

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL MODELO SIX
SIGMA BASADO EN LA METODOLOGÍA DMAIC
PARA REDUCIR DEFECTOS EN LA EMPRESA
TEXTIL CONFECCIONES CHÁVEZ S.A.C.,
CAJAMARCA 2023”**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Cecilia Ariana Chuquilin Zamora
Noelia Melissa Sanchez Arribasplata

Asesor:

Ing. Elmer Aguilar Briones
<https://orcid.org/0000-0003-2228-0026>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Karla Rossemary Sisniegas Noriega	46071719
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

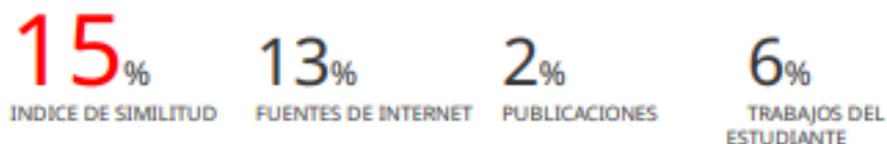
Jurado 2	Fanny Emelina Piedra Cabanillas	47602202
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ana Rosa Mendoza Azañero	45512232
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

“PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA BASADO EN LA METODOLOGÍA DMAIC PARA REDUCIR DEFECTOS EN LA EMPRESA TEXTIL CONFECCIONES CHÁVEZ S.A.C., CAJAMARCA 2023”

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
fdocument.org		

DEDICATORIA

En primer lugar, agradecemos a Dios quien nos brindó la vida y ha llenado de bendiciones
en el transcurso de nuestras vidas.

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a nuestros padres que con su esfuerzo y
dedicación es la razón por la que hemos llegado hasta donde estamos.

Agradecemos al Ingeniero Elmer Aguilar por su apoyo durante el desarrollo de la presente
investigación.

AGRADECIMIENTO

Dedico esta tesis a Dios por guiarme por un buen camino y brindarme su bondad infinita.

A mis amados padres Y a mi hijo por ayudar a superarme, dándome fortaleza para seguir
adelante.

A mi familia en generar por haberme brindado todo su apoyo.

Noelia Melissa

Dedico esta tesis a Dios, por mostrarme día a día que, con fe, humildad, paciencia y
sabiduría, todo es posible.

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional, y ayudarme a conseguir mis sueños.

Cecilia Ariana

Tabla de contenidos

Jurado evaluador	2
Informe de similitud.....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Tabla de contenidos	6
Índice de tablas	7
Índice de figuras.....	10
Resumen.....	11
Capítulo I: Introducción.....	12
Capítulo II: Metodología.....	17
Capítulo III. Resultados	21
Capítulo IV: Discusión y conclusiones.....	108
Referencias.....	111
Anexos	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas de recolección de datos	18
Tabla 2 Instrumentos de recolección de datos	18
Tabla 3 Confección de artículos mensualmente	23
Tabla 4 Reporte de prendas defectuosas.....	24
Tabla 5 Diagrama analítico de procesos	26
Tabla 6 Diagrama de pareto.....	29
Tabla 7 Análisis 5W en base a las causas identificadas	30
Tabla 8 Defectos de polos	33
Tabla 9 Defectos de polos	33
Tabla 10 Unidades defectuosas	36
Tabla 11 Oportunidades de defecto	37
Tabla 12 Nivel Sigma	38
Tabla 13 Pedidos entregados a tiempo	38
Tabla 14 Cantidad de tela utilizada	40
Tabla 15 Eficiencia de equipo	41
Tabla 16 Polos confeccionados	42
Tabla 17 Actividades productivas	46
Tabla 18 Actividades improductivas	47
Tabla 19 Horas de mantenimiento programado	48
Tabla 20 Horas de mantenimiento ejecutado	49
Tabla 21 Tasa de defectos	51
Tabla 22 Tasa de retrabajo.....	52
Tabla 23 Operacionalización de variables con diagnóstico.....	54
Tabla 24 Voz del cliente	58

Tabla 25 Procedimientos	65
Tabla 26 Formato registro de defectos	66
Tabla 27 Alarmas Poka Yoke	71
Tabla 28 Formato de inventario.....	72
Tabla 29 Formato de identificación de elementos.....	72
Tabla 30 Formato de categorización de disposición	73
Tabla 31 Formato de esquema de organización	73
Tabla 32 Formato de evaluación de áreas de almacenamiento organizadas	73
Tabla 33 Formato de etiquetas de identificación.....	74
Tabla 34 Formato de registro de limpieza.....	74
Tabla 35 Formato de registro de rutina de limpieza.....	75
Tabla 36 Formato de evaluación de sistema de gestión de documentos	75
Tabla 37 Formato de evaluación de procedimientos estandarizados.....	76
Tabla 38 Formato de evaluación de evaluación de riesgos	76
Tabla 39 Formato de evaluación de sistema de monitoreo	77
Tabla 40 Formato de evaluación de registro de reconocimientos	77
Tabla 41 Formato de registro de revisiones.....	78
Tabla 42 Auditoría y revisiones periódicas	81
Tabla 43 Cronograma de mantenimiento	83
Tabla 44 Post evaluación polo confeccionados.....	87
Tabla 45 Post evaluación nivel sigma	88
Tabla 46 Post evaluación pedidos entregados a tiempo	90
Tabla 47 Post evaluación tela utilizada	92
Tabla 48 Post evaluación eficiencia de equipo.....	94
Tabla 49 Post evaluación polos confeccionados	95

Tabla 50 Post evaluación polos defectuosos	98
Tabla 51 Post evaluación tasa de retrabajo.....	99
Tabla 52 Operacionalización de variables con mejora.....	101
Tabla 53 Activos tangibles	103
Tabla 54 Gastos de personal.....	104
Tabla 55 Gastos de capacitación	104
Tabla 56 Costos proyectados	105
Tabla 57 Análisis de indicadores.....	107
Tabla 58 Ingresos proyectados	107
Tabla 59 Flujo de caja	107
Tabla 60 Costos proyectados.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama	21
Figura 2 Flujograma operativo	22
Figura 3 Producción defectuosa	25
Figura 4 Ishikawa	28
Figura 5 Diagrama Pareto.....	29
Figura 6 Diagrama de flujo	32
Figura 7 Capacidad de proceso.....	34
Figura 8 Diagrama de flujo de proceso	44
Figura 9 Mapa de flujo de valor	45
Figura 10 Diseño de metodología	56
Figura 11 Carta del proyecto	57
Figura 12 Mapa de proceso	61
Figura 13 Matriz AMFE.....	67
Figura 14 Diseño dispositivo.....	68
Figura 15 Instalación dispositivo	69
Figura 16 Procedimiento de uso	70
Figura 17 Gráficos de control – cosido irregular	79
Figura 18 Gráficos de control – hilo suelto.....	79
Figura 19 Gráficos de control – costura desalineada	80
Figura 20 Capacidad de proceso.....	85
Figura 21 Flujo de caja	107

RESUMEN

En el estudio realizado en la empresa Textil Confecciones Chávez S.A.C. en Cajamarca durante 2023, se planteó el objetivo de reducir defectos mediante la propuesta de aplicación del modelo Six Sigma basado en la metodología DMAIC. El estudio fue de tipo aplicada, de diseño no experimental y de enfoque cuantitativo. Inicialmente, se identificaron problemas clave, como el corte irregular, el estampado de marca, unidades con manchas y desbastadas, que resultaban en una tasa de defectos del 29%, retrabajo del 22%, y un 6% de rechazo de pedidos. La propuesta de implementación de Six Sigma siguió el enfoque DMAIC. Resultados notables incluyeron calidad mejorada a 4.5 y reducción de tasas de defectos al 17%, retrabajo al 3%, y rechazo de pedidos al 3%. El análisis financiero respalda la propuesta con un valor actual neto de S/. 158,853.86, una tasa interna de retorno del 136%, y un índice de rentabilidad de 3.96 soles. En conclusión, se recomienda la aceptación de esta propuesta, ya que mejora la calidad, eficiencia y genera beneficios financieros.

Palabras clave: Six Sigma, DMAIC, defectos, oportunidades.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel internacional, la industria textil está bajo constante presión para elevar la calidad y reducir los defectos en sus productos. Esto se debe a la creciente conciencia global sobre los impactos ambientales y sociales de la producción textil, así como a la competencia feroz en el mercado. Para mantener su posición en la cadena de suministro global, estas empresas deben adoptar enfoques avanzados de gestión de calidad, como el modelo Six Sigma basado en la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), para abordar de manera efectiva los problemas de calidad (Bohorquez, 2022).

En Perú, las compañías textiles se enfrentan a retos similares en un mercado altamente competitivo. Además de cumplir con las regulaciones nacionales, deben satisfacer las expectativas de calidad de los consumidores locales y mantener costos competitivos. La implementación exitosa del modelo Six Sigma basado en DMAIC podría ser una solución efectiva para reducir defectos y mejorar la eficiencia en la producción; no obstante, su aplicación requiere un compromiso sólido de la alta dirección y la capacitación adecuada del personal, un desafío común en la industria (García, 2022).

A nivel local, en la empresa textil Confecciones Chávez SAC, del rubro de confección de polos y ropa deportiva en particular se enfrenta al desafío de mantener altos estándares de calidad y reducir los defectos para satisfacer las demandas de sus clientes locales y mantener su reputación en la comunidad. La adopción del modelo Six Sigma basado en DMAIC implicaría cambios significativos en su proceso de producción y cultura organizativa. Es por ello, que en el presente estudio se deberá identificar áreas de mejora, recopilar y analizar datos, y aplicar medidas correctivas. Sin embargo, si se

lleva a cabo eficazmente, esta iniciativa podría conducir a una reducción sustancial de los defectos, aumentando así la satisfacción del cliente y mejorando su competitividad en el mercado local.

Respecto a los antecedentes de estudio se tiene a Malpartida et al. (2021), en su investigación titulada "Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil", donde planteó como fin establecer un proceso Six Sigma que permita mejorar los procesos de la industria textil. Sus resultados indican que al aplicar gráficas de control se lograra tomar medidas correctivas de inmediato, lo cual significó hasta una reducción de 80% en sus defectos que presentaba. Concluyendo que la mejora de procesos mediante la implementación Six Sigma es una herramienta fundamental para aumentar la competitividad de la misma.

Por otro lado, Quispe et al. (2022) en su estudio "Metodología de trabajo Six Sigma para la mejora de las pymes en la industria textil", respalda la idea de que el análisis de control y los datos recopilados a través de las gráficas de control son esenciales para identificar y abordar las fuentes de variabilidad en el proceso de producción. Siguiendo su enfoque, podríamos fortalecer aún más la mejora de la capacidad del proceso mediante la implementación de medidas específicas para reducir estas fuentes de variabilidad. Esto podría incluir la estandarización de procesos, la adopción de mejores prácticas y la inversión en tecnología avanzada para garantizar una mayor consistencia en la calidad de los polos deportivos producidos. Con estas acciones, podríamos lograr mejoras sustanciales en la capacidad del proceso y, en última instancia, ofrecer productos de mayor calidad a nuestros clientes.

Los estudios realizados por Collazos (2021) en "Six Sigma para reducir la no conformidad del producto en la fabricación de ventanas de la empresa Prodestel, Lima 2021" se planteó el objetivo de reducir las no conformidades mediante la aplicación del modelo Six Sigma. Para ello inició recopilando información de la problemática donde encontró fallas en la materia prima que era en muchas ocasiones defectuosa, también había un mal troquelado que ocasionaba desfases en el producto terminado. Al plantear la metodología logró reducir a un DPMO de 1776, a un grado de desempeño Yield de 99.8%, representando un nivel sigma de 4.42.

De igual forma, el autor Quispe (2020) en su estudio "Aplicación de la metodología Six Sigma y su efecto en la productividad de la empresa Caleb LTDA, Pacanga, 2020" planteó el objetivo de identificar el efecto que tiene la productividad al aplicar la metodología Six Sigma. Durante el diagnóstico encontró una productividad total de 76.14% con un nivel sigma de 1.53; ante ello propone la metodología logrando aumentar en un 21.13% la productividad total y el nivel sigma a 3.49.

Es por ello que la presente propuesta de aplicación del modelo Six Sigma basado en la metodología DMAIC se realiza con la intención de que incida de manera significativa en la reducción del nivel de defectos en la empresa Textil Confecciones Chávez S.A.C., ubicada en Cajamarca durante el año 2023. Esta empresa, al igual que muchas otras en el sector textil, enfrenta desafíos críticos en términos de calidad y eficiencia en su producción. La implementación de Six Sigma, un enfoque ampliamente reconocido por su capacidad para eliminar defectos y mejorar la calidad, puede ser una estrategia clave para ayudar a la empresa a alcanzar sus objetivos de negocio y mantenerse competitiva en un mercado en constante evolución.

A través de la definición precisa de los problemas de calidad, la medición rigurosa de los procesos, el análisis profundo de los datos, la implementación de mejoras efectivas y el control continuo de los procesos, esta propuesta busca brindar a la empresa las herramientas necesarias para identificar y resolver los puntos críticos que generan defectos en su producción de polos y ropa deportiva. Además, se llevará a cabo un programa de capacitación para el personal en todos los niveles, desde la alta dirección hasta los operadores de máquinas, para garantizar la comprensión y adopción exitosa de la metodología Six Sigma.

Con la aplicación exitosa de Six Sigma basado en DMAIC, se espera no solo una disminución notable de los defectos en sus productos, sino también un aumento en la satisfacción del cliente y una mejora en la eficiencia operativa. Esto no solo beneficiará a la empresa a nivel local, sino que también la posicionará de manera más sólida en el mercado nacional e internacional, cumpliendo con los estándares de calidad exigidos por los consumidores y reguladores, y contribuyendo a su crecimiento sostenible en el competitivo sector textil.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera la propuesta de aplicación del modelo Six Sigma basado en la metodología DMAIC reduce los defectos de la empresa Textil Confecciones Chávez S.A.C., Cajamarca 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Reducir defectos mediante la propuesta de aplicación del modelo Six Sigma basado en la metodología DMAIC en la empresa Textil Confecciones Chávez S.A.C., Cajamarca 2023

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico situacional de la problemática para identificar los defectos en la empresa
- Realizar una propuesta de aplicación del modelo Six Sigma basado en la metodología DMAIC
- Estimar los indicadores después del diseño de la propuesta de aplicación del modelo Six Sigma
- Realizar un análisis económico financiero de la propuesta de aplicación del modelo Six Sigma

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de aplicación del modelo Six Sigma basado en la metodología DMAIC reduce los defectos de la empresa Textil Confecciones Chávez S.A.C., Cajamarca 2023

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Se considera de tipo aplicada, puesto que el presente estudio tal como comenta Hernández y Mendoza (2018) este estudio se encarga de resolver algún problema. En el presente caso se basa en la propuesta del modelo Six Sigma para solucionar la problemática de los defectos de la empresa.

Asimismo, se considera de diseño no experimental ya que no se manipulará ningún variable deliberadamente. Se observará como es el comportamiento actual de defectos sin manipular la realidad (Hernández y Mendoza, 2018).

En cuanto al enfoque, es cuantitativo puesto que se trabajará con datos numéricos para evaluar cantidades de defectos y el impacto que tiene la metodología sobre ello (Hernández y Mendoza, 2018).

2.2. Población y muestra

Ñaupas (2019) considera que la población es el conjunto total de individuos que comparten características en común. Por ello, la población del presente estudio se encuentra conformada por todas las áreas de la empresa en estudio. Ante ello, la muestra está sujeta únicamente al área de confección de polos deportivos.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

Tabla 1

Técnicas de recolección de datos

Técnica	Justificación
Encuesta	Se aplicó un cuestionario para determinar la problemática desde el punto de vista de los operarios.
Observación directa	Con la intención de evaluar el proceso, se generó una ficha de observación para detectar anomalías.

2.3.2. Instrumentos

Tabla 2

Instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumentos	Aplicación
Encuesta	Cuestionario	Operarios
Observación directa	Guía de observación	Proceso de confección de polos deportivos

2.4. Procedimiento

Encuesta:

En una fase inicial, se llevó a cabo una cuidadosa planificación de la encuesta, estableciendo los objetivos y áreas de interés que debían ser evaluadas. Se diseñaron preguntas específicas para abordar aspectos fundamentales, como el ambiente laboral, la comunicación interna, los recursos disponibles, etc.

Una vez que se preparó el cuestionario, se procedió a informar a los empleados acerca de la encuesta durante una reunión de comunicación. En este encuentro, se

enfaticó la importancia de su participación y se brindaron instrucciones claras sobre cómo completar la encuesta de forma anónima y confidencial.

La recopilación de datos se realizó en un período de dos días, asegurando que todos los empleados tuvieran la oportunidad de participar. La encuesta se distribuyó en línea para facilitar el acceso y garantizar el anonimato de las respuestas.

Una vez que se recopilaron todas las respuestas, se procedió a realizar un análisis de datos exhaustivo utilizando herramientas estadísticas apropiadas. Este análisis permitió identificar áreas de fortaleza dentro de la empresa, así como áreas que requerían mejoras significativas.

Los resultados obtenidos se documentaron en un informe completo, que incluyó un gráfico Ishikawa con las principales causas que originan la aparición de defectos.

Guía de observación:

En una fase inicial, se planificó meticulosamente la observación, definiendo los objetivos específicos y áreas clave que debían ser evaluadas a lo largo del proceso de confección. Se establecieron criterios claros para medir la eficiencia, la calidad y la consistencia en cada etapa de producción.

Durante la observación, se registraron datos y observaciones relevantes en una ficha de observación especialmente diseñada. Esta ficha incluyó categorías como el manejo de materiales, la precisión en las medidas, la calidad de la costura y otros indicadores críticos de calidad y eficiencia.

Luego de ello se realizó un seguimiento minucioso del proceso de confección, registrando tanto aspectos positivos como áreas problemáticas en la confección de polos deportivos. Se prestaron especial atención a los procedimientos de control de calidad y a la adherencia a las especificaciones técnicas.

Una vez completada la observación, se procedió a analizar los datos recopilados y las observaciones realizadas en las fichas. Este análisis permitió identificar áreas de mejora y oportunidades para optimizar la eficiencia y la calidad en el proceso de confección.

2.5. Aspectos éticos

En el contexto de la investigación se prestaron especial atención a los aspectos éticos; se garantizó la confidencialidad de los datos personales y respuestas de los empleados en la encuesta, asegurando que sus opiniones se mantuvieran anónimas. Además, se obtuvo el consentimiento informado de los participantes, enfatizando la voluntariedad de su participación. Durante la observación del proceso de confección, se respetaron las normas de seguridad laboral y se evitó cualquier interferencia en las operaciones cotidianas de la empresa. Estos principios éticos fueron fundamentales para garantizar la integridad y el respeto en todo el proceso de investigación.

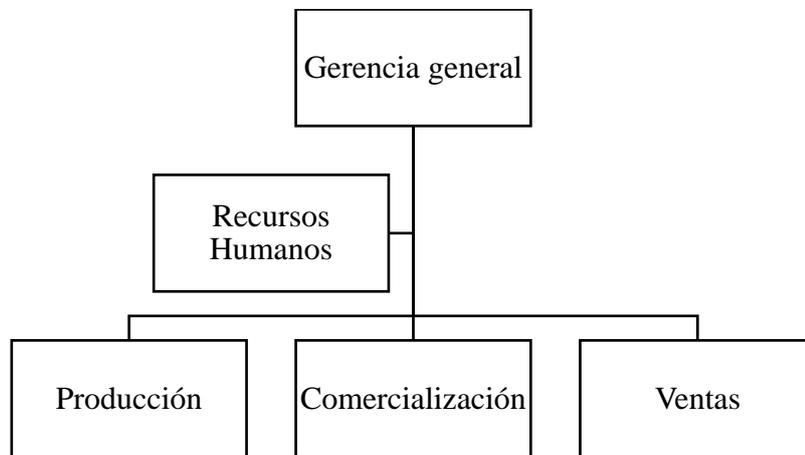
CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico situacional de la empresa

La empresa en estudio inició sus operaciones en el año 1990, enfocados en brindar un servicio de calidad para sus clientes, ofreciendo un servicio de confecciones textiles para todo tipo de público, cubriendo eventos deportivos, reuniones sociales, y todo lo relacionado a diseños de prendas.

Figura 1

Organigrama

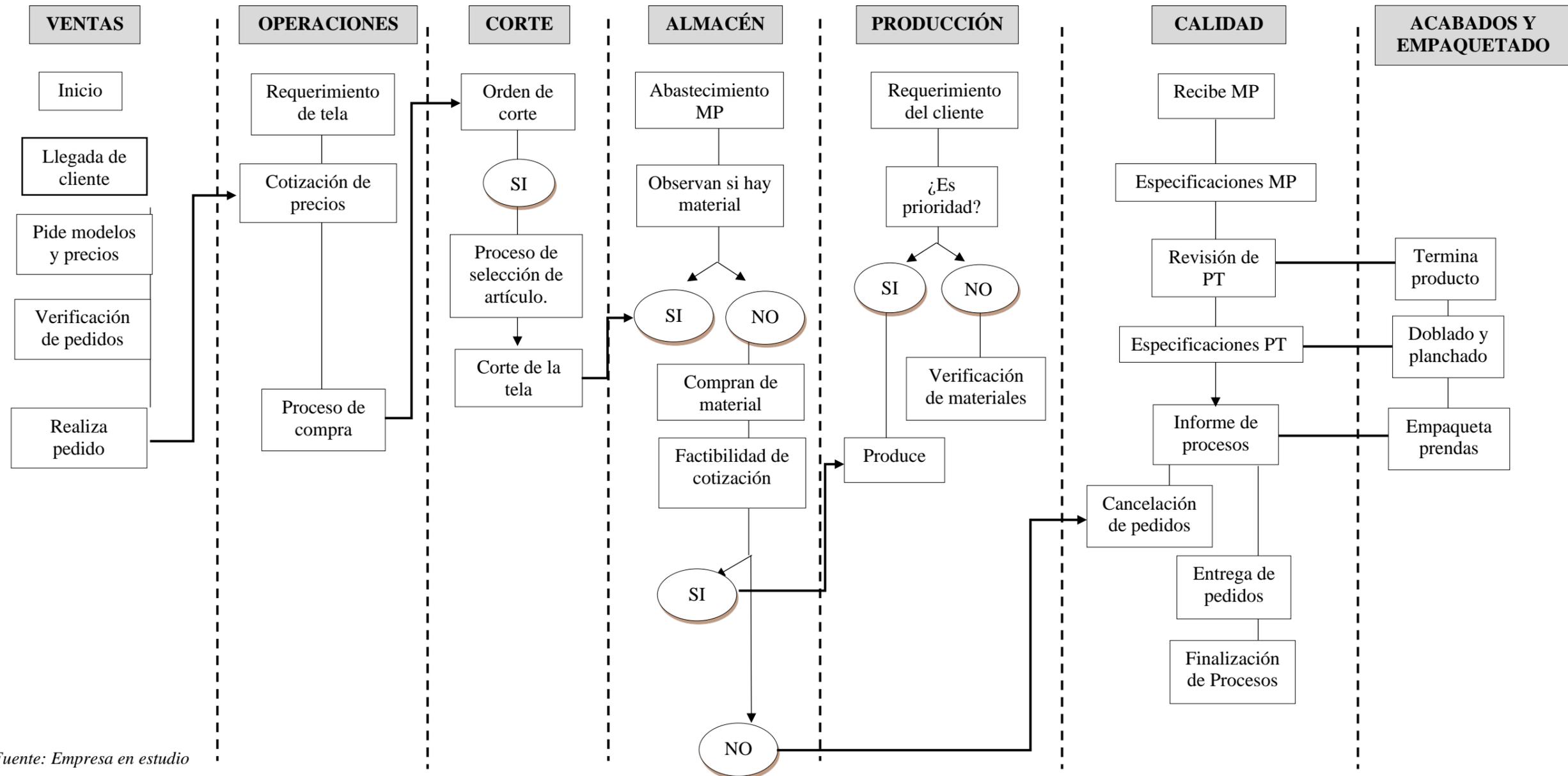


Fuente: Empresa en estudio

Respecto a la anterior figura; en la alta dirección se encuentra al gerente general representado por el propietario de la empresa, luego de ello tenemos al área de recursos humanos quien vela por contratar al personal calificado para que represente a las áreas de producción, comercialización y ventas.

Figura 2

Flujograma operativo



Fuente: Empresa en estudio

Dentro de los productos que ofrece la empresa, se tiene: polos, shorts, casacas, buzos, entre otros. Debido a la alta demanda en producción y comercialización, podría asumirse que el producto estrella de la empresa son los polos deportivos.

Tabla 3

Confección de artículos mensualmente

Producto	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Banderines	-	-	-	-	-	-
Banderola	1	2	258	1	2	1
Bolsas	-	-	-	-	-	1000
Bufandas	-	-	100	-	-	-
Buzos	251	162	108	201	65	-
Canguros	-	15	-	-	-	-
Casacas	24	162	154	215	78	92
Casacones	-	-	-	-	-	-
Chalecos	-	116	222	37	117	228
Frazadas	-	-	-	15	-	-
Gallardetes	7	2	4	-	-	-
Gorras	-	73	140	162	-	-
Mamelucos	45	-	-	-	-	-
Mandiles	14	31	-	-	-	400
Pantalones	14	46	10	-	-	90
Poleras	-	6	77	-	-	-
Polerones	64	-	-	-	-	-
Polos	887	974	763	697	581	1646
Sacones	-	-	-	9	-	-
Shorts	237	511	337	276	208	118
Estandartes	1	-	-	-	-	-
Terno	-	-	-	-	-	1
Toallas	-	-	-	70	30	-
Total	1545	2100	2173	1683	1081	3576

Fuente: Elaboración propia en base a la información de la empresa, 2022.

Durante la confección de los artículos, es común que se presenten algunas fallas que afectan la calidad del producto final, conocidas como productos no conformes. Estas fallas

pueden originarse por diversos motivos, desde un error humano en la producción hasta un problema en la maquinaria utilizada.

En este contexto, la investigación cobra gran importancia, ya que su objetivo principal es mejorar la productividad de la empresa a través de la identificación y corrección de los productos no conformes, específicamente en el caso de los polos deportivos, que son los productos de mayor demanda en la empresa.

