 6/8/2025 | 2 | 7/8/2025 |
| Tercera Capacitación | 5/2/2026 | 2 | 6/2/2026 |
| Cuarta Capacitación | 6/8/2026 | 2 | 7/8/2026 |

Fuente: Autor, 2025.

En la tabla presentada anteriormente, se pueden observar las fechas establecidas para la realización de las capacitaciones, en la cantidad de días que se muestra en la tabla, son la cantidad de días totales para dichas capacitaciones, de fecha a fecha sin tomar en cuenta los fines de semana, en donde cada una de ellas tiene una duración de 2 días.

Posteriormente de elaborar la tabla, se mostrará el Diagrama de Gantt con las fechas establecidas para la realización de las capacitaciones.

Figura 5.3: Diagrama de Gantt para las capacitaciones




Fuente: Autor, 2025

El Diagrama de Gantt mostrado anteriormente brinda una mejor visión sobre las capacitaciones que se han planificado para la mejora de los reprocesos con sus fechas de inicio y finalización estimadas.

La capacitación #1 ya se realizó, dando inicio el día 6 de febrero del 2025 y finalizando con éxito el día siguiente, el 7 de febrero del 2025.

La capacitación #2 se realizará 6 meses después, iniciando el día 6 de agosto del 2025 y terminando el día 7 de agosto del mismo año.

La capacitación #3 se impartirá a inicios del próximo año, empezando el día 5 de febrero del 2026 y dando fin el día 6 de febrero del 2026.

La última capacitación, que es la #4 dará inicio el día 6 de agosto del 2026, y terminando el día 7 de agosto del mismo año, con ello dando fin a las capacitaciones requeridas.

**Pruebas con el Diagrama Bimanual**

En el análisis presentado anteriormente en donde se reflejan los errores cometidos, se identificó que las principales causas que generan los reprocesos son un Control de Calidad Inadecuado y la Falta de Capacitación del Personal, y para ello se creó un formulario de inspección en el cual se registraron los defectos encontrados , en donde se encontraron inconsistencias en la supervisión de calidad, además de errores

que se atribuyen a una capacitación insuficiente de las costureras, lo que conllevó a realizar correciones en la mayoría de las camisas realizadas para este estudio. Para contrarrestar este problema se diseñó el Diagrama Bimanual presentado anteriormente con los pasos estandarizados.

Se tomó la decisión de hacer otras pruebas y mediciones un mes después de haber realizado la primera capacitación a las costureras, esto para ver la funcionalidad y la eficacia del nuevo método y de la capacitación recibida. Se realizaron durante 5 días, iniciando el 13 de febrero del 2025, y acabando 17 de febrero del 2025, en donde se realizaron otras 26 camisas.

Las cuales se presentan a continuación:

Figura 5.4: Formulario de inspección, pruebas realizadas con el Diagrama Bimanual sugerido

| Camisa | Apliacación correcta de la técnica | Error Detectado | Total de defectos | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 2 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 3 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 4 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 5 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 6 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 7 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 8 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 9 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 10 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 11 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 12 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 13 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 14 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 15 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 16 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 17 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 18 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 19 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 20 | No | Sí | 1 | Puntada floja al costado de la camisa |
| 21 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 22 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 23 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 24 | Sí | Ninguno | 0 | - |
| 25 | No | Sí | 2 | Error en la alineación del cuello y botón mal |
| 26 | Sí | Ninguno | 0 | - |

Fuente: Autor, 2025.

En el análisis presentado, se identificaron 3 errores en 2 camisas realizadas, por lo que conlleva a un porcentaje de error del 11.53%, disminuye de manera considerable el 76.9% de los reprocesos antes del uso del Diagrama Bimanual y de las capacitaciones brindadas.

Por medio de este control se verificó la correcta aplicación de los pasos estandarizados por el Diagrama Bimanual y de los nuevos conocimientos adquiridos por medio de las capacitaciones, en donde se pudo apreciar el seguimiento de los pasos de manera correcta, donde se optimizó la secuencia de movimientos de todas las costureras, maximizando la eficiencia en la operación y garantizando una mejor calidad del producto final, esto gracias también a la capacitación recibida por parte de las costureras.

Después de recibir la explicación necesaria del Diagrama Bimanual, se les hizo saber a las costureras que todas tenían que seguir el paso a paso lo que el Diagrama Bimanual les dictaba, con ello se realizó la medición presentada anteriormente, dicha medición se realizó un mes después de realizar la capacitación y la explicación del Diagrama Bimanual a las costureras, y se encontró que los errores que se estaban cometiendo se han mitigado, en el cual se pasó de tener un 76,9% de errores a un 11,53%, y esto traducido en dinero, se tiene un ahorro anual de 1,994,762.99 colones. Con ello, el dueño de la empresa quedó satisfecho con los resultados, ya que esto anteriormente no se medía y no se sabía realmente cuanto era lo que se estaba perdiendo, no se tenía un conocimiento real de cuanto era la pérdida, de que los reprocesos estaban costando tanto dinero para la empresa, ya que es una empresa Pyme, y cualquier tipo de ahorro siempre va a ser importante para la misma, a sabiendas también de que en el área no hay tantas fuentes de empleo y eso hace que este tipo de investigaciones fomente aún más la estabilidad de la empresa en el área.

## 5.2 CONTROLAR

- **Auditorias de calidad periódicas**

Con estas auditorías se da una revisión de productos terminados para verificar la minimización de los defectos en las camisas, por lo que se realizará un muestreo aleatorio

de camisas, y serán comparadas con los estándares de calidad y con las especificaciones del cliente.
Responsable: Dueño de la empresa
Frecuencia: Semanal

- **Inspección en tiempo real**

Se dará una verificación visual durante la costura para detectar errores en costuras y en los acabados antes de que continúen a la siguiente etapa de producción, donde se incluyen listas de verificación para las costureras.
Responsable: Dueño de la Empresa y Encargado del Taller
Frecuencia: 3 días a la semana

Figura 5.5: Lista de verificación de inspección en tiempo real

| LISTA DE VERIFICACIÓN DE INSPECCIÓN EN TIEMPO REAL | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Horario (Lunes, Miércoles, Viernes)** | **Encargado** | **Costuras** | **Acabados** | **Tallaje** | **Material** | **Etiqueta** | **Check** |
| 8 am - 9am | Dueño de la Empresa | Ausencia de roturas. Uniformidad. | Correcto planchado. Botones fijados. | Ajuste según las medidas especificadas. | Imperfecciones. Sin manchas. Sin rasgaduras. | Correctamente posicionada e información completa. | |
| 2 pm - 3 pm | Encargado del Taller | Puntas sueltas. | Ojales bien realizados. | Ajuste según las medidas especificadas. | Imperfecciones. Sin manchas. Sin rasgaduras. | Correctamente posicionada e información completa. | |

Fuente: Autor, 2025.

