



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN

Tema:

ANÁLISIS DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE CONFECCIÓN DE BIVIDIS
EN LA EMPRESA M&B TEXTILES BAJO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

ÁREA: Industrial y manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño de Materiales y Producción

AUTOR: Jorge Patricio Guerrero Merino

TUTOR: Ing. Christian Ortiz, Mg.

Ambato – Ecuador

septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: ANÁLISIS DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE CONFECCIÓN DE BIVIDIS EN LA EMPRESA M&B TEXTILES BAJO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Jorge Patricio Guerrero Merino, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022.

.....
Ing. Christian Ortiz, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente proyecto de investigación titulado: ANÁLISIS DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE CONFECCIÓN DE BIVIDIS EN LA EMPRESA M&B TEXTILES BAJO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022.



Guerrero Merino Jorge Patricio

CC. 0250199791

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Jorge Patricio Guerrero Merino, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ANÁLISIS DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE CONFECCIÓN DE BIVIDIS EN LA EMPRESA M&B TEXTILES BAJO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022.

Ing. Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Franklin Tigre Ortega, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Jéssica López Arboleda Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022.



.....

Guerrero Merino Jorge Patricio

CC: 0250199791

AUTOR

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación va dedicado a Dios, por regalarme una familia maravillosa quienes me han formado y me han apoyado siempre para conseguir mis ideales.

A mi padre Claudio Guerrero por ser la persona quien me ha apoyado de forma incondicional y ha estado para mí siempre, que dichoso me siento de tener un padre como tú; a Alexis, mi hermanito por ser mi motor y mi mayor inspiración para salir adelante y cumplir mis sueños, a mi madre por estar pendiente de mí, a mis demás hermanos Magaly, Susana y Diego por apoyarme e impulsarme a seguir y finalmente a mi compañera de vida Jéssica por su amor incondicional, por su apoyo, sus consejos y sus palabras para luchar en aquellos momentos difíciles y alcanzar mis objetivos.

Jorge Patricio Guerrero Merino

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía siempre, a mi familia, compañeros y amigos quienes me han apoyado en los buenos y malos momentos.

Mi gratitud a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, quienes me han inculcado valores, conocimientos y me han guiado durante todo este proceso de estudios.

A mi tutor Ing. Christian Ortiz por confiar en mí y apoyarme siempre, por su paciencia y su dedicación.

Mil gracias a todos.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE TABLAS.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	3
1.1 Tema de investigación.....	3
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.2.1 Contextualización del problema.....	6
1.2.2 Fundamentación teórica	9
1.3 Objetivos	21
Objetivo general	21
Objetivos específicos	21
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	22
2.1 Materiales	22
2.2 Métodos	23
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1 Análisis y discusión de los resultados	27
3.1.1. La organización.....	27
3.1.2. Misión y visión de la empresa.....	28
3.1.3. Diagrama organizacional de la empresa	28
3.1.4. Productos que oferta la empresa	29
3.1.5. Diagrama ABC.....	30

3.1.6. Proceso de fabricación del bividi Jhon Charles	32
3.1.7. Fase de definición de Six Sigma	37
3.1.8. Fase de medición de Six Sigma	41
3.1.9. Fase de análisis de Six Sigma	52
3.1.10. Fase de mejora.....	59
3.1.11. Fase de control	73
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
4.1 Conclusiones	75
4.2 Recomendaciones	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de competitividad y satisfacción del cliente en relación a la calidad de los productos	9
Figura 2. Diagrama de Ishikawa	12
Figura 3. Gráficos de control	13
Figura 4. Logo de la organización.....	27
Figura 5. Diagrama organizacional de la M&B Textiles	28
Figura 6. Diagrama ABC de los productos de bividis vendidos durante el periodo enero-octubre 2021.....	31
Figura 7. Producto seleccionado para estudio: bividi Jhon Charles blanco.....	31
Figura 8. Diagrama de flujo funcional del proceso de fabricación del bividi Jhon Charles.....	32
Figura 9. Tendencia del porcentaje de defectos del periodo enero-octubre 2021.....	36
Figura 10. Diagrama de Pareto de problemas	37
Figura 11. Diagrama de Ishikawa de los problemas de fallas de confección de bividis.	38
Figura 12. Tendencia del porcentaje de defectos	44
Figura 13. Resultado de la carta de control Tipo C.....	45
Figura 14. Resultado del informe de capacidad del defecto manchas de aceite	46
Figura 15. Resultado del informe de capacidad del defecto manchas de aceite	47
Figura 16. Gráfica de control tipo C de costuras sin pulir	48
Figura 17. Resultado del informe de capacidad del defecto costuras sin pulir	49
Figura 18. Resultado de la carta de control Tipo P.....	50
Figura 19. Resultado del rendimiento de unidades sin defectos	51
Figura 20. Diagrama de Ishikawa de manchas de aceite en bividis blancos Jhon Charles	52
Figura 21. Diagrama de Pareto de causas de manchas de aceite	53
Figura 22. Diagrama de Ishikawa de costuras sin pulir	54
Figura 23. Diagrama de Ishikawa de costuras sin pulir	55
Figura 24. Diagrama de Pareto de causas de manchas de aceite	60

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Fases de Six Sigma (DMAIC)	10
Tabla 2. Cartas de control por atributos	14
Tabla 3. Cartas de control por atributos	15
Tabla 4. Nivel Sigma y rendimiento	17
Tabla 5. Criterios de severidad.....	19
Tabla 6. Criterios de ocurrencia	19
Tabla 7. Criterios de detección	20
Tabla 8. Criterios de nivel de prioridad del riesgo.....	20
Tabla 9. Productos de la empresa M&B Textiles	22
Tabla 10. Población del área de confección de M&B Textiles.....	24
Tabla 11. Técnicas, métodos y herramientas de recolección de información.....	25
Tabla 12. Información de la empresa	27
Tabla 13. Productos de la empresa M&B Textiles	29
Tabla 14. Ventas de enero-octubre 2021.....	30
Tabla 15. Descripción de procesos de confección del bividi Jhon Charles	33
Tabla 16. Descripción de la materia prima del proceso de confección del bividi Jhon Charles.....	35
Tabla 17. Productos de segunda en el año 2021.	36
Tabla 18. Marco del proyecto Six Sigma.....	40
Tabla 19. Defectos de los bividis Jhon Charles blancos	42
Tabla 20. Plan de muestreo de datos completos	43
Tabla 21. Resultados de los defectos encontrados en el bividi Jhon Charles	44
Tabla 22. Métricas Six Sigma de los defectos encontrados	51
Tabla 23. % Participación de causas de manchas de aceite	53
Tabla 24. Causas potenciales del defecto de manchas de aceite.....	53
Tabla 25. Causas potenciales del defecto de manchas de aceite.....	55
Tabla 26. Causas potenciales del defecto costuras sin pulir	56
Tabla 27. Identificación de causa raíz de manchas de aceite bividi Jhon Charles.....	56
Tabla 28. Causas potenciales del defecto manchas de aceite.....	57
Tabla 29. Causas potenciales del defecto costuras sin pulir	57

Tabla 30. AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo).....	58
Tabla 31. Resultados de AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo).....	59
Tabla 32. Tabla de soluciones.....	59
Tabla 33. Causas potenciales del defecto de manchas de aceite.....	60
Tabla 34. Orden de mantenimiento de máquinas de coser.....	61
Tabla 35. Actividades de mantenimiento de máquinas de coser	62
Tabla 36. Instructivo de identificación de máquinas de coser con fugas de aceite.....	63
Tabla 37. Instructivo de orden y limpieza en máquinas de coser y puestos de trabajo	65
Tabla 38. Instructivo de orden y limpieza en máquinas de coser y puestos de trabajo	68
Tabla 39. Instructivo de orden y limpieza en máquinas de coser y puestos de trabajo	69
Tabla 40. Instructivo del método correcto de pulido de prendas	71
Tabla 41. Plan de control de mejoras	73

RESUMEN EJECUTIVO

La mala calidad de los productos textiles generó un impacto negativo en las empresas, por lo que causó pérdidas económicas al vender prendas de segunda a menor precio, por lo cual la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un análisis de defectos en el proceso de confección de bividis en la empresa M&B Textiles bajo la metodología Six Sigma.

La metodología empleada, se desarrolló en base a los pasos de six sigma como definir, medir, analizar, mejorar y controlar, con la finalidad de determinar las fallas potenciales y establecer propuestas de mejora.

Los resultados de los defectos subyacen en el área de confección con defectos de mayor concentración en manchas de aceite con un 60.63% y de costuras sin pulir con 18.90%, en los cuales representan valores sigma de 2.37 y 3.02 que señalan que el proceso tiene un rendimiento bajo que debe hacerse modificaciones en el proceso.

Se concluye que las causas principales de los productos de segunda están relacionadas con la falta de mantenimiento de máquinas cosedoras, falta de limpieza y la inexistencia de un protocolo de identificación correcto de prendas, por lo cual, mediante la propuesta de mejora, se establece los procedimientos e instructivos para que sean aplicados y mejore la calidad del producto.

ABSTRACT

The poor quality of textile products had a negative impact on companies, which caused economic losses by selling second-hand garments at a lower price, for which the present investigation aims to develop an analysis of defects in the process of making garments. bividis in the company M&B Textiles under the Six Sigma methodology.

The methodology used is developed based on the six sigma steps such as Define, measure, analyze, improve and control, in order to determine potential failures and establish proposals for improvement.

The results of the defects underlie in the manufacturing area with defects of higher concentration in oil stains with 60.63% and unpolished seams with 18.90%, in which they represent sigma values of 2.37 and 3.02 that indicate that the process has a low performance that modifications must be made in the process.

It is concluded that the main causes of the second-hand products are related to the lack of maintenance of sewing machines, lack of cleanliness and the lack of a correct identification protocol for garments, for which, through the improvement proposal, the procedures are established. and instructions to be applied and improve the quality of the product.

INTRODUCCIÓN

La globalización ha hecho que las organizaciones nacionales e internacionales compitan para obtener más clientes y sobrevivir a los cambios permanentes del entorno, por lo cual los consumidores cada día están informados de la calidad de los productos o servicios, por lo que las empresas buscan satisfacer los requerimientos, para de esta manera permanecer en el mercado, una de las cualidades es el control de la calidad que cuentan para minimizar los defectos, reconociendo el impacto que este tiene como oportunidad de competitividad para sobresalir en el mercado [1].