Al entender las causas de estas fallas, es posible aplicar técnicas y herramientas de mejora continua, como el enfoque de Lean Six Sigma, para optimizar los procesos productivos y reducir la cantidad de productos no conformes. De esta manera, se logrará no solo mejorar la calidad de los productos, sino también aumentar la eficiencia y rentabilidad de la empresa.

Tabla 4

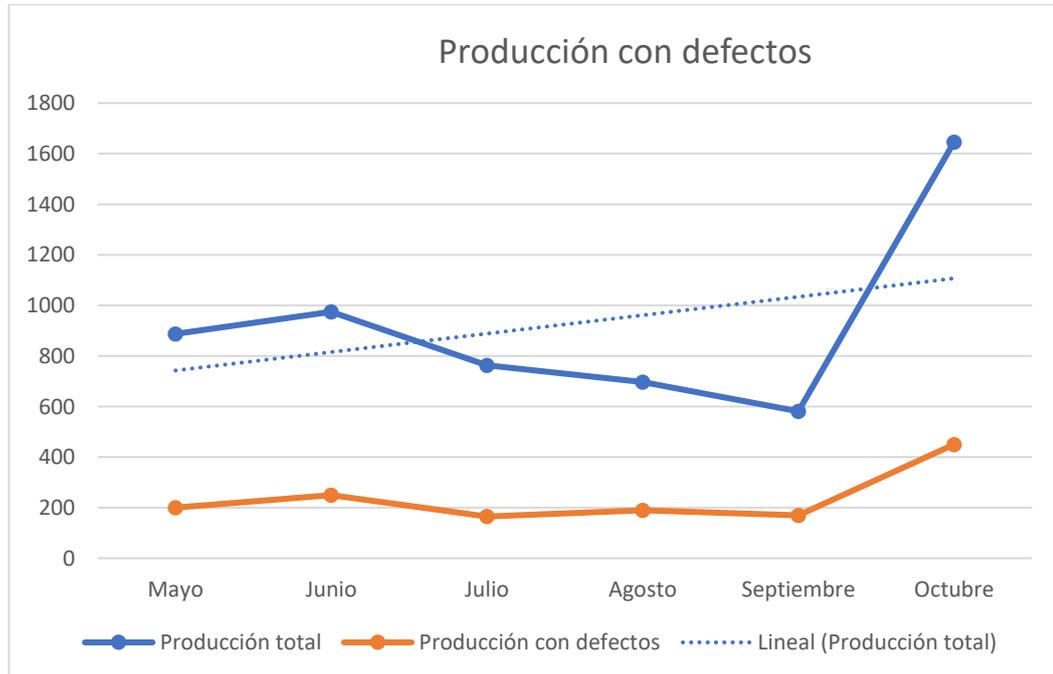
Reporte de prendas defectuosas

Mes	Producción total	Producción con defectos	%
Mayo	887	200	23%
Junio	974	250	26%
Julio	763	165	22%
Agosto	697	190	27%
Septiembre	581	170	29%
Octubre	1646	450	27%
Total	5548	1425	26%

Nota: Los datos presentados han sido tabulados en base a la información proporcionada por la empresa Confecciones Chávez S.A.C., recogiendo dichos datos del año 2022.

Figura 3

Producción defectuosa



Fuente: Elaboración propia en base a la información de la empresa, 2022.

3.1.1. Descripción general del proceso productivo

La confección de polos deportivos, empieza desde la recepción de la orden de pedido y finaliza en almacenaje, y estos se clasifican o almacenan teniendo como referencia el material de tela usado en la elaboración, para tales menciones el producto responde al siguiente flujograma:

Tabla 5

Diagrama analítico de procesos

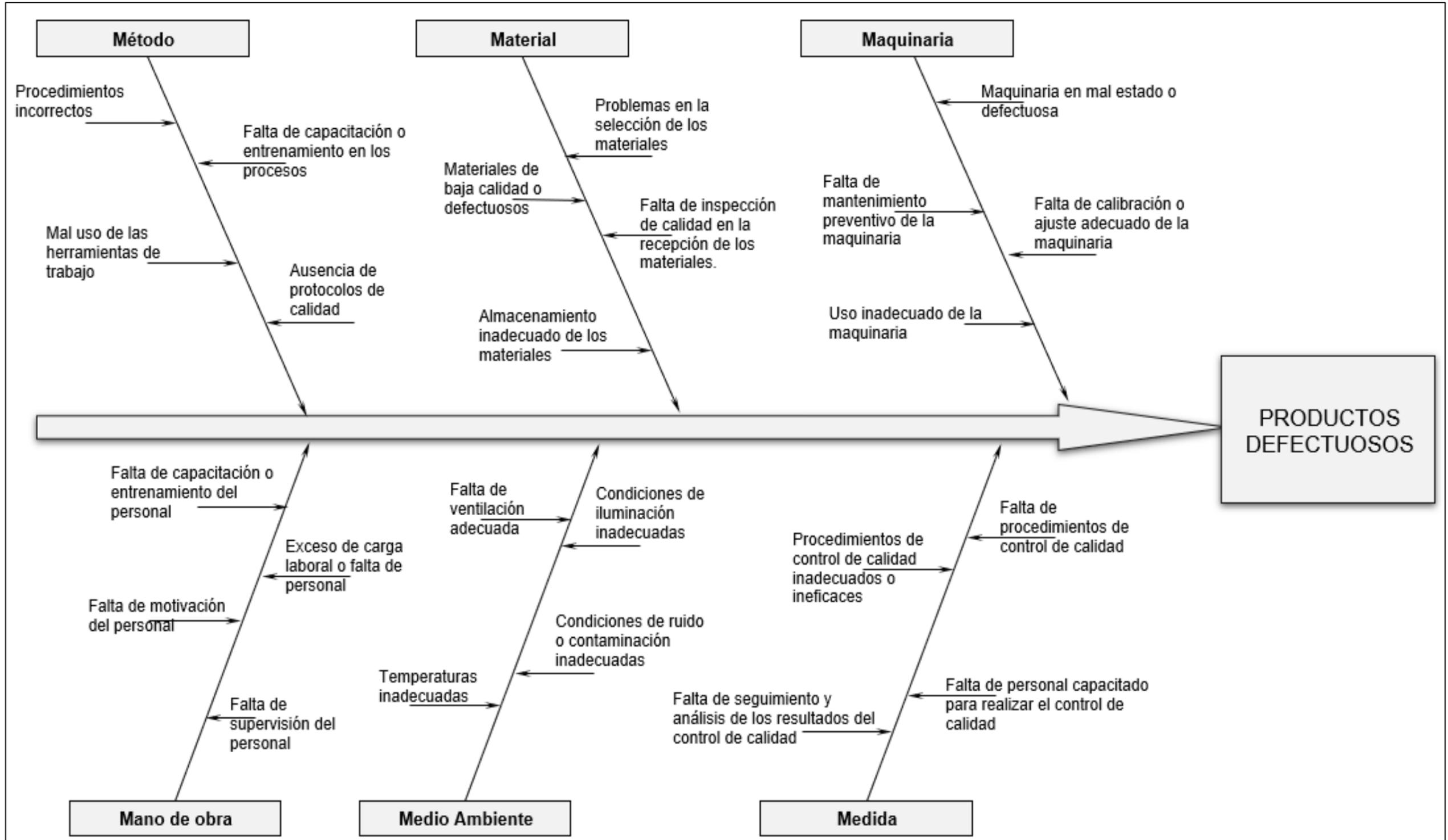
Descripción	Distancia (m)	Tiempo	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje
			○	➔	D	□	▽
Recepción de materia prima		20	●				
Inspección de materia prima		17			●		
Transporte hacia área de corte (3er piso)	7.5	10		●			
Medición de tela		19	●				
Corte de tela		21	●				
Transporte hacia sublimadora (1er piso)	7.5	10		●			
Sublimado (estampado de polos)		15	●				
Transporte hacia área de corte (3er piso)	7.5	10		●			
Ajuste de polo (corte)		20	●				
Transporte hacia taller (3er piso)	9.5	10		●			
Costura de polos		28	●				
Embolsado de polos		33	●				
Transporte hacia almacén (1er piso)	9.5	10		●			
Almacenamiento de polos		25					●
TOTAL	41.5	248					

Respecto a la figura anterior, la materia prima ingresa a la empresa en fardos de tela, los cuales deben, ser medidos, cortados y moldeados para cada tipo y modelo de prenda antes de entrar a las líneas de producción. Después la tela entra a una de las líneas de producción y comienza la elaboración de la confección.

3.1.2. Análisis de causas de las variables claves mediante diagramas de Ishikawa, en el proceso de producción.

Figura 4

Ishikawa



3.1.3. Frecuencia de causas en los problemas identificados, mediante análisis Pareto.

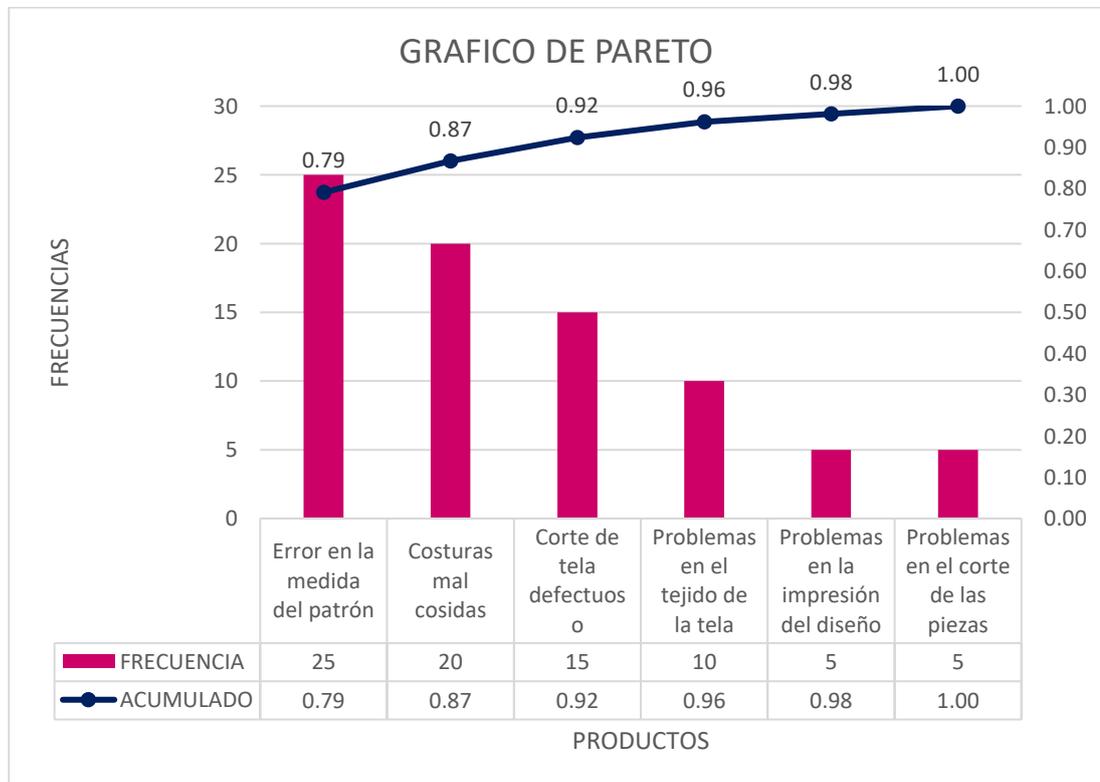
Tabla 6

Diagrama de Pareto

ÍTEMS	PROBLEMAS	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	%
1	Error en la medida del patrón	25	31.25%	208	0.79
2	Costuras mal cosidas	20	25.00%	228	0.87
3	Corte de tela defectuoso	15	18.75%	243	0.92
4	Problemas en el tejido de la tela	10	12.50%	253	0.96
5	Problemas en la impresión del diseño	5	6.25%	258	0.98
6	Problemas en el corte de las piezas	5	6.25%	263	1.00
TOTAL		80	100.00%		

Figura 5

Diagrama Pareto



3.1.4. Análisis de las 5W

Se procedió a realizar la herramienta 5w o 5 porqués a cada una de las causas potenciales encontradas anteriormente para los defectos: error en la medida del patrón, costuras mal cosidas, corte de tela defectuoso, problemas en el tejido de la tela, problemas en la impresión del diseño y problemas en el corte de las piezas

Tabla 7

Análisis 5W en base a las causas identificadas

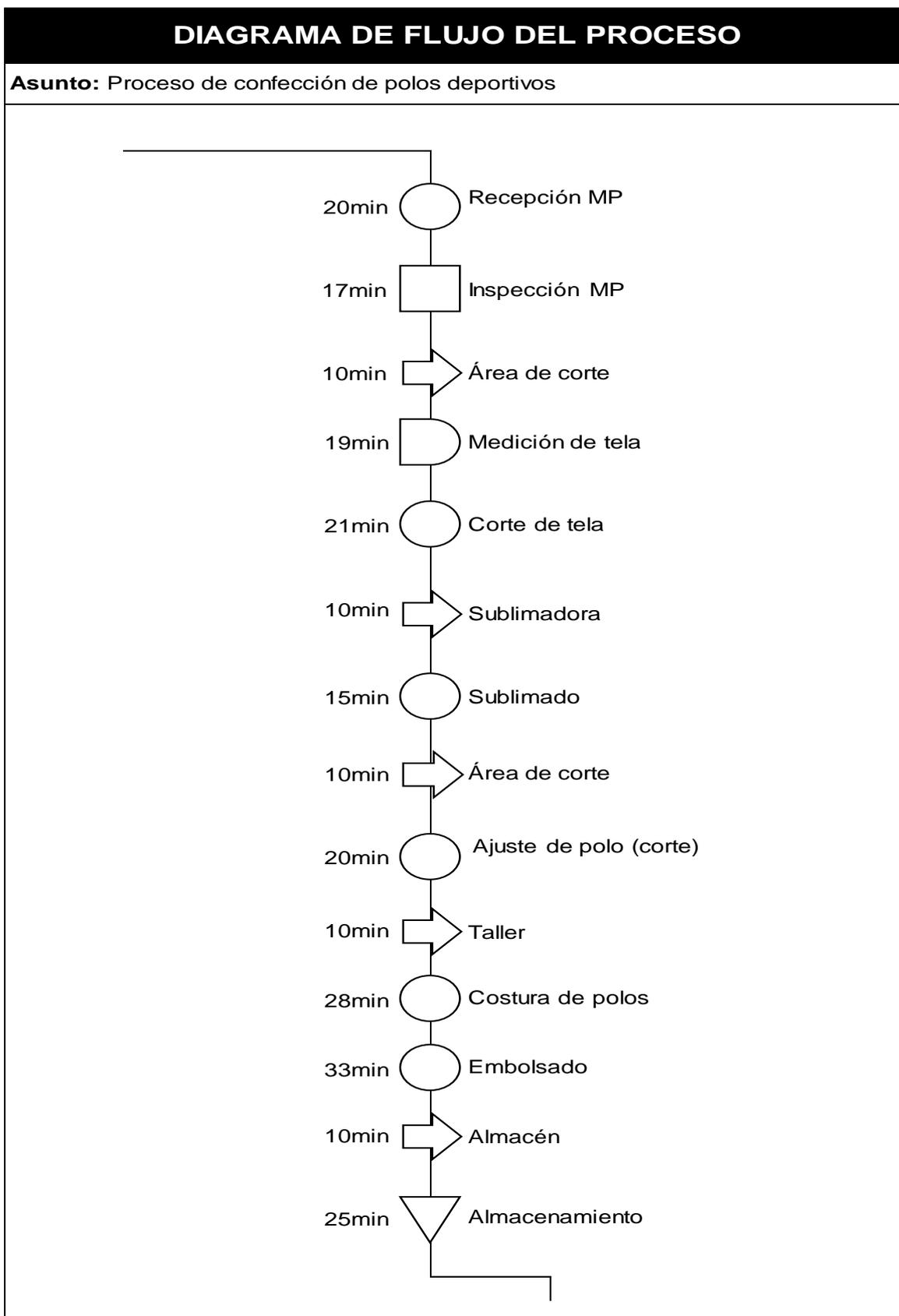
Causa	¿Por qué sucede?	¿Por qué sucede?	¿Por qué sucede?	¿Por qué sucede?	¿Por qué sucede?
Fallas en la calidad del polo deportivo.	Se presentan fallas en la calidad del polo deportivo	Porque están utilizando materiales de baja calidad en la confección de los polos.	Porque se la empresa ha buscado reducir costos en la producción de los polos.	Porque la competencia ha estado ofreciendo precios más bajos en el mercado de polos deportivos.	Porque utilizan materiales de baja calidad y mano de obra más barata en la producción de sus polos.
Error en la medida del patrón	Porque no se está utilizando un patrón actualizado y preciso.	Porque no se está realizando un adecuado control de calidad en la recepción de los patrones.	Porque el personal encargado no está capacitado para realizar esta tarea.	Porque no se han brindado las oportunidades de formación y capacitación adecuadas.	Porque la empresa no tiene un plan de formación y capacitación estructurado y adecuado.
Costuras mal cosidas	Porque el personal encargado de la confección no está realizando un adecuado control de calidad durante el proceso.	Porque no se han establecido los criterios de calidad adecuados y no se está brindando la capacitación adecuada para llevar a cabo esta tarea.	Porque la empresa no cuenta con un sistema de gestión de calidad adecuado y estructurado.	Porque no se ha priorizado la implementación de un sistema de gestión de calidad como parte de la estrategia de la empresa.	Porque no se entiende la importancia de la calidad como un elemento clave para el éxito empresarial.
Corte de tela defectuoso	Porque se está utilizando una máquina de corte no adecuada para el tipo	Porque no se ha realizado una adecuada evaluación de las necesidades de la empresa	Porque no se cuenta con un plan estratégico de inversión en maquinaria y equipo.	Porque la empresa no tiene una visión a largo plazo en cuanto a la mejora de sus procesos y su	Porque no se ha realizado un análisis adecuado de las oportunidades de mejora en

	de tela que se está cortando.	en cuanto a maquinaria y equipo		capacidad productiva.	los procesos productivos.
Problemas en el tejido de la tela	Porque el proveedor de la tela no está entregando un producto de calidad.	Porque está utilizando materias primas de baja calidad.	Porque busca maximizar sus ganancias y reducir costos a expensas de la calidad	Porque no encontrado proveedor confiable que cumpla con estándares de calidad.	Porque no han invertido en la búsqueda de nuevos proveedores y han estado dependiendo de los mismos durante años.

Diagrama de flujo de proceso de confección de polos deportivos:

Figura 6

Diagrama de flujo



Durante el proceso productivo de confección, es común que se presenten errores que afecten la calidad del producto final. Para minimizar la generación de productos defectuosos, se llevó a cabo un análisis que reveló que, de un total de 536 unidades de polos deportivos en promedio, producidos en el periodo de mayo a octubre de 2022. Estos errores pueden ser atribuidos a diversas causas, incluyendo el incumplimiento de los tiempos establecidos en el proceso, lo que lleva a que los polos defectuosos sean reingresados al proceso global para su corrección, generando sobrecostos por repetición. El reingreso de las unidades defectuosas al proceso productivo genera un acumulativo semanal y mensual significativo, lo que se traduce en sobrecostos y pérdidas para la empresa. Es por ello que se ha realizado una tabla donde se detallan los productos defectuosos y su causa inmediata, con el objetivo de identificar las principales causas y así enfocar los esfuerzos en corregirlas y mejorar la calidad del producto final.

Tabla 8

Defectos de polos

Polos deportivos talla "S"						
Defectos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Corte irregular	5	10	7	8	6	36
Estampado o sellado de marca	4	3	6	4	2	19
Unidades con Manchas	5	3	2	5	3	18
Unidades Desbastadas	3	2	1	4	2	12

Tabla 9

Defectos de polos

Polos deportivos talla "M"						
Defectos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Corte irregular	27	31	29	29	28	144
Estampado o sellado de marca	16	14	17	15	14	76
Unidades con Manchas	12	17	13	14	16	72

3.2. Diagnóstico de variable independiente: Six Sigma

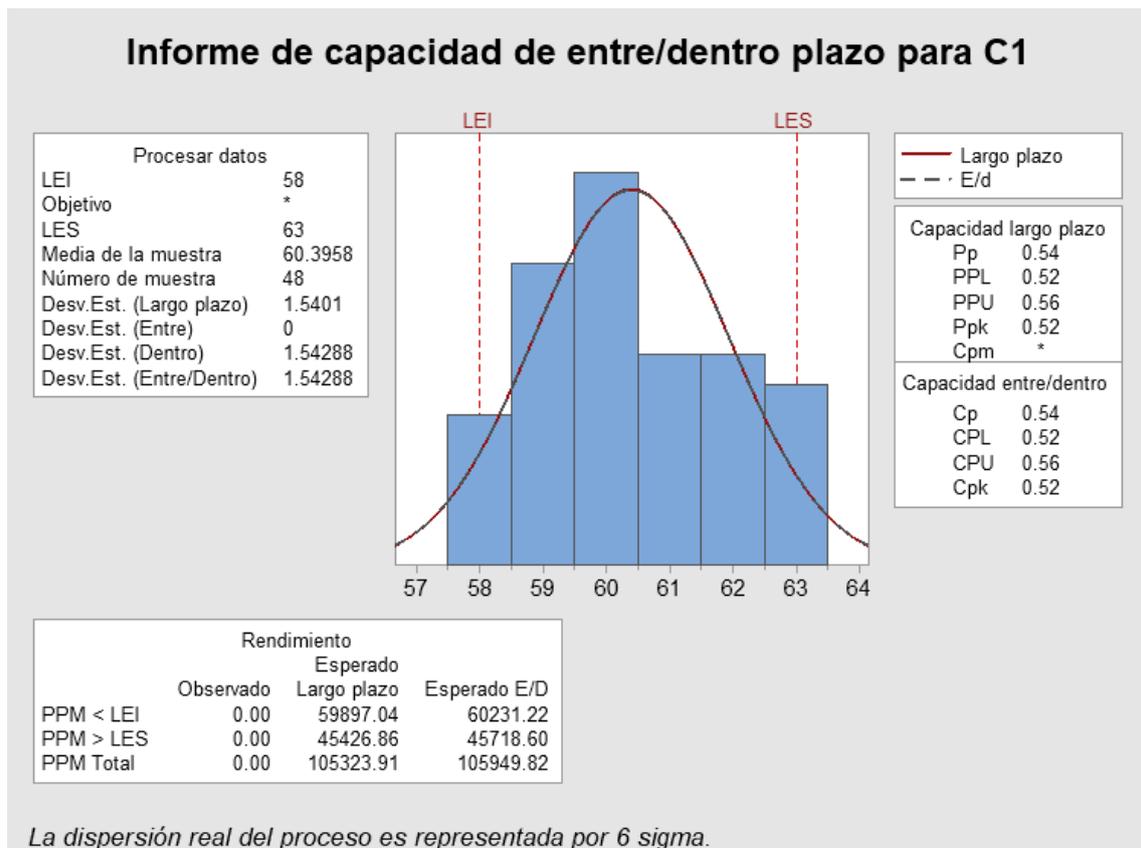
3.2.1. Diagnóstico de la dimensión: Capacidad de proceso

Según Pyzdek y Keller (2014), Six Sigma es una metodología de gestión de calidad ampliamente reconocida que se centra en la reducción de la variabilidad y el desperdicio en los procesos empresariales con el objetivo de lograr altos niveles de calidad y eficiencia.

Diagnóstico de la dimensión: Capacidad de proceso

Figura 7

Capacidad de proceso



Indicador: Índice de capacidad potencial del proceso (Cp)

Mediante el presente indicador se busca evaluar la capacidad potencial del proceso de confección de polos deportivos mediante la utilización del Índice de Capacidad Potencial del Proceso (Cp). El Cp es un indicador que proporciona una medida cuantitativa de la capacidad del proceso para producir productos dentro de los límites de especificación establecidos, teniendo en cuenta únicamente la variabilidad del proceso. En esta investigación, se realizará el cálculo del Cp para obtener una evaluación numérica de la capacidad potencial del proceso de confección de polos deportivos.

$$\text{Índice de capacidad real del proceso (Cpk)} = 0.54$$

Un Índice de capacidad potencial del proceso (Cp) de 0.54 indica que el proceso de confección de polos deportivos tiene una capacidad limitada para producir productos dentro de los límites de especificación establecidos. Este valor de Cp es menor a 1, lo que sugiere que existe una alta variabilidad en el proceso en relación con los límites de especificación.

Indicador: Índice de capacidad real del proceso (Cpk)

El indicador de "Índice de capacidad real del proceso (Cpk)" revela que el proceso de confección de polos deportivos exhibe una variabilidad considerable en las dimensiones críticas y características del producto, lo que indica una falta de control y estabilidad en el proceso.

$$\text{Índice de capacidad real del proceso (Cpk)} = 0.52$$

La capacidad real del proceso se ve comprometida, ya que el valor de Cpk obtenido es inferior a 1, lo que implica que el proceso tiene dificultades para cumplir con los límites de especificación establecidos.

Indicador: Índice de centrado del proceso (Ppk)

En relación al indicador "Índice de centrado del proceso (Ppk)", se evidencia que el proceso de confección de polos deportivos presenta un desplazamiento significativo en relación a los límites de especificación establecidos.

$$\text{Índice centrado del proceso (Ppk)} = 0.52$$

El valor de Ppk obtenido indica que los datos históricos del proceso se encuentran lejos de los límites de especificación, lo que implica un bajo nivel de centrado del proceso. Esta falta de centrado puede resultar en una alta tasa de productos no conformes y una calidad deficiente de los polos deportivos.

3.2.2. Diagnóstico de la dimensión: Porcentaje de calidad

Indicador: Defectos por millón de oportunidades (DPMO)

En el contexto de una tesis sobre la evaluación de la calidad en el proceso de confección de polos deportivos, se ha observado una presencia recurrente de unidades confeccionadas que presentan defectos a lo largo de los meses de estudio. Estos defectos pueden manifestarse en diversas características del producto, como costuras desalineadas, botones mal colocados o etiquetas mal cosidas. Para cuantificar la magnitud de los defectos y evaluar la capacidad del proceso de producción, se propone calcular el indicador de Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO).