- **Monitoreo de eficiencia del personal**

Se evaluarán los tiempos de producción y de desempeño de cada costurera para identificar desviaciones en caso de que haya, y encontrar oportunidades de mejora, y además se realizarán mediciones para ser comparadas con los tiempos estándar.
Responsable: Dueño de la empresa
Frecuencia: Trimestral

- **Control de mantenimiento de equipos**

Se hará una inspección y un mantenimiento preventivo de máquinas de costura para evitar fallos y tiempos muertos inesperados, con ello, se documentarán los mantenimientos en caso de que se hagan, para que con el tiempo se revise el desgaste de piezas clave.

Responsable: Técnico de mantenimiento

Frecuencia: Semestral

**Indicadores desempeño (KPIs)**

- **Tasa de defectos por producción**

$$Tasa\ de\ defectos\ por\ producción = \frac{Número\ de\ camisas\ defectuosas}{Total\ de\ camisas\ producidas} * 100$$

Meta: Minimizar defectos o errores al menos un 10% en el primer año.

Frecuencia de medición: Trimestral

Responsable: Dueño de la empresa

- **Eficiencia del tiempo del tiempo de producción**

$$Eficiencia\ tiempo\ producción = \frac{Tiempo\ Estándar}{Tiempo\ Real\ de\ Costura} * 100$$

Meta: Mantener un 85% o más de cumplimiento del tiempo estándar.

Frecuencia: Trimestral

Responsable: Dueño de la empresa

- **Reducción de reprocesos**

$$Reducción\ de\ Reprocesos = \frac{Número\ de\ Camisas\ Reprocesadas}{Total\ de\ Camisas\ Producidas} * 100$$

Meta: Disminuir los reprocesos en al menos un 10% en los primeros 3 meses.

Frecuencia: Trimestral

Responsable: Dueño de la empresa

- **Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo**

$$Cumplimiento\ Plan\ Mantenimiento\ Preventivo = \frac{Número\ de\ Mantenimientos}{Mantenimientos\ Programados} * 100$$

Meta: 100% de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo.
Frecuencia: Trimestral
Responsable: Técnico de mantenimiento

- **Nivel de satisfacción a nivel interno de las encargadas de la línea de ropa**

Se realizarían encuestas a las costureras sobre la facilidad de la aplicación del Método Bimanual.
Meta: Obtener un 90% o más de satisfacción con la implementación del Método Bimanual.
Responsable: Dueño de la empresa
Frecuencia: Trimestral

Con las actividades de control y con los indicadores de desempeño mencionados anteriormente se permitirá asegurar que el Método Bimanual se mantenga implementado de manera eficaz y que cumpla con el objetivo de reducción de reprocesos y de mejora de la calidad en la línea de ropa de la Imprenta.

Figura 5.6: Cuadro de supervisión de Indicadores de Calidad

| Indicadores de Desempeño | | | |
|---|---|---|---|
| **Trimestre** | **Indicador** | **Fórmula** | **Resultado / Porcentaje** |
| Marzo<br>Abril<br>Mayo | Tasa de defectos por producción | $Tasa\ de\ defectos\ por\ producción = \frac{Número\ de\ camisas\ defectuosas}{Total\ de\ camisas\ producidas} * 100$ | |
| Marzo<br>Abril<br>Mayo | Eficiencia del tiempo de producción | $Eficiencia\ tiempo\ producción = \frac{Tiempo\ Estándar}{Tiempo\ Real\ de\ Costura} * 100$ | |
| Marzo<br>Abril<br>Mayo | Reducción de reprocesos | $Reducción\ de\ Reprocesos = \frac{Número\ de\ Camisas\ Reprocesadas}{Total\ de\ Camisas\ Producidas} * 100$ | |
| Marzo<br>Abril<br>Mayo | Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo | $Cumplimiento\ Plan\ Mantenimiento\ Preventivo = \frac{Número\ de\ Mantenimientos}{Mantenimientos\ Programados} * 100$ | |
| Marzo<br>Abril<br>Mayo | Nivel de satisfacción a nivel interno de las encargadas de la línea de ropa | Encuestas verbales a las costureras sobre la facilidad del uso del Diagrama Bimanual | Check: |

Fuente: Autor, 2025.

En el cuadro anterior, se puede observar en resumen los indicadores de calidad que se utilizarán para medir el desempeño de las costureras trimestralmente, cada 3 meses se utilizará dicho cuadro, solamente variando los meses en los que se hará la medición de los indicadores, cuando se haga la medición en el último día de mayo, se utilizará este mismo cuadro con los siguientes 3 meses: junio, julio, agosto, y de esta manera sucesivamente cada 3 meses.

## Análisis de Costos

Figura 5.7: Análisis de Costos

| Costos y Ahorro | Valor |
|---|---|
| Costo anual de los reprocesos | ₡ 2 975 008,40 |
| Costos de Implementación del Método y de las capacitaciones | ₡ 460 000,00 |
| Ahorro tras la implementación (Proyectado a un año) | ₡ 1 944 762,99 |

Fuente: Autor, 2025.