Una de las metodologías mayormente empleadas para el control de calidad es Six Sigma [2], que cuenta con una fundamentación estadística que contribuye a disminuir la variación en el cumplimiento de los parámetros de calidad del producto o servicio, conjuntamente cuenta con herramientas que permiten analizar y determinar las causas de dichas variaciones que afectan al producto contribuyendo a determinar mejoras al proceso e incrementando las métricas de Six Sigma, buscando que existan 3.4 defectos por cada millón de oportunidades [3].

Six Sigma se considera una evolución de las teorías clásicas de la calidad y la mejora continua (Statistical Process Control y Total Quality Management) que toma elementos de las principales teorías y la estructura de manera sistemática, creando una realización más eficiente de los resultados [4]. Esta metodología surgió con Motorola en 1980 cuando hizo un gran cambio en la forma en que se manejaban los recursos como mano de obra, diseño y tecnología; buscando reducir un gran porcentaje de defectos. Por lo tanto, este método está vigente actualmente y permite un mayor nivel de productividad y servicio al cliente [5].

Six Sigma, cuenta con fases definidas abreviadas en DMAIC, que significa, definir, medir, analizar, mejorar y controlar, en las cuales parte desde la definición del problema para luego realizar la recopilación de datos y poder analizar los defectos o problemas potenciales y mejorar las condiciones en base al estudio estadístico, y mejorar la causa potencial determinada [6].

En la industria textil la calidad de las prendas de vestir son muy notorias con la observación, por lo cual requieren un mayor control para cumplir con los requerimientos de los clientes, sin embargo, en el Ecuador las organizaciones no cuentan con una adecuada gestión teniendo pérdidas económicas con productos defectuosos que no pueden reprocesarse o incluso son vendidos de segunda, por lo cual es importante el manejo y control de la calidad para identificar los defectos potenciales y actuar sobre ellos, mejorando la rentabilidad de la organización y creando una cultura y conciencia de calidad a los colaboradores [7].

Las prendas de vestir de color blanco, generalmente son notorios las falencias, por lo que los consumidores tienden a no comprar al tener manchas o algún desperfecto, por esta razón, se debe controlar la producción en confección y contar con la disponibilidad de la información adecuada sobre los procesos productivos, además del funcionamiento de la maquinaria y la gestión del producto en stock, para de esta manera tomar correctas decisiones en base a datos o índices de calidad de forma estadística, de tal manera se ha observado reflejado en un estudio, que al aplicar la metodología DMAIC de Six Sigma, contribuyo a la mejora de la calidad de los productos de confección logrando eliminar las fallas de confección como cortes mal realizados, costuras en mal estado y manchas, se ha empleado el rediseño del método de trabajo con capacitación a los colaboradores mejorando las condiciones empresariales [5].

Por lo tanto, la implementación de este concepto como método de calidad en la industria de la confección es exitosa porque trata principalmente de reducir la variabilidad en el proceso mediante la reducción de defectos, esta estrategia de gestión aumenta el desempeño de la organización a través de la mejora continua de los procesos. productos y procesos que cumplen con las expectativas del cliente. El presente estudio tiene como finalidad desarrollar un plan de mejora del proceso productivo de confección de la Empresa M%B a través de las diferentes etapas de la herramienta DMAIC utilizando el enfoque Six Sigma para minimizar los defectos potenciales.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

ANÁLISIS DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE CONFECCIÓN DE BIVIDIS
EN LA EMPRESA M&B TEXTILES BAJO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA

1.2 Antecedentes investigativos

La metodología de Six Sigma, fue creada en la empresa Motorola en los años 80 por el ingeniero Bill Smith, en la que tenía como objetivo mejorar 10 veces el desempeño del proceso en un periodo de 5 años, por lo que se logró que si el producto se reparaba durante la producción, otros defectos quedarían escondidos y saldrían con el uso del cliente además que si un producto se ensambla libre de errores es poco probable que falle en el campo, por lo que gano el premio Malcolm Baldrige [8], logrando implementar en Allied Signal lo cual contribuye en numerosas iniciativas como lo fue Texas Instruments, posteriormente su implementación continua en General Electric por Jack Welch logrando resultados impactantes que fue difundido a nivel internacional el potencial de su enfoque pues, la metodología mejoró numerosas empresas han introducido esta técnica dentro de sus organizaciones algunas de ellas son: Bombardier, Siebe, Sony, Polaroid Corporation, Toshiba, entre otras [8].

La filosofía de mejoramiento continuo de Six Sigma cuenta con un conjunto de técnicas y conceptos de carácter administrativo y estadístico que se enfocan en la reducción de la variabilidad en los procesos, en la que denota que entre menos variabilidad mayor estabilidad, permitiendo con mayor facilidad predecir el comportamiento de los procesos a corto plazo, además que si se cuenta con procesos controlados estadísticamente se asegura un cierto nivel de confianza que no se generen productos no conforme y se puede realizar análisis que permiten identificar de manera certera las causas principales que afectan al rendimiento de los procesos [9].

Las ventajas de Six Sigma en su implementación en las industrias son: incrementar la calidad, mejorar la productividad, reducir los costos así también optimizar los procesos y fomentar la creación del sistema de gestión de calidad basándose en normas

internacionales ISO 9001:2015, logrando una mejora en todos los procesos [10].

En la industria textil se ha visto mejoras en cuanto a la calidad de sus productos, en la que estudios demuestran su efectividad como en la empresa Moda Atlántico de la ciudad de Barranquilla, en la que se basa en un diagnóstico inicial para determinar las causas principales que subyacen en la mano de obra y maquinaria en la generación de defectos en cuanto a la presencia de costuras abiertas causantes de la falta de procedimientos encontrando que el proceso cuenta con un nivel sigma de corto plazo de 1.05 y de largo plazo de -0.45 [11], señala que el proceso no está controlado, por lo que se establecen propuestas de mejora a través de la implementación de procedimientos de trabajo, método de las 5s para la organización, logrando una mejor eficiencia del proceso y reducción de defectos tanto internos de la empresa como externos de maquila [11].

Otros factores problemáticos dentro de la industria Textil, son las empresas que se contratan de forma externa para abastecer la capacidad de producción, sin embargo la calidad con la empresa principal es variable y no coinciden, generando pérdidas de clientes y quejas, por lo que se han empleado las mejoras por medio del diagrama de Pareto en un 27%, luego con el diagrama de Ishikawa se especificó los problemas de la ineficiencia en la línea de maquilado de prendas, resaltando mala calibración en máquinas de costura overlook y recta, el cual representa impacto económico en los costos de producción valorada en \$11,804.94 dólares / anual. Por ello se diseñó la propuesta basada en la metodología SEIS SIGMA, cuyo costo asciende a \$4,500.00 dólares, resultando factible su ejecución según el indicador beneficio/costo estimado en 2.62 sigmas a nivel global mejorando las condiciones de máquinas y estandarización de procesos [12].

Por medio de la elaboración de un plan de mejora de los procesos productivos de la elaboración de telas, se aplicó las fases de las metodologías de Six Sigma DMAIC, en la que se identificó las fallas principales en los tejidos como lo son: roturas de spandex, caídas de malla, manchas de aceite, además que en los procesos de teñido se obtuvo: manchas de colorantes [13], doble tono y en el acabado existe variaciones de las

dimensiones de la tela, por lo cual se detecta los principales problemas que son de materia prima, falta de mantenimiento, procedimientos incorrectos y la falta de control del proceso, por lo que mediante la evaluación de capacidad se obtiene un valor sigma de 2,09 que es inadecuada con existencia de variabilidad, por lo que propone una mejora con el desarrollo de procedimientos de control de calidad, así también como registros de control para evitar que sucedan nuevamente las fallas [3].

Dentro de estas organizaciones manufactureras textiles se han fijado mejoras que se logran con la aplicación de medidas, sin embargo, actualmente las organizaciones también optan por metodologías que al igual que solo Six Sigma mejora la calidad, Lean Six Sigma que es la combinación del control estadístico y la creación de procesos flexibles han contribuido en la mejora del tiempo de ciclo como en la calidad de los procesos [14]. Por tal motivo estudios demuestran que al combinar las dos metodologías en la empresa textil, se puede incrementar la capacidad como es el caso de las pymes en Perú en la confección de ropa femenina, en la que se aplicó herramientas de Lean Six Sigma como VSM, 5s y Lean Service, en la que al emplear estas herramientas se logró un incremento de 200 prendas adicionales mensualmente con la calidad adecuada, además que ha generado un TIR de 38% y un VAN positivo, por lo que se tiene mejoras relevantes con las nuevas metodologías [15].

Con la implementación de Lean Six Sigma en la industria textil, se logra reducir la frecuencia principal de defectos de la tela mezclilla de hilos gruesos en urdimbre, de un índice de 1.8 gruesos por cada 100 yardas lineales a 1 grueso, en consecuencia, la utilización de este tipo de método permitió el mejoramiento de la calidad del producto con procesos eficientes [4].

1.2.1 Contextualización del problema

En la actualidad, los cambios macroeconómicos a nivel mundial, exigen a las empresas la optimización de sus recursos económicos y procesos, con la finalidad de ofrecer un producto que satisfaga las necesidades del cliente basándose en 2 aspectos fundamentales como la calidad y el precio [16]; sin embargo, la mayor parte de las empresas no cuenta con una calidad adecuada, influyendo de forma negativa en la producción de fallas de todo tipo, desarrollando: reprocesos, desperdicios en la producción, pagos a trabajadores por elaborar productos de mala calidad, paros de maquinaria para verificar el origen de la falla, inspección excesiva para tratar que los productos de mala calidad no salgan al mercado, preinspección y eliminación del rechazo, gastos innecesarios por fallas del producto y por devoluciones, además de tener problemas y conflictos humanos en el interior de la empresa creando una reducción de las ventas y hasta cierres de las organizaciones [6].

La llegada de la pandemia de Covid-19 el 17 de noviembre de 2019, hasta el presente año 2021, al combinarse con los desperdicios presentes en la industria y por el cierre obligatorio del comercio; grandes marcas europeas y americanas por tratar de proteger su liquidez cancelaron pedidos de materia prima y se retrasó la entrega de producto terminado, por lo que al cerrar el año 2020 a nivel global, la industria textil perdió entre un 20% y 25% de sus ventas, más en Europa llegando hasta un 30%, seguido de Estados Unidos con un 25%, y China con un 10% [7]; la incertidumbre sobre la evolución sanitaria y económica ha hecho que miles de empresas cerraran, por ende se crea la necesidad de mejorar sus procesos con gran velocidad y de reducir gastos innecesarios como en los reprocesos y mala calidad de sus productos [17].