Tabla 10

Unidades defectuosas

Meses de estudio	Unidades producidas	Unidades defectuosas
Abril	506	126
Mayo	551	137
Junio	508	169

Julio	519	130
Agosto	512	128
Setiembre	599	199
Octubre	555	185
Total	536	153

Tabla 11

Oportunidades de defecto

Meses de estudio	Oportunidades de defecto			
	Costuras	Botones	Etiquetas	Cuello
Abril	4	8	9	7
Mayo	5	7	5	8
Junio	7	5	8	4
Julio	7	8	8	4
Agosto	9	9	9	6
Setiembre	8	8	3	9
Octubre	7	8	9	7
Total	47	53	51	45

$$\text{Defectos por millón de oportunidades (DPMO)} = \frac{153}{536 * 196} * 10000$$

$$\text{Defectos por millón de oportunidades (DPMO)} = 1461$$

Indicador: Nivel Quie (Sigma)

Se busca evaluar la capacidad del proceso de confección de polos deportivos a través de la aplicación del indicador Nivel Quie, también conocido como Nivel Sigma. El Nivel Quie es una medida que proporciona una representación numérica del rendimiento del proceso en relación con los límites de especificación establecidos. A continuación, se muestra una tabla de referencia para convertir la tasa de defectos a nivel sigma:

Tabla 12

Nivel Sigma

Tasa de defectos (DPMO) Nivel Sigma	
66,807 - 0	6 sigma
6210 - 66,807	5 sigma
233 - 6210	4 sigma
3.4 - 233	3 sigma
0.06 - 3.4	2 sigma
Menos de 0.06	1 sigma

En nuestro caso, la tasa de defectos es de 1461 DPMO. Según la tabla, esto corresponde a un nivel sigma de aproximadamente 4 Sigma.

3.2.3. Diagnóstico de la dimensión: Definir

Indicador: Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma

El indicador "Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma" es fundamental para la evaluación de la eficiencia del proceso de producción en la empresa textil de polos deportivos. Se ha observado que una gran cantidad de pedidos no se entregan en tiempo y forma, lo que indica que la empresa tiene deficiencias en cuanto a los plazos de entrega y calidad del producto.

Tabla 13

Pedidos entregados a tiempo

Meses de estudio	Unidades producidas	Pedidos entregados en tiempo y forma
Abril	506	380
Mayo	551	414
Junio	508	339
Julio	519	389
Agosto	512	384

Setiembre	599	400
Octubre	555	370
Total	536	382

La tabla anterior muestra la producción confeccionada de polos deportivos en los meses de estudio de abril a octubre, asimismo también se muestra los pedidos que fueron cumplidos en tiempo y forma. De lo cual, partimos a aplicar la siguiente ecuación.

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Pedidos entregados a tiempo}}{\text{Unidades producidas}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = \frac{382 \text{ und}}{536 \text{ und}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = 71\%$$

Ello nos indica que existe un 71% de pedidos de polos deportivos que fueron entregados a tiempo.

3.2.4. Diagnóstico de la dimensión: Medir

Indicador: Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción

En este caso, se observa que durante la planificación de producción se determina una cantidad determinada de tela para la confección de los polos, sin embargo, al final del proceso, se produce un desperdicio debido a que no se utiliza toda la tela planificada. Esto representa una ineficiencia en el proceso de producción que debe ser abordada para optimizar el uso de los recursos.

Tabla 14

Cantidad de tela utilizada

Meses de estudio	Unidades producidas	Metros de tela asignada	Metros de tela utilizada	Metros de tela sobrante
Abril	506	506	450	56
Mayo	551	645	595	50
Junio	508	427	400	27
Julio	519	612	547	65
Agosto	512	538	490	48
Setiembre	599	647	596	51
Octubre	555	461	403	58
Total	536	548	497	51

Para medir este indicador se definió un sistema de registro de la cantidad de tela planificada para la producción de los polos deportivos y la cantidad de tela que se utiliza en cada lote de producción. De esta manera, se logró calcular el porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción, con la siguiente fórmula:

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Metros de tela sobrante}}{\text{Unidades producidas}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = \frac{51 \text{ mts}}{536 \text{ und}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = 9.44\%$$

Ello indica que se tiene un 9.44% de tela sobrante que es considerada como desperdicio para la empresa.

3.2.5. Diagnóstico de la dimensión: Analizar

Indicador: Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción

La eficiencia de la máquina de coser utilizada en el proceso de producción es un indicador clave para la empresa de polos deportivos, especialmente en la máquina de corte de tela. Esta máquina se ha visto afectada por una serie de factores que han provocado una baja en su eficiencia, lo que ha tenido un impacto negativo en la producción de la empresa. Para abordar esta problemática, se utilizará la metodología DMAIC, la cual permitirá definir los parámetros para evaluar la eficiencia, medir el rendimiento actual de la máquina, analizar las posibles causas que están provocando la baja eficiencia, mejorar los procesos para solucionar los problemas detectados y controlar la eficiencia para evitar futuras disminuciones en su rendimiento.

Al tomar en cuenta el indicador de eficiencia del equipo y maquinaria, se busca maximizar la productividad de la empresa y garantizar que la máquina de corte de tela opere a su capacidad nominal, reduciendo las paradas imprevistas y aumentando la producción de polos deportivos.

Tabla 15

Eficiencia de equipo

Meses de estudio	Capacidad nominal	Cortes realizados	Observaciones
Abril	45000	34320	Desgaste de las cuchillas de corte
Mayo	45000	35910	Mantenimiento inadecuado
Junio	45000	36600	Problemas eléctricos
Julio	45000	34260	Selección de la velocidad de corte incorrecta
Agosto	45000	37170	Problemas de calidad de la tela
Setiembre	45000	30300	Falta de lubricación

Octubre	45000	31470	Pieza de repuesto
Total	45000	34290	

Se conoce que la maquina cortadora tiene una capacidad nominal de 1,500 cortes por día, por ello al realizar los respectivos cálculos se obtuvo una capacidad mensual de 45,000 cortes. En base a ello se calculó de la siguiente formula el indicador pertinente:

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Cortes realizados}}{\text{Capacidad nominal}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = \frac{1143 \text{ cortes}}{1500 \text{ cortes}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = 76\%$$

La eficiencia de la máquina cortadora es del 76% actualmente.

3.2.6. Diagnóstico de la dimensión: Mejorar

Indicador: Unidades producidas

Por registros de la empresa, se tiene que, en los meses de abril a octubre, se realizó la confección de los polos deportivos, de la siguiente manera:

Tabla 16

Polos confeccionados

Meses de estudio	Polos confeccionados
Abril	506
Mayo	551
Junio	508
Julio	519
Agosto	512
Setiembre	599
Octubre	555

Total	536
-------	-----

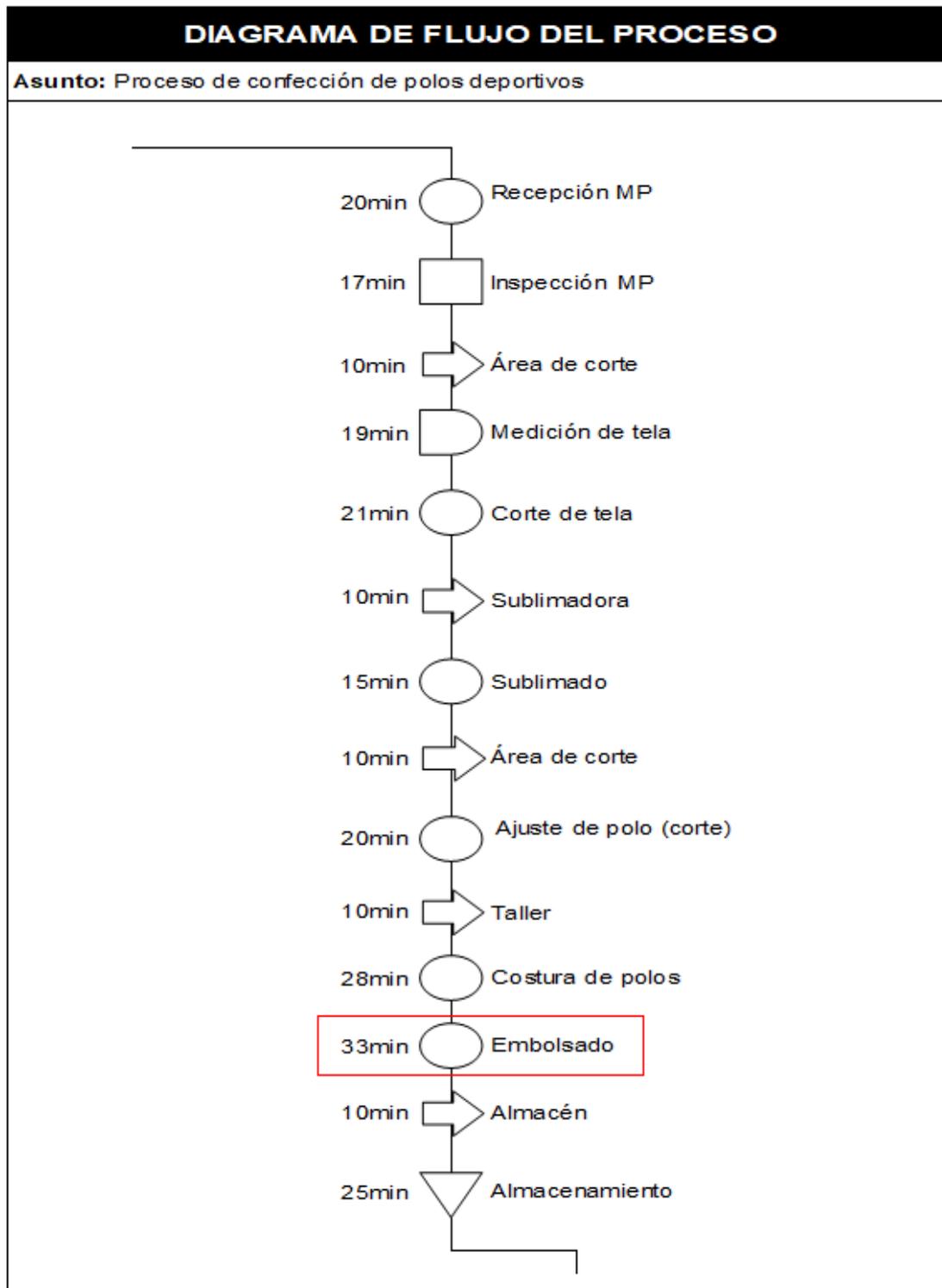
Por ello, en promedio se determinó que se confeccionaban 536 polos deportivos.

Indicador: Tiempo ciclo

Para determinar el tiempo ciclo en un proceso de producción cuando hay varios operarios, la teoría nos indica que se debe considerar la estación con mayor tiempo. Por ello, en base al diagrama de flujo anteriormente planteado determinamos que la estación con mayor tiempo es:

Figura 8

Diagrama de flujo de proceso

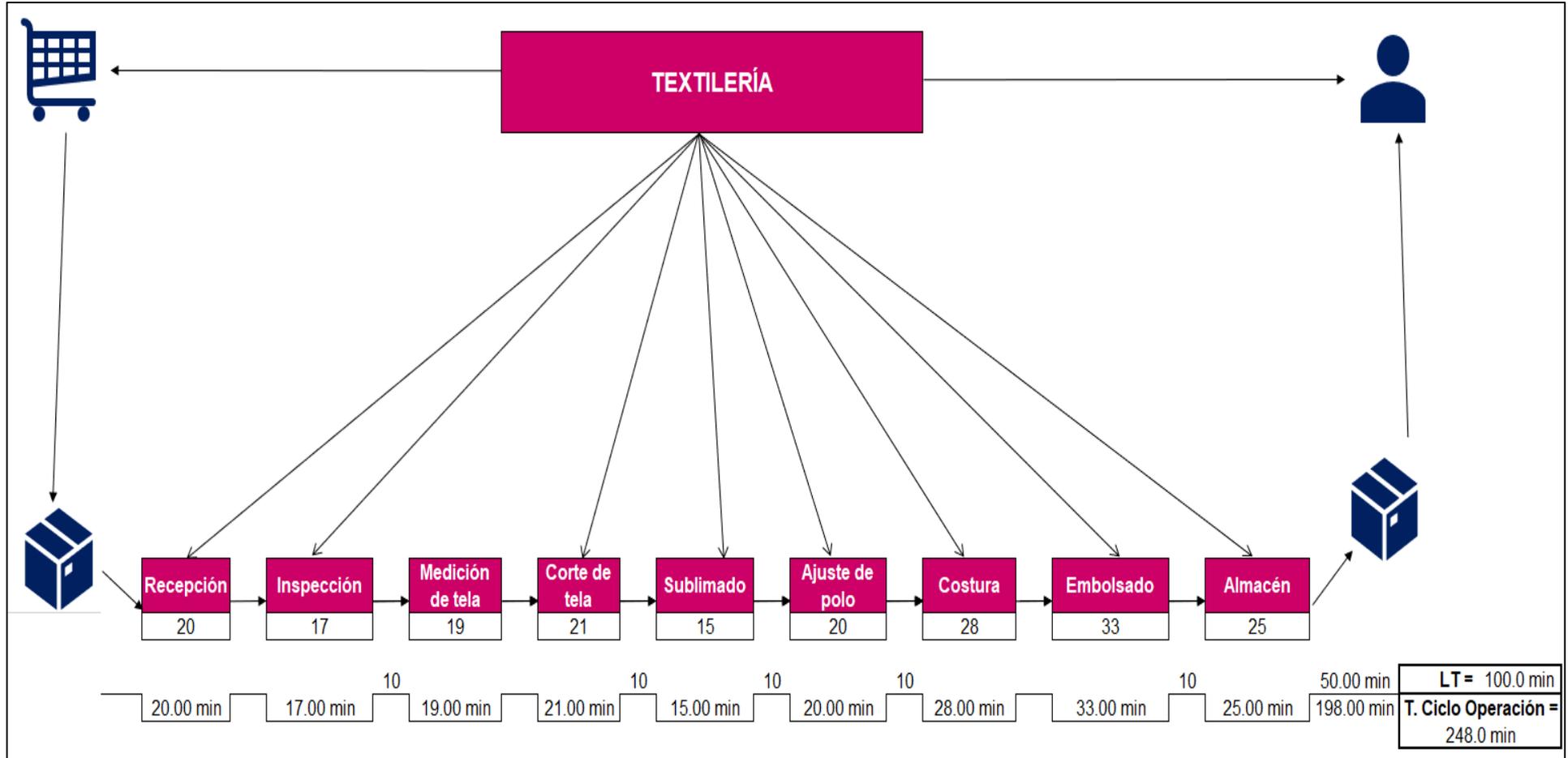


Lo cual muestra que en efecto la estación de “Embolsado” mantiene un tiempo superior de 33 minutos en todo el proceso de confección de polos deportivos.

Indicador: Tiempo de proceso

Figura 9

Mapa de flujo de valor



El mapa de flujo de valor mostrado anteriormente muestra la secuencia del proceso para confeccionar polos deportivos, donde en ella podemos determinar que el tiempo total de operación es de 248 minutos en medida de una docena como base de polos deportivos.

Indicador: Actividades productivas

Para determinar las actividades productivas se tomará en cuenta en el siguiente cuadro resumen del diagrama de flujo de proceso, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17

Actividades productivas

Resumen		
Operaciones	6	137 min
Inspección	1	17 min
Demoras	1	19 min
Transportes	5	50 min
Operación Combinada	0	0 min
Almacenaje	1	25 min
TOTAL	14	248

De ello, se puede analizar mediante la siguiente ecuación:

$$Act\ productivas = \frac{(Operación + Inspección + Opr\ Combinada)}{Tiempo\ total} * 100\%$$

$$Act\ productivas = \frac{(137\ min + 17\ min)}{248\ min} * 100\%$$

$$Act\ productivas = 62\%$$

Por lo que se asume, que existe un 62% de actividades productivas en todo el proceso de confección de polos deportivos.

Indicador: Actividades improductivas

De la misma forma, para las actividades improductivas se tomará en cuenta a: demoras, transportes y almacenamiento del proceso en mención, tal como se muestra a continuación:

Tabla 18

Actividades improductivas

Resumen		
Operaciones	6	137 min
Inspección	1	17 min
Demoras	1	19 min
Transportes	5	50 min
Operación Combinada	0	0 min
Almacenaje	1	25 min
TOTAL	14	248

El calculo para determinar el porcentaje de actividades improductivas se sitúa en la siguiente ecuación:

$$Act\ improductivas = \frac{(Demora + Transporte + Almacenaje)}{Tiempo\ total} * 100\%$$

$$Act\ improductivas = \frac{(19\ min + 50\ min + 25\ min)}{248\ min} * 100\%$$

$$Act\ improductivas = 38\%$$

Donde, se determinó que, del proceso de confección de polos deportivos, existe un 38% de actividades improductivas.

3.2.7. Diagnóstico de la dimensión: Controlar

Indicador: Horas de mantenimiento programado

El indicador hace referencia a la cantidad de horas que se han programado para realizar el mantenimiento de una maquinaria determinada. En este caso, se toma como referencia la máquina de corte utilizada en el proceso de producción de polos deportivos. Es importante destacar que, para asegurar un buen funcionamiento y prolongar la vida útil de la maquinaria, se debe cumplir con las horas de mantenimiento programado.

En la empresa, se ha planificado un cronograma de mantenimiento para la máquina de corte, pero se ha observado que este no se cumple en su totalidad. Esto se debe a una falta de seguimiento y control por parte del equipo encargado del mantenimiento, la falta de recursos para la realización de las actividades programadas o incluso una falta de conciencia sobre la importancia del mantenimiento preventivo.

El incumplimiento de las horas de mantenimiento programado puede tener consecuencias negativas, como una disminución en la eficiencia de la maquinaria de coser, aumentar la tasa de defectos o incluso provocar fallas en la maquinaria que generen un alto costo de reparación. Por lo tanto, es necesario establecer un sistema de seguimiento y control del cronograma de mantenimiento para garantizar que se cumplan las horas programadas y se mantenga la maquinaria en óptimas condiciones de funcionamiento

Tabla 19

Horas de mantenimiento programado

Tareas a realizar	Fecha programada	Fecha realizada	Observaciones
Calibración de la hoja de corte	10/01/2022	12/01/2022	-
Reemplazo de la cuchilla de corte	8/02/2022	10/02/2022	-

Revisión del sistema de alimentación	15/03/2022	20/03/2022	-
Ajuste del mecanismo de presión	12/04/2022	15/04/2022	-
Revisión del software de control	20/05/2022	25/05/2022	La inspección se realizó con una semana de retraso debido a la falta de disponibilidad del personal encargado.
Reemplazo de componentes del sistema de corte	10/06/2022	-	Pendiente de realizar

Indicador = 6 actividades

Por ello, luego de analizar los registros de mantenimiento programado de la empresa, se determinó que, durante el año 2022, se han programado 6 actividades de mantenimiento.

Indicador: Actividades de mantenimiento ejecutado

En consecuencia, con el indicador anterior, en la siguiente tabla se evaluará el cumplimiento de los mantenimientos programados.

Tabla 20

Horas de mantenimiento ejecutado

Tareas a realizar	Fecha programada	Fecha realizada	Observaciones
Calibración de la hoja de corte	10/01/2022	12/01/2022	-
Reemplazo de la cuchilla de corte	8/02/2022	10/02/2022	-
Revisión del sistema de alimentación	15/03/2022	20/03/2022	-
Ajuste del mecanismo de presión	12/04/2022	15/04/2022	-

Revisión del software de control	20/05/2022	25/05/2022	La inspección se realizó con una semana de retraso debido a la falta de disponibilidad del personal encargado.
Reemplazo de componentes del sistema de corte	10/06/2022	-	Pendiente de realizar

Indicador = 4 actividades

De esta forma, se visualizó que en teoría se incumplieron 2 actividades de mantenimiento, debido a que uno se realizó de manera tardía y el otro aún permanece pendiente de ejecución.

3.3. Diagnóstico de variable dependiente: Nivel de defectos

El indicador "defectos" mide la cantidad de productos que presentan alguna falla o irregularidad en su fabricación. En el caso de la empresa de producción de polos deportivos, la presencia de defectos en los productos puede ser causada por diversas razones, como la falta de control de calidad en el proceso de producción, la falta de capacitación del personal encargado de la confección, problemas en la maquinaria utilizada, entre otros. La existencia de defectos en los productos puede generar pérdidas económicas para la empresa, ya que los productos defectuosos no pueden ser comercializados y deben ser descartados o reparados, lo que implica un gasto adicional de tiempo y recursos. Además, puede afectar la reputación de la empresa, ya que los clientes pueden sentirse insatisfechos con los productos y generar una disminución en las ventas y la fidelidad de los clientes.

3.3.1. Diagnóstico de la dimensión: Defectos

Indicador: Tasa de defectos

La tasa de defectos es un indicador fundamental en el proceso de producción de polos deportivos, ya que permite medir la calidad del producto final. En esta empresa, se ha observado que existen defectos en algunos polos deportivos que los hacen no aptos para la comercialización. Estos defectos pueden ser de diferentes tipos, como manchas, hilos sueltos, desgarros, entre otros.

Es importante considerar que los defectos no solo generan pérdidas económicas para la empresa, sino que también pueden dañar la imagen y reputación de la marca. Por lo tanto, es necesario implementar medidas para reducir la tasa de defectos y mejorar la calidad de los productos.

Tabla 21

Tasa de defectos

Meses de estudio	Unidades producidas	Unidades defectuosas
Abril	506	126
Mayo	551	137
Junio	508	169
Julio	519	130
Agosto	512	128
Setiembre	599	199
Octubre	555	185
Total	536	153

Para ello, se tomará en cuenta las unidades producidas durante los meses de estudio y las unidades que mantuvieron defectos y no pudieron ser comercializadas. Lo cual se resume en la siguiente fórmula.

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Unidades defectuosas}}{\text{Unidades producidas}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = \frac{153 \text{ und}}{536 \text{ und}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = 29\%$$

En efecto, existe un 29% de polos deportivos defectuosos del total de la producción mensual.

Indicador: Tasa de retrabajo

Se ha observado que un porcentaje significativo de los productos fabricados no cumple con los estándares de calidad establecidos y requiere correcciones adicionales antes de poder ser aceptados. Esta situación genera un aumento en los costos de producción y retrasos en la entrega de los pedidos, lo que afecta negativamente la eficiencia y la rentabilidad del proceso.

Tabla 22

Tasa de retrabajo

Meses de estudio	Unidades producidas	Unidades defectuosas	Unidades retrabajo	Unidades rechazadas
Abril	506	126	98	28
Mayo	551	137	100	37
Junio	508	169	136	33
Julio	519	130	95	35
Agosto	512	128	101	27
Setiembre	599	199	164	35
Octubre	555	185	140	45
Total	536	153	119	34

$$\text{Tasa de retrabajo} = \frac{\text{Unds retrabajadas}}{\text{Und total producidas}} * 100$$

$$Tasa\ de\ retrabajo = \frac{119\ unds}{536\ unds} * 100$$

$$Tasa\ de\ retrabajo = 22\%$$

Una tasa de retrabajo del 22% indica que aproximadamente el 22% de los productos fabricados en el proceso de confección de polos deportivos requieren ser sometidos a una etapa adicional de corrección o retrabajo para cumplir con los estándares de calidad establecidos.

Indicador: Porcentaje de rechazo

Teniendo en cuenta la tabla anteriormente mostrada, se asume que se realizaron controles de calidad en los 536 polos deportivos y se encontraron 34 unidades que no cumplían con los estándares de calidad establecidos y fueron rechazadas. El porcentaje de rechazo se calcularía de la siguiente manera:

$$Porcentaje\ de\ rechazo = \frac{Número\ de\ unidades\ rechazadas}{Número\ total\ de\ unidades\ inspeccionadas} * 100$$

$$Porcentaje\ de\ rechazo = \frac{34}{536} * 100$$

$$Porcentaje\ de\ rechazo = 6\%$$

Esto significa que el 6% de los polos deportivos inspeccionados fueron rechazados debido a defectos y no cumplieron con los estándares de calidad.