**Costos anuales de los reprocesos antes de la implementación:**

2,975,008.40 colones

**Costos de la implementación del nuevo Método y de las capacitaciones:**

460,000 colones

**Ahorros tras la implementación:**

Tasa de reprocesos antes de la implementación: 76.9%

Tasa de reprocesos después de la implementación: 11.53%

Reducción de reprocesos: 65.37%

Ahorro total en reprocesos:

$Ahorro\ de\ reprocesos = 2{,}975{,}008.40\ X\ \frac{65.37\%}{100} = 1{,}944{,}762.99$ colones

**Calculo del Retorno de Inversión**

A continuación, se presenta la fórmula con la que se calculará el retorno de inversión.

$$ROI = \frac{Ganancia - Inversiones}{Inversiones} * 100$$

Conociendo la fórmula, se procede a sustituir la misma con los valores de los beneficios esperados junto a los costos directos de las mejoras propuestas para la minimización de los reprocesos en la línea de ropa de la Imprenta.

$$ROI = \frac{1{,}944{,}762.99 - 460000}{460{,}000} * 100$$

$$ROI = 322.77\%$$

Con la formula aplicada del retorno de inversión, se puede visualizar que se obtuvo un resultado positivo de un 322.77% de ROI, lo que indica que el proyecto presentaría ganancias para la Imprenta. Con los gastos ajustados y con las ganancias o beneficios esperados, las mejoras son financieramente rentables para la empresa, por ende, el proyecto se puede realizar de manera efectiva.

**Tiempo estimado de recuperación de la inversión**

**Datos:**

Costo de la implementación: 460,000 colones

Costos anuales de los reprocesos antes de la implementación: 2,975,008.40 colones

Ahorro anual estimado tras la implementación: 1,944,762.99 colones

**Calculo:**

$$Tiempo\ de\ Recuperación = \frac{Inversión\ Inicial}{Ahorro\ Anual}$$

$$Tiempo\ de\ Recuperación = \frac{460{,}000}{1{,}944{,}762.99} = 0{,}24\ años = 2.88\ meses$$

El tiempo estimado para la recuperación del dinero invertido es de 2.88 meses, lo que quiere decir que se recuperará en 87.6 días, menos de 3 meses, lo que refuerza que la inversión es totalmente rentable para la empresa, además del ROI del 322,77%, se confirma que la mejora no solo va a recuperar su costo de una manera rápida, sino que también generará un impacto financiero positivo e importante.

**Diagrama de Gantt**

Para iniciar con el Diagrama de Gantt, se elaboró una tabla con las actividades y las fechas establecidas para cada una, y se presenta a continuación.

Tabla 5.4: Tabla de actividades con sus respectivas fechas para elaborar Diagrama de Gantt

| Actividad | Fecha de Inicio | Días hábiles | Fecha de Fin |
|---|---|---|---|
| Preparación del material de capacitación | 8/1/2025 | 3 | 10/1/2025 |
| Capacitación sobre el Método Bimanual | 13/1/2025 | 4 | 16/1/2025 |
| Primera capacitación de las costureras | 6/2/2025 | 2 | 7/2/2025 |
| Implementación del Método Bimanual en la Imprenta y Supervisión y ajuste del proceso | 13/2/2025 | 5 | 17/2/2025 |
| Medición de resultados y correción de fallos | 20/2/2025 | 1 | 20/2/2025 |
| Evaluación final y retroalimentación del Bimanual | 21/2/2025 | 1 | 21/2/2025 |
| Segunda capacitación de las costureras | 6/8/2025 | 2 | 7/8/2025 |
| Tercera capacitación de las costureras | 5/2/2026 | 2 | 6/2/2025 |
| Cuarta capacitación de las costureras | 6/8/2026 | 2 | 7/8/2026 |

Fuente: Autor, 2025.

En la tabla presentada anteriormente, se pueden observar las fechas establecidas para la realización de las mejoras propuestas, en la cantidad de días que se muestra en la tabla, son la cantidad de días totales, de fecha a fecha sin tomar en cuenta los fines de semana, ya que no se laboran estos días en la Imprenta (sábados ni domingos).

Posteriormente de elaborar la tabla, se mostrará el Diagrama de Gantt con las fechas establecidas para la realización de las actividades o mejoras para la minimización o eliminación total de los reprocesos de la línea de ropa de la Imprenta.

Figura 5.8: Diagrama de Gantt

Fuente: Autor, 2025

El Diagrama de Gantt mostrado anteriormente proporciona una visualización clara de las actividades que se han planificado para la mejora de los reprocesos con sus fechas de inicio y finalización estimadas, para llevar un control en la implementación de dichas mejoras, cabe destacar que para esta explicación se contarán solo los días hábiles, ya que en la Imprenta se tiene un horario establecido de lunes a viernes.

La actividad #1 que es la preparación del material de capacitación se realizó el 8/01/2025 y finalizó el 10/01/2025, en donde se tomaron en cuenta 3 días hábiles para la organización de los mejores retazos y los distintos tipos de materiales que necesitaron para la operación.

La actividad #2 que sería la capacitación sobre el Método Bimanual dio inicio el día 13/01/2025 y culmino con éxito el día 16/01/2025, en donde la cantidad de días hábiles para esta capacitación fue de 4.

La actividad #3 que fue la capacitación de las costureras para disminuir la falta de capacitación de las mismas comenzó el día 6/02/2025 y finalizó el día 7/02/2025, en donde se tuvo 2 días para esta tarea.

La siguiente actividad es la #4 que fue la implementación del nuevo Método Bimanual en conjunto con la Supervisión y el ajuste del proceso dio inicio el día

13/02/2025 y tuvo fin el día 17/02/2025, en donde se contaron con 5 días hábiles para dicha implementación y supervisión.

La actividad #5 fue la medición de resultados y corrección de errores, y se llevó a cabo el día 20/02/2025 y culminó el mismo día.

La actividad #6 fue la evaluación final y la retroalimentación del Bimanual, y dicha actividad comenzó el día 21/02/2025 y acabó el mismo día.

La actividad #7 que es la segunda capacitación de las costureras, comenzará el día 6/08/2025, finalizando el 7/08/2025.

La actividad #8 es la tercera capacitación de las costureras, dando inicio el siguiente año en la fecha 5/02/2026 y acabando el día siguiente, el 6/02/2025, teniendo 2 días hábiles para la misma.

Por último, la actividad #9 dará inicio el día 6/08/2026 y finalizará el 7/08/2026.

Saber que esto se tiene que dicha implementación tiene una duración total, desde la primera actividad que empezó el 8 de enero del 2025 hasta la actividad #9 que es la última capacitación de las costeares que termina el día 7 de agosto del 2026, de 1 año, 6 meses con 30 días, por lo tanto, es lo mismo decir que durará 576 días en total, lo que es un tiempo óptimo para realizar todas las actividades de capacitación con calma, ya que lo que tiene que ver con lo del Método Bimanual ya se realizó, y de esta manera para que todo pueda rendir de la mejor manera y obtener los resultados deseados.