La industria textil al estar afectada por los acontecimientos actuales de la pandemia y a la globalización, se ha creado nuevas formas de mejorar sus productos mediante la innovación, mejora de la calidad y estandarización de sus procesos; sin embargo, dichas mejoras tienen dificultad de ser aplicadas debido a los costos, por ende, se requiere un compromiso de la gerencia para aprobar mejoras, que den lugar a productos de calidad a bajo costo [18].

En Latinoamérica, el sector textil y de confección se generó a partir de las actividades familiares [19], por lo que los procesos se manejan con el conocimiento empírico y la tendencia de mejora es más complicada para dichas organizaciones, coincidiendo que cuentan con bajos niveles de calidad en sus productos; que muchos de los defectos parten desde el ingreso de la materia prima esto ocurre porque no cuentan con metodologías de muestreo y de verificación, haciendo que en los procesos siguientes se detecte la falla [20], por ende la carencia de un control estadístico de calidad en los procesos repercute en pérdidas y costos de reprocesos.

Se han demostrado en diversos estudios en América Latina, en cuanto a la utilización de metodologías que contribuyen a la reducción de defectos y mejora de la flexibilidad de sus procesos como lo es Lean Six Sigma [14], que disminuye el tiempo de ciclo, pero considerando la calidad de sus productos, por ende, se ha notado que solo la aplicación de Six Sigma al mejorar la calidad de sus productos también mejora la eficiencia del proceso productivo, teniendo en cuenta que se basa en el enfoque estadístico de los pasos de definir, medir, analizar, mejorar y controlar, permite tener procesos de confección óptimos con la mínima cantidad de defectos mejorando su rentabilidad [5].

En el Ecuador las empresas textiles, ocupan un gran espacio en el sector industrial, que según estimaciones de industrias textiles del Ecuador (AITE), genera alrededor de 50000 plazas de empleos directos y más de 20000 indirectos [21], adicionalmente en base al plan Nacional de Desarrollo (2017-2021) [22] , la industria busca actualizarse constantemente y mejorar la calidad de sus procesos y productos, debido a que se ha detectado grandes pérdidas con caídas del 9.9% entre enero y septiembre del año 2020 [5], además se estima que la industria textil y de confección se mejora en base al plan de mejora competitiva del año 2021, en la que establece mejorar los procesos y la calidad de sus productos para que la economía mejore y los productos sean exportados hacia el mercado internacional.

Al contemplar el plan de mejora competitiva, se evidencia la falta de control de calidad en todas las áreas de una organización, especialmente en producción provoca que los

procesos no sean eficientes y los costos incrementen debido a los reprocesos, fallas y retrasos a causa de la incorrecta utilización de los materiales, máquinas, métodos y recursos humanos [14] [23]. En las textilerías, específicamente en el área de confección, se denota altos índices de desechos en cuestión de defectos, pues al estar manchados, descoloridas, las prendas no pueden ser reprocesadas y son desechadas, generando pérdidas económicas, por tal motivo el plan de mejora establece desarrollar técnicas que permitan controlar la calidad de los procesos desde el ingreso de la materia prima hasta el producto terminado verificando parámetros como la limpieza de la prenda, calidad de las costuras, cortes o rupturas [23].

En Tungurahua, ninguna empresa se ha vuelto competitiva en el mercado internacional [1], debido a que en la actualidad las organizaciones deben llevar adelante todas sus actividades dentro de su entorno competitivo, cabe mencionar que en la industria textil se han identificado defectos comunes en el proceso de confección como son: costuras rotas o abiertas, costuras sin rematar, hilos sueltos, costuras torcidas, variantes de tonos de hilo, reparaciones visibles, manchas de aceite y mota en tejidos [2] [24], estos defectos pueden ser prevenidos desde la materia prima y seguido en el control de cada etapa del proceso para evitar pérdidas y gastos innecesarios [25].

La empresa M&B Textiles, es una organización Ambateña que se encarga de la fabricación de bividis y ropa interior masculino, sus productos son vendidos a nivel nacional con una alta gama de modelos, por lo que cuenta con gran experiencia en el mercado textil, en la organización se han detectado problemas de mala calidad y la generación de reprocesos, pues no cuenta con un sistema de control de calidad que permita la detección temprana y los controles necesarios para evitar complicaciones hasta llegar al cliente final desarrollando quejas por atrasos en las entregas, además de errores en la costura de las prendas, manchas de aceite, mala uniformidad de las prendas como los más relevantes, por lo que la principal problemática se centra en el área de confección al no tener estandarizado el proceso, ni identificados los defectos existentes mediante registros que permitan tomar decisiones de mejora y volverse competitivo en el mercado nacional.

1.2.2 Fundamentación teórica

Control de calidad

El control de la calidad se enfoca en el proceso, es decir, si el producto sale con fallas el procedimiento no es el adecuado; es por ello que se debe realizar actividades orientadas al cumplimiento de los requisitos que den lugar a la satisfacción del cliente final, por lo que se emplean estrategias de mejora como Six Sigma en la reducción de costos de mala calidad y se incrementa la productividad de manera global de la organización [6].

En la Figura 1, se muestran los factores críticos que las empresas buscan lograr en cuanto a la competitividad y la satisfacción del cliente para mejorar la productividad.

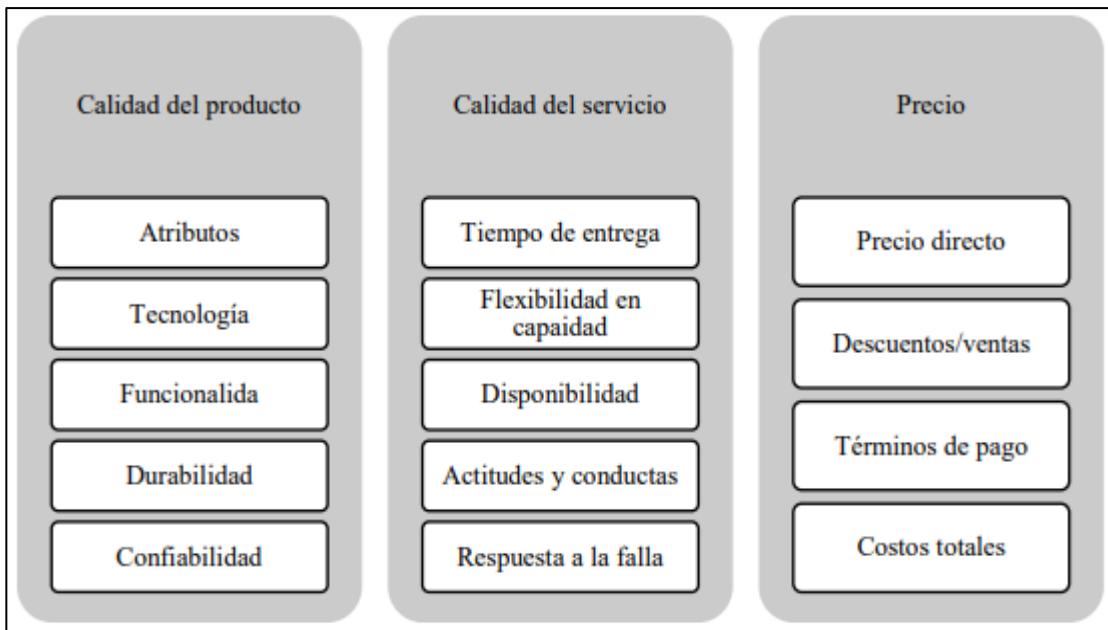


Figura 1. Factores de competitividad y satisfacción del cliente en relación a la calidad de los productos [6].

Por medio de la Figura 1, se muestra que la calidad del producto depende de los atributos, la tecnología, además de la funcionalidad, durabilidad y confiabilidad, en la que a través de dichos factores se logra mejorar la utilidad en conservación de ahorros globales.

Six Sigma

Es una filosofía de trabajo y también se la conoce por ser una estrategia de negocios, en la cual se basa su enfoque directamente hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos y metodologías que permiten minimizar o eliminar la variabilidad en los procesos industriales [26], y alcanzar un nivel de defectos que sea menor o igual a 3 o 4 defectos por millón. Además, Six Sigma, toma algunos elementos de sus teorías precursoras y la estructura de forma sistemática [27], en la cual se genera un enfoque de mejora, en la que su éxito se basa en los siguientes aspectos:

- Se enfoca en los críticos de satisfacción del cliente (CTS).
- Se basa en la ejecución de proyectos de mejora.
- Hace uso intensivo de datos y herramientas estadísticas.
- Los resultados son medibles desde el punto operacional y financiero.
- Su efectividad en la consecución de resultados genera mayor compromiso de la gerencia y las personas.
- Genera un cambio cultural orientado a la excelencia operacional [18].

Six Sigma, se basa en la metodología que compone las fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar en la cual por medio de la Tabla 1 se describe cada fase.

Tabla 1. Fases de Six Sigma (DMAIC) [28] [29].

Fases	Descripción
Definir	Se identifica la parte del estudio a ser evaluado por la dirección para evitar la infrautilización de recursos, en la que se define el problema y las métricas, además de señalar como afecta al cliente para de esta manera precisar los beneficios esperados del proyecto.
Medir	Se emplea un mejor entendimiento del proceso, para validar las métricas y verificar que se puede medir de una manera adecuada y determinar la línea base.
Analizar	Se desarrolla un análisis de los datos actuales o históricos, en la que se emplea la hipótesis sobre las relaciones causa-efecto mediante el uso de herramientas estadísticas de calidad y determinar las posibles fuentes de variación y reducir hacia los problemas poco vitales y establecer el análisis.
Mejorar	Se establecen propuestas de mejora en relación a la causa-efecto para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso.
Controlar	Se establecen los documentos para realizar el control y asegurar las mejoras planteadas.

Herramientas de calidad y Six Sigma

Para mejorar la calidad de los procesos existen herramientas principales para identificar los problemas [3], en las cuales se tiene:

Hoja de control

También conocida como hoja de entrada de datos, registro u hoja de evidencia. Se utiliza para recopilar y clasificar información anotando y registrando datos [3]. Este dato se llama frecuencia. Las ventajas de utilizar el formato de hoja de control son: Los datos se obtienen a través de un proceso simple y eficiente que aplica para todas las áreas de la organización y refleje rápidamente tendencias y patrones subyacentes en el histograma de datos [6].

Es un formato para la recolección de datos, en los que se pueden establecer el total de defectos y el tipo de defectos.

Histograma

Es un gráfico de distribución, en la que permite comprender la variabilidad de los datos a través de la tendencia central y la dispersión, también permite visualizar la tendencia de los datos, y de esta manera formar la distribución que se presente los datos, para ser analizados de forma estadística.