Matriz operacionalización de variables

Tabla 23

Operacionalización de variables con diagnóstico

Variables	Concepto	Dimensiones	Indicadores	Resultados
Variable Independiente: Six Sigma	Según Pyzdek y Keller (2014), Six Sigma es una metodología de gestión de calidad ampliamente reconocida que se centra en la reducción de la variabilidad y el desperdicio en los procesos empresariales con el objetivo de lograr altos niveles de calidad y eficiencia	Capacidad de proceso	Índice de capacidad potencial del proceso (Cp)	0.54
			Índice de capacidad real del proceso (Cpk)	0.52
			Índice de centrado del proceso (Ppk)	0.52
		Porcentaje de calidad	Defectos por millón de oportunidades (DPMO)	1461
			Nivel Quie (Sigma)	4
		Definir	Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma	71%
			Medir	Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción
		Analizar	Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción	76%
			Mejorar	Unidades producidas sin defecto
		Tiempo ciclo		33
		Tiempo de proceso		248
		Actividades productivas		62%
		Actividades improductivas		38%
Controlar	Actividades de mantenimiento programados	6		
	Actividades de mantenimiento ejecutado	4		

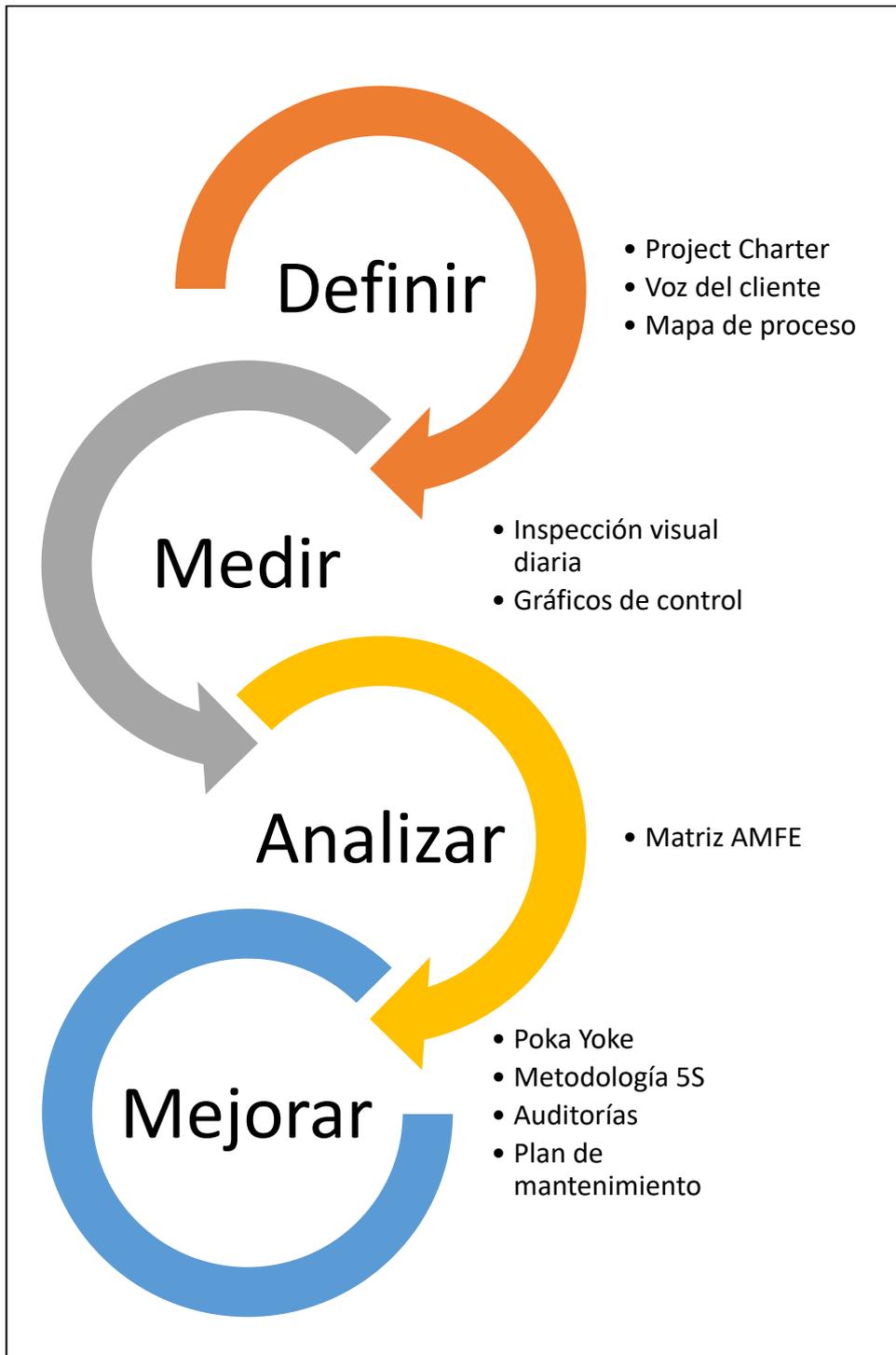
Variable Dependiente: Defectos	Según Juran y Gryna (1993), "Un defecto es cualquier error o problema que afecta a la satisfacción del cliente con respecto al producto o servicio". Los defectos pueden incluir desde problemas menores, como una etiqueta mal impresa en un producto, hasta problemas mayores, como un producto que no funciona correctamente y tiene que ser devuelto o reparado.	Defectos	Tasa de defectos	29%
			Tasa de retrabajo	22%
			Porcentaje de rechazo	6%

3.4. Diseño de mejora basado en la metodología Six Sigma

3.4.1. Diseño de metodología

Figura 10

Diseño de metodología



3.4.2. Definir

1. **Project Charter (Carta del proyecto):** Se define el alcance, los objetivos y los resultados esperados del proyecto.

Figura 11

Carta del proyecto

Elemento	Descripción
Nombre del Proyecto	Reducción de Costuras Mal Cosidas en la Confección de Polos Deportivos
Fecha de Inicio	01 de Julio de 2023
Fecha de Finalización Esperada	30 de Noviembre de 2023
Equipo del Proyecto	Líder: Noelia Sanchez y Ariana Chuquilín Costura: Carlos López, María García Control de Calidad: Juan Torres, Laura
Departamentos Involucrados	Confección, Control de Calidad, Diseño, Producción, Gerencia
Objetivo Principal	Reducir la cantidad de polos con costuras mal cosidas a menos del 3% del total de producción mensual
Alcance del Proyecto	Proceso de confección de polos deportivos en corte, costura, inspección y empaquetado
Beneficios Esperados	Reducción de costos de retrabajo, mejora en satisfacción del cliente, aumento de eficiencia
Indicadores de Éxito	Polos con costuras mal cosidas < 3%, reducción > 20% en costos de retrabajo, incremento satisfacción
Recursos Asignados	Tiempo del equipo, materiales, acceso a registros
Riesgos y Obstáculos	Resistencia al cambio, posibles interrupciones
Plan de Comunicación	Reuniones semanales de seguimiento, reportes mensuales a gerencia
Patrocinio Ejecutivo	Luis Martínez, Gerente de Producción

2. **Voz del Cliente (VOC):** Se recopila y analiza las necesidades y expectativas del cliente.

Metodología de Recopilación de Datos:

- **Encuestas de Satisfacción:**
 - Diseñar encuestas electrónicas a través de una plataforma de encuestas en línea.
 - Enviar las encuestas a una muestra representativa del 10% de los clientes que han realizado compras en los últimos seis meses.
 - Incluir preguntas de opción múltiple y escalas de clasificación para cuantificar las percepciones de los clientes.
- **Entrevistas Directas:**
 - Seleccionar a cinco clientes clave que han presentado quejas sobre costuras mal cosidas en el pasado.
 - Realizar entrevistas en persona o por videoconferencia para profundizar en sus experiencias y expectativas.

Preguntas Relevantes en la Encuesta:

Tabla 24

Voz del cliente

Categoría	Preguntas
Experiencia Pasada	¿Ha recibido polos con costuras mal cosidas en los últimos seis meses?
Impacto en la Experiencia	En una escala del 1 al 10, ¿cuánto afectó la presencia de costuras mal cosidas a su experiencia con el producto?
Características Importantes	¿Qué características de los polos considera más importantes en términos de calidad?

Comunicación de	¿Ha reportado problemas de costuras mal cosidas a
Problemas	nuestro servicio al cliente?

Entrevistas Directas:

- **Preguntas adicionales para las entrevistas directas:**
 - ¿Podría describir específicamente cuál fue el problema con las costuras en los polos que recibió?
 - ¿Qué soluciones o acciones le gustaría ver implementadas para abordar este problema?
 - ¿Cómo afecta la presencia de costuras mal cosidas a su percepción de la marca y su intención de compra futura?

Análisis de Datos:

- Utilizar software de análisis de encuestas para tabular y visualizar las respuestas de las encuestas.
- Identificar patrones y correlaciones entre las respuestas.
- Sintetizar los comentarios de las entrevistas para extraer ideas clave.

Resultados de la Voz del Cliente:

- El 30% de los clientes encuestados ha experimentado problemas de costuras mal cosidas.
- La presencia de costuras mal cosidas disminuye significativamente la percepción de calidad del producto.
- Los clientes valoran especialmente las costuras limpias y resistentes en los productos.

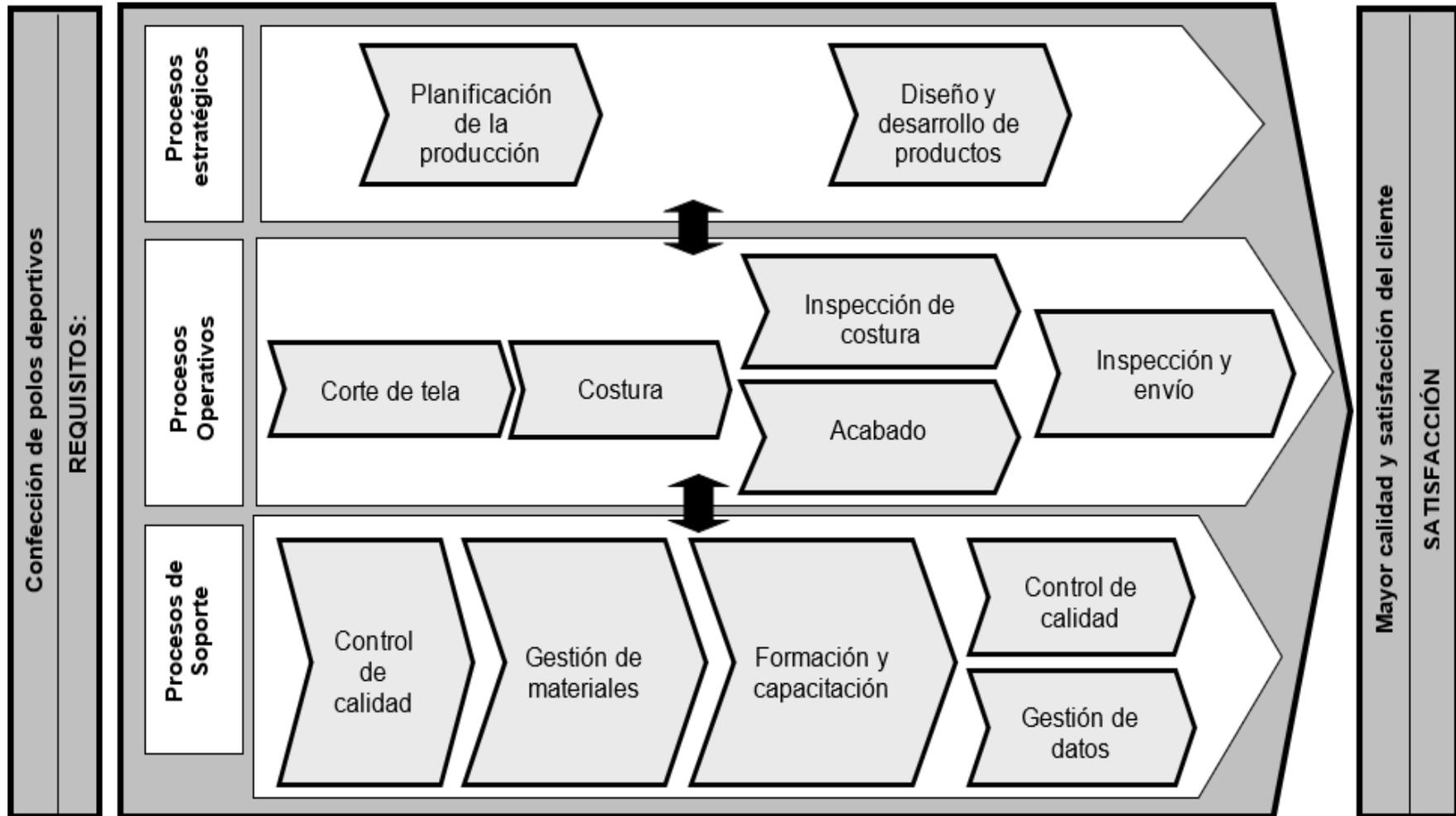
Acciones a Tomar Basadas en la VOC:

- Establecer un equipo de calidad dedicado a inspeccionar y corregir costuras durante la producción.
- Implementar un sistema de recompensas para los empleados que mantengan una alta calidad en las costuras.
- Establecer un canal de comunicación directa para que los clientes puedan reportar problemas y recibir respuestas rápidas.

3. **Mapa de Proceso:** Se visualiza el flujo de trabajo y ayuda a identificar oportunidades de mejora.

Figura 12

Mapa de proceso



Mapa de Proceso - Confección de Polos Deportivos

Procesos Estratégicos:

Diseño y Desarrollo de Productos:

- Diseño del patrón y selección de materiales de acuerdo con las tendencias y las necesidades del mercado.
- Evaluación de la viabilidad y la calidad de los materiales elegidos.

Planificación de la Producción:

- Establecer la programación de producción y la asignación de recursos según la demanda y la capacidad de la planta.
- Coordinar con los equipos de diseño y confección para garantizar el cumplimiento de los plazos.

Procesos Operativos:

Corte de Tela:

- Colocar y fijar el patrón en la tela.
- Cortar las piezas de tela siguiendo el patrón.

Costura:

- Unir las piezas de tela según el diseño.
- Coser los bordes y las costuras.

Inspección de Costuras:

- Verificar la calidad de las costuras y detectar posibles defectos.
- Marcar las costuras mal cosidas para retrabajo.

Acabado:

- Planchar las costuras y las partes del polo.

- Agregar etiquetas y accesorios.

Inspección Final:

- Examinar el polo completo en busca de defectos.
- Clasificar los polos como aceptables o no aceptables.

Empaque y Envío:

- Empacar los polos aprobados.
- Enviar los polos a distribución.

Procesos de Soporte:

Gestión de Materiales:

- Adquisición de telas, hilos y accesorios de proveedores.
- Almacenamiento y control de inventario de materiales.

Formación y Capacitación:

- Capacitar a los costureros en las técnicas de costura y los estándares de calidad.
- Ofrecer formación continua sobre nuevas técnicas y mejoras en el proceso.

Control de Calidad:

- Establecer procedimientos de inspección y estándares de calidad.
- Realizar inspecciones regulares en todas las etapas de producción.

Gestión de Datos:

- Registrar y analizar datos sobre calidad, eficiencia y tiempos de producción.
- Utilizar los datos para identificar tendencias y áreas de mejora.

3.4.3. Medir

1. **Plan de recopilación de datos:** Define qué datos recopilar, cómo y cuándo.

Paso 1: Inspección Visual Diaria

1. El equipo de control de calidad examina 100 polos recién cosidos en el área de inspección.
2. Identifican y registran las costuras mal cosidas utilizando una hoja de registro física.

Paso 2: Registro de datos

1. Se registran los siguientes datos en la hoja de registro:
 - Fecha de inspección.
 - Nombre del costurero que realizó la costura.
 - Ubicación de la costura mal cosida (hombro, cuello, manga, etc.).
 - Tipo de costura defectuosa (cosido irregular, hilo suelto, costura desalineada, etc.).
 - Tipo de tela y diseño del polo.

Paso 3: Análisis semanal y mensual

1. Al final de la semana, el equipo de control de calidad revisa las hojas de registro acumuladas.
2. Identifican las siguientes tendencias:
 - Costurero A tiene un alto número de costuras mal cosidas en el área del cuello.
 - Los polos de tela X muestran más problemas de hilos sueltos.
 - La costura de los hombros tiene un índice general más alto de defectos.

3. A fin de mes, se realiza un análisis más detallado:

- Se cuantifican los números y tipos de costuras mal cosidas.
- Se evalúan las medidas correctivas implementadas durante el mes.

Uso de los datos

1. El costurero A recibe capacitación adicional en las técnicas de costura del área del cuello.
2. Se implementa una revisión de las técnicas de costura en los polos de tela X para abordar los hilos sueltos.
3. Se ajustan los procedimientos de inspección para prestar más atención a la costura de los hombros.

Tabla 25

Procedimientos

Fecha de inspección	Costurero	Ubicación de costura	Tipo de defecto	Tipo de tela	Diseño de polo
15/06/2023	Ana	Cuello	Cosido irregular	Algodón	Logo estampado
16/06/2023	Juan	Manga	Hilo suelto	Poliester	Rayas
17/06/2023	María	Hombro	Costura desalineada	Algodón	Liso
18/06/2023	Carlos	Cuello	Hilo suelto	Algodón	Logo estampado
19/06/2023	Ana	Manga	Cosido irregular	Poliester	Rayas
20/06/2023	Juan	Hombro	Costura desalineada	Algodón	Logo estampado

2. **Gráficos de control:** A partir de lo siguiente se monitoreará la variabilidad del proceso y ayudan a identificar tendencias.

Tabla 26

Formato registro de defectos

Día de inspección	Defecto A	Defecto B	Defecto C
Día 1	2	1	1
Día 2	3	1	5
Día 3	2	1	1
Día 4	4	4	5
Día 5	3	5	5
Día 6	4	5	5

3.4.4. Analizar

Figura 13

Matriz AMFE

N°	Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	S	O	D	NPR
1	Recepción de materiales	Problemas en tejido	Calidad inconsistente en el producto	6	Problemas en tejido al recibirlo	3	Inspección visual de tejido	6	108	Mejorar proceso de recepción tejido	3	2	2	12
2	Preparación de patrones	Error en la medida del patrón	Producto no cumple con estándar	7	Errores en la toma de medidas	4	Verificación de medidas y patrones	8	224	Establecer proceso de verificación	3	2	3	18
3	Impresión de diseños	Impresión defectuosa	Desecho de material y tiempo	8	Tintas de baja calidad	5	Control de calidad de tintas y diseño	7	280	Mejorar calidad de tintas y diseño	3	1	2	6
4	Corte de tela	Corte de tela incorrecto	Desecho de material y tiempo	9	Errores humanos en el corte	4	Inspección visual antes del corte	9	324	Capacitar a los operadores en corte	5	1	2	10
5	Cosido	Costura mal cosida	Calidad del producto comprometida	9	Máquinas de coser descalibradas	6	Calibración regular de máquinas	8	432	Implementar calibración planificada	2	2	2	8
6	Control de calidad final	Defectos en los productos	Productos no cumplen estándares	9	Variabilidad en procesos	5	Inspección exhaustiva de productos	7	315	Implementar control estadístico	3	2	2	12

3.4.5. Mejorar

Poka Yoke

Área Crítica: Costura de las mangas en los polos.

Dispositivo Poka-Yoke: Sensores de Alarma de Alineación de Mangas.

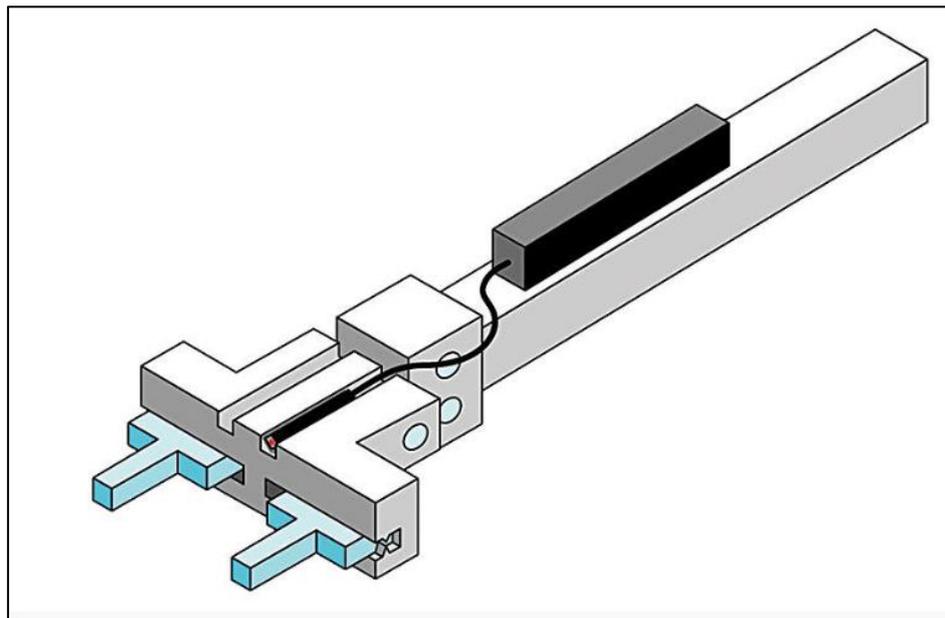
Implementación detallada:

1. Diseño del dispositivo Poka-Yoke:

- Se diseñarán sensores ópticos altamente sensibles y precisos que se ubicarán en la máquina de coser.

Figura 14

Diseño dispositivo



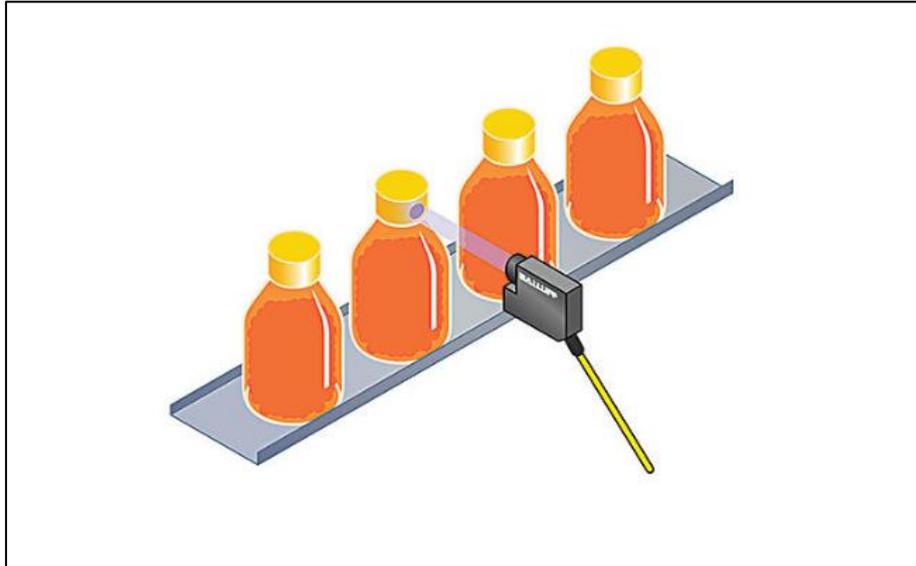
- Estos sensores serán capaces de detectar la alineación de las mangas durante el proceso de costura y medirán la distancia entre la costura de la manga y el cuerpo del polo. Además, podrán identificar cualquier desviación significativa en esta alineación o en la uniformidad de la costura.

2. Instalación del dispositivo:

- Los sensores se colocarán estratégicamente cerca de la zona de costura de las mangas en la máquina de coser.

Figura 15

Instalación dispositivo



- Se realizará una calibración precisa de los sensores para garantizar su correcto funcionamiento y alineación con la costura

3. Ubicación del sensor:

- El sensor se colocará en la proximidad de la máquina de coser, en la zona donde se realiza la costura de las mangas al cuerpo del polo.
- Para ser más específicos, el sensor se montará de manera que su campo de visión se centre en el área donde las mangas se cosen al cuerpo del polo.

4. Posición relativa del sensor:

- El sensor se ubicará de manera que tenga una vista clara de la costura en proceso y de la alineación de las mangas con el cuerpo del polo.

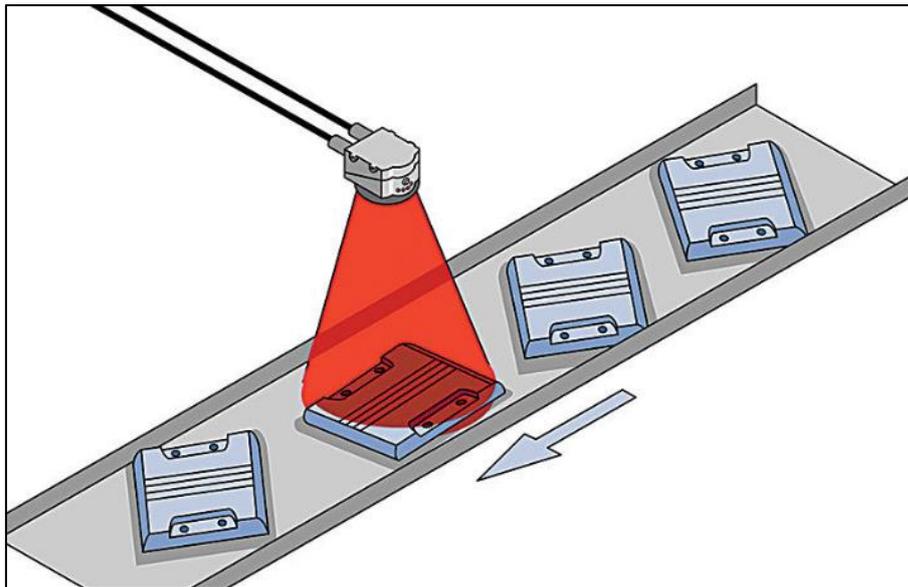
- Se posicionará de manera que pueda detectar cualquier desviación significativa en la alineación o la calidad de la costura.

5. Procedimiento de uso:

- El proceso de confección comenzará de la manera habitual.
- Mientras se realiza la costura de las mangas, los sensores funcionarán de manera continua, monitoreando la alineación y la calidad de la costura.
- Si en algún momento los sensores detectan una desviación en la alineación de las mangas o una irregularidad en la costura, se activará una alarma tanto visual como sonora.

Figura 16

Procedimiento de uso



6. Intervención en caso de alarma:

- Cuando se activa la alarma, el operador de la máquina de coser detendrá inmediatamente el proceso.

- El operador inspeccionará visualmente la costura y la alineación de las mangas para verificar si realmente hay un problema. Esta inspección rápida permitirá confirmar o descartar el problema detectado por los sensores.
- Si se confirma que hay un problema en la alineación de las mangas o en la calidad de la costura, el polo se retirará de la línea de producción para su corrección inmediata.

7. Documentación y análisis:

- Cada vez que se active una alarma, se realizará un registro detallado que incluirá información como el número de lote del producto, el operador a cargo en ese momento y una descripción precisa del problema detectado.
- Se llevará a cabo un análisis regular de los registros de alarmas para identificar patrones o tendencias que puedan indicar problemas sistemáticos en el proceso de confección. Esto permitirá tomar medidas preventivas y correctivas específicas para mejorar la calidad del producto.

Tabla de registro de alarmas Poka-Yoke:

Tabla 27

Alarmas Poka Yoke

Número de lote	Fecha y hora	Operador	Descripción del problema	Acción tomada
Lote001	2023-06-15 08:30AM	Juan	Manga mal alineada, costura irregular	Retirado para corrección
Lote002	2023-06-16 10:15AM	María	Alarma falsa, costura y alineación correctas	Continuó la producción
Lote003	2023-06-17 09:00AM	Carlos	Manga desviada, costura insuficiente	Retirado para corrección

Metodología 5S

Fase 1: Clasificación (Seiri - Separar)

Actividad 1: Realizar un inventario detallado de herramientas y materiales

1. **Descripción:** Realizar un inventario exhaustivo de todas las herramientas, materiales y equipos utilizados en el área de confección de polos deportivos.