**Con todas las mejoras, ¿cuánto se estima que se reducirá el problema?**

La reducción estimada de los reprocesos en la línea de producción de ropa, específicamente, con las camisas que son el producto con mayor demanda, es del 65.37%. Antes de la implementación de las mejoras, la tasa de los reprocesos era del 76.9%, después de la implementación bajó sustancialmente a un 11.53%, lo que implica una mejora significativa en la eficiencia y en la calidad del proceso de producción de camisas, además de una considerable reducción en los costos asociados a los reprocesos. Con ello, la implementación de mejoras permitirá que la línea de producción sea más eficiente y competitiva, garantizando que la empresa pueda cumplir con la demanda del mercado sin comprometer la calidad del producto.

**¿Se cumplió la meta del objetivo general?**

Si, la meta establecida en el objetivo general se superó, ya que la reducción de los reprocesos fue de 65.37%, lo que quiere decir que se logró una mejora mucho más amplia a la meta mínima que se había propuesto del 10%.

Finalmente, dado a que la minimización de los reprocesos superó de manera amplia el 10% propuesto en el objetivo general y además se implementaron estrategias para garantizar la calidad, la meta del objetivo general se cumplió con creces, lo que significa que el estudio logró su propósito y dejó una mejora real y medible en la línea de producción de ropa de la Imprenta Litoprisma.

# CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

## Conclusiones

De acuerdo al objetivo general: Analizar la línea de producción de ropa de la Imprenta Litoprisma, por medio de la Metodología DMAIC, con el fin de identificar las mudas que están generando los reprocesos, se genera, con ello, una disminución del producto no conforme de al menos un 10% y garantizar la calidad de los productos.

- Se cumplió con el objetivo general, se logró minimizar de manera significativa los reprocesos en la línea de producción de ropa, específicamente en las camisas, mediante la aplicación de la Metodología DMAIC. Además, se superó la meta inicial de disminuir al menos un 10%, logrando una reducción del 65.37%, lo que mejoró la eficiencia operativa y la calidad del producto final.

Con respecto al objetivo específico #1: Identificar las principales causas de los reprocesos en la línea de producción mediante la filosofía DMAIC.

- Por medio de herramientas ingenieriles como el Árbol de CTQ, el Diagrama SIPOC y la Lluvia de Ideas, se logró identificar las principales causas de los reprocesos. Con el Multivoto y el Diagrama de Pareto se permitieron priorizar los factores críticos.

De acuerdo al objetivo específico #2: Medir el desempeño actual de la línea de producción por medio de herramientas ingenieriles.

- Se analizaron los tiempos de producción, la frecuencia de los errores y los costos asociados a los reprocesos. Además, se determinó que antes de realizar la implementación de las mejoras, la Imprenta sufría pérdidas anuales de 2,975,008.40 colones debido los defectos en las camisas, lo que es igual a un 76.9% de reprocesos.

De acuerdo al objetivo específico #3: Analizar las causas que provocan los reprocesos para encontrar las más importantes.

- Se realizó la implementación de mejoras basadas en la estandarización de procesos, el Método Bimanual y un plan de capacitación del personal. También, la optimización del control de calidad permitió reducir errores en las costuras y en los acabados, mejorando en gran manera la consistencia y la calidad del producto final, y pasó de un 76.9% de reprocesos a un 11.53%.

Con respecto al objetivo específico #4: Proponer mejoras y controles que disminuyan los reprocesos en la línea de producción de ropa, y que garanticen el regulamiento de las mejoras.

- Gracias a las mejoras implementadas, se logró un ahorro anual estimado de 1,994,762.99 colones, lo que representa una reducción del 65.37% en los costos de los reprocesos. Esto demuestra que la implementación de herramientas ingenieriles generó un impacto económico positivo y significativo en la empresa.

- Se establecieron mecanismos de control por medio de Indicadores de Desempeño o KPIs e inspecciones en tiempo real, garantizando la continuidad de las mejoras en la línea de producción. Además, el plan de capacitación garantizará que la empresa mantenga los niveles de calidad esperados y alcanzados.

**Recomendaciones**

- Se recomienda a pesar de que el lugar de trabajo se encuentra en condiciones óptimas a nivel de organización para poder trabajar de la mejor manera, aplicar como tal la metodología 5S en el área de producción para mejorar aún más la organización, reducir desperdicios y optimizar el flujo de trabajo, esto permitirá reducir los tiempos improductivos y mejorar la eficiencia del personal, además, se sugiere implementar la herramienta SMED para reducir tiempos de reparación y minimizar defectos.
- Es importante documentar los procedimientos operativos estandarizados para cada etapa del proceso de producción, por tanto, ayudará a reducir la variabilidad del trabajo en caso de que exista, asegura la calidad y facilita la capacitación en caso de que haya alguna costurera nueva.

- Se recomienda mantener y reforzar el sistema de inspecciones en tiempo real y listas de verificación para detectar errores antes de que los productos avancen en la línea de producción. Además de establecer auditorías internas periódicas para evaluar la efectividad del control de calidad.
- Se sugiere dar seguimiento a métricas como la tasa de defectos, tiempos de producción, y los costos de los reprocesos, esto permitirá estudiar y evaluar el impacto de las mejoras que se han implementado y tomar las decisiones respectivas basados en datos.
- Se debe hacer un análisis continuo del retorno de inversión de las mejoras implementadas para justificar nuevas iniciativas y garantizar la rentabilidad de los cambios en el proceso en caso de que existan.
- Se debe establecer al menos una vez al año un evento Kaizen para involucrar a los colaboradores en la generación de nuevas ideas, y con ello fortalecer el compromiso de los mismos con la optimización y mejora del proceso.
- Se recomienda crear un programa motivacional para que las costureras puedan retribuir su buen trabajo en la mejora de los reprocesos, como premiar a la costurera que tiene menos errores.
- Se recomienda mantener activo el plan de Mantenimiento Preventivo que se ha establecido hasta ahora para mantener las máquinas y todo el equipo en estado óptimo para el buen funcionamiento de las mismas y para mantener la eficacia en la confección de camisas y demás productos.