Diagrama de Pareto

Es un gráfico estadístico ordenado los datos numéricos de mayor a menor, en la cual permite identificar los defectos existentes en los más potenciales, por lo que emplea la regla del 80/20, donde el 80% de los problemas son originados por el 20% de sus causas, dicha delimitación contribuye a determinación de causas potenciales [6].

Gráfico ABC

El diagrama ABC, es una variante del diagrama de Pareto, en la cual los artículos se clasifican en tres clases, que son ABC, estableciendo el orden o prioridad para estudio.

Los artículos se clasifican en:

- Artículos A: Son los más importantes a los efectos del control, que se considera al 80% del porcentaje acumulado.
- Artículos B: Aquellos artículos de importancia secundaria que representan el 95% del porcentaje acumulado.
- Artículos C: Son los artículos de importancia reducida que representan desde el 95-100% del porcentaje acumulado.

Permite centrar la atención sobre las causas más importantes de lo que se quiere controlar y sobre todo mejorar.

Diagrama causa-efecto (Ishikawa)

El diagrama permite identificar ordenadamente las causas que pueden afectar a la calidad del producto [6], en la cual permite saber cuál es el error del producto que no cuenta con las especificaciones deseadas, además asocia las causas con los efectos, el diagrama tiene forma de espina de pez como se muestra en la Figura 2.

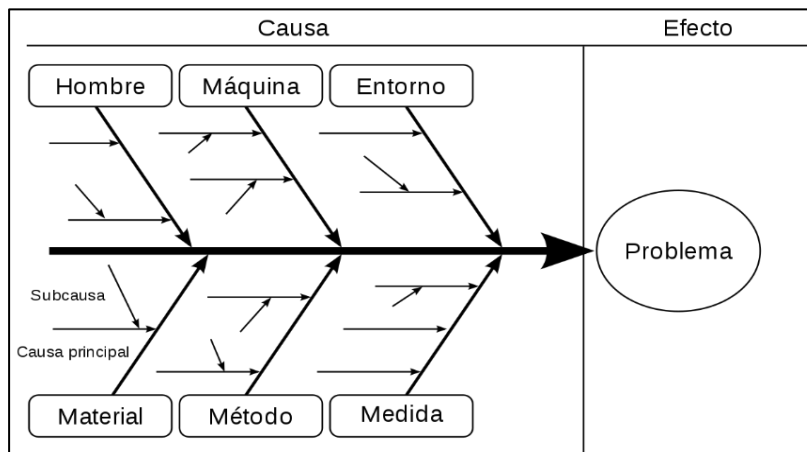


Figura 2. Diagrama de Ishikawa [6].

Estratificación

Se le denomina a la estrategia que se lleva a cabo para la búsqueda, en la cual contribuye a la delimitación del problema para encontrar la raíz y poder solucionar la situación de manera jerárquica, es decir desde el problema potencial hasta los menos importantes [6].

Gráficas de control

Los gráficos de control son representaciones del comportamiento de un proceso a lo largo del tiempo con la finalidad de mejorar la calidad, la cual cuenta con límites de control, las cuales estos pueden ser para atributos o características de calidad como también de variables cuantitativas, el ejemplo de los gráficos de control se muestra en la Figura 3.

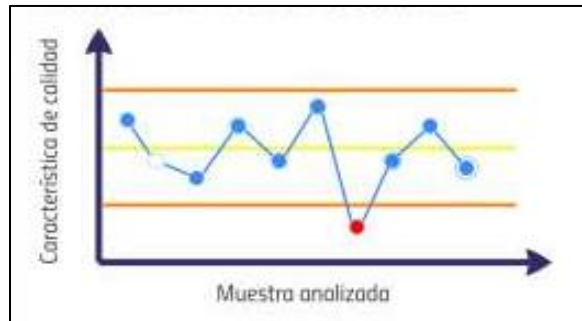


Figura 3. Gráficos de control [6].

Gráficos de control para atributos

Este tipo de gráficos se emplea si las características de calidad no se pueden medir, además las condiciones son diferentes de tipo cualitativos como conforme, no conforme, defectuoso, no defectuoso. Por otra parte, también se pueden aplicar cuando la característica de calidad no pretende indicar nada más que un elemento estándar, es decir en ausencia de mediciones cuantitativas continuas, existen 4 tipos que son:

- **P de proporción o fracción de elementos defectuosos:** Analizar la proporción de artículos defectuosos por subgrupo (unidades rechazadas/ unidades inspeccionadas).
- **NP del número de unidades defectuosas:** Monitorea el número de unidades defectuosas por subgrupo (número de artículos rechazados por cada muestra inspeccionada).
- **C del número de defectos:** Analiza el número de defectos por subgrupo o unidad, ésta puede ser un artículo o un lote, una medida de longitud o de tiempo, una medida de área o volumen.
- **U del número de defectos por unidad:** Monitorea el número promedio de defectos por artículo o unidad inspeccionada.

Las cartas de control empleadas en la presente investigación con sus fórmulas se muestran en la Tabla 2.

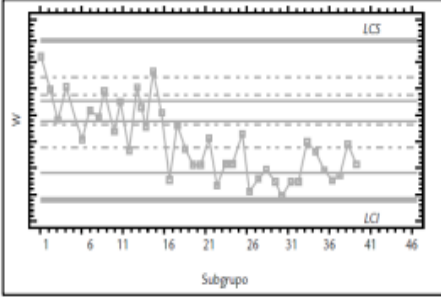
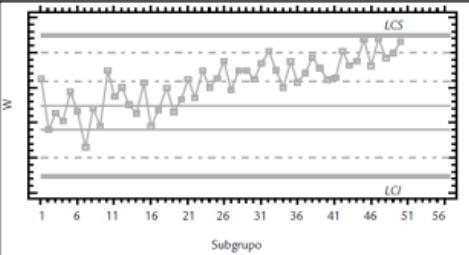
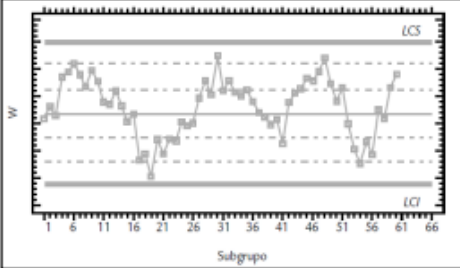
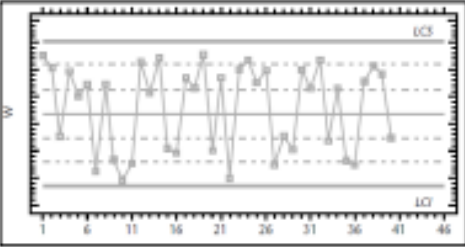
Tabla 2. Cartas de control por atributos [6] [3].

Carta de control U	
<p>Descripción: Se emplea en base al número de defectos por unidad o lote, en la cual se analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad, en lugar del total de defectos en el subgrupo.</p>	
Fórmulas	
$U_i = \frac{c_i}{n_i} \quad (1)$ <p>Donde: <i>C_i</i>=cantidad de defectos en el subgrupo <i>i</i> <i>N_i</i>=tamaño del subgrupo <i>i</i></p>	<p>Para los límites es necesario estimar la media y la desviación estándar del estadístico μ_i que bajo el supuesto de que <i>c_i</i> sigue una distribución Poisson, es:</p> $U_{u_i} = \bar{u} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}} \quad (2)$ $\sigma_{U_i} = \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (3)$ <p>Donde: <i>n</i>= Tamaño del subgrupo</p>
<p>Límites de control</p> $LCS = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (4)$ $LCI = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (5)$ <p>Donde: \bar{u} Línea central Nota: Cuando <i>n</i> no es el mismo en todos los subgrupos, entonces se sustituye por el tamaño promedio de subgrupo.</p>	
Carta de control tipo C	
<p>Analiza la variabilidad del número de defectos por subgrupo, se emplea cuando el tamaño del sub grupo es constante, en esta carta se gráfica <i>c_i</i> que es igual al número de defectos o eventos en el <i>i</i>-ésimo subgrupo (muestra).</p>	
<p>Los límites de control se obtienen suponiendo que el estadístico <i>c_i</i> sigue una distribución de Poisson, están dadas por:</p> $U_{c_i} = \bar{c} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de sub grupos}} \text{ y } \sigma_{c_i} = \bar{c} \quad (6)$	<p>Límites de control</p> $LCS = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (7)$ $LCI = LCS = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad (8)$
Índice de inestabilidad St	
<p>Se considera como proceso inestable cuando en la carta de control los puntos están fuera de sus límites o siguen un patrón aleatorio. Se determina mediante la ecuación (9).</p>	
$S_t = \frac{\text{Numero de puntos especiales}}{\text{Numero total de puntos}} * 100 \quad (9)$	<p>Si el valor esta entre 0 y 2% corresponde a un proceso con una estabilidad relativamente buena, de 2 a 5%, regular; y en la medida de que <i>S_t</i> supere estos porcentajes se considerará qué tan mala es su estabilidad.</p>

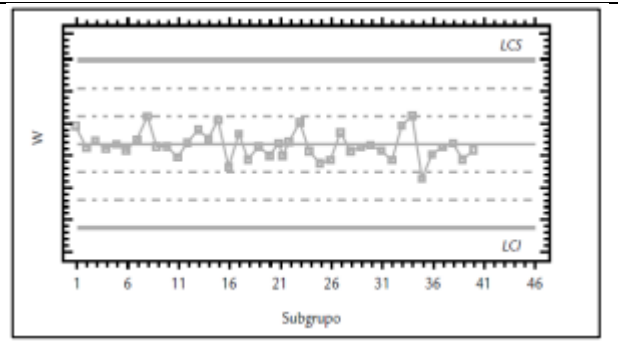
Interpretación de cartas de control

Las cartas de control sirven para establecer la estabilidad del proceso, sin embargo, no solo se determina cuando todos los puntos analizados están dentro de los límites naturales de control, sino también existen otros patrones que determinan si el proceso analizado es estable, en la cual se determinan zonas del grafico que detectan anomalías y sus diferentes causas, por lo cual en la Tabla 3, se muestra los patrones.

Tabla 3. Cartas de control por atributos [6].