Formato de Evaluación: Inventario detallado

Tabla 28

Formato de inventario

Elemento	Cantidad	Estado	Necesidad	Observaciones
Tijeras	10	Bueno	Necesario	-
Máquinas de coser	5	Regular	Necesario	Mantenimiento
Hilo	50 carretes	Bueno	Suficiente	-

Actividad 2: Identificar elementos innecesarios, obsoletos o duplicados

1. **Descripción:** Revisar el inventario para identificar elementos que no se utilizan, están obsoletos o hay duplicados.

Formato de Evaluación: Identificación de elementos

Tabla 29

Formato de identificación de elementos

Elemento	Estado	Motivo de eliminación
Máquina antigua	Obsoleto	Reemplazada por nuevas
Telas deterioradas	Inútiles	No se pueden utilizar
Tijeras duplicadas	Duplicado	Redundancia

Actividad 3: Separar los elementos identificados para disposición

1. **Descripción:** Clasificar los elementos identificados en categorías de disposición, como "Desechar", "Donar" o "Reciclar".

Formato de Evaluación: Categorización de disposición

Tabla 30

Formato de categorización de disposición

Elemento	Categoría de disposición
Máquina antigua	Donar
Telas deterioradas	Desechar
Tijeras duplicadas	Reciclar

Fase 2: Orden (Seiton - Situar)

Actividad 4: Diseñar un esquema de organización para las áreas de almacenamiento

1. **Descripción:** Definir un esquema de organización que establezca ubicaciones específicas para cada tipo de herramienta y material.

Formato de Evaluación: Esquema de organización

Tabla 31

Formato de esquema de organización

Área de almacenamiento	Tipos de elementos	Ubicación
Estante A	Tijeras	Sector A, Nivel 2
Estante B	Telas	Sector B, Nivel 1
Estante C	Hilos	Sector C, Nivel 3

Actividad 5: Designar ubicaciones y crear áreas de almacenamiento según el esquema

1. **Descripción:** Organizar físicamente las áreas de almacenamiento según el esquema diseñado.

Formato de Evaluación: Áreas de almacenamiento organizadas

Tabla 32

Formato de evaluación de áreas de almacenamiento organizadas

Área de almacenamiento	Tipos de elementos	Cantidad
Estante A	Tijeras	10
Estante B	Telas	50 rollos
Estante C	Hilos	100 carretes

Actividad 6: Etiquetar cada área de almacenamiento para fácil identificación

1. **Descripción:** Colocar etiquetas claras y visibles en cada área de almacenamiento para identificar fácilmente el contenido.

Formato de Evaluación: Etiquetas de identificación

Tabla 33

Formato de etiquetas de identificación

Área de almacenamiento	Etiqueta de identificación
Estante A	Tijeras (A)
Estante B	Telas (B)
Estante C	Hilos (C)

Fase 3: Limpieza (Seiso - Suprimir la suciedad)

Actividad 7: Realizar una limpieza detallada de todas las áreas de trabajo y almacenamiento

1. **Descripción:** Realizar una limpieza profunda en todas las áreas, eliminando polvo, residuos y desorden.

Formato de Evaluación: Registro de limpieza

Tabla 34

Formato de registro de limpieza

Área	Fecha	Estado después de la limpieza
Área de corte	20/05/2023	Limpio, sin residuos
Máquina de coser	4/06/2023	Lubricadas, sin polvo

Área de
almacenamiento

19/06/2023

Organizado y limpio

Actividad 8: Establecer una rutina diaria de limpieza y mantenimiento

1. **Descripción:** Definir una rutina de limpieza diaria que asegure el mantenimiento constante de la limpieza en todas las áreas.

Formato de Evaluación: Registro de rutina de limpieza

Tabla 35

Formato de registro de rutina de limpieza

Fecha	Área	Responsable	Actividades realizadas
4/06/2023	Área de corte	Operario A	Barrido, limpieza de máquinas
45096	Máquina de coser	Operario B	Lubricación, eliminación de polvo

Actividad 9: Implementar un Sistema de gestión de documentos organizados

1. **Descripción:** Crear un sistema de archivo físico y digital para los documentos relacionados con la confección y el proceso de 5S.

Formato de Evaluación: Sistema de gestión de documentos

Tabla 36

Formato de evaluación de sistema de gestión de documentos

Tipo de documento	Ubicación física	Ubicación digital
Procedimientos 5S	Carpeta en oficina	Carpeta compartida en red
Planes de limpieza	Tablero en el área	Carpeta en nube

Fase 4: Estandarización (Seiketsu - Señalizar, normalizar)

Actividad 10: Documentar y estandarizar los procedimientos para la recopilación de datos

1. **Descripción:** Crear procedimientos detallados para la recopilación de datos en la confección de polos deportivos.

Formato de Evaluación: Procedimientos estandarizados

Tabla 37

Formato de evaluación de procedimientos estandarizados

Procedimiento	Descripción
Recopilación de datos de costura	Detalles paso a paso para recopilar datos de calidad de costuras
Registro de diseños en impresión	Procedimiento para documentar los diseños de impresión

Actividad 11: Identificar peligros y riesgos en el área de confección

1. **Descripción:** Realizar una evaluación de riesgos para identificar peligros potenciales en el área de confección y establecer medidas de seguridad.

Formato de Evaluación: Evaluación de riesgos

Tabla 38

Formato de evaluación de evaluación de riesgos

Peligro/riesgo	Descripción	Medidas de seguridad
Cortes de tela	Alto	Uso obligatorio de guantes
Máquinas de coser desatendidas	Moderado	Implementos de bloques de seguridad
Caídas por desorden	Bajo	Marcas en el piso, señalización

Fase 5: Sostenibilidad (Shitsuke - Disciplina)

Actividad 13: Establecer un Sistema de Monitoreo y Seguimiento Continuo

1. **Descripción:** Crear un sistema de monitoreo para evaluar regularmente la implementación y el cumplimiento de los procedimientos 5S.

Formato de Evaluación: Sistema de Monitoreo

Tabla 39

Formato de evaluación de sistema de monitoreo

Área o proceso	Frecuencia de monitoreo	Responsable de monitoreo
Área de corte	Semanal	Lider de equipo 5S
Máquinas de coser	Diario	Operador designado

Actividad 14: Celebrar logros y reconocer a los empleados

1. **Descripción:** Reconocer y celebrar los logros obtenidos mediante la implementación exitosa de 5S, incentivando la disciplina y el compromiso.

Formato de Evaluación: Registro de reconocimientos

Tabla 40

Formato de evaluación de registro de reconocimientos

Fecha	Logro alcanzado	Responsable de monitoreo
24/06/2023	Área de corte organizada	Operario A
4/07/2023	Cumplimiento semanal 5S	Equipo de confección

Actividad 15: Programar revisiones periódicas del sistema 5S

1. **Descripción:** Establecer revisiones programadas para evaluar el sistema 5S y realizar ajustes según sea necesario.

Formato de Evaluación: Registro de revisiones

Tabla 41

Formato de registro de revisiones

Fecha	Áreas evaluadas	Acciones de mejora
12/06/2023	Área de corte, máquinas de coser	Implementación de nuevas guías visuales
23/06/2023	Área de almacenamiento	Reorganización para mayor eficiencia

Controlar:

1. **Gráficos de Control Post-Mejora:** Monitorea el proceso para asegurarte de que los cambios implementados se mantengan.

Figura 17

Gráficos de control – cosido irregular

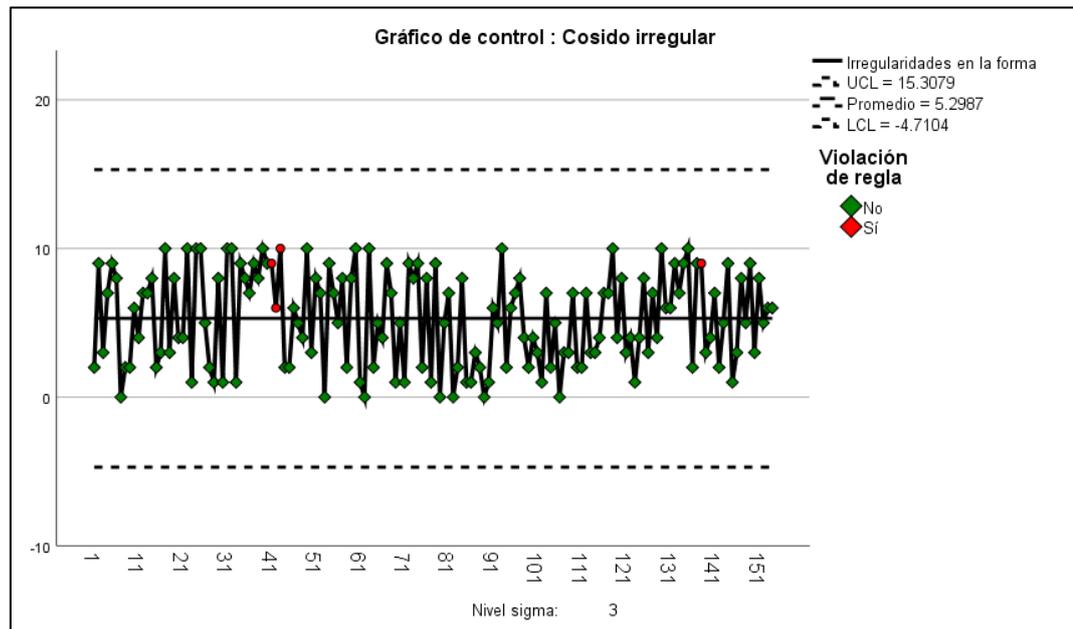


Figura 18

Gráficos de control – hilo suelto

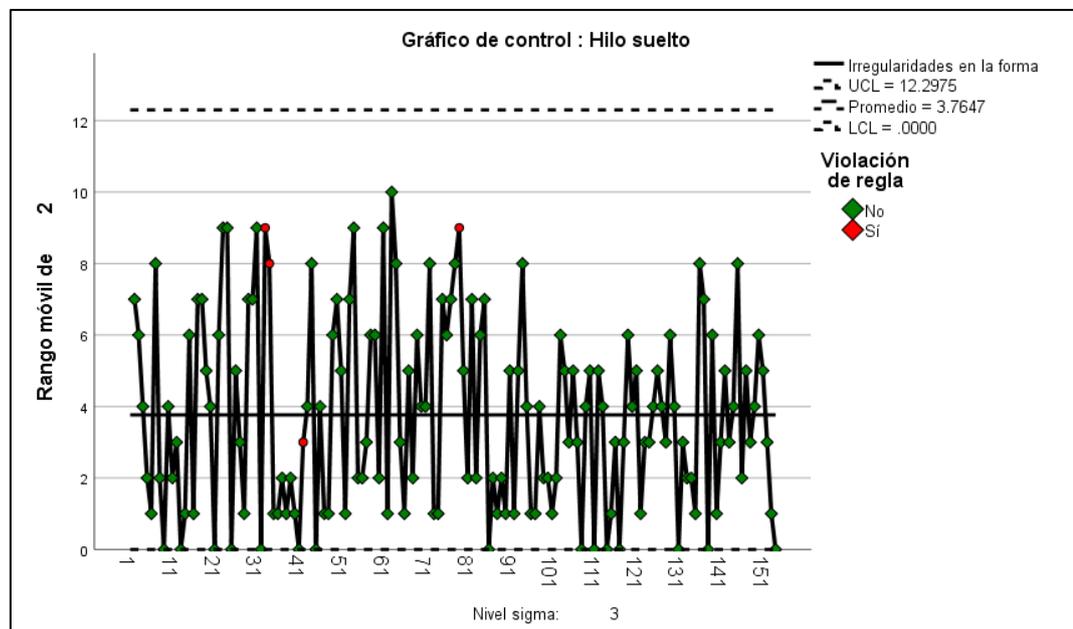
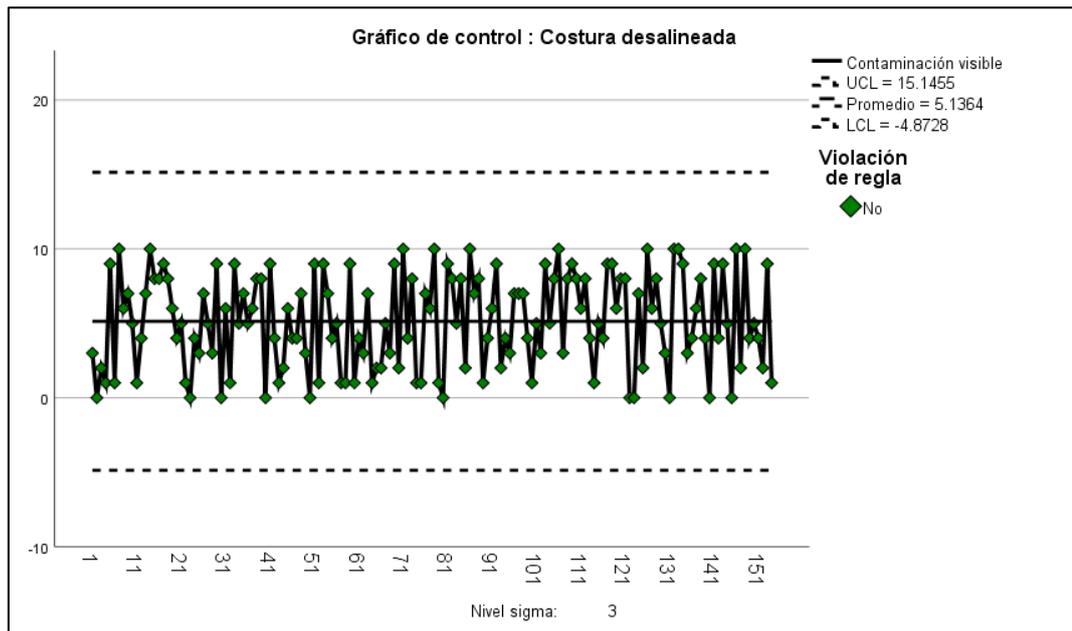


Figura 19

Gráficos de control – costura desalineada



2. Auditorías y revisiones regulares para evaluar la sostenibilidad de las mejoras

La auditoría y revisión periódica en el contexto del proceso de confección de polos deportivos implica una evaluación sistemática y rigurosa de las mejoras implementadas en términos de calidad y eficiencia. Este proceso implica la recolección y análisis de datos relevantes para comparar el desempeño actual con los datos previos a las mejoras. Se identifican desviaciones o retrocesos y se proponen acciones correctivas específicas para abordarlos. Los resultados de la auditoría se presentan a los equipos de gestión y responsables, seguidos por la revisión y aprobación de las acciones correctivas. La auditoría se convierte en una herramienta esencial para mantener y fortalecer la sostenibilidad de las mejoras, permitiendo una toma de decisiones informada y un ciclo de mejora continua.

Tabla 42

Auditoría y revisiones periódicas

Etapa de auditoría y revisión	Actividades	Responsable	Frecuencia
Planificación	- Definir el alcance y objetivos de la auditoría	Equipo de Auditoría	Antes de la Auditoría
	- Seleccionar áreas específicas a ser evaluadas	Equipo de Auditoría	
	- Designar miembros del equipo de auditoría	Equipo de Auditoría	
Recopilación de datos	- Recolectar datos relevantes para evaluación	Equipo de Auditoría	Durante la Auditoría
	- Comparar datos actuales con datos previos a mejoras	Equipo de Auditoría	
Análisis y evaluación	- Evaluar si las mejoras implementadas se mantienen	Equipo de Auditoría	Durante la Auditoría
	- Identificar desviaciones o retrocesos	Equipo de Auditoría	
Propuesta de acciones correctivas	- Proponer acciones correctivas para abordar desviaciones	Equipo de Auditoría	Durante la Auditoría
Informe de auditoría	- Preparar un informe detallado de los hallazgos	Equipo de Auditoría	Después de la Auditoría

	- Incluir resultados, desviaciones y acciones correctivas		
	- Presentar los resultados a equipos de gestión y responsables	Equipo de Auditoría	Después de la Auditoría
Presentación y revisión	- Revisar y aprobar las acciones correctivas propuestas	Equipos de Gestión	
Implementación de acciones correctivas	- Implementar las acciones correctivas propuestas	Equipos de Gestión	Post-Revisión
	- Monitorear la sostenibilidad de las mejoras	Equipos de Gestión	En curso
Monitoreo continuo	- Programar auditorías regulares en el calendario	Equipo de Auditoría	
	- Incorporar lecciones aprendidas en futuras auditorías	Equipo de Auditoría	En curso
Aprendizaje y mejora	- Utilizar resultados de auditorías en decisiones estratégicas	Equipos de Gestión	

Plan de mantenimiento preventivo

Tabla 43

Cronograma de mantenimiento

Frecuencia	Actividad de mantenimiento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Mensual	Inspección visual	■											
	Verificar cuchillas de corte	■											
	Comprobar sistemas de seguridad	■											
	Lubricación de puntos de engrase	■											
	Limpieza general de la máquina	■											
Trimestral	Calibración de la máquina		■		■		■		■		■		■
	Revisión eléctrica		■		■		■		■		■		■
Semestral	Mantenimiento de cuchillas	■					■						■
	Evaluación general y pruebas de funcionamiento	■											■

3.5. Estimación de mejora de la variable independiente: Six Sigma

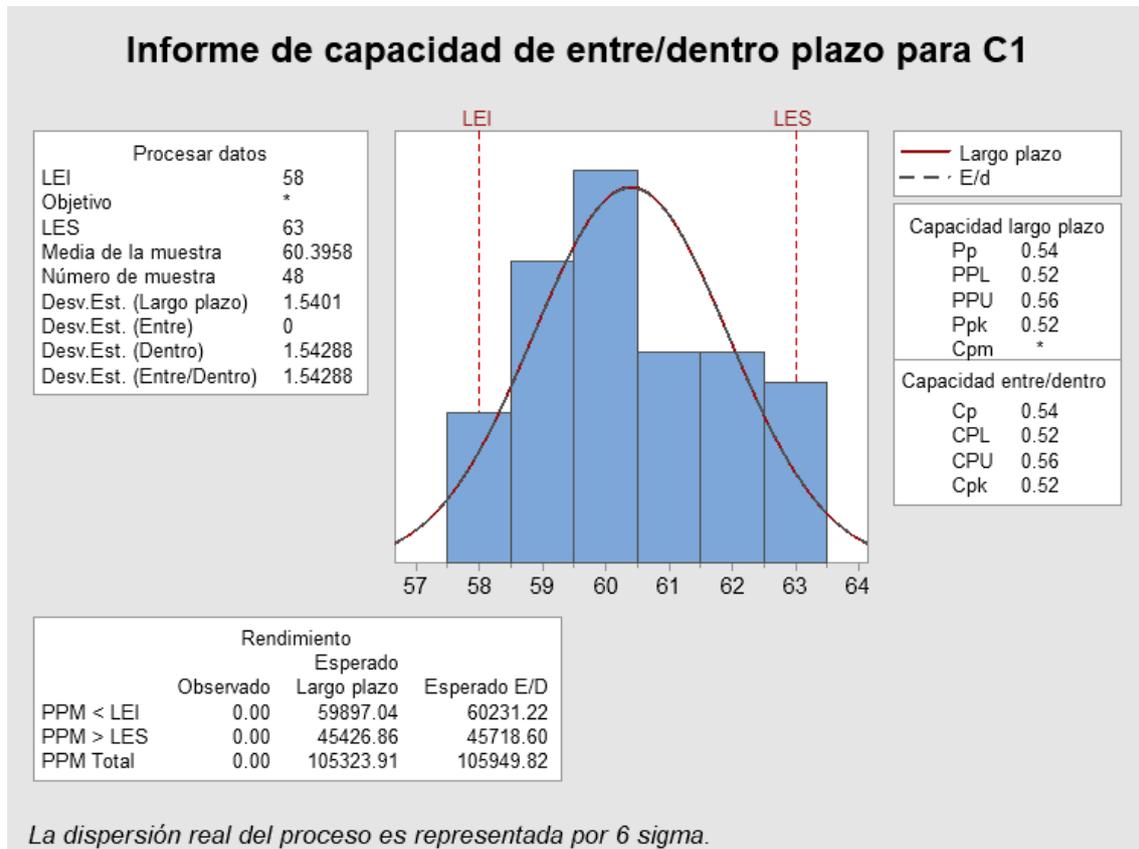
3.5.1. Mejora de la dimensión: Capacidad de proceso

Malpartida et al. (2021), en su investigación titulada "Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil", proporciona valiosos insights sobre la aplicación de Six Sigma en la industria textil. Sus hallazgos respaldan la implementación de gráficas de control como una herramienta clave para monitorear la variabilidad del proceso. Tal como sugieren, cuando se detectan patrones anómalos en estas gráficas, se pueden tomar medidas correctivas de inmediato. Basándonos en sus resultados y para mejorar aún más la calidad, podríamos enfocarnos en la capacitación del personal para una mejor interpretación de las gráficas y una respuesta más ágil ante desviaciones, lo que podría llevar a una reducción significativa de hasta un 80% en los defectos, como se mencionó.

Por otro lado, Quispe et al. (2022) en su estudio "Metodología de trabajo Six Sigma para la mejora de las pymes en la industria textil", respalda la idea de que el análisis de control y los datos recopilados a través de las gráficas de control son esenciales para identificar y abordar las fuentes de variabilidad en el proceso de producción. Siguiendo su enfoque, podríamos fortalecer aún más la mejora de la capacidad del proceso mediante la implementación de medidas específicas para reducir estas fuentes de variabilidad. Esto podría incluir la estandarización de procesos, la adopción de mejores prácticas y la inversión en tecnología avanzada para garantizar una mayor consistencia en la calidad de los polos deportivos producidos. Con estas acciones, podríamos lograr mejoras sustanciales en la capacidad del proceso y, en última instancia, ofrecer productos de mayor calidad a nuestros clientes.

Figura 20

Capacidad de proceso



$$\text{Índice de capacidad real del proceso (Cpk)} = 0.972$$

$$\text{Índice de capacidad real del proceso (Cpk)} = 0.956$$

$$\text{Índice centrado del proceso (Ppk)} = 0.956$$

3.5.2. Mejora de la dimensión: Porcentaje de calidad

Indicador: Defectos por millón de oportunidades (DPMO)

Los estudios realizados por Collazos (2021) en "Six Sigma para reducir la no conformidad del producto en la fabricación de ventanas de la empresa Prodestel, Lima 2021" y Cayetano y Ortega (2022) en "Aplicación de herramientas Six Sigma para reducir productos

defectuosos e incrementar la productividad en la empresa Panafoods S.A.C., Santa-2022" respaldan firmemente la implementación de gráficas de control y la matriz AMFE como herramientas esenciales para mejorar la calidad y reducir los defectos en la producción.

Las gráficas de control, tal como mencionan ambos estudios, permiten un seguimiento constante y en tiempo real de la variabilidad en el proceso de fabricación. Esta capacidad de monitoreo continuo es crucial para identificar patrones inusuales o tendencias no deseadas, lo que a su vez posibilita la aplicación de medidas correctivas inmediatas. Esto contribuye significativamente a la reducción del DPMO, disminuyendo la probabilidad de producir productos defectuosos en cada ciclo de producción. Los hallazgos de estos estudios sugieren que esta implementación puede llevar a una reducción del DPMO de hasta un 80%, lo que se traduce en una producción más consistente y de alta calidad de los polos deportivos.

Por otro lado, la matriz AMFE, como destacan estos estudios, desempeña un papel crucial en la identificación y gestión de riesgos en el proceso de fabricación. Ayuda a identificar los posibles modos de fallo, evaluar la severidad de sus efectos y determinar la probabilidad de ocurrencia. Al analizar las causas de defectos y sus consecuencias, se pueden tomar medidas preventivas y correctivas específicas. La priorización de áreas críticas con un alto potencial de defectos y la implementación proactiva de mejoras contribuyen a la reducción del DPMO. Esto asegura que el proceso de fabricación sea más robusto y menos propenso a generar productos defectuosos en el futuro, mejorando la calidad y reduciendo los costos asociados con defectos.

En resumen, la implementación efectiva de estas herramientas puede llevar a una disminución significativa en la cantidad de defectos por millón de oportunidades (DPMO),

mejorando la calidad y reduciendo los costos operativos asociados con la corrección de defectos y el retrabajo. Esto, a su vez, mejora la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa de la empresa, como respaldado por Vicanco y Urbano (2020) con una reducción del DPMO del 80%.

Tabla 44

Post evaluación polo confeccionados

Meses de estudio	Unidades producidas	Polos confeccionados
Abril	506	25
Mayo	551	27
Junio	508	34
Julio	519	26
Agosto	512	26
Setiembre	599	40
Octubre	555	37
Total	536	30

Defectos por millón de oportunidades (DPMO) = 30

$$\text{Defectos por millón de oportunidades (DPMO)} = \frac{30}{536 * 196} * 10000$$

Defectos por millón de oportunidades (DPMO) = 285.56

Indicador: Nivel Quie (Sigma)

Los estudios realizados por Quiñones (2021) en "Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S. A." y Quispe (2020) en "Aplicación de la metodología Six Sigma y su efecto en la productividad de la empresa Caleb LTDA, Pacanga, 2020" respaldan la implementación de la metodología 5S como una estrategia efectiva para mejorar la organización y eficiencia en el ambiente de trabajo.

Las 5S, como se describen en los principios, tienen un impacto directo en la reducción de errores y defectos en la producción. La eliminación de elementos innecesarios (Seiri) y la organización (Seiton) reducen las fuentes potenciales de errores y pérdida de tiempo. Mantener un lugar de trabajo limpio y ordenado (Seiso) es fundamental para prevenir la acumulación de suciedad o contaminantes que puedan afectar la calidad de los productos. Establecer estándares y procedimientos (Seiketsu) asegura la consistencia y la producción de alta calidad. La disciplina (Shitsuke) asegura que estos principios se mantengan a lo largo del tiempo.