# REFERENCIAS

**Proyectos de investigación**

Campos, E. (2018). *Aplicación de DMAIC de Seis Sigma para el mejoramiento del proceso de facturación en el Departamento de Servicio*. (Trabajo Final de Graduación para optar por grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial). Universidad Central de Costa Rica.

Cisneros, B., Ruíz, W. (2012). *Propuesta de un modelo de mejora continua de los procesos en el laboratorio PROTAL-ESPOL, basado en la integración de un sistema ISO/IEC 17025:2005 con un sistema ISO 9001:2008 en el año 2011*. (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil.

Correa, M. (2013). *Formulación del proyecto y diseño de la metodología para implementar la gestión por procesos y sistema de gestión de la documentación en el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica*. (Trabajo Final de Graduación para Maestría Profesional en Gerencia de Poryectos). Universidad Latina.

Corredor, C. (2015). *Modelo de mejora continua de procesos para el negocio de generación de ENDESA en LATAM*. (Tesis para optar por el grado de magister en gestión y dirección de empresas). Universidad de Chile.

Jiménez, T., Rojas, E., Valverde, A. (2014). *Sistema de Control Estadístico de la Calidad para la Elaboración de Productos de Panadería de Auto Mercado*. (Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica). Recuperado de http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3123/1/36117.pdf

Melgar, J. (2021). *Mejora de procesos operativos en el área de producción de la Distribuidora Multiandina Perú S.A.C.*. (Tesis para optar por el título de profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima. Recuperado de https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/13210/Melgar_Vasquez_Jonathan_Hebert.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mendoza, J. (2016). *Mejoras al proceso de elaboración de cerveza para incrementar la competitividad de la empresa*. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial). México: Instituto Politécnico Nacional.

Morales, C. (2017). *Reducción de búsqueda y escaneo de equipos que requieren calibración y mantenimiento*. (Trabajo Final de Graduación). Universidad Central de Costa Rica.

Orozco, E. (2015). *Plan de mejora para aumentar la producen en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport. Chiclayo - 2015*. (Tesis para optar por el grado de Ingeniero Industrial). Universidad Señor de Sipán Pimentel - Perú.

Villegas, J. (2023). *Propuesta para reducir el desperdicio de materia prima en el proceso de extrusión de la empresa Resinplast Costa Rica durante el período 2021-2022*. (Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Procesos y Calidad). Universidad Técnica Nacional. Recuperado de https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/d4ced6a8-585c-4144-afaf-050d54678341/content

**Fuentes de Internet**

Aiteco Consultores. (2019). *Multivotacion, un Excelente Instrumento para Seleccionar las Mejores Ideas*. Recuperado de https://www.aiteco.com/multivotacion-seleccionando-las-mejores-ideas/

Asana. (2024). *Qué es un KPI, para qué sirve y cómo utilizarlo en tu proyecto*. Recuperado de https://asana.com/es/resources/key-performance-indicator-kpi

Asociación Española para la Calidad. (2024). *Diagrama SIPOC*. Recuperado de https://www.aec.es/conocimiento/centro-del-conocimiento/diagrama-sipoc/

Atlas.ti. (2024). *Guía fundamental de la investigación cualitativa - Parte 1: Conceptos básicos*. Recuperado de https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-1/investigacion-con-metodos-mixtos

Aulaclic. (2007). Unidad 15. Tablas de Excel (I). Recuperado de https://www.aulaclic.es/excel2007/t_15_1.htm#:~:text=Una%20tabla%20en%20Excel%20es,listas%20de%20base%20de%20datos.

Deingenieriaindustrial. (2021). *5S: Qué es esta metodología y cómo se aplica en la industria*. Recuperado de https://deingenieriaindustrial.com/lean-manufacturing/5s/

Ebac. (2023). *¿Qué es un diagrama de flujo y cómo hacer uno?*. Recuperado de https://ebac.mx/blog/diagrama-de-flujo

Global Trust Association. (2019). *El Árbol CTQ (Critical to Quality)*. https://globaltrustassociation.org/es/el-arbol-ctq-critical-to-quality/

JMP Statistical Discovery LLC. (2024). *Diagrama de Pareto*. Recuperado de https://www.jmp.com/es_co/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/pareto-chart.html

Lean Six Sigma Institute. (2023). *Explicación de la metodología DMAIC de Lean Six Sigma*. Recuperado de https://leansixsigmainstitute.org/es/explicacion-de-la-metodologia-dmaic-de-lean-six-sigma/

OBS Business School. (s.f.). *¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?*. Recuperado de https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-diagrama-degantt-y-para-que-sirve

QuestionPro. (2024). *Métodos de recolección de datos: Qué son, tipos y ejemplos*. Recuperado de https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-recoleccion-de-datos/

SlideShare. (2018). *TÉCNICAS E INSTRUMENTOS - Tema 9: Técnicas Grupales de Recogida de Información*. Recuperado de https://es.slideshare.net/slideshow/tcnicas-e-instrumentos-tema-9-tcnicas-grupales-de-recogida-de-informacin/85663473#5

Tesis Y Masters.com. (2024). *Conoce las mejores técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Recuperado de https://tesisymasters.mx/instrumentos-de-recoleccion-de-datos/

# APÉNDICES Y ANEXOS

## APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

Reprocesos: Es la acción de volver a hacer o procesar algo. Volver a procesar un producto que no cumple con las especificaciones preestablecidas o que tiene algún defecto y tenga que solucionarse.

## APÉNDICE 2: Formulario de Inspección

| Fecha | Camisa | Costuras | Acabados | Tallaje | Material | Etiqueta | Total de defectos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/11/2024 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4/11/2024 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5/11/2024 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 6/11/2024 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 7/11/2024 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8/11/2024 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 12/11/2024 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/11/2024 | 8 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 19/11/2024 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/11/2024 | 10 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 22/11/2024 | 11 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 27/11/2024 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29/11/2024 | 13 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 2/12/2024 | 14 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 4/12/2024 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10/12/2024 | 16 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 13/12/2024 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/12/2024 | 18 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 19/12/2024 | 19 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 20/12/2024 | 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 23/12/2024 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/12/2024 | 22 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 24/12/2024 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 26/12/2024 | 24 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 27/12/2024 | 25 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 30/12/2024 | 26 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Fuente: Autor, 2024.