PATRÓN Y DESCRIPCION	IMAGEN REPRESENTATIVA
<p>Patrón 1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso: Este patrón ocurre cuando uno o más puntos exceden el límite de control, o cuando los puntos consecutivos están a ambos lados de la línea central. Las principales causas son: Introducción de nuevos operadores, máquinas, materiales y métodos. Cambios en la forma de inspección y más o menos atención al proceso del trabajador</p>	
<p>Patrón 2.- Tendencias en el nivel del proceso, se da cuando los valores de los puntos tienden a aumentar o disminuir, las causas principales son deterioro de los equipos, desgaste de herramientas, calentamiento de máquinas y cambio de condiciones del medio físico de la empresa.</p>	
<p>Patrón 3.- Ciclos recurrentes (periodicidad), se da cuando un flujo de puntos seguidos tiende a incrementar y luego se presenta otro flujo de manera descendente, este patrón significa por diferencia de herramientas, rotación de máquinas o trabajadores.</p>	
<p>Patrón 4.- Mucha variabilidad, se da cuando existe una alta proporción de puntos que se encuentran cerca de los límites de control y pocos o ningún en la parte central, las causas son: ajustes innecesarios del proceso, diferencias de calidad del material o los métodos de control de los procesos en una misma carta.</p>	

Patrón 5 Falta de variabilidad (estatificación), este patrón se obtiene cuando se concentran en una parte central de la carta, en la cual las principales causas son el agrupamiento en una misma muestra con medidas bastantes diferentes o a la equivocación en el cálculo de los límites de control.



Métricas Six Sigma para atributos

Las métricas de Six Sigma se emplea a los errores o defectos de proceso para medir la calidad y graficar indicadores que son fáciles de calcular e interpretar si los resultados tienen resultados específicos como: pasa o falla, es aceptable o inaceptable, se considera como dato de atributos [6].

DPMO (defectos por millón de oportunidades)

Esta es una manera fácil de cuantificar los defectos esperados en un millón de oportunidades. Consiste en identificar primero la posibilidad de un error, y también el nivel sigma del proceso, la formula se muestra en la ecuación (10).

$$DPMO = \frac{1000000*d}{U*O} \quad (10)$$

Donde:

U = número de unidades inspeccionadas

d = número de defectos que puedan existir en cierta cantidad de unidades

O = número de oportunidades por unidad (cantidad de defectos posibles dentro de un producto)

PPM (Partes por millón)

Muestra el número de partes inconformes en el proceso, en la cual se utiliza para llevar un control de los productos defectuosos o eliminados, por consiguiente, mientras más bajo sea el valor, el proceso será más eficiente y de buena calidad.

La fórmula empleada se muestra en la ecuación 11.

$$PPM = \frac{\text{Cantidad de piezas defectuosas}}{\text{Cantidad de piezas inspeccionadas}} * 1000000 \quad (11)$$

Observación: Las métricas DPMO, se refiere a variables tipo atributos con distribución de Poisson, es decir que una pieza puede llegar a tener más de un defecto y no necesariamente es rechazada, en cambio con las PPM, se emplea cuando la parte cumple o no cumple, es decir si pasa o no pasa la inspección, aplicando la distribución binomial y su aproximación a la distribución normal.

Rendimiento del proceso (yield)

El rendimiento esperado el proceso se determina a través del porcentaje de elementos que cumplen con las especificaciones del cliente, en la cual se desarrolla mediante la ecuación 12.

$$\text{rendimiento} = \frac{(1\,000\,000 - PPM_{total})}{1\,000\,000} * 100 \quad (12)$$

Para implantar los niveles sigma y el rendimiento (yield) de la calidad en el proceso, se utiliza la Tabla 4.

Tabla 4. Nivel Sigma y rendimiento [6].

Rendimiento %	Sigma	Defectos por millón	Rendimiento %	Sigma	Defectos por millón
99,9997	6	3,4	93,32	3	66 800
99,9995	5,9	5	91,92	2,9	80 800
99,9992	5,8	8	90,32	2,8	96 800
99,999	5,7	10	88,5	2,7	115 000
99,998	5,6	20	86,5	2,6	135 000
99,997	5,5	30	84,2	2,5	158 000
99,996	5,4	40	81,6	2,4	184 000
99,993	5,3	70	78,8	2,3	212 000
99,99	5,2	100	75,8	2,2	242 000
99,985	5,1	150	72,6	2,1	274 000
99,977	5	230	69,2	2	308 000
99,967	4,9	330	65,6	1,9	344 000
99,952	4,8	480	61,8	1,8	382 000
99,932	4,7	680	58	1,7	420 000
99,904	4,6	960	54	1,6	460 000
99,865	4,5	1 350	50	1,5	500 000
99,814	4,4	1 860	46	1,4	540 000
99,745	4,3	2 550	43	1,3	570 000
99,654	4,2	3 460	39	1,2	610 000
99,534	4,1	4 660	35	1,1	650 000
99,379	4	6 210	31	1	690 000
98,181	3,9	8 190	28	0,9	720 000
98,93	3,8	10 700	25	0,8	750 000
98,61	3,7	13 900	22	0,7	780 000
98,22	3,6	17 800	19	0,6	810 000
97,73	3,5	22 700	16	0,5	840 000
97,13	3,4	28 700	14	0,4	860 000
96,41	3,3	35 900	12	0,3	880 000
95,54	3,2	44 600	10	0,2	900 000
94,52	3,1	54 800	8	0,1	920 000

AMEF

La metodología AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo), identifica, analiza y evalúa la posibilidad de ocurrencia de fallas en un proceso o producto, determinando las causas que lo generan, con la finalidad de eliminar o minimizar la ocurrencia de las mismas [14]. Esta metodología es considerada como un método analítico estandarizado, en la cual se detecta y elimina problemas sistemáticamente y son evaluados constantemente, los objetivos que tiene son:

- Identificar y evaluar los modos que se generan fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Establecer los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del proceso.
- Direccionar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad que ocurra una falla potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema de producción

Nivel de prioridad del riesgo (NPR)

Indica el número de prioridad de riesgo, en la cual permite priorizar las acciones de mejora sobre aquello que necesita tener mejoras prioritarias, la formula está dada por la ecuación (13).

$$\mathbf{NPR = SEV \times OCU \times DET \text{ (13)}}$$

Donde:

SEV: Es el índice de severidad o gravedad de la falla detectada.

OCU: Se establece como el índice de ocurrencia de la falla.

DET: Es el valor de detección de la falla.

Para cada uno de los parámetros de la ecuación 13, se determina mediante los criterios o niveles con escala del 1 hasta el 10.

Severidad (S): Se denota como la gravedad de los efectos potenciales de la falla en perspectiva para el cliente o para el proceso siguiente, se estima el grado en base a la escala del 1-10, en la Tabla 5, se describen los criterios.

Tabla 5. Criterios de severidad [3].

Severidad	Criterio	Valor
Muy Baja	Se tiene repercusiones imperceptibles, por lo que no origina efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema.	1
Baja	Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles, origina un ligero inconveniente al cliente, por lo que se denomina un pequeño deterioro del rendimiento, de fácilmente remediación.	2-3
Moderna	Son defectos de la relativa importancia, por lo que produce un cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observara deterioro en el rendimiento.	4-6
Alta	El fallo es crítico e inutiliza el sistema, genera un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	La severidad es muy crítica que afecta el funcionamiento proceso seriamente e incumpliendo las normas reglamentarias.	9-10

Ocurrencia (O): Se enfoca a la frecuencia que se espera que ocurra la falla debido a las diferentes causas potenciales, en cual se basa en una escala de valoración del 1 al 10, en la Tabla 6, se muestran los criterios.

Tabla 6. Criterios de ocurrencia [3].

Ocurrencia	Criterio	Valor
Muy Baja	No se asocia ningún fallo en el pasado, por lo que es concebible.	1
Baja	Se genera fallos aislados en procesos similares, por lo cual es poco probable que suceda.	2-3
Moderna	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha detectado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Detección (D): Es la probabilidad de que la causa o la forma de fallo sea detectada para evitar daños en el proceso o producto, por medio de los controles actuales, es decir la probabilidad de detectar las fallas antes que llegue al cliente final, la escala empleada es del 1 al 10 como muestra la Tabla 7.

Tabla 7. Criterios de detección [3].

Detectabilidad	Criterio	Valor
Improbable	El falla o defecto no se puede detectar.	9-10
Pequeña	El defecto o fallo resulta difícil detectarlo.	7-8
Mediana	El defecto o falla se es detecta y se puede corregir antes que llegue al cliente, generalmente se detecta al finalizar la producción.	4-6
Alta	El defecto o falla es fácilmente detectable, aunque en un principio no pueda ser detectado, pero al finalizar el proceso se puede detectar con facilidad.	2-3
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1

Número de prioridad del riesgo

El número de prioridad del riesgo es el resultado de la multiplicación de la ecuación (13), en base a los criterios seleccionados de la falla, en la cual tiene una puntuación de 1-1000, por lo que indica que los altos números deben tener mayor prioridad para establecer acciones correctivas que permitan mitigar o minimizar la generación de las mismas, la puntuación indica los controles a tomar como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Criterios de nivel de prioridad del riesgo [3].

Prioridad del NPR	Nivel de Riesgo
De 1 a 124	Ninguna Acción requerida
De 125 a 499	Acción requerida
Por encima 500 hasta 1000	Implementación de acción inmediata

1.3 Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar un análisis de defectos en el proceso de confección de bividis en la empresa M&B Textiles bajo la metodología Six Sigma.

Objetivos específicos







- Identificar el proceso de confección de bividis en la empresa M&B Textiles.
- Evaluar a través de metodologías estadísticas el nivel de defectos del proceso de confección.
- Establecer las propuestas de mejora y control en el proceso de confección.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Los materiales empleados en la presente investigación se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Productos de la empresa M&B Textiles.

Material y representación	Descripción
Microsoft Word 	Empleado para el procesamiento de texto del trabajo de investigación.
Microsoft Excel 	Software empleado para el procesamiento numérico y de análisis de datos bajo la metodología Six Sigma.
Microsoft Visio 	Software empleado para el desarrollo de diagramas de flujo, diagramas de Ishikawa.
Minitab 	Software utilizado para el procesamiento numérico de datos en términos de métricas Six sigma
Hoja de control 	Empleado para el registro de los defectos encontrados en los procesos de confección.
Registro de control diario de producción 	Formato empleado para el registro de los productos confeccionados, con la cantidad, talla, el color y las observaciones.

2.2 Métodos

Enfoque

El trabajo de investigación tuvo un enfoque cuali-cuantitativo, debido a que se fundamenta en encontrar la causa de la problemática y brindar soluciones. Se denomina cualitativo porque permitió la recolección de información textual de la organización y sus procesos de confección con la finalidad de determinar la situación actual de la misma, y por medio del enfoque cuantitativo, se usó para establecer la línea base del estudio mediante el análisis actual de defectos del proceso en valoración numérica y análisis estadístico de Six Sigma, permitiendo analizar dichos resultados y establecer mejoras.