En términos de aumentar el Nivel Quié (Sigma), las 5S desempeñan un papel esencial al reducir la variabilidad en el proceso de producción. Al eliminar desorden, organizar y mantener la limpieza, se crean condiciones para un proceso más predecible y controlado. Esto disminuye la probabilidad de errores o defectos, lo que resulta en un mayor Nivel Quié. Además, al convertirse en parte de la cultura organizacional, las 5S promueven una mentalidad de mejora continua que puede llevar a niveles de calidad aún más altos en el futuro.

Tabla 45

Post evaluación nivel sigma

Tasa de defectos (DPMO) Nivel Sigma	
66,807 - 0	6 sigma
6210 - 66,807	5 sigma
233 - 6210	4 sigma
3.4 - 233	3 sigma
0.06 - 3.4	2 sigma
Menos de 0.06	1 sigma

Tomando en consideración el artículo desarrollado por Navarro et al. (2019) aumentaron en su estudio un nivel sigma; por lo tanto, con nuestras mejoras aplicadas se logrará un nivel de 4,5 sigma.

3.5.3. Mejora de la dimensión: Definir

Indicador: Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma

Los estudios realizados por Echevarría (2022) en "Nivel de pedidos perfectos de la empresa Pastas Comarrico S.A.S. en la ciudad de Barranquilla utilizando la metodología Seis Sigma" y Figueroa y López (2021) en "Implementación de Six Sigma para mejorar la gestión de inventarios en una empresa de hidrocarburos" respaldan la implementación del cronograma de auditorías y la metodología 5S como estrategias efectivas para mejorar la puntualidad y precisión en la entrega de pedidos de polos deportivos.

El cronograma de auditorías permite una evaluación exhaustiva de los procesos de producción a través de auditorías periódicas. Esto identifica áreas que necesitan mejoras y oportunidades para optimizar la eficiencia. Los hallazgos de estas auditorías son fundamentales para tomar decisiones informadas y aplicar acciones correctivas y preventivas. Estas mejoras resultan en una producción más puntual y precisa, lo que beneficia directamente al cumplimiento de los plazos de entrega.

Por otro lado, la metodología 5S se centra en la organización y eficiencia en el lugar de trabajo. Elimina el desorden, establece un flujo de trabajo ordenado y mantiene un ambiente limpio y eficiente. Esto reduce las posibles fuentes de retrasos y errores, lo que se traduce en una mayor capacidad para cumplir con los plazos de entrega y asegurar la precisión en los pedidos.

Tabla 46

Post evaluación pedidos entregados a tiempo

Meses de estudio	Unidades producidas	Pedidos entregados en tiempo y forma
Abril	506	456
Mayo	551	501
Junio	508	458
Julio	519	469
Agosto	512	462
Setiembre	599	549
Octubre	555	505
Total	536	486

La tabla anterior muestra la producción confeccionada de polos deportivos en los meses de estudio de abril a octubre, asimismo también se muestra los pedidos que fueron cumplidos en tiempo y forma. De lo cual, partimos a aplicar la siguiente ecuación.

$$\text{Indicador} = 91\%$$

3.5.4. Mejora de la dimensión: Medir

Indicador: Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción

Los estudios realizados por Nuñez y Pacheco (2022) en "Aplicación de la metodología Six Sigma para reducir desperdicios en el proceso de producción de una fábrica de fideos" y Guerrero et al. (2019) en "Revisión de la implementación de Lean Six Sigma en Instituciones de Educación Superior" respaldan la implementación de la metodología 5S y el análisis de datos a través de gráficas de control como estrategias efectivas para reducir el porcentaje de desperdicio en el proceso de producción.

La metodología 5S, al centrarse en la organización y el orden del entorno de trabajo, elimina el desorden, establece un flujo de trabajo eficiente y mantiene un ambiente limpio. Esto resulta en una reducción significativa de las fuentes de desperdicio en el proceso de producción, que pueden manifestarse de diversas formas, como la generación de residuos de material, tiempos improductivos y esfuerzos innecesarios. Las 5S crean un entorno propicio para la eficiencia y minimizan las oportunidades para que se generen desperdicios, lo que reduce el porcentaje de desperdicio en la producción.

Además, el análisis constante de datos a través de gráficas de control es esencial para identificar patrones y tendencias en el proceso de producción. Esto incluye la detección anticipada de desviaciones y defectos que podrían dar lugar a desperdicios. Cuando se detectan problemas en las gráficas de control, se pueden tomar medidas correctivas de inmediato para evitar la generación de desperdicios innecesarios. Esto no solo contribuye a la mejora continua del proceso, sino que también reduce significativamente el porcentaje de desperdicio.

De acuerdo con el estudio de Núñez y Pacheco (2023), la combinación de estas dos estrategias puede llevar a una disminución sustancial del 75% en el porcentaje de desperdicio en el proceso de producción. Esto no solo se traduce en un uso más eficiente de los recursos, sino que también mejora la rentabilidad de la empresa y su competitividad en el mercado. En el futuro, seguir aplicando estas prácticas permitirá mantener un proceso de producción eficiente y sostenible, con un menor impacto ambiental y mayores márgenes de beneficio.

Tabla 47

Post evaluación tela utilizada

Meses de estudio	Unidades producidas	Metros de tela asignada	Metros de tela utilizada	Metros de tela sobrante
Abril	506	506	450	56
Mayo	551	645	595	50
Junio	508	427	400	27
Julio	519	612	547	65
Agosto	512	538	490	48
Setiembre	599	647	596	51
Octubre	555	461	403	58
Total	536	548	497	51

$$\text{Indicador} = \frac{51 \text{ mts}}{536 \text{ und}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = 2.36\%$$

3.5.5. Mejora de la dimensión: Analizar

Indicador: Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción

Los estudios realizados por Valverde y Reyes (2021) en "Implementación de propuesta de mejora en área de envasado de medicamentos líquidos no estériles mediante la aplicación de la metodología Lean Six Sigma para el aumento de la Eficiencia General de Equipos (OEE)" y Meléndez (2021) en "Implementación de herramientas de LEAN SIX SIGMA en planta de transformación de vidrios de seguridad" respaldan la importancia de la inspección visual diaria y el cronograma de auditorías programadas para mejorar la eficiencia del equipo y la maquinaria utilizada en el proceso de producción.

La inspección visual diaria del equipo y la maquinaria es crucial para identificar problemas potenciales de manera temprana. Esto incluye la detección de desgaste, daños o signos de

mal funcionamiento en las máquinas. Al realizar inspecciones regulares, se pueden identificar y abordar problemas antes de que afecten negativamente la eficiencia del equipo. Esto contribuye directamente a mejorar la eficiencia del equipo y mantenerlo operando a su capacidad máxima.

Por otro lado, el cronograma de auditorías programadas desempeña un papel fundamental en la evaluación de la eficiencia del equipo y la maquinaria. Durante las auditorías, se pueden identificar posibles áreas de mejora en el rendimiento de las máquinas. Al abordar estas áreas de mejora y tomar medidas preventivas para evitar problemas futuros, se aumenta la eficiencia del equipo en el proceso de producción. Las auditorías regulares aseguran que el equipo esté en óptimas condiciones y funcione de manera eficiente, lo que impacta directamente en la eficiencia general del proceso de producción.

De acuerdo con la investigación de Meléndez (2021), la mejora en el indicador de eficiencia del equipo y la maquinaria puede llevar a un aumento significativo de hasta el 95% en la eficiencia del equipo. Un equipo eficiente implica menos tiempo de inactividad, menor costo de mantenimiento y una producción más rápida y consistente. Esto se traduce en una mejora en la capacidad de producción y la rentabilidad general de la empresa, lo que respalda la implementación de estas prácticas para mejorar la eficiencia del equipo y la maquinaria en el proceso de producción.

Tabla 48

Post evaluación eficiencia de equipo

Meses de estudio	Capacidad nominal	Cortes realizados	Observaciones
Abril	45000	34320	S/O
Mayo	45000	35910	S/O
Junio	45000	36600	S/O
Julio	45000	34260	S/O
Agosto	45000	37170	S/O
Setiembre	45000	30300	S/O
Octubre	45000	31470	S/O
Total	45000	34290	

$$\text{Indicador} = \frac{1400 \text{ cortes}}{1500 \text{ cortes}} * 100\%$$

$$\text{Indicador} = 93\%$$

3.5.6. Mejora de la dimensión: Mejorar

Indicador: Unidades producidas

Los estudios realizados por Brandon y Sandoval (2022) en "Propuesta de mejora basada en la metodología Six Sigma para reducir la producción no conforme en el área de confección de la ADECIP Piura, 2022" y Rodriguez y Valencia (2020) en "Propuesta de Mejora del proceso de producción utilizando la metodología DMAIC Six Sigma para reducir reprocesos en una pyme de confección textil" respaldan la implementación de sensores de verificación de producción como parte de una estrategia de Poka Yoke.

La implementación de sensores de verificación en las máquinas de confección es una medida eficaz para prevenir la producción de unidades defectuosas. Estos sensores pueden detectar errores o desviaciones durante el proceso de producción, como problemas con la alineación de las costuras, la tensión del hilo o el corte de tela adecuado. Cuando se detecta un error, el

sistema puede tomar medidas inmediatas, como detener la máquina o alertar al operador, evitando que se continúe produciendo unidades defectuosas.

Esta aplicación del Poka Yoke tiene un impacto directo en la reducción del número de unidades confeccionadas de manera incorrecta. Al evitar la producción de productos no conformes desde el principio, se reduce significativamente la cantidad de retrabajos y desechos, lo que resulta en ahorros de tiempo y recursos. Como menciona el estudio de Rodríguez y Valencia (2020), esta mejora puede llevar a un aumento de hasta el 35% en el número de unidades confeccionadas de alta calidad.

Tabla 49

Post evaluación polos confeccionados

Meses de estudio	Polos confeccionados
Abril	506
Mayo	551
Junio	508
Julio	519
Agosto	512
Setiembre	599
Octubre	555
Total	723

Por ello, en promedio se determinó que se confeccionaban 723 polos deportivos.

Indicador: Tiempo ciclo

Las investigaciones realizadas por Pano et al. (2022) en "Lean Six Sigma para solución de problemas logísticos: caso real terminal de contenedores en Michoacán" y Martínez et al. (2019) en "Efecto de Seis Sigma en el Almacén de una Empresa Manufacturera" respaldan

la implementación del mapa de procesos y el análisis de control y datos con gráficas de control como estrategias altamente efectivas para mejorar significativamente el tiempo ciclo en la producción de polos deportivos. El mapa de procesos, al visualizar y analizar cada fase del proceso de producción, permite identificar áreas propicias para optimizar flujos, eliminar pasos innecesarios y detectar cuellos de botella, lo que a su vez se traduce en una reducción del tiempo ciclo. Por otro lado, el análisis constante de datos mediante gráficas de control, como demostrado por Pano et al. (2022) al reducir el tiempo ciclo en un 42%, permite monitorear la variabilidad del proceso y tomar medidas correctivas oportunas al detectar desviaciones, asegurando una producción más consistente y eficiente. Esta mejora en la eficiencia del proceso no solo satisface las demandas de los clientes de manera ágil, sino que también aumenta la capacidad de producción sin requerir inversiones adicionales en maquinaria, lo que se traduce en una mayor rentabilidad y competitividad en el mercado.

$$\textit{Tiempo ciclo} = 19.14 \textit{ minutos}$$

Indicador: Actividades productivas

Las investigaciones de Rodriguez y Rojas (2020) en "Propuesta para reducir tiempos de ciclo de proceso en la fabricación de copas de sujetadores utilizando la metodología Lean Six Sigma en la empresa Corformas S.A.S" y Chicaiza y García (2022) en "Aplicación del ciclo DMAIC de Lean Six Sigma para la mejora de los procesos de reparación y repinte en el área de colisiones de una empresa automotriz de la ciudad de Quito" corroboran la eficacia del mapa de procesos y la metodología 5S para la mejora de la productividad. El mapa de procesos permite una visualización detallada de las actividades, identificando tareas que no aportan valor y que pueden simplificarse o eliminarse, optimizando así el flujo de trabajo y aumentando la eficiencia. Por otro lado, la metodología 5S, al promover un entorno de trabajo organizado y eficiente, agiliza el acceso a herramientas y materiales esenciales,

reduciendo la pérdida de tiempo en la búsqueda y movimiento de elementos no necesarios. Esto libera recursos y tiempo que se pueden redirigir hacia actividades productivas, aumentando la productividad y permitiendo la realización de más tareas en un promedio de tiempo significativamente menor, lo que impacta en una mayor eficiencia operativa.

$$Act\ productivas = 95\%$$

$$Act\ improductivas = 5\%$$

3.5.7. Mejora de la dimensión: Controlar

Indicador: Horas de mantenimiento programado

Las investigaciones de Cabello (2020) en "Metodología lean six sigma para la mejora continua en las actividades de mantenimiento de un buque pesquero puesto en un astillero de una empresa de Callao – Perú" y Quiñones (2021) en "Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú SA" respaldan la efectividad de la metodología 5S en el contexto del mantenimiento. Mantener un entorno de trabajo limpio y organizado a través de la metodología 5S no solo facilita la identificación temprana de problemas en equipos y maquinaria, sino que también promueve la disciplina en el mantenimiento preventivo. Esto permite que los equipos de mantenimiento sigan programas más efectivos y programen el mantenimiento preventivo de manera más eficiente, lo que se traduce en una reducción significativa del tiempo necesario para el mantenimiento programado y garantiza una utilización más efectiva de las horas de mantenimiento. Esta optimización en el mantenimiento no solo aumenta la productividad, sino que también contribuye a la disponibilidad continua de los equipos y maquinaria, mejorando así la eficiencia operativa.

$$Indicador = 9\ actividades$$

3.6. Estimación de mejora de la variable dependiente: Nivel de defectos

3.6.1. Mejora de mejora de la dimensión: Defectos

Indicador: Tasa de defectos

Las investigaciones de Salinas (2022) en "Propuesta de mejora para reducir el índice de rechazos por defecto de abolladuras en cocinas de 76cm, usando la metodología Lean Six Sigma en la Empresa Mabe Ecuador S.A." y Mego y Roque (2020) en "Propuesta de mejora en la producción de casquillos para aumentar la eficiencia y reducir los defectos en una empresa de fabricación de municiones mediante el enfoque Lean Six Sigma y Método de Trabajo" respaldan la utilidad de la matriz AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) en la mejora de la calidad y la reducción de defectos. Al realizar un análisis completo de los posibles modos de fallo y sus consecuencias, es posible tomar medidas preventivas específicas para evitar que ocurran defectos. Por ejemplo, si se identifica que un corte de tela defectuoso es un modo de fallo potencial en la confección de polos deportivos, se pueden implementar controles de calidad adicionales en el proceso de corte o mejorar la capacitación del personal en esta área. Estas medidas preventivas contribuyen directamente a la disminución de la tasa de defectos en la producción y mejoran la calidad del producto final.

Tabla 50

Post evaluación polos defectuosos

Meses de estudio	Unidades producidas	Polos con defectos
Abril	506	25
Mayo	551	27
Junio	508	34
Julio	519	26
Agosto	512	26
Setiembre	599	40
Octubre	555	37
Total	536	30

Indicador = 17%

Indicador: Tasa de retrabajo

Los trabajos de Salinas y Estupiñán (2022) en "Propuesta de mejora para reducir el índice de rechazos por defecto de abolladuras en cocinas de 76cm, usando la metodología Lean Six Sigma en la Empresa Mabe Ecuador S.A." y Fonseca y Camacho (2020) en "Análisis de mejora del proceso de tintorería aplicando metodología DMAIC Seis Sigma" resaltan la importancia de la inspección visual diaria como una herramienta efectiva en la reducción de defectos y la mejora de la calidad. Al identificar defectos de manera anticipada durante la inspección visual diaria, se pueden tomar medidas correctivas de inmediato, lo que disminuye la probabilidad de que se necesite retrabajo. Por ejemplo, si se detecta una costura mal cosida durante la inspección visual diaria en la confección de cocinas o en el proceso de tintorería, se puede corregir de inmediato antes de que el producto avance al siguiente paso del proceso. Esto conduce a una reducción significativa en la cantidad de productos que necesitan retrabajo, lo que, a su vez, mejora la tasa de retrabajo y la calidad general del producto final.

Tabla 51

Post evaluación tasa de retrabajo

Meses de estudio	Unidades producidas	Unidades defectuosas	Unidades retrabajo	Unidades rechazadas
Abril	506	25	2	23
Mayo	551	27	20	7
Junio	508	34	21	13
Julio	519	26	5	21
Agosto	512	26	15	11
Setiembre	599	40	9	31
Octubre	555	37	24	13
Total	536	30	14	17

$$Tasa\ de\ retrabajo = 3\%$$

Indicador: Porcentaje de rechazo

Tanto el trabajo de Balabarca y Bonafon (2020) en "Aplicación del Six Sigma para reducir costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú S.A., Lima, 2020" como el de Muñoz (2022) en "Análisis y mejora de procesos con la metodología Six Sigma para la reducción de desperdicios de producción en una fábrica de baterías de reposición" destacan la importancia de mejorar el indicador de porcentaje de rechazo como una estrategia clave para reducir costos de producción y minimizar el desperdicio de materiales. La aplicación efectiva de herramientas como gráficas de control y la metodología 5S permite identificar y eliminar las causas fundamentales de los rechazos, lo que conduce a una disminución significativa en el porcentaje de rechazo y a la producción de productos de mayor calidad. Esto, a su vez, fortalece la reputación de la empresa y fomenta la lealtad del cliente, ya que reciben productos que cumplen con sus expectativas de calidad de manera consistente

$$Porcentaje\ de\ rechazo = \frac{Número\ de\ unidades\ rechazadas}{Número\ total\ de\ unidades\ inspeccionadas} * 100$$

$$Porcentaje\ de\ rechazo = 3\%$$

Matriz operacionalización de variables

Tabla 52

Operacionalización de variables con mejora

Variables	Concepto	Dimensiones	Indicadores	Antes	Después
Variable Independiente: Six Sigma	Según Pyzdek y Keller (2014), Six Sigma es una metodología de gestión de calidad ampliamente reconocida que se centra en la reducción de la variabilidad y el desperdicio en los procesos empresariales con el objetivo de lograr altos niveles de calidad y eficiencia	Capacidad de proceso	Índice de capacidad potencial del proceso (Cp)	0.54	0.972
			Índice de capacidad real del proceso (Cpk)	0.52	0.956
			Índice de centrado del proceso (Ppk)	0.52	0.956
		Porcentaje de calidad	Defectos por millón de oportunidades (DPMO)	1461	285
			Nivel Quie (Sigma)	4	4,5
		Definir	Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma	71%	91%
			Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción	9.44%	2.36%
		Analizar	Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción	76%	93%
			Unidades producidas sin defecto	536	723
		Mejorar	Tiempo ciclo	33	19.14
			Tiempo de proceso	248	234.14
			Actividades productivas	62%	95%
		Controlar	Actividades improductivas	38%	5%
Actividades de mantenimiento programados	6		9		
		Actividades de mantenimiento ejecutado	4	9	

Variable Dependiente: Defectos	Según Juran y Gryna (1993), "Un defecto es cualquier error o problema que afecta a la satisfacción del cliente con respecto al producto o servicio". Los defectos pueden incluir desde problemas menores, como una etiqueta mal impresa en un producto, hasta problemas mayores, como un producto que no funciona correctamente y tiene que ser devuelto o reparado.	Defectos	Tasa de defectos	29%	17%
			Tasa de retrabajo	22%	3%
			Porcentaje de rechazo	6%	3%

3.7. Análisis financiero

Tabla 53

Activos tangibles

ÍTEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL, INVERSIÓN
ÚTILES DE ESCRITORIO				
Memoria USB	1	Unidad	S/.30.00	S/.30.00
Papel A4	1	millar	S/.15.00	S/.15.00
Lapiceros	2	Caja	S/.12.00	S/.24.00
Cinta de embalaje	1	Caja	S/.18.00	S/.18.00
Plumón indeleble	2	Unidad	S/.7.00	S/.14.00
Archivadores	4	Unidad	S/.15.00	S/.60.00
Perforador	1	Unidad	S/.10.00	S/.10.00
Engramadora	1	Unidad	S/.10.00	S/.10.00
EQUIPOS DE OFICINA				
Pc de escritorio	1	Unidad	S/.4,000.00	S/.4,000.00
Impresora	1	Unidad	S/.400.00	S/.400.00
Escritorio	2	Unidad	S/.150.00	S/.300.00
Sillas	4	Unidad	S/.45.00	S/.180.00
MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN				
Sensores de proximidad inductivos	2	Unidad	S/.4,500.00	S/.9,000.00
Sensores de visión	2	Unidad	S/.4,200.00	S/.8,400.00
Sensores infrarrojos	2	Unidad	S/.3,800.00	S/.7,600.00
Sensores de vibración	2	Unidad	S/.4,300.00	S/.8,600.00
Formatos de inspecciones 5S	200	Unidad	S/.1.00	S/.200.00
Formatos de inspecciones mantenimiento	200	Unidad	S/.1.00	S/.200.00
TOTAL INVERSIÓN				S/.39,061.00

Tabla 54

Gastos de personal

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	NÚM. PERSONAS	TOTAL, INVERSIÓN
Poka Yoke	2	meses	S/.500.00	3	S/.3,000.00
Metodología 5S	2	meses	S/.500.00	1	S/.1,000.00
Mantenimiento	2	meses	S/.500.00	3	S/.3,000.00
TOTAL					S/.7,000.00

Tabla 55

Gastos de capacitación

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Poka Yoke	4	veces	S/.700.00	S/.2,800.00
Metodología 5S	4	veces	S/.500.00	S/.2,000.00
Mantenimiento	4	veces	S/.700.00	S/.2,800.00
TOTAL				S/.7,600.00

Tabla 56

Costos proyectados

ÍTEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES	S/.39,061.00	S/.5,162.00	S/.5,162.00	S/.5,162.00	S/.5,162.00	S/.5,162.00
ÚTILES DE ESCRITORIO						
Memoria USB	S/.30.00	S/.30.00	S/.30.00	S/.30.00	S/.30.00	S/.30.00
Papel A4	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00
Lapiceros	S/.24.00	S/.24.00	S/.24.00	S/.24.00	S/.24.00	S/.24.00
Cinta de embalaje	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00
Plumón indeleble	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00
Archivadores	S/.60.00	S/.60.00	S/.60.00	S/.60.00	S/.60.00	S/.60.00
Perforador	S/.10.00	S/.10.00	S/.10.00	S/.10.00	S/.10.00	S/.10.00
Engrampadora	S/.10.00	S/.10.00	S/.10.00	S/.10.00	S/.10.00	S/.10.00
EQUIPOS DE OFICINA						
Pc de escritorio	S/.4,000.00	S/.4,000.00	S/.4,000.00	S/.4,000.00	S/.4,000.00	S/.4,000.00
Impresora	S/.400.00	S/.400.00	S/.400.00	S/.400.00	S/.400.00	S/.400.00
Escritorio	S/.300.00	S/.300.00	S/.300.00	S/.300.00	S/.300.00	S/.300.00
Sillas	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00
MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN						
Sensores de proximidad inductivos	S/.9,000.00	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00
Sensores de visión	S/.8,400.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00
Sensores infrarrojos	S/.7,600.00	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00
Sensores de vibración	S/.8,600.00	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00

Formatos de inspecciones 5S	S/.200.00	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00
Formatos de inspecciones mantenimiento	S/.200.00	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00
GASTOS DE PERSONAL	S/.7,000.00	S/.7,000.00	S/.7,000.00	S/.7,000.00	S/.7,000.00	S/.7,000.00
Poka Yoke	S/.3,000.00	S/.3,000.00	S/.3,000.00	S/.3,000.00	S/.3,000.00	S/.3,000.00
Metodología 5S	S/.1,000.00	S/.1,000.00	S/.1,000.00	S/.1,000.00	S/.1,000.00	S/.1,000.00
Mantenimiento	S/.3,000.00	S/.3,000.00	S/.3,000.00	S/.3,000.00	S/.3,000.00	S/.3,000.00
GASTOS DE CAPACITACIÓN	S/.7,600.00	S/.3,800.00	S/.3,800.00	S/.3,800.00	S/.3,800.00	S/.3,800.00
Poka Yoke	S/.2,800.00	S/.1,400.00	S/.1,400.00	S/.1,400.00	S/.1,400.00	S/.1,400.00
Metodología 5S	S/.2,000.00	S/.1,000.00	S/.1,000.00	S/.1,000.00	S/.1,000.00	S/.1,000.00
Mantenimiento	S/.2,800.00	S/.1,400.00	S/.1,400.00	S/.1,400.00	S/.1,400.00	S/.1,400.00
TOTAL DE GASTOS	S/.53,661.00	S/.15,962.00	S/.15,962.00	S/.15,962.00	S/.15,962.00	S/.15,962.00

SDSD

Tabla 57

Análisis de indicadores

INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUÉS
Costo de nivel de existencia	S/257,280.00	S/89,760.00	S/.347,040.00

Tabla 58

Ingresos proyectados

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/.89,760.00	S/.89,760.00	S/.89,760.00	S/.89,760.00	S/.89,760.00

Tabla 59

Flujo de caja

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/.53,661.00	S/.73,798.00	S/.73,798.00	S/.73,798.00	S/.73,798.00	S/.73,798.00

Figura 21

Flujo de caja

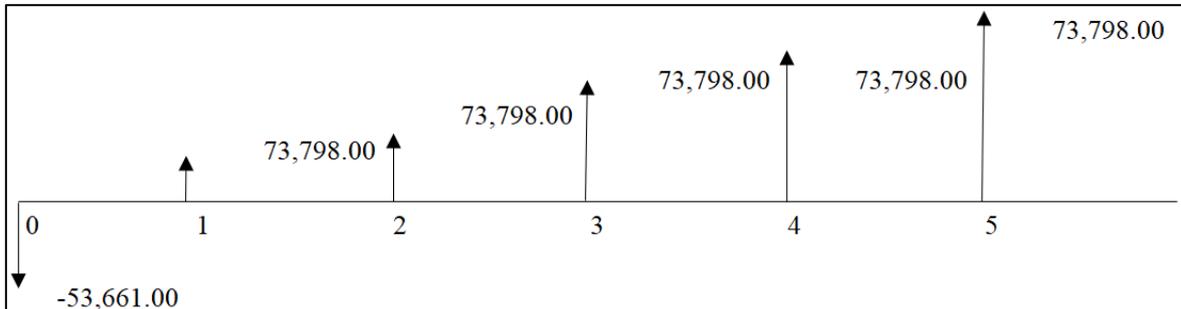


Tabla 60

Costos proyectados

COK	21.74%
VA	S/. 212,514.86
VAN	S/. 158,853.86
TIR	136%
IR	3.96

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Malpartida et al. (2021), en su investigación titulada "Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil", proporciona valiosos insights sobre la aplicación de Six Sigma en la industria textil. Sus hallazgos respaldan la implementación de gráficas de control como una herramienta clave para monitorear la variabilidad del proceso. Tal como sugieren, cuando se detectan patrones anómalos en estas gráficas, se pueden tomar medidas correctivas de inmediato. Basándonos en sus resultados y para mejorar aún más la calidad, este estudio se asemeja al presente puesto que, al enfocarnos en la capacitación del personal para una mejor interpretación de las gráficas y una respuesta más ágil ante desviaciones, lo que podría llevar a una reducción significativa de hasta un 80% en los defectos, como se mencionó.