## APÉNDICE 3: Toma de Tiempos por Camisa

| Camisa | Fecha | Costurera | Corte (Minutos) | Costura (Minutos) | Detalles (Minutos) | Empacado (Segundos) | Total (Minutos) | ¿Cumple con el tiempo estándar? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2/1/2025 | Costurera 1 | 4,48 | 4,54 | 5,00 | 58,00 | 15,40 | Cumple |
| 2 | 2/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 15,54 | Cumple |
| 3 | 3/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 4,47 | 55,00 | 15,42 | Cumple |
| 4 | 7/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 57,00 | 15,57 | Cumple |
| 5 | 7/1/2025 | Costurera 2 | 4,50 | 5,00 | 4,53 | 56,00 | 15,39 | Cumple |
| 6 | 7/1/2025 | Costurera 3 | 4,53 | 4,47 | 5,00 | 59,00 | 15,39 | Cumple |
| 7 | 10/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | Cumple |
| 8 | 10/1/2025 | Costurera 2 | 4,42 | 5,06 | 5,00 | 58,00 | 15,46 | Cumple |
| 9 | 10/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | Cumple |
| 10 | 13/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 4,53 | 5,00 | 59,00 | 15,45 | Cumple |
| 11 | 13/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 5,04 | 57,00 | 15,55 | Cumple |
| 12 | 13/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 55,00 | 15,55 | Cumple |
| 13 | 15/1/2025 | Costurera 1 | 4,52 | 4,42 | 5,00 | 56,00 | 15,30 | Cumple |
| 14 | 15/1/2025 | Costurera 2 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | Cumple |
| 15 | 15/1/2025 | Costurera 3 | 4,44 | 4,54 | 4,43 | 55,00 | 15,16 | Cumple |
| 16 | 17/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 4,49 | 5,00 | 58,00 | 15,47 | Cumple |
| 17 | 17/1/2025 | Costurera 2 | 4,49 | 5,00 | 5,00 | 59,00 | 15,48 | Cumple |
| 18 | 17/1/2025 | Costurera 3 | 4,50 | 4,52 | 4,42 | 60,00 | 15,24 | Cumple |
| 19 | 20/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 4,47 | 5,00 | 58,00 | 15,45 | Cumple |
| 20 | 20/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 4,53 | 56,00 | 15,43 | Cumple |
| 21 | 20/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 58,00 | 15,58 | Cumple |
| 22 | 22/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 4,55 | 5,00 | 57,00 | 15,45 | Cumple |
| 23 | 22/1/2025 | Costurera 2 | 4,47 | 4,48 | 4,43 | 59,00 | 15,17 | Cumple |
| 24 | 22/1/2025 | Costurera 3 | 4,48 | 5,00 | 5,00 | 55,00 | 15,43 | Cumple |
| 25 | 24/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 5,00 | 4,55 | 58,00 | 15,46 | Cumple |
| 26 | 24/1/2025 | Costurera 2 | 5,00 | 4,42 | 4,48 | 60,00 | 15,30 | Cumple |

Fuente: Autor, 2024.

## APÉNDICE 4: Formulario de medición de las inconsistencias en las especificaciones del producto

| Camisa | Largo (+- 1cm) | Ancho (+- 1cm) | Tipo de tela | Costuras alineadas | Acabados correctos | Cumple con las especificaciones (Sí/No) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 2 | Sí | Sí | Sí | No | Sí | No | Costura un poco torcida en el lateral de la camisa |
| 3 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 4 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 5 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 6 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 7 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 8 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 9 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 10 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 11 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 12 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 13 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 14 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 15 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 16 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 17 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 18 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 19 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 20 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 21 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 22 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 23 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 24 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 25 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |
| 26 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | - |

Fuente: Autor, 2024.

## APÉNDICE 5: Toma de Tiempos más el porcentaje suplementos

| Camisa | Fecha | Costurera | Corte (Minutos) | Costura (Minutos) | Detalles (Minutos) | Empacado (Segundos) | Total (Minutos) | Tiempo con suplementos (Minutos) | ¿Cumple con el tiempo estándar + suplementos? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2/1/2025 | Costurera 1 | 4,48 | 4,54 | 5,00 | 58,00 | 15,40 | 18,26 | Cumple |
| 2 | 2/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 15,54 | 18,43 | Cumple |
| 3 | 3/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 4,47 | 55,00 | 15,42 | 18,29 | Cumple |
| 4 | 7/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 57,00 | 15,57 | 18,46 | Cumple |
| 5 | 7/1/2025 | Costurera 2 | 4,50 | 5,00 | 4,53 | 56,00 | 15,39 | 18,25 | Cumple |
| 6 | 7/1/2025 | Costurera 3 | 4,53 | 4,47 | 5,00 | 59,00 | 15,39 | 18,25 | Cumple |
| 7 | 10/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | 18,56 | Cumple |
| 8 | 10/1/2025 | Costurera 2 | 4,42 | 5,06 | 5,00 | 58,00 | 15,46 | 18,33 | Cumple |
| 9 | 10/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | 18,56 | Cumple |
| 10 | 13/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 4,53 | 5,00 | 59,00 | 15,45 | 18,32 | Cumple |
| 11 | 13/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 5,04 | 57,00 | 15,55 | 18,44 | Cumple |
| 12 | 13/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 55,00 | 15,55 | 18,44 | Cumple |
| 13 | 15/1/2025 | Costurera 1 | 4,52 | 4,42 | 5,00 | 56,00 | 15,30 | 18,15 | Cumple |
| 14 | 15/1/2025 | Costurera 2 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 | 16,00 | 18,56 | Cumple |
| 15 | 15/1/2025 | Costurera 3 | 4,44 | 4,54 | 4,43 | 55,00 | 15,16 | 17,59 | Cumple |
| 16 | 17/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 4,49 | 5,00 | 58,00 | 15,47 | 18,35 | Cumple |
| 17 | 17/1/2025 | Costurera 2 | 4,49 | 5,00 | 5,00 | 59,00 | 15,48 | 18,36 | Cumple |
| 18 | 17/1/2025 | Costurera 3 | 4,50 | 4,52 | 4,42 | 60,00 | 15,24 | 18,08 | Cumple |
| 19 | 20/1/2025 | Costurera 1 | 5,00 | 4,47 | 5,00 | 58,00 | 15,45 | 18,32 | Cumple |
| 20 | 20/1/2025 | Costurera 2 | 4,54 | 5,00 | 4,53 | 56,00 | 15,43 | 18,30 | Cumple |
| 21 | 20/1/2025 | Costurera 3 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 58,00 | 15,58 | 18,47 | Cumple |
| 22 | 22/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 4,55 | 5,00 | 57,00 | 15,45 | 18,32 | Cumple |
| 23 | 22/1/2025 | Costurera 2 | 4,47 | 4,48 | 4,43 | 59,00 | 15,17 | 18,00 | Cumple |
| 24 | 22/1/2025 | Costurera 3 | 4,48 | 5,00 | 5,00 | 55,00 | 15,43 | 18,30 | Cumple |
| 25 | 24/1/2025 | Costurera 1 | 4,53 | 5,00 | 4,55 | 58,00 | 15,46 | 18,33 | Cumple |
| 26 | 24/1/2025 | Costurera 2 | 5,00 | 4,42 | 4,48 | 60,00 | 15,30 | 18,15 | Cumple |