Modalidad de la Investigación

Bibliográfica documental

Se aplicó la modalidad bibliográfica documental, porque el objetivo es fundamentar el estudio mediante teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre el problema propuesto, además de apoyarse en estudios desarrollados en libros, tesis, artículos científicos, páginas web, etc. que permitió emplear el correcto uso de las herramientas, metodologías y procedimientos para la ejecución de Six Sigma.

De Campo

Se empleó la modalidad de campo, pues se requirió de visitas técnicas en las instalaciones de la empresa M&B Textiles, con la finalidad de recopilar información del proceso productivo, así también datos numéricos de fallos y determinar los problemas principales, que sirven como base para establecer los pilares de las mejoras

Exploratoria

Se utilizó la modalidad exploratoria, para conocer y analizar las causas generadoras del problema que se plantea, e investigar la situación actual de la organización en cuanto a sus procesos y contar con la idea clara del problema que afecta a la misma.

Aplicada

El presente trabajo de investigación se desarrolló bajo la modalidad aplicada, a través de la cual se propuso estrategias de solución al problema en base a los conocimientos obtenidos en el transcurso de la carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización, los cuales permitió mejorar los procesos de confección de ropa para lograr optimizar la calidad del producto ofrecido por la empresa M&B Textiles.

Población y Muestra

Esta investigación se desarrolló en la empresa M&B Textiles, en el área de confección, por lo cual en el presente estudio se estableció como población a todos los trabajadores de la organización como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Población del área de confección de M&B Textiles.

Población	Elementos	%
Gerente	1	8.33
Supervisor	1	8.33
Operarios	10	83.34
Total	12	100%

En base a la Tabla 10, se tiene un total de 12 personas, por lo que no se establecerá una muestra, es decir, se trabajará con el 100% de la población.

Por otra parte, en cuanto al análisis de la calidad de los productos se realizó la toma de muestras aleatorias de los lotes del producto con mayor demanda determinado a través del diagrama ABC, durante un periodo de 3 meses, en la que se determinó los defectos existentes en el proceso de confección para posteriormente analizarlos estadísticamente.

Recolección de Información

La recolección de información se realizó a partir de la aplicación de diferentes técnicas, métodos y herramientas que aportaron en el estudio planteado con la finalidad de dar cumplimiento de los objetivos, por tanto, las técnicas, métodos y herramientas se muestra en la Tabla 11, en las que están relacionadas con las fases DMAIC de Six Sigma.

Tabla 11. Técnicas, métodos y herramientas de recolección de información.

Objetivos de la investigación	Fases de Six Sigma	Técnica/Método	Herramientas de recolección	Procesamiento de datos
Identificar el proceso de confección de bividis en la empresa M&B Textiles	Definir	<ul style="list-style-type: none"> Observación del proceso de confección Técnica de lluvia de ideas 	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de información de levantamiento de procesos (Anexo 6). Registro de control diario de producción (Anexo 1). 	<ul style="list-style-type: none"> Diagramas de flujo del proceso Diagrama de Ishikawa
Evaluar a través de metodologías estadísticas el nivel de defectos del proceso de confección.	Medir	<ul style="list-style-type: none"> Observación 	<ul style="list-style-type: none"> Hojas de control de calidad (Anexo 2). 	<ul style="list-style-type: none"> Cartas de control Informes de capacidad
	Analizar	<ul style="list-style-type: none"> Método descriptivo de análisis de datos 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis por medio de resultados obtenidos 	<ul style="list-style-type: none"> Diagrama de Ishikawa 5 porqués Análisis de modo y efecto de fallo AMEF
Establecer las propuestas de mejora y control en el proceso de confección	Mejorar	<ul style="list-style-type: none"> Método descriptivo 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis por medio de resultados obtenidos 	<ul style="list-style-type: none"> Matriz de propuestas de mejora
	Controlar	<ul style="list-style-type: none"> Método descriptivo 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis por medio de resultados obtenidos 	<ul style="list-style-type: none"> Matriz del plan de control de mejoras

Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron y analizaron de la siguiente manera:

- Se realizó un análisis la información obtenida, eliminando aquellos datos incompletos, innecesarios o equivocados.
- Se registró la información cualitativa del proceso de confección de bividis, por medio del software de procesamiento de texto Microsoft Word, además de la creación de los diagramas de flujo a través de la utilización del software Microsoft Visio, para comprender el proceso a profundidad.
- Se tabuló los datos recopilados de defectos del proceso de confección, obtenido a través del uso de hojas de control, para ser procesada la información de forma estadística, por medio de los softwares de Microsoft Excel y Minitab para establecer los resultados del análisis de estabilidad y capacidad.
- Se analizaron los resultados obtenidos con la finalidad de determinar las causas raíces mediante el uso de gráficos de espina de pez, 5 por qué, a través del procesamiento de información en el software de Microsoft Visio y Microsoft Excel, para presentar los resultados de forma gráfica y tabular.
- Se desarrolló la discusión bibliográfica de los resultados obtenidos con respecto a los criterios de diversos autores basados en el tema de investigación.
- Se estableció las propuestas de mejora a través del análisis de factibilidad por medio del software Excel y el procesador de Texto de Microsoft Word.
- Se elaboró el plan de control por medio del software Excel para controlar los cambios a lo largo del tiempo.
- Se establecieron las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. La organización



Figura 4. Logo de la organización.

M&B Textiles comienza su actividad económica en 1988, que en la actualidad en el año 2021 cuenta con 33 años de trayectoria en el mercado ecuatoriano, la empresa se especializa en la fabricación de ropa interior para damas, caballeros y niños, además de bividis con varios tipos de marcas en relación a la calidad del telar, para satisfacer la demanda de los clientes.

En la Tabla 12, se detalla los datos informativos de la empresa y su ubicación.

Tabla 12. Información de la empresa.

M&B Textiles planta #2 (Fabricación de bividis y ropa interior)		Mapa (Google Maps)
Representante	López Bayas Mario Bolívar	
Provincia	Tungurahua	
Cantón	Ambato	
Dirección	Camino del rey entre Marchena y española.	
Mail:	blancacev@hotmail.com	
Teléfono	0993111435-032850962	

3.1.2. Misión y visión de la empresa

Misión

Diseñar y producir prendas de vestir de la más alta calidad, de acuerdo a los gustos y tendencias del mercado, logrando plena satisfacción de nuestros clientes, contribuyendo al desarrollo económico del país.

Visión

Ser reconocido como una empresa líder en confecciones de prendas de vestir con calidad internacional.

3.1.3. Diagrama organizacional de la empresa

En la Figura 5, se muestra en diagrama organizacional de la empresa.

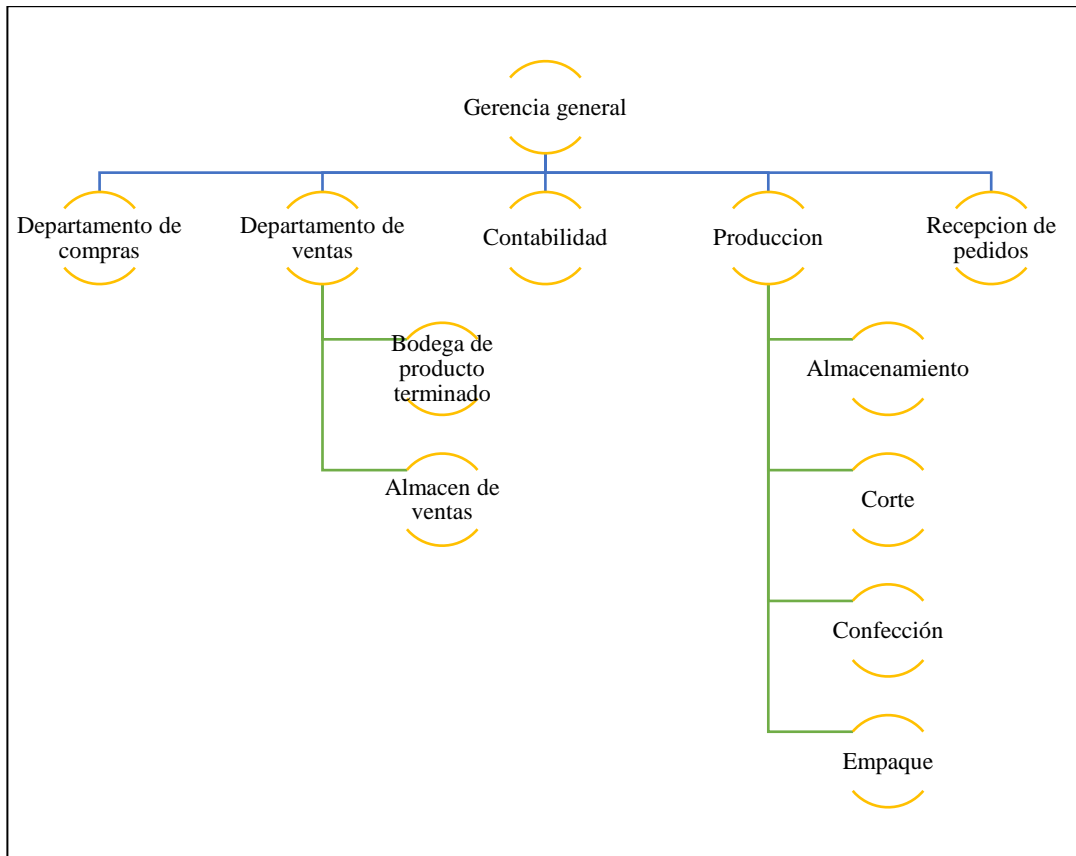


Figura 5. Diagrama organizacional de la M&B Textiles.

3.1.4. Productos que oferta la empresa

M&B Textiles en la planta No 2, oferta bividis y ropa interior, en la cual en la Tabla 13, muestra los productos ofertados.

Tabla 13. Productos de la empresa M&B Textiles.

PRODUCTOS	
Bividis	Ropa interior
Bividi Jhon Charles	Bóxer LB
	
Bividi Ariel	Calzoncillo LB Jr.
	
Bóxer MR	
	

3.1.5. Diagrama ABC

El estudio se centra en la fabricación de bividis debido a la gran demanda de este producto en los últimos años establecido por la organización, por lo cual se determinó el bividi con mayor demanda en base al modelo y talla para referencia de estudio, por ende, de los datos recopilados de la organización se obtuvieron el porcentaje de participación y el acumulado como se muestra en la Tabla 14, y el gráfico ABC en la Figura 6.