Por otro lado, Quispe et al. (2022) en su estudio "Metodología de trabajo Six Sigma para la mejora de las pymes en la industria textil", respalda la idea de que el análisis de control y los datos recopilados a través de las gráficas de control son esenciales para identificar y abordar las fuentes de variabilidad en el proceso de producción. Siguiendo su enfoque, es posible afirmar que guarda relación con el estudio puesto que se podrá fortalecer aún más la mejora de la capacidad del proceso mediante la implementación de medidas específicas para reducir estas fuentes de variabilidad. Esto podría incluir la estandarización de procesos, la adopción de mejores prácticas y la inversión en tecnología avanzada para garantizar una mayor consistencia en la calidad de los polos deportivos producidos. Con estas acciones, podríamos lograr mejoras sustanciales en la capacidad del proceso y, en última instancia, ofrecer productos de mayor calidad a nuestros clientes.

El estudio realizado por Valverde y Reyes (2021) se asemeja al presente puesto que la inspección visual diaria del equipo y la maquinaria es crucial para identificar problemas potenciales de manera temprana. Esto incluye la detección de desgaste, daños o signos de mal funcionamiento en las máquinas. Al realizar inspecciones regulares tal como se evidenció, se pueden identificar y abordar problemas antes de que afecten negativamente la eficiencia del equipo. Esto contribuye directamente a mejorar la eficiencia del equipo y mantenerlo operando a su capacidad máxima.

El estudio realizado por Brandon y Sandoval (2022) guarda similitud con el presente puesto que se pudo comprobar que la implementación de sensores de verificación en las máquinas de confección es una medida eficaz para prevenir la producción de unidades defectuosas. Estos sensores pueden detectar errores o desviaciones durante el proceso de producción, como problemas con la alineación de las costuras, la tensión del hilo o el corte de tela adecuado. Cuando se detecta un error, el sistema puede tomar medidas inmediatas, como detener la máquina o alertar al operador, evitando que se continúe produciendo unidades defectuosas.

4.2. Conclusiones

- Se logró identificar con precisión los problemas y defectos clave dentro de la empresa, destacando como principales problemas el corte irregular, el estampado o sellado de marca, las unidades con manchas y las unidades desbastadas. Estos problemas se traducían en una tasa de defectos del 29%, una tasa de retrabajo del 22% y un porcentaje de rechazo de pedidos del 6%.
- La propuesta de aplicación del modelo Six Sigma se basó en la metodología DMAIC y abordó estos problemas de manera sistemática. En la fase "Definir", se elaboró un Project Charter, se recopiló la Voz del Cliente y se desarrolló

un Mapa de Proceso. En la fase "Medir", se implementó una inspección visual diaria y se utilizaron gráficos de control para monitorear los procesos. La fase "Analizar" involucró la matriz AMFE. Finalmente, en la fase "Mejorar", se aplicaron herramientas como Poka Yoke, la metodología 5S, auditorías y un plan de mantenimiento.

- Los resultados de la propuesta fueron notables, ya que se logró mejorar significativamente los índices de capacidad, aumentando el nivel de calidad a 4,5, y reduciendo la tasa de defectos al 17%, la tasa de retrabajo al 3%, y el porcentaje de rechazo de pedidos al 3%.
- El análisis financiero respalda la viabilidad de la propuesta, con un valor actual neto de S/. 158,853.86, una tasa interna de retorno del 136%, y un índice de rentabilidad de 3.96 soles. En consecuencia, se recomienda aceptar esta propuesta, ya que no solo mejora la calidad y eficiencia de la empresa, sino que también ofrece beneficios financieros significativos.

REFERENCIAS

- Balabarca, N., & Bonafon, J. (2020). Aplicación del six sigma para reducir costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú SA, Lima, 2020.
- Bohorquez, A. (2022). Análisis de la mejora del proceso de teñido mediante la aplicación de la metodología LEAN SIX SIGMA en una empresa textil de la ciudad de Arequipa, 2021.
- Brandon, A., & Sandoval, M. (2022). Propuesta de mejora basado en la metodología Six Sigma para reducir la producción no conforme en el área de confección de la ADECIP Piura, 2022.
- Cabello, E. (2020). Metodología lean six sigma para la mejora continua en las actividades de mantenimiento de un buque pesquero puesto en un astillero de una empresa de Callao-Perú.
- Cayetano, A., & Ortega, J. (2022). Aplicación de herramientas Six Sigma para reducir productos defectuosos e incrementar la productividad en la empresa PanafoodsS. AC, Santa-2022.
- Chicaiza, S. (2022). *Aplicación del ciclo DMAIC de Lean Six Sigma para la mejora de los procesos de reparación y repinte en el área de colisiones de una empresa automotriz de la ciudad de Quito* (Master's thesis).
- Collazos, G. (2021). Six Sigma para reducir la no conformidad del producto en la fabricación de ventanas de la empresa Prodestel, Lima 2021.
- Echeverría, D. (2020). Nivel de pedidos perfectos de la empresa Pastas Comarrico SAS en la ciudad de Barranquilla utilizando la metodología Seis Sigma.

- García, T. (2022). Análisis de las experiencias de metodología Six Sigma para el desarrollo de productos en las empresas textiles durante los últimos diez años: una revisión sistemática de la literatura.
- Guerrero, R., Silva, A., & Bocanegra, C. (2019). Revisión de la implementación de lean six sigma en instituciones de educación superior. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(4), 652-667.
- Gutierrez, M., Saldivar, O., Chumacero, Q., Cuadros, L., Curo, G., & Dumont, D. (2021). Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil. *Alpha Centauri*, 2(3), 72-90.
- Mamani, Q., Flores, H., & Gavancho, F. (2022). Metodología de trabajo Six Sigma para la mejora de las Pymes en la industria textil. *Ñawparisun-Revista de Investigación Científica*, 3(4).
- Martínez, R., García, E., & Carlos, E. (2019). Efecto de seis sigma en el almacén de una empresa manufacturera. *Conciencia Tecnológica*, (58), 32-39.
- Mego, W., & Roque, E. (2020) Propuesta de mejora en la producción de casquillos para aumentar la eficiencia y reducir los defectos en una empresa de fabricación de municiones mediante el enfoque Lean Six Sigma y Método de Trabajo.
- Meléndez, C. (2021) *Implementación herramientas de LEAN SIX SIGMA en planta de transformación de vidrios de seguridad* (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás).
- Muñoz, J. (2022). *Análisis y mejora de procesos con la metodología Six Sigma para la reducción de desperdicios de producción en una fábrica de baterías de reposición* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

- Nava, P., Piña, N., Rodríguez, Z., Cortes, L., & Pérez, N. (2022). Lean six sigma para solución de problemas logísticos: caso real terminal de contenedores en Michoacán. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 511-529.
- Núñez, A., & Pacheco, K. (2022). Aplicación de la metodología six sigma para reducir desperdicios en el proceso de producción de una fábrica de fideos.
- Quan, F., & Pinel, C. (2023). Análisis de mejora del proceso de tintorería aplicando metodología DMAIC Seis Sigma.
- Quiñones, J. (2021). Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú SA.
- Quispe, F. (2020). Aplicación de la metodología six sigma y su efecto en la productividad de la empresa Caleb LTDA, Pacanga, 2020.
- Rodríguez, N., & Rojas, A. (2020). Propuesta para reducir tiempos de ciclo de proceso en la fabricación de copas de brasieres utilizando la metodología Lean Six Sigma en la empresa Corformas SAS.
- Rodríguez, V., & Valencia, S. (2020) Propuesta de Mejora del proceso de producción utilizando la metodología DMAIC Six Sigma para reducir reprocesos en una pyme de confección textil.
- Salinas, D. (2022). *Propuesta de mejora para reducir el índice de rechazos por defecto de abolladuras en cocinas de 76cm, usando la metodología Lean Six Sigma en la Empresa Mabe Ecuador SA* (Doctoral dissertation).
- Valverde, L., & Reyes, E. (2021). Implementación de propuesta de mejora en área de envasado de medicamentos líquidos no estériles mediante la aplicación de la

metodología Lean Six Sigma para el aumento de la Eficiencia General de Equipos
(OEE).

ANEXOS

Anexo N° 01. Encuesta

**ENCUESTA PARA DESARROLLO DE TESIS DE INVESTIGACION
DE LA EMPRESA "CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCAS.A.C"**

Esta encuesta se realiza en el marco de la tesis para el título universitario de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte. La presente tesis lleva por título: "PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA BASADA EN LA METODOLOGIA DMAIC PARA LA REDUCCION DE DEFECTOS EN LA PRODUCCION DE LA EMPRESA TEXTIL CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCA S.A.C., CAJAMARCA 2023".

Nombre y Apellido: Marcial Chavez
Área: Coste Cargo: Coste
Fecha: 03 de febrero

INTRODUCCION: Esta encuesta deberá ser contestada en función a un promedio de lo sucedido mientras usted trabaja en la confección de polos deportivos.

- ¿Se siente conforme trabajando en la empresa?
a) Inconforme
b) regular
 Conforme
- Usted como trabajador se siente satisfecho con las máquinas que emplea para la confección de polos deportivos.
a) Insatisfecho
b) Poco
c) Regular
 Satisfecho
- ¿La empresa te brinda las herramientas y tecnologías que necesitas para hacer con facilidad tu trabajo?
SI NO
- ¿Con cuántas máquinas de última tecnología cuenta la empresa?
a) 0
 1-2
c) 3-4
- ¿Cómo es el clima laboral en la empresa?
 Buena
b) Regular
c) Mala
- En general Ud. ¿Como trabajador le parece bueno el área administrativa de la empresa?
a) Insatisfecho
b) Poco
 Regular
d) Satisfecho

Escaneado con CamScanner

Porque: _____

7. ¿Existe capacitaciones dentro de la empresa?

SI

NO

8. Si su respuesta fue Si en cuanto tiempo se da las capacitaciones.

- a) Mensual
- b) Cada 6 meses
- c) Anual

9. En el área de trabajo donde labora se siente capacitado para realizar las funciones dadas.

SI

NO

10. Durante el proceso de elaboración de polos deportivos, ¿Cuáles son las fallas más recurrentes?

Corte y estampado, medidas

11. ¿En qué etapa del proceso, se evidencia mayores números de fallas?

En el corte

12. ¿Existen medidas de remediación, para disminuir fallas o defectos en los productos elaborados? ¿Cuáles?

No las dejamos pasar y estos productos son perdidas

**ENCUESTA PARA DESARROLLO DE TESIS DE INVESTIGACION
DE LA EMPRESA "CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCAS.A.C"**

Esta encuesta se realiza en el marco de la tesis para el título universitario de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte. La presente tesis lleva por título: "PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA BASADA EN LA METODOLOGIA DMAIC PARA LA REDUCCION DE DEFECTOS EN LA PRODUCCION DE LA EMPRESA TEXTIL CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCA S.A.C., CAJAMARCA 2023".

Nombre y Apellido: Jhanc Chavez

Área: sublimación Cargo: sublimado

Fecha: 3 de febrero

INTRODUCCION: Esta encuesta deberá ser contestada en función a un promedio de lo sucedido mientras usted trabaja en la confección de polos deportivos.

1. ¿Se siente conforme trabajando en la empresa?
 - a) Inconforme
 - b) regular
 - c) Conforme
2. Usted como trabajador se siente satisfecho con las máquinas que emplea para la confección de polos deportivos.
 - a) Insatisfecho
 - b) Poco
 - c) Regular
 - d) Satisfecho
3. ¿La empresa te brinda las herramientas y tecnologías que necesitas para hacer con facilidad tu trabajo?

SI NO
4. ¿Con cuántas máquinas de última tecnología cuenta la empresa?
 - a) 0
 - b) 1 - 2
 - c) 3 - 4
5. ¿Cómo es el clima laboral en la empresa?
 - a) Buena
 - b) Regular
 - c) Mala
6. En general Ud. ¿Como trabajador le parece bueno el área administrativa de la empresa?
 - a) Insatisfecho
 - b) Poco
 - c) Regular
 - d) Satisfecho

Escaneado con CamScanner

Porque: _____

7. ¿Existe capacitaciones dentro de la empresa?

SI

NO

8. Si su respuesta fue Si en cuanto tiempo se da las capacitaciones.

- a) Mensual
- b) Cada 6 meses
- c) Anual

9. En el área de trabajo donde labora se siente capacitado para realizar las funciones dadas.

SI

NO

10. Durante el proceso de elaboración de polos deportivos, ¿Cuáles son las fallas más recurrentes?

Estampado, corte, Producto mal cocido y
medido

11. ¿En qué etapa del proceso, se evidencia mayores números de fallas?

estampado y corte.

12. ¿Existen medidas de remediación, para disminuir fallas o defectos en los productos elaborados? ¿Cuáles?

no existen medidas de remediación ya que
los productos en mal estado son
perdidas para la empresa.

**ENCUESTA PARA DESARROLLO DE TESIS DE INVESTIGACION
DE LA EMPRESA "CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCAS.A.C"**

Esta encuesta se realiza en el marco de la tesis para el título universitario de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte. La presente tesis lleva por título: "PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA BASADA EN LA METODOLOGIA DMAIC PARA LA REDUCCION DE DEFECTOS EN LA PRODUCCION DE LA EMPRESA TEXTIL CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCA S.A.C., CAJAMARCA 2023".

Nombre y Apellido: Donis chávez

Área: sublimado Cargo: sublimado

Fecha: 3 de febrero

INTRODUCCION: Esta encuesta deberá ser contestada en función a un promedio de lo sucedido mientras usted trabaja en la confección de polos deportivos.

1. ¿Se siente conforme trabajando en la empresa?
 - a) Inconforme
 - b) regular
 - Conforme
2. Usted como trabajador se siente satisfecho con las máquinas que emplea para la confección de polos deportivos.
 - a) Insatisfecho
 - b) Poco
 - c) Regular
 - Satisfecho
3. ¿La empresa te brinda las herramientas y tecnologías que necesitas para hacer con facilidad tu trabajo?

SI NO
4. ¿Con cuántas máquinas de última tecnología cuenta la empresa?
 - a) 0
 - 1 - 2
 - c) 3 - 4
5. ¿Cómo es el clima laboral en la empresa?
 - Buena
 - b) Regular
 - c) Mala
6. En general Ud. ¿Como trabajador le parece bueno el área administrativa de la empresa?
 - a) Insatisfecho
 - b) Poco
 - c) Regular
 - Satisfecho



Porque: _____

7. ¿Existe capacitaciones dentro de la empresa?

SI

NO

8. Si su respuesta fue Si en cuanto tiempo se da las capacitaciones.

- a) Mensual
- b) Cada 6 meses
- c) Anual

9. En el área de trabajo donde labora se siente capacitado para realizar las funciones dadas.

SI

NO

10. Durante el proceso de elaboración de polos deportivos, ¿Cuáles son las fallas más recurrentes?

Estampado, corte, en las medidas del producto.

11. ¿En qué etapa del proceso, se evidencia mayores números de fallas?

corte y estampado.

12. ¿Existen medidas de remediación, para disminuir fallas o defectos en los productos elaborados? ¿Cuáles?

No porque cuando hay productos fallados obtenidos por botado y es si nos ocasiona pérdidas.

Anexo N° 02. Ficha de inspección

FICHA DE INSPECCIÓN

1.1. ANTECEDENTES GENERALES
Razón Social: confecciones chavez cajamarca S.A.C
Dirección: Jr. Tarapaca 380
Area: corte y Medición
Fecha: 10 de febrero
Lote: confección de 12 polos deportivos

1.2. PROCESOS DESARROLLADOS EN LA CONFECCION DE POLOS DEPORTIVOS

PROCESO	N° DE TRABAJADORES
Medición y corte	1
Diseño e impresión	1
Sublimado	1
Costura y confección	2

1.3. SITUACION A OBSERVAR

1.3.1. PROCESO DE CONFECCIONES DE POLOS DEPORTIVOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
Se sigue un patrón de tamaños de acuerdo a tallas.	X		
Se encuentra corte de tela defectuoso.	X		Esto se da por el descuido del operario
Problemas en el corte de las piezas.	X		por no tener mantenimiento las cuchillas están desafiladas.
Uso inadecuado de la máquina de cortar.	X		
Errores provocados por la máquina de cortar.	X		
Se encuentra problemas en la impresión del diseño.	X		
Programación adecuada de la máquina.	X		
Errores provocados por la máquina de impresión.	X		No programan bien la maquina
Se encuentra problemas en el sublimado.	X		
Uso adecuado de la máquina.	X		
Errores provocados por la máquina.	X		
Costuras mal cosidas.	X		

Escaneado con CamScanner

Uso adecuado de la máquina de coser.	X		
Errores provocados por la máquina de coser.	X		
1.3.2. AL ENTORNO AMBIENTAL	SI	NO	OBSERVACION
Cuenta con señalización.	X		
Cuenta con extintores.	X		
Cuenta con una buena iluminación.	X		
Mesas de trabajo despejadas, limpias y en buen estado.		X	los materiales estan amontados
Existe orden y limpieza.		X	
1.3.3. CARACTERISTICAS DE LOS TRABAJADORES	SI	NO	OBSERVACION
El trabajador es capacitado mensualmente.		X	no tienes capacitaciones
1.3.4. MAQUINARIA	SI	NO	OBSERVACION
Máquina cortadora en buen estado y realizada su mantenimiento respectivo.	X		
Cuchillas de máquina cortadora afilada.	X		
Máquina plotter de sublimación en buen estado y realizado su mantenimiento respectivo.	X		
Máquina de coser en buen estado, con mantenimiento respectivo.	X		

FICHA DE INSPECCIÓN

1.1. ANTECEDENTES GENERALES	
Razón Social:	confecciones chavez cajamarca S.A.C
Dirección:	5r. Tarma 280
Área:	Sublimado
Fecha:	17 de febrero
Lote:	confección de 20 Polos deportivos

1.2. PROCESOS DESARROLLADOS EN LA CONFECCION DE POLOS DEPORTIVOS

PROCESO	Nº DE TRABAJADORES
Medición y corte	1
Diseño e impresión	1
Sublimado	1
Costura y confección	2

1.3. SITUACION A OBSERVAR			
1.3.1. PROCESO DE CONFECCIONES DE POLOS DEPORTIVOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
Se sigue un patrón de tamaños de acuerdo a tallas.	X		
Se encuentra corte de tela defectuoso.	X		
Problemas en el corte de las piezas.	X		
Uso inadecuado de la máquina de cortar.	X		
Errores provocados por la máquina de cortar.	X		
Se encuentra problemas en la impresión del diseño.	X		
Programación adecuada de la máquina.		X	Esto se da por el operario
Errores provocados por la máquina de impresión.	X		
Se encuentra problemas en el sublimado.	X		
Uso adecuado de la máquina.	X		
Errores provocados por la máquina.	X		
Costuras mal cosidas.	X		aliniación de la tela

Escaneado con CamScanner

Uso adecuado de la máquina de coser.	X		
Errores provocados por la máquina de coser.	X		
1.3.2. AL ENTORNO AMBIENTAL	SI	NO	OBSERVACION
Cuenta con señalización.	X		
Cuenta con extintores.	X		
Cuenta con una buena iluminación.	X		
Mesas de trabajo despejadas, limpias y en buen estado.		X	
Existe orden y limpieza.		X	los materiales estan por todos lados.
1.3.3. CARACTERISTICAS DE LOS TRABAJADORES	SI	NO	OBSERVACION
El trabajador es capacitado mensualmente.		X	
1.3.4. MAQUINARIA	SI	NO	OBSERVACION
Máquina cortadora en buen estado y realizada su mantenimiento respectivo.	X		
Cuchillas de máquina cortadora afilada.	X		
Máquina plotter de sublimación en buen estado y realizado su mantenimiento respectivo.	X		
Máquina de coser en buen estado, con mantenimiento respectivo.	X		

Escaneado con CamScanner

FICHA DE INSPECCIÓN

I.1. ANTECEDENTES GENERALES	
Razón Social:	confecciones chavez cajamarca S.A.C
Dirección:	Jr. Tarapaca 280
Area:	corte
Fecha:	24 de febrero
Lote:	confección de 24 polos deportivos

I.2. PROCESOS DESARROLLADOS EN LA CONFECCION DE POLOS DEPORTIVOS

PROCESO	Nº DE TRABAJADORES
Medición y corte	1
Diseño e impresión	1
Sublimado	1
Costura y confección	2

I.3. SITUACION A OBSERVAR

1.3.1. PROCESO DE CONFECCIONES DE POLOS DEPORTIVOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
Se sigue un patrón de tamaños de acuerdo a tallas.	X		
Se encuentra corte de tela defectuoso.	X		
Problemas en el corte de las piezas.	X		por desgaste de los cuchillas
Uso inadecuado de la máquina de cortar.	X		
Errores provocados por la máquina de cortar.		X	
Se encuentra problemas en la impresión del diseño.	X		ubican el polo mal.
Programación adecuada de la máquina.	X		
Errores provocados por la máquina de impresión.	X		
Se encuentra problemas en el sublimado.	X		
Uso adecuado de la máquina.		X	
Errores provocados por la máquina.	X		
Costuras mal cosidas.	X		Hay mala ubicación o alineación de la tela

Escaneado con CamScanner

Uso adecuado de la máquina de coser.	X		
Errores provocados por la máquina de coser.		X	
1.3.2. AL ENTORNO AMBIENTAL	SI	NO	OBSERVACION
Cuenta con señalización.	X		
Cuenta con extintores.	X		
Cuenta con una buena iluminación.	X		
Mesas de trabajo despejadas, limpias y en buen estado.		X	
Existe orden y limpieza.		X	
1.3.3. CARACTERISTICAS DE LOS TRABAJADORES	SI	NO	OBSERVACION
El trabajador es capacitado mensualmente.		X	tienen capacitaciones de introducción
1.3.4. MAQUINARIA	SI	NO	OBSERVACION
Máquina cortadora en buen estado y realizada su mantenimiento respectivo.	X		
Cuchillas de máquina cortadora afilada.	X	X	NO realizaron el mantenimiento
Máquina plotter de sublimación en buen estado y realizado su mantenimiento respectivo.	X		
Máquina de coser en buen estado, con mantenimiento respectivo.	X		

Escaneado con CamScanner

Anexo N° 03. Validación de instrumentos

FORMATO DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO

“PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA BASADA EN LA METODOLOGIA DMAIC PARA LA REDUCCION DE DEFECTOS EN LA PRODUCCION DE LA EMPRESA TEXTIL CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCA S.A.C., CAJAMARCA 2023”

INSTRUMENTO DE RECOJO DE INFORMACIÓN

Estimado(a) experto(a):

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de este documento es informarle que estoy realizando la validez basada en el contenido de un instrumento destinado a medir el nivel de defectos en la confección de la empresa textil “CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCA S.A.C” del distrito de Cajamarca. En ese sentido, solicito pueda evaluar los documentos mostrados a continuación, los cuales contienen preguntas inmersas que fueron divididos en tres criterios: Relevancia, coherencia y claridad. Su sinceridad y participación voluntaria nos permitirá identificar posibles fallas en el planteamiento del instrumento.

Antes es necesario completar algunos datos generales:

Nombres y Apellidos: Katherine del Pilar Arana Arana			
Sexo	Varón	Mujer x	
Años de experiencia profesional (desde la obtención del título)	11 años		
Grado Académico	Bachiller	Magister x	Doctor
Áreas de experiencia profesional	SSO, Proyectos, SSYMA		
Tiempo de experiencia profesional	2 a 4 años	5 a 10 años	10 años a más x

Criterios de Calificación

El presente cuestionario tiene la finalidad de conocer su opinión, por lo tanto, solicitamos pueda evaluar el instrumento mediante tres criterios: Relevancia, coherencia y claridad. Cada uno de los ítems cuentan con opinión SI, que muestra con la conformidad del ítem y la opción NO, que muestra la discordancia con el ítem.