Fuente: Autor, 2024.

## APÉNDICE 6: Matriz de Mantenimiento Preventivo

| Fecha | Máquina | Lubricación | Limpieza profunda | Ajuste de piezas | Revisión y ajuste de motores y correas | Cambio de agujas y cuchillas | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6/1/2025 | Máquina Plana Industrial | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 6/1/2025 | Máquina Cover Industrial | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 6/1/2025 | Máquina Overlock 1 | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 6/1/2025 | Máquina Overlock 2 | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 6/1/2025 | Máquina para Ojales | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina Plana Industrial | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina Cover Industrial | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina Overlock 1 | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina Overlock 2 | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |
| 24/1/2025 | Máquina para Ojales | Sí | Sí | No | No | No | Sin Problemas |

Fuente: Autor, 2024.

## APÉNDICE 7: Lista de verificación de desorganización en el área de trabajo

| Ítem Evaluado | Cumple (Sí/No) | Observaciones |
|---|---|---|
| Herramientas y materiales organizados | Sí | Todo almacenado de manera correcta |
| Zonas de trabajo libres de objetos innecearios | Sí | Áreas despejadas |
| Espacio de almacenamiento utilizado de manera correcta | Sí | Materiales etiquetados y ordenados |
| Pasillos y áreas de circulación despejados | Sí | Sin obstáculos en el paso |
| Señalización adecuada en estanterías y equipos | Sí | Rotulación clara y visible |
| Limpieza diaria | Sí | Se hacen limpiezas al final del turno |
| Lugar de trabajo con disposición eficiente | Sí | Flujo de trabajo optimizado |
| Basureros disponibles y accesibles | Sí | Separación de residuos adecuada |
| Materiales identificados y almacenados de manera correcta | Sí | No hay marteriales perdidos o escondidos |

Fuente: Autor, 2024.

## APÉNDICE 8: Matriz de Capacitación

| Etapa del proceso | Conocimientos requeridos | Habilidades necesarias | Costurera responsable | Capacitación recibida | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|
| Corte de tela | Interpretación de patrones y medidas | Uso de tijeras industriales | Todas | Sí | Cumplen con su trabajo |
| | Identificación de materiales | Precisión al trazar líneas de corte de tela | Todas | Sí | Cumplen con su trabajo |
| Preparación de la costura | Tipos de puntadas, recta, doble, overlock | Ajuste de tensión de las máquinas de coser | Todas | Sí (Presentan fallos) | Se ha utlizado telas con pequeñas rasgaduras |
| | Enhebrado de hilos correctamente | Cambios rápidos de bobinas | Todas | Sí | Cumplen con su trabajo |
| Costura principal | Manejo de las maquinas de coser | Uniformidad en las costuras | Todas | Sí (Presentan fallos) | Costuras desalineadas |
| | Inspección visual durante la costura | Revisión constante de los hilos y costuras | Todas | Sí (Presentan fallos) | No se revisa de la manera adecuada |
| Acabados finales | Colocar botones, ojales y etiquetas de manera uniforme | Uso adecuado de las herramientas específicas | Todas | Sí (Presentan fallos) | Se han encontrado fallos a la hora de pegar botones |
| | Planchar y empacar camisas de manera correcta | Técnicas de empaque | Todas | Sí | Cumplen con su trabajo |
| Control de calidad | Identificación de errores en costuras y acabados | Inspección visual y táctil de cada camisa | Todas | Sí (Presentan fallos) | No realizan bien las inspecciones de calidad |

Fuente: Autor, 2024.

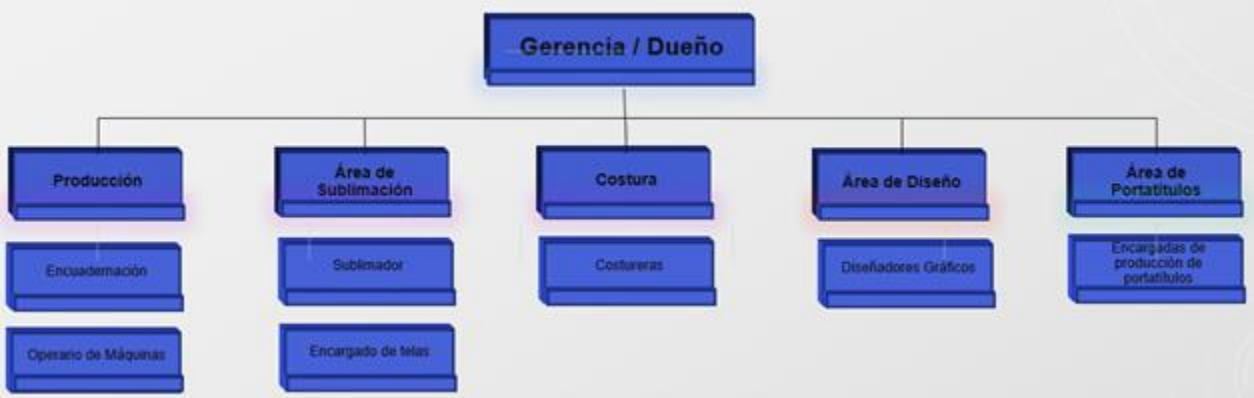
## APÉNDICE 9: Diagrama Bimanual

| DIAGRAMA BIMANUAL | | Actividad | | Actual | | Tipos de movimientos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Der. | Izq. | | |
| **Operación:** Costura de camisas | | Operación | | 8 | 4 | Eficientes | 16 |
| **Objeto:** Telas e hilo | | Sostener | | - | 4 | | |
| **Lugar:** Imprenta Litoprisma | | Transporte | | - | - | Ineficientes | 0 |
| | | Espera | | - | - | | |