Tabla 14. Ventas de enero-octubre 2021.

Código	Modelo	Cantidad	P unitario	P total	%Participación	%Acumulado
JHC8	JHON CHARLES BLANCO 40	1596.00	10.70	17070.00	22.72%	22.72%
AB21	BVD ARIEL COLOR 40	954.00	15.68	14954.70	19.91%	42.63%
AB8	BVD ARIEL BLANCO 38	594.00	14.75	8763.30	11.66%	54.29%
AB23	BVD ARIEL COLOR 44	198.00	19.64	3889.32	5.18%	59.47%
AB9	BVD ARIEL BLANCO 40	240.00	14.81	3553.20	4.73%	64.20%
AB24	BVD ARIEL COLOR 46	150.00	21.43	3214.32	4.28%	68.47%
AB11	BVD ARIEL BLANCO 44	153.00	17.86	2732.16	3.64%	72.11%
JHC19	JHON CHARLES COLOR 40	228.00	11.61	2646.42	3.52%	75.63%
AB20	BVD ARIEL COLOR 38	162.00	15.35	2487.06	3.31%	78.94%
AB22	BVD ARIEL COLOR 42	144.00	15.77	2271.48	3.02%	81.97%
AB10	BVD ARIEL BLANCO 42	145.50	14.74	2144.88	2.85%	84.82%
JHC9	JHON CHARLES BLANCO 42	180.00	10.63	1913.28	2.55%	87.37%
AB12	BVD ARIEL BLANCO 46	90.00	19.64	1767.84	2.35%	89.72%
JHC17	JHON CHARLES COLOR 36	150.00	11.61	1741.08	2.32%	92.04%
JHC20	JHON CHARLES COLOR 42	84.00	11.61	975.00	1.30%	93.34%
JHC18	JHON CHARLES COLOR 38	72.00	11.12	800.88	1.07%	94.40%
JHC7	JHON CHARLES BLANCO 38	72.00	10.28	740.34	0.99%	95.39%
JHC5	JHON CHARLES BLANCO 34	78.00	8.21	640.74	0.85%	96.24%
JHC16	JHON CHARLES COLOR 34	72.00	8.48	610.56	0.81%	97.05%
JHC2	JHON CHARLES BLANCO 28	72.00	8.04	578.58	0.77%	97.82%
AB19	BVD ARIEL COLOR 36	30.00	15.62	468.72	0.62%	98.45%
JHC6	JHON CHARLES BLANCO 36	30.00	10.71	321.42	0.43%	98.88%
AB16	BVD ARIEL COLOR 32	18.00	11.61	208.92	0.28%	99.15%
AB4	BVD ARIEL BLANCO 32	18.00	10.71	192.84	0.26%	99.41%
JHC3	JHON CHARLES BLANCO 30	18.00	8.04	144.66	0.19%	99.60%
AB1	BVD ARIEL BLANCO 26	12.00	10.72	128.58	0.17%	99.77%
AB3	BVD ARIEL BLANCO 30	6.00	12.05	72.30	0.10%	99.87%
JHC4	JHON CHARLES BLANCO 32	6.00	8.21	49.26	0.07%	99.94%
JHC10	JHON CHARLES BLANCO 44	6.00	8.04	48.24	0.06%	100.00%
TOTAL, ANUAL				75130.08		

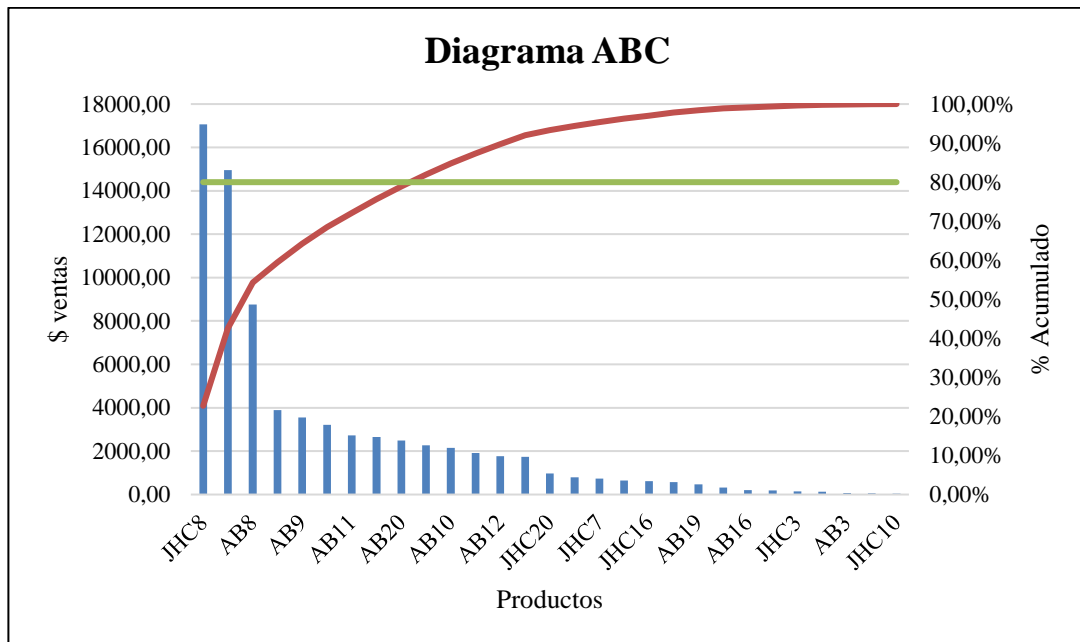


Figura 6. Diagrama ABC de los productos de bividis vendidos durante el periodo enero-octubre 2021.

La Figura 6, indica que el producto con mayor venta desde enero hasta octubre en el año 2021 en la zona A, del diagrama, es el bividi Jhon Charles blanco de talla 40, el mismo que es seleccionado para el análisis del presente estudio, pues presenta mayor demanda en el mercado de las provincias de la Costa y Oriente del país, cabe mencionar que este producto se comercializa en paquetes de 3 unidades de una sola talla, por lo que el precio es razonable con amplia acogida en el país.

En la Figura 7, se muestra el producto seleccionado para el estudio denominado bividi Jhon Charles blanco.



Figura 7. Producto seleccionado para estudio: bividi Jhon Charles blanco.

3.1.6. Proceso de fabricación del bividi Jhon Charles

El proceso de fabricación de bividis es similar independientemente del modelo, por lo cual para el bividi seleccionado Jhon Charles, cuenta con 17 procesos que va desde el ingreso de materia prima hasta el almacenamiento como se muestra en la Figura 8.

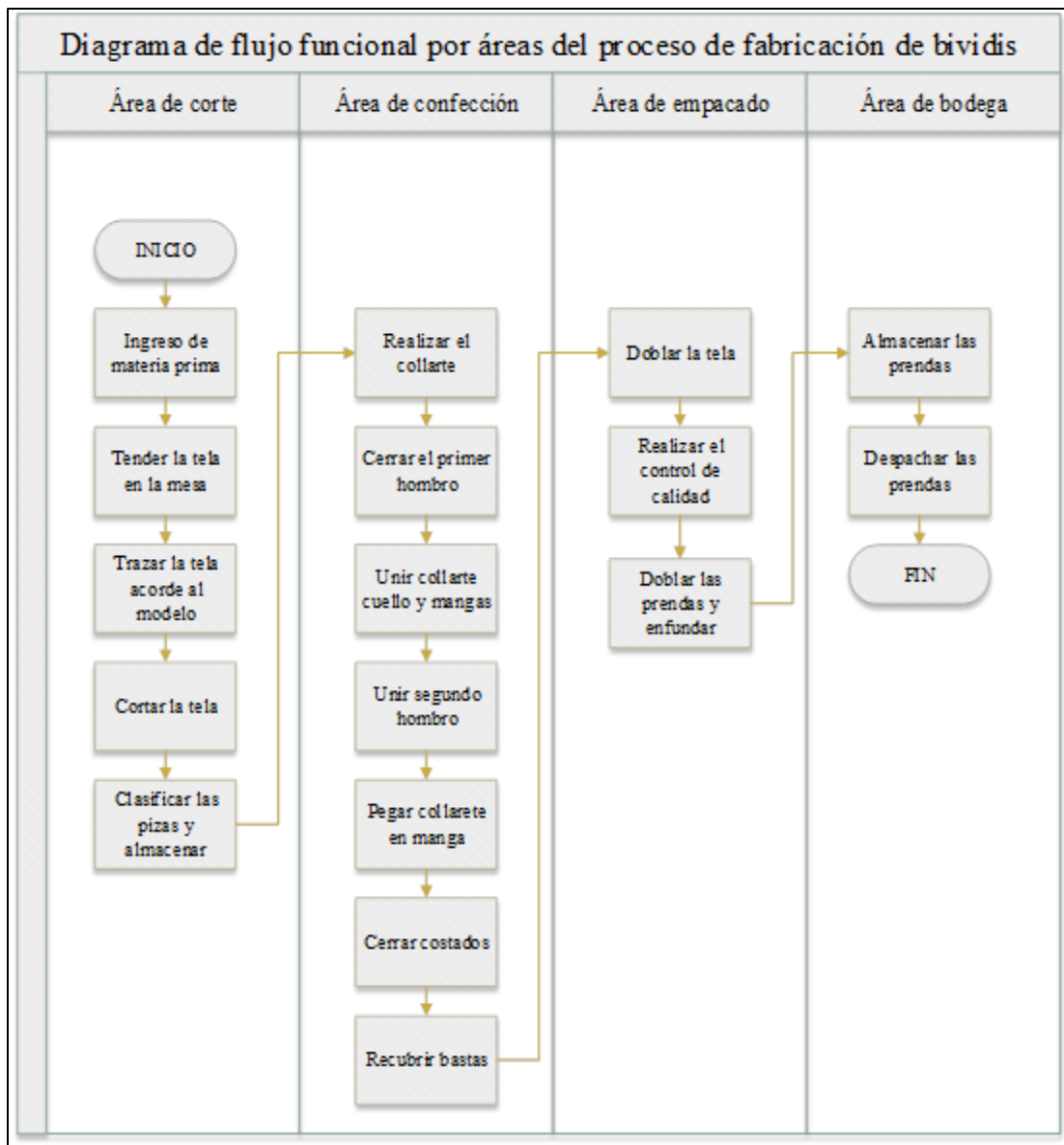


Figura 8. Diagrama de flujo funcional del proceso de fabricación del bividi Jhon Charles.