Nº	Preguntas ítems	Relevancia		Coherente		Claridad		Sugerencia
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
GUÍA DE ENTREVISTA (dirigida al dueño de la empresa)								
1	¿Cómo revisan y comprenden si el proceso de hacer los polos deportivos está funcionando bien y produciendo productos de buena calidad?	x		x		x		
2	¿Qué tan bien está saliendo cada polo en términos de calidad? ¿Cómo saben si está mejorando o empeorando?	x		x		x		
3	Si existen errores en la confección de polos deportivos, ¿qué hacen para prevenir errores?	x		x		x		
4	¿Cómo llevan el control de los errores en la confección de polos? ¿Cómo saben si hay muchos o pocos?	x		x		x		
5	¿Cómo se aseguran de que los pedidos de los polos sean entregados a tiempo?	x		x		x		
6	¿Existe algún número de contacto para consulta de pedido?	x		x		x		
7	¿Están tratando de reducir la cantidad de desperdicio de materia prima durante el proceso? Y ¿de qué manera?	x		x		x		
8	¿Cómo saben en qué etapa del proceso existen errores reiterativos? Y ¿Cómo solucionan esos problemas?	x		x		x		
9	¿Cómo saben si las máquinas que usan para la confección de polos deportivos están trabajando de manera eficiente?	x		x		x		
10	¿Existe un plan de mantenimiento de máquinas?	x		x		x		
11	¿Si un polo sale defectuoso, existe posibilidades de arreglarlo en lugar de desecharlo?	x		x		x		
CUESTIONARIO (dirigido hacia los trabajadores)								
1	¿Se siente conforme trabajando en la empresa?	x		x		x		
2	¿Usted como trabajador se siente satisfecho con las máquinas que emplea para el proceso de confección de polos deportivos?	x		x		x		
3	¿La empresa te brinda las herramientas y tecnologías que necesitas para hacer con facilidad tu trabajo?	x		x		x		
4	¿Con cuántas máquinas de última tecnología cuenta la empresa?	x		x		x		
5	¿Cómo es el clima laboral en la empresa?	x		x		x		
8	¿Existen capacitaciones dentro de la empresa? Y ¿Cada cuánto tiempo?	x		x		x		
9	¿Durante el proceso de confección de polos deportivos, cuales con las fallas más recurrentes?	x		x		x		
10	¿En qué etapa del proceso, se evidencia mayor número de fallas?	x		x		x		
11	¿Existen medidas de remediación, para disminuir defectos en los polos deportivos? ¿Cuales?	x		x		x		
12	¿Realiza sus actividades basadas en metas?	x		x		x		

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA								
1	¿Qué procesos se realizan para la confección de polos deportivos?	x		x		x		
2	¿Cuántos trabajadores intervienen dentro del proceso de confección?	x		x		x		
3	¿Qué problemas se detectan visualmente sin necesidad de ser analizados?	x		x		x		
4	¿Observa los productos ordenados y organizados dentro del área de trabajo?	x		x		x		
5	¿Consideras que se lleva un control preventivo y correctivo dentro del proceso?	x		x		x		
6	¿Observa métodos definitivos de trabajo dentro del almacén?	x		x		x		
7	¿Qué problemas existen e identificas respecto al área de confección de polos deportivos?	x		x		x		
8	¿Se cuenta con un registro de pedidos?	x		x		x		
FICHA DE INSPECCIÓN								
1	¿Se sigue un patrón de tamaños de acuerdo a tallas?	x		x		x		
2	¿Se encuentra corte de tela defectuoso?	x		x		x		
3	¿Existe problemas en el corte de las piezas?	x		x		x		
4	¿Uso adecuado de la máquina cortadora?	x		x		x		
5	¿Se encuentra problemas en la impresión del diseño?	x		x		x		
6	Programación adecuada de la máquina de impresión	x		x		x		
7	¿Se encuentra problemas en el sublimado?	x		x		x		
8	¿Uso adecuado de la máquina de sublimado?	x		x		x		
9	Errores provocados por la máquina de coser?	x		x		x		
10	¿Se encuentra costuras mal cosidas?	x		x		x		
11	¿Uso adecuado de la máquina de coser?	x		x		x		
12	¿Cuenta con señalización?	x		x		x		
13	¿Cuenta con extintores?	x		x		x		
14	¿Cuenta con una buena iluminación?	x		x		x		
15	¿Existe orden y limpieza?	x		x		x		
16	¿El trabajador es capacitado mensualmente?	x		x		x		
17	¿Máquina cortadora en buen estado y realizada su mantenimiento respectivo?	x		x		x		
18	¿Cuchillas de máquina cortadora afilada?	x		x		x		

19	¿Máquina plotter de sublimación en buen estado y realizado su mantenimiento respectivo?	x		x		x	
20	¿Máquina de coser en buen estado, con mantenimiento respectivo?	x		x		x	

Matriz operacionalización de variables

Variables	Concepto	Dimensiones	Indicadores		
Variable Independiente: Six Sigma	Según Pyzdek y Keller (2016), Six Sigma es una metodología de gestión de calidad ampliamente reconocida que se centra en la reducción de la variabilidad y el desperdicio en los procesos empresariales con el objetivo de lograr altos niveles de calidad y eficiencia	Capacidad de proceso	Índice de capacidad potencial del proceso (Cp) Índice de capacidad real del proceso (Cpk) Índice de centrado del proceso (Ppk)		
		Porcentaje de calidad	Defectos por millón de oportunidades (DPMO) Nivel Quie (Sigma)		
		Definir	Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma		
		Medir	Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción		
		Analizar	Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción Unidades producidas Tiempo ciclo		
		Mejorar	Tiempo de proceso Actividades productivas Actividades improductivas		
		Controlar	Actividades de mantenimiento programados Actividades de mantenimiento ejecutado		
		Defectos	Tasa de productos no conformes Tasa de retrabajo Porcentaje de rechazo		
		Variable Dependiente:	Según Juran y Gryna (2017), "Un defecto es cualquier error o problema que afecta a la satisfacción del cliente con respecto al producto o servicio". Los defectos pueden incluir desde problemas menores, como		
		Productos defectuosos	una etiqueta mal impresa en un producto, hasta problemas mayores, como un producto que no funciona correctamente y tiene que ser devuelto o reparado.		

N°	DIMENSIONES / Ítems	Relevancia		Coherente		Claridad		Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE: SIX SIGMA								
DIMENSIÓN 1: CAPACIDAD DE PROCESO								
Indicador 1	índice de capacidad potencial del proceso (Cp)	x		x		x		
Indicador 2	índice de capacidad real del proceso (Cpk)	x		x		x		
Indicador 3	índice de centrado del proceso (Ppk)	x		x		x		
DIMENSIÓN 2: PORCENTA DE CALIDAD								
Indicador 1	Defectos por millón de oportunidades (DPMO)	x		x		x		
Indicador 2	Nivel Quie (Sigma)	x		x		x		
DIMENSIÓN 3: DEFINIR								
Indicador 1	Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma.	x		x		x		
DIMENSIÓN 4: MEDIR								
Indicador 1	Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción.	x		x		x		
DIMENSIÓN 5: ANALIZAR								
Indicador 1	Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción.	x		x		x		
DIMENSIÓN 6: MEJORAR								
Indicador 1	Unidades producidas	x		x		x		
Indicador 2	Tiempo ciclo	x		x		x		
Indicador 3	Tiempo de proceso	x		x		x		
Indicador 4	Actividades productivas	x		x		x		
Indicador 5	Actividades improductivas	x		x		x		

DIMENSIÓN 6: CONTROLAR								
Indicador 1	Actividades de mantenimiento programado.	x		x		x		
Indicador 2	Actividades de mantenimiento ejecutado.	x		x		x		
VARIABLE DEPENDIENTE: DEFECTOS								
DIMENSIÓN 1: NO CONFORMIDADES								
Indicador 1	Tasa de defectos	x		x		x		
Indicador 2	Tasa de retrabajo	x		x		x		
Indicador 3	Porcentaje de rechazo	x		x		x		

29 de Setiembre del 2023



Firma del Experto Informante

FORMATO DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO

“PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA BASADA EN LA METODOLOGIA DMAIC PARA LA REDUCCION DE DEFECTOS EN LA PRODUCCION DE LA EMPRESA TEXTIL CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCA S.A.C., CAJAMARCA 2023”

INSTRUMENTO DE RECOJO DE INFORMACIÓN

Estimado(a) experto(a):

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de este documento es informarle que estoy realizando la validez basada en el contenido de un instrumento destinado a medir el nivel de defectos en la confección de la empresa textil “CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCA S.A.C” del distrito de Cajamarca. En ese sentido, solicito pueda evaluar los documentos mostrados a continuación, los cuales contienen preguntas inmersas que fueron divididos en tres criterios: Relevancia, coherencia y claridad. Su sinceridad y participación voluntaria nos permitirá identificar posibles fallas en el planteamiento del instrumento.

Antes es necesario completar algunos datos generales:

Nombres y Apellidos: Ricardo Fernando Ortega Mestanza			
Sexo	Varón (x)	Mujer	
Años de experiencia profesional (desde la obtención del título)	Más de 11 años		
Grado Académico	Bachiller	Magister (x)	Doctor
Áreas de experiencia profesional	Gestión – Investigación – Operaciones - Academia		
Tiempo de experiencia profesional	2 a 4 años	5 a 10 años	10 años a más (x)

Criterios de Calificación

El presente cuestionario tiene la finalidad de conocer su opinión, por lo tanto, solicitamos pueda evaluar el instrumento mediante tres criterios: Relevancia, coherencia y claridad. Cada uno de los ítems cuentan con opinión SI, que muestra con la conformidad del ítem y la opción NO, que muestra la discordancia con el ítem.

Nº	Preguntas/ítems	Relevancia		Coherente		Claridad		Sugerencia
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
GUÍA DE ENTREVISTA (dirigida al dueño de la empresa)								
1	¿Cómo revisan y comprenden si el proceso de hacer los polos deportivos está funcionando bien y produciendo productos de buena calidad?	X		X		X		
2	¿Qué tan bien está sabiendo cada polo en términos de calidad? ¿Cómo saben si está mejorando o empeorando?	X		X		X		
3	Si existen errores en la confección de polos deportivos, ¿qué hacen para prevenir errores?	X		X		X		
4	¿Cómo llevan el control de los errores en la confección de polos? ¿Cómo saben si hay muchos o pocos?	X		X		X		
5	¿Cómo se aseguran de que los pedidos de los polos sean entregados a tiempo?	X		X		X		
6	¿Existe algún número de contacto para consulta de pedido?	X		X		X		
7	¿Están tratando de reducir la cantidad de desperdicio de materia prima durante el proceso? Y ¿de qué manera?	X		X		X		
8	¿Cómo saben en qué etapa del proceso existen errores reiterativos? Y ¿Cómo solucionan esos problemas?	X		X		X		
9	¿Cómo saben si las máquinas que usan para la confección de polos deportivos están trabajando de manera eficiente?	X		X		X		
10	¿Existe un plan de mantenimiento de máquinas?	X		X		X		
11	¿Si un polo sale defectuoso, existe posibilidades de arreglarlo en lugar de desecharlo?	X		X		X		
CUESTIONARIO (dirigido hacia los trabajadores)								
1	¿Se siente conforme trabajando en la empresa?	X		X		X		
2	¿Usted como trabajador se siente satisfecho con las máquinas que emplea para el proceso de confección de polos deportivos?	X		X		X		
3	¿La empresa te brinda las herramientas y tecnologías que necesitas para hacer con facilidad tu trabajo?	X		X		X		
4	¿Con cuantas máquinas de última tecnología cuenta la empresa?	X		X		X		
5	¿Cómo es el clima laboral en la empresa?	X		X		X		
8	¿Existen capacitaciones dentro de la empresa? Y ¿Cada cuánto tiempo?	X		X		X		
9	¿Durante el proceso de confección de polos deportivos, cuales con las fallas más recurrentes?	X		X		X		
10	¿En qué etapa del proceso, se evidencia mayor número de fallas?	X		X		X		
11	¿Existen medidas de remediación, para disminuir defectos en los polos deportivos? ¿Cuáles?	X		X		X		
12	¿Realiza sus actividades basadas en metas?	X		X		X		

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA								
1	¿Qué procesos se realizan para la confección de polos deportivos?	X		X		X		
2	¿Cuántos trabajadores intervienen dentro del proceso de confección?	X		X		X		
3	¿Qué problemas se detectan visualmente sin necesidad de ser analizados?	X		X		X		
4	¿Observa los productos ordenados y organizados dentro del área de trabajo?	X		X		X		
5	¿Consideras que se lleva un control preventivo y correctivo dentro del proceso?	X		X		X		
6	¿Observa métodos definitivos de trabajo dentro del almacén?	X		X		X		
7	¿Qué problemas existen e identificas respecto al área de confección de polos deportivos?	X		X		X		
8	¿Se cuenta con un registro de pedidos?	X		X		X		
FICHA DE INSPECCIÓN								
1	¿Se sigue un patrón de tamaños de acuerdo a tallas?	X		X		X		
2	¿Se encuentra corte de tela defectuoso?	X		X		X		
3	¿Existe problemas en el corte de las piezas?	X		X		X		
4	¿Uso adecuado de la máquina cortadora?	X		X		X		
5	¿Se encuentra problemas en la impresión del diseño?	X		X		X		
6	Programación adecuada de la máquina de impresión	X		X		X		
7	¿Se encuentra problemas en el sublimado?	X		X		X		
8	¿Uso adecuado de la máquina de sublimado?	X		X		X		
9	¿Errores provocados por la máquina de coser?	X		X		X		
10	¿Se encuentra costuras mal cosidas?	X		X		X		
11	¿Uso adecuado de la máquina de coser?	X		X		X		
12	¿Cuenta con señalización?	X		X		X		
13	¿Cuenta con extintores?	X		X		X		
14	¿Cuenta con una buena iluminación?	X		X		X		
15	¿Existe orden y limpieza?	X		X		X		
16	¿El trabajador es capacitado mensualmente?	X		X		X		
17	¿Máquina cortadora en buen estado y realizada su mantenimiento respectivo?	X		X		X		
18	¿Cuchillas de máquina cortadora afilada?	X		X		X		

19	¿Máquina plotter de sublimación en buen estado y realizado su mantenimiento respectivo?	X		X		X	
20	¿Máquina de coser en buen estado, con mantenimiento respectivo?	X		X		X	

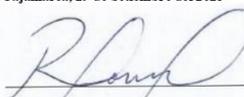
Matriz operacionalización de variables

Variables	Concepto	Dimensiones	Indicadores		
Variable Independiente: Six Sigma	Según Pyzdek y Keller (2016), Six Sigma es una metodología de gestión de calidad ampliamente reconocida que se centra en la reducción de la variabilidad y el desperdicio en los procesos empresariales con el objetivo de lograr altos niveles de calidad y eficiencia	Capacidad de proceso	Índice de capacidad potencial del proceso (Cp) Índice de capacidad real del proceso (Cpk) Índice de centrado del proceso (Ppk)		
		Porcentaje de calidad	Defectos por millón de oportunidades (DPMO) Nivel Que (Sigma)		
		Definir	Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma		
		Medir	Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción		
		Analizar	Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción Unidades producidas Tiempo ciclo		
		Mejorar	Tiempo de proceso Actividades productivas Actividades improductivas		
		Controlar	Actividades de mantenimiento programados Actividades de mantenimiento ejecutado		
		Defectos	Tasa de productos no conformes Tasa de retrabajo Porcentaje de rechazo		
		Variable Dependiente:	Según Juran y Gryna (2017), "Un defecto es cualquier error o problema que afecta a la satisfacción del cliente con respecto al producto o servicio". Los defectos pueden incluir desde problemas menores, como		
		Productos defectuosos	una etiqueta mal impresa en un producto, hasta problemas mayores, como un producto que no funciona correctamente y tiene que ser devuelto o reparado.		

N°	DIMENSIONES / Ítems	Relevancia		Coherente		Claridad		Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE: SIX SIGMA								
DIMENSIÓN 1: CAPACIDAD DE PROCESO								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	índice de capacidad potencial del proceso (Cp)	x		x		x		
Indicador 2	índice de capacidad real del proceso (Cpk)	x		x		x		
Indicador 3	índice de centrado del proceso (Ppk)	x		x		x		
DIMENSIÓN 2: PORCENTA DE CALIDAD								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Defectos por millón de oportunidades (DPMO)	x		x		x		
Indicador 2	Nivel Quie (Sigma)	x		x		x		
DIMENSIÓN 3: DEFINIR								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma.	x		x		x		
DIMENSIÓN 4: MEDIR								
Indicador 1	Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción.	x		x		x		
DIMENSIÓN 5: ANALIZAR								
Indicador 1	Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción.	x		x		x		
DIMENSIÓN 6: MEJORAR								
Indicador 1	Unidades producidas	x		x		x		
Indicador 2	Tiempo ciclo	x		x		x		
Indicador 3	Tiempo de proceso	x		x		x		
Indicador 4	Actividades productivas	x		x		x		
Indicador 5	Actividades improductivas	x		x		x		

DIMENSIÓN 6: CONTROLAR								
Indicador 1	Actividades de mantenimiento programado.	x		x		x		
Indicador 2	Actividades de mantenimiento ejecutado.	x		x		x		
VARIABLE DEPENDIENTE: DEFECTOS								
DIMENSIÓN 1: NO CONFORMIDADES								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Tasa de defectos	x		x		x		
Indicador 2	Tasa de retrabajo	x		x		x		
Indicador 3	Porcentaje de rechazo	x		x		x		

Cajamarca, 29 de Setiembre del 2023



Firma del Experto Informante

FORMATO DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO

“PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL MODELO SIX SIGMA BASADA EN LA METODOLOGIA DMAIC PARA LA REDUCCION DE DEFECTOS EN LA PRODUCCION DE LA EMPRESA TEXTIL CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCA S.A.C., CAJAMARCA 2023”

INSTRUMENTO DE RECOJO DE INFORMACIÓN

Estimado(a) experto(a):

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de este documento es informarle que estoy realizando la validez basada en el contenido de un instrumento destinado a medir el nivel de defectos en la confección de la empresa textil “CONFECCIONES CHAVEZ CAJAMARCA S.A.C” del distrito de Cajamarca. En ese sentido, solicito pueda evaluar los documentos mostrados a continuación, los cuales contienen preguntas inmersas que fueron divididos en tres criterios: Relevancia, coherencia y claridad. Su sinceridad y participación voluntaria nos permitirá identificar posibles fallas en el planteamiento del instrumento.

Antes es necesario completar algunos datos generales:

Nombres y Apellidos: Oscar Gilberto Zocón Alva			
Sexo	Masculino <input checked="" type="checkbox"/>	Femenino	
Años de experiencia profesional (desde la obtención del título)	20 Años		
Grado Académico	Bachiller	Magister	Doctor <input checked="" type="checkbox"/>
Áreas de experiencia profesional	Gestión de Procesos y Proyectos		
Tiempo de experiencia profesional	2 a 4 años	5 a 10 años	10 años a más <input checked="" type="checkbox"/>

Criterios de Calificación

El presente cuestionario tiene la finalidad de conocer su opinión, por lo tanto, solicitamos pueda evaluar el instrumento mediante tres criterios: Relevancia, coherencia y claridad. Cada uno de los ítems cuentan con opinión SI, que muestra con la conformidad del ítem y la opción NO, que muestra la discordancia con el ítem.

N°	Preguntas/Items	Relevancia		Coherente		Claridad		Sugerencia
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
GUÍA DE ENTREVISTA (dirigida al dueño de la empresa)								
1	¿Cómo revisan y comprenden si el proceso de hacer los polos deportivos está funcionando bien y produciendo productos de buena calidad?	x		x		x		
2	¿Qué tan bien está saliendo cada polo en términos de calidad? ¿Cómo saben si está mejorando o empeorando?	x		x		x		
3	Si existen errores en la confección de polos deportivos, ¿qué hacen para prevenir errores?	x		x		x		
4	¿Cómo llevan el control de los errores en la confección de polos? ¿Cómo saben si hay muchos o pocos?	x		x		x		
5	¿Cómo se aseguran de que los pedidos de los polos sean entregados a tiempo?	x		x		x		
6	¿Existe algún número de contacto para consulta de pedido?	x		x		x		
7	¿Están tratando de reducir la cantidad de desperdicio de materia prima durante el proceso? Y ¿de qué manera?	x		x		x		
8	¿Cómo saben en qué etapa del proceso existen errores reiterativos? Y ¿Cómo solucionan esos problemas?	x		x		x		
9	¿Cómo saben si las máquinas que usan para la confección de polos deportivos están trabajando de manera eficiente?	x		x		x		
10	¿Existe un plan de mantenimiento de máquinas?	x		x		x		
11	¿Si un polo sale defectuoso, existe posibilidades de arreglarlo en lugar de desecharlo?	x		x		x		
CUESTIONARIO (dirigido hacia los trabajadores)								
1	¿Se siente conforme trabajando en la empresa?	x		x		x		
2	¿Usted como trabajador se siente satisfecho con las máquinas que emplea para el proceso de confección de polos deportivos?	x		x		x		
3	¿La empresa te brinda las herramientas y tecnologías que necesitas para hacer con facilidad tu trabajo?	x		x		x		
4	¿Con cuantas máquinas de última tecnología cuenta la empresa?	x		x		x		
5	¿Cómo es el clima laboral en la empresa?	x		x		x		
8	¿Existen capacitaciones dentro de la empresa? Y ¿Cada cuánto tiempo?	x		x		x		
9	¿Durante el proceso de confección de polos deportivos, cuales con las fallas más recurrentes?	x		x		x		
10	¿En qué etapa del proceso, se evidencia mayor número de fallas?	x		x		x		
11	¿Existen medidas de remediación, para disminuir defectos en los polos deportivos? ¿Cuáles?	x		x		x		
12	¿Realiza sus actividades basadas en metas?	x		x		x		

N°	Preguntas/Items	Relevancia		Coherente		Claridad		Sugerencia
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	¿Qué procesos se realizan para la confección de polos deportivos?	x		x		x		
2	¿Cuántos trabajadores intervienen dentro del proceso de confección?	x		x		x		
3	¿Qué problemas se detectan visualmente sin necesidad de ser analizados?	x		x		x		
4	¿Observa los productos ordenados y organizados dentro del área de trabajo?	x		x		x		
5	¿Consideras que se lleva un control preventivo y correctivo dentro del proceso?	x		x		x		
6	¿Observa métodos definitivos de trabajo dentro del almacén?	x		x		x		
7	¿Qué problemas existen e identificas respecto al área de confección de polos deportivos?	x		x		x		
8	¿Se cuenta con un registro de pedidos?	x		x		x		
FICHA DE INSPECCIÓN								
1	¿Se sigue un patrón de tamaños de acuerdo a tallas?	x		x		x		
2	¿Se encuentra corte de tela defectuoso?	x		x		x		
3	¿Existe problemas en el corte de las piezas?	x		x		x		
4	¿Uso adecuado de la máquina cortadora?	x		x		x		
5	¿Se encuentra problemas en la impresión del diseño?	x		x		x		
6	Programación adecuada de la máquina de impresión	x		x		x		
7	¿Se encuentra problemas en el sublimado?	x		x		x		
8	¿Uso adecuado de la máquina de sublimado?	x		x		x		
9	¿Errores provocados por la máquina de coser?	x		x		x		
10	¿Se encuentra costuras mal cosidas?	x		x		x		
11	¿Uso adecuado de la máquina de coser?	x		x		x		
12	¿Cuenta con señalización?	x		x		x		
13	¿Cuenta con extintores?	x		x		x		
14	¿Cuenta con una buena iluminación?	x		x		x		
15	¿Existe orden y limpieza?	x		x		x		
16	¿El trabajador es capacitado mensualmente?	x		x		x		

N°	Preguntas/items	Relevancia		Coherente		Claridad		Sugerencia
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
		17	¿Máquina cortadora en buen estado y realizada su mantenimiento respectivo?	x		x		
18	¿Cuchillas de máquina cortadora afilada?	x		x		x		
19	¿Máquina plotter de sublimación en buen estado y realizado su mantenimiento respectivo?	x		x		x		
20	¿Máquina de coser en buen estado, con mantenimiento respectivo?	x		x		x		

Matriz operacionalización de variables

Variables	Concepto	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente: Six Sigma	Según Pyzdek y Keller (2016), Six Sigma es una metodología de gestión de calidad ampliamente reconocida que se centra en la reducción de la variabilidad y el desperdicio en los procesos empresariales con el objetivo de lograr altos niveles de calidad y eficiencia	Capacidad de proceso	Índice de capacidad potencial del proceso (Cp) Índice de capacidad real del proceso (Cpk) Índice de centrado del proceso (Ppk)
		Porcentaje de calidad	Defectos por millón de oportunidades (DPMO) Nivel Quie (Sigma)
		Definir	Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma
		Medir	Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción
		Analizar	Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción
			Unidades producidas Tiempo ciclo
		Mejorar	Tiempo de proceso Actividades productivas Actividades improductivas
			Actividades de mantenimiento programados
		Controlar	Actividades de mantenimiento ejecutado Tasa de productos no conformes Tasa de retrabajo
		Defectos	Porcentaje de rechazo
Variable Dependiente: Productos defectuosos	Según Juran y Gryna (2017), "Un defecto es cualquier error o problema que afecta a la satisfacción del cliente con respecto al producto o servicio". Los defectos pueden incluir desde problemas menores, como una etiqueta mal impresa en un producto, hasta problemas mayores, como un producto que no funciona correctamente y tiene que ser devuelto o reparado.		

Nº	DIMENSIONES / Ítems	Relevancia		Coherente		Claridad		Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE: SIX SIGMA								
DIMENSIÓN 1: CAPACIDAD DE PROCESO		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	índice de capacidad potencial del proceso (Cp)	x		x		x		
Indicador 2	índice de capacidad real del proceso (Cpk)	x		x		x		
Indicador 3	índice de centrado del proceso (Ppk)	x		x		x		
DIMENSIÓN 2: PORCENTA DE CALIDAD		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Defectos por millón de oportunidades (DPMO)	x		x		x		
Indicador 2	Nivel Quie (Sigma)	x		x		x		
DIMENSIÓN 3: DEFINIR		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Porcentaje de pedidos entregados en tiempo y forma.	x		x		x		
DIMENSIÓN 4: MEDIR		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Porcentaje de desperdicio generado durante el proceso de producción.	x		x		x		
DIMENSIÓN 5: ANALIZAR		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Eficiencia del equipo y maquinaria utilizada en el proceso de producción.	x		x		x		
DIMENSIÓN 6: MEJORAR		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Unidades producidas	x		x		x		
Indicador 2	Tiempo ciclo	x		x		x		
Indicador 3	Tiempo de proceso	x		x		x		
Indicador 4	Actividades productivas	x		x		x		
Indicador 5	Actividades improductivas	x		x		x		

DIMENSIÓN 6: CONTROLAR		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Actividades de mantenimiento programado.	x		x		x		
Indicador 2	Actividades de mantenimiento ejecutado.	x		x		x		
VARIABLE DEPENDIENTE: DEFECTOS								
DIMENSIÓN 1: NO CONFORMIDADES		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicador 1	Tasa de defectos	x		x		x		
Indicador 2	Tasa de retrabajo	x		x		x		
Indicador 3	Porcentaje de rechazo	x		x		x		

29 de Setiembre del 2023



Firma del Experto Informante

Anexo N° 04. Registro fotográfico

