| Paso | Mano Derecha | Símbolo | Mano Izquierda |
|---|---|---|---|
| 1 | Toma la tela verificando su orientación y alineación | | Sostiene la tela asegurando que esté en la posición correcta |
| 2 | Coloca la tela alineada con la guía de la costura y verifica con referencia visual | | Mantiene la tela alineada con la guía y ejerce leve presión |
| 3 | Baja el prensatelas asegurando que la tela esté correctamente alineada | | Ajusta la tela sin movimientos bruscos para evitar desplazamientos |
| 4 | Hace una puntada de prueba para verificar tensión y alineación | | Sujeta la tela de manera firme sin soltarla |
| 5 | Incia con la costura verificando constantemente la alineación con la guía | | Sujeta la tela manteniendo la tensión de manera uniforme |
| 6 | Ajusta la tela según sea necesario para evitar pliegues o torsiones | | Guía la tela de manera uniforme |
| 7 | Detiene la costura y revisa inmediatamente la calidad de la costura antes de retirar la tela | | Sostiene la pieza firme hasta finalizar |
| 8 | Saca la tela y verifica la calidad, y si hay defectos se corrigen en el momento | | Saca la tela cosida asegurando que la pieza cumpla con los requisitos |

Fuente: Autor, 2024.

## ANEXO 1: Organigrama de la Imprenta Litoprisma



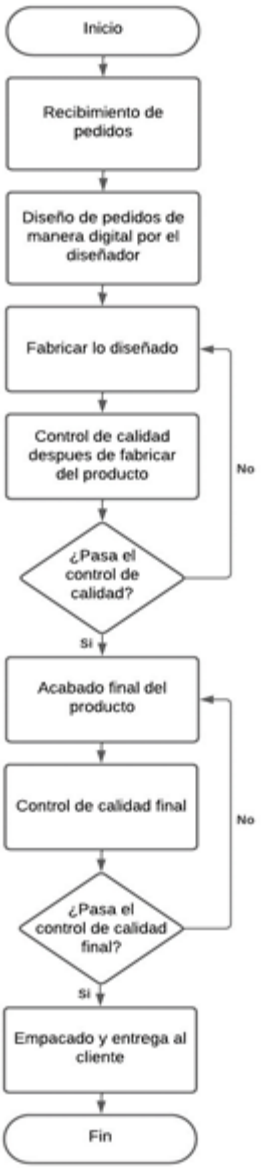

Fuente: Litoprisma, 2024.

## ANEXO 2: Cantidad de empleados por área

| Puesto o Área | Cantidad |
|---|---|
| Encuadernación | 2 |
| Costureras | 3 |
| Operario de máquinas | 1 |
| Gerencia / Dueño | 1 |
| Diseñador | 3 |
| Sublimación | 1 |
| Portatítulos | 4 |
| **Total** | **15** |

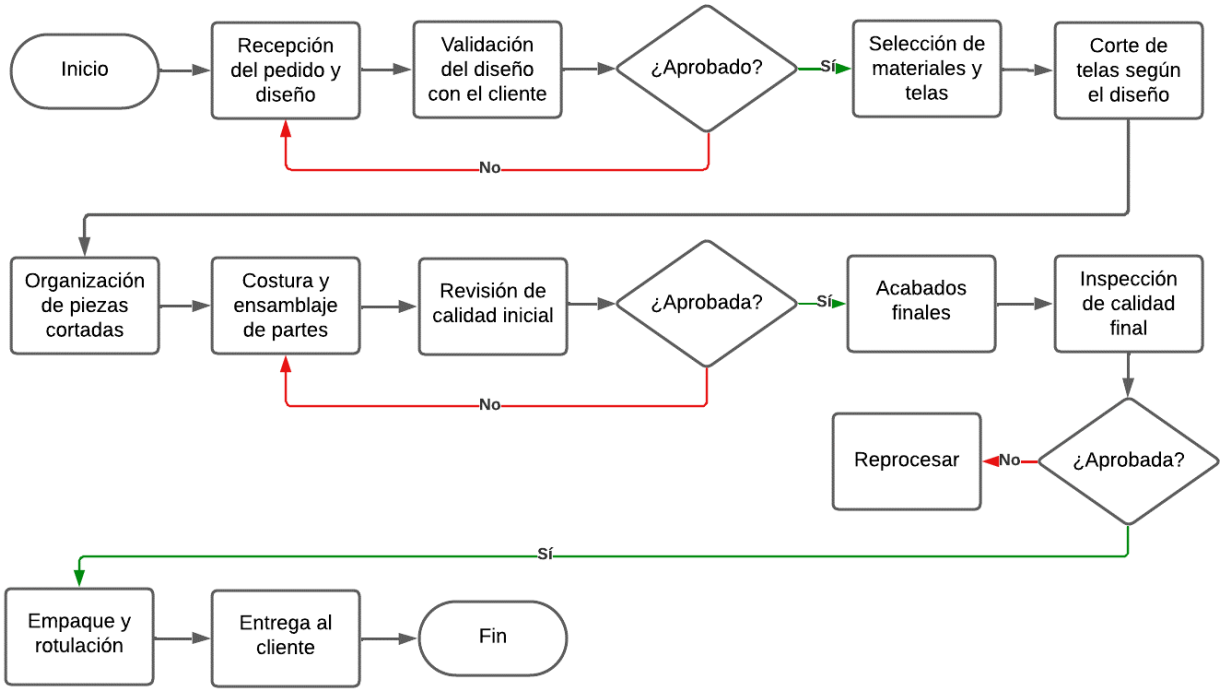
Fuente: Litoprisma, 2024.

## ANEXO 3: Descripción general del proceso productivo




Fuente: Litoprisma, 2024.

## ANEXO 4: Diagrama de Flujo de la producción de camisas




Fuente: Litoprisma, 2024.