En la Tabla 15, se describe de forma específica las actividades, fotografías del proceso, la maquinaria y los insumos utilizados para la elaboración del bividi Jhon Charles.

Tabla 15. Descripción de procesos de confección del bividi Jhon Charles.











Área	Proceso	Descripción de las actividades	Maquinaria /Cantidad	Fotografía
Área de corte	Ingreso de materia prima	Se designa la materia prima de rollos de tela acanalada y jersey necesarias para cada modelo de bividi.	N/A	
	Tendido	Se prepara la tela en base al largo de la mesa, y se realiza el tendido para el numero de bividis a ser producidos.	N/A	
	Trazado	Este proceso se lo realiza con la colocación de los moldes, en la cual se trazan encima de los rollos doblados para el delantero y para el espaldar.	N/A	
	Corte	Se realiza el corte de la tela trazada mediante la cortadora de tela vertical sobre los trazos realizados, y se iguala para que los cortes sean uniformes.	Cortadora de tela vertical (1 máquina)	
Área de confección	Clasificación y almacenamiento de piezas	Se marcan las piezas cortadas y se las clasifica según las tallas y colores.	N/A	
	Elaboración de collarete	Con tela sobrante, se mide 2 metros y medio, en la cual se coloca de la máquina collaretera para conformar el collarete.	Cortadora de cinta de doble hoja Cheng Feng (2 máquinas)	
	Cierre del primer hombro	Se separa las partes de corte en cuanto al delantero y espalda del paquete recortado, en la cual se une con la máquina overlock en el hombro izquierdo.	N/A	

Tabla 15. Descripción de procesos de confección del bividi Jhon Charles (Continuación).

Área	Proceso	Descripción de las actividades	Maquinaria /Cantidad	Fotografía
	Unir collarete cuello y mangas	Se realiza la unión del collarete, el cuello, talla y manga mediante la máquina overlock.	Overlock plana industrial para collarín Jontex (1 máquina)	
	Unión de segundo hombro	Se recorta las unidades del bividi que vienen unidas por el collarete, en la cual se emparejan manualmente tanto la delantera como la espalda y unir con el hombro derecho.	Overlock para coser collarita Juki (1 máquina)	
	Pegar collarete en manga	Una vez unido el bividi, se realiza la unión del collarete con el hombro derecho.	Overlock de 2 agujas juki (5 máquinas)	
	Cierre de costados	Se realiza el cierre de los costados mediante la máquina overlock, y se corta los retazos de hilos.		
	Recubrimiento de bastas	Se realiza la igualación de las partes inferiores del delantero y posterior de la prenda, doblando los extremos y uniéndolos con la máquina recubridora.	Recubridora jontex (2 máquinas)	
Área de empaqueo	Doblado	Se dobla por ambos extremos los bividis con el fin de detectar fallas.	N/A	
	Control de calidad	Se selecciona las prendas que presentan alguna falla que sea de confección o daño de la tela y se separa los productos y se los almacena de segunda.	N/A	
	Empaqueo	Las prendas que pasan de control de calidad, se empaquetan en bolsas plásticas con 3 unidades de la misma talla.	N/A	
Área de bodega	Almacenamiento y despacho	El producto terminado, se almacena para el despacho en base al pedido de los clientes y la demanda.	N/A	

Los insumos que se emplean en el proceso de confección del bividi Jhon charles, se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Descripción de la materia prima del proceso de confección del bividi Jhon Charles.

Materia prima	Características	Descripción	Imagen
Telas	Jersey Acanalada	Se emplea para la elaboración del bividi Jhon Charles.	
Hilos	Polyester	Utilizada en la confección de bividis y ropa interior	
Agujas	80-90	Empleada para brindar el mantenimiento a las máquinas de confección.	
Bolsas Plásticas	Con capacidad de 3 bividis	Se utiliza para el empaque del producto final.	

Descripción e identificación del problema

Durante el año 2019 hasta octubre del año 2021, la empresa registró un incremento de bividis con fallas, que terminaban en producto de segunda, por lo cual no cumplían las especificaciones de los clientes, situación que generó pérdidas económicas de las ventas conjuntamente con el actual problema económico causado por la pandemia, por tal motivo y conjuntamente con la gerencia de la empresa, se estableció que la organización debe mejorar en términos de calidad de su producto de mayor venta en cuanto al bividi Jhon Charles color blanco, por ende se busca la minimización de defectos y retrasos de producción por reprocesos de los mismos.

Los datos obtenidos por parte de la organización, en cuanto a la producción obtenida mensual y los productos de segunda se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Productos de segunda en el año 2021.

Productos de segunda del año 2021 del bividi Jhon Charles			
Mes	Producción	Producto de segunda	% Producto segunda
Enero	786	184	23.41%
Febrero	790	192	24.30%
Marzo	740	195	26.35%
Abril	686	213	31.05%
Mayo	810	208	25.68%
Junio	759	210	27.67%
Julio	695	190	27.34%
Agosto	792	215	27.15%
Septiembre	746	194	26.01%
Octubre	810	210	25.93%
Total	7614	2011	26.41%

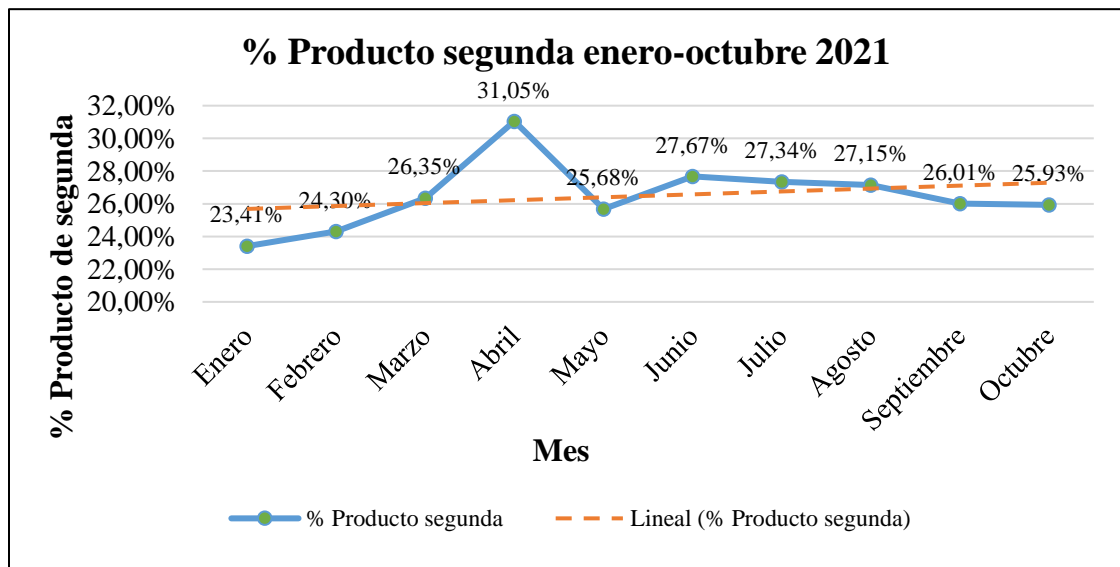


Figura 9. Tendencia del porcentaje de defectos del periodo enero-octubre 2021.

En la Figura 9, se muestra la tendencia del porcentaje de productos de segunda en el periodo enero-octubre 2021, causado por defectos en las prendas, por tal motivo se observa que el pico más alto se obtuvo en el mes de abril, debido a que en la organización ingresó tela Jersey acanalada con fallas de aguja que generan líneas en la tela, además de manchas de aceite, por lo que la fuente principal de dicho mes fue la

materia prima, en cambio en los otros meses se han observado varios defectos ocasionados por los procesos de corte, confección y empaçado, por lo que mediante la metodología de Six Sigma, se pretende minimizar los gastos de mala calidad del producto, y de esta manera mejorar la rentabilidad de la organización e incrementar sus clientes.

3.1.7. Fase de definición de Six Sigma

En esta fase se desarrolla la metodología de Six Sigma, por lo cual se establece el problema a resolver y se clasifica el objetivo y los beneficios del proyecto, por lo tanto, se describe y se identifica el problema de la organización, estableciendo el marco del proyecto en base al proceso productivo de la fabricación de bividis que evidencia el principal problema en los productos de segunda ocasionado por las fallas encontradas.

Críticos de la calidad

Los problemas que causan la generación de producto de segunda, se observan inscritos e identificados por medio del registro diario de producción del formato del Anexo 1, por lo cual se tabula los datos de un periodo de 4 meses desde septiembre hasta diciembre de 2021, se desarrolla la representación mostrada en el Diagrama de Pareto de la Figura 10.

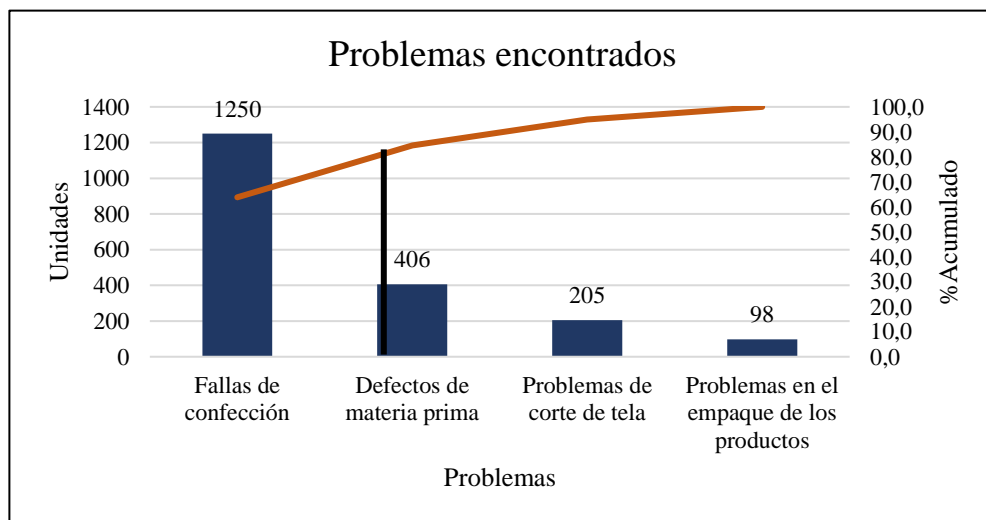


Figura 10. Diagrama de Pareto de problemas.

Por medio de la Figura 10, se observa que los problemas con mayor frecuencia son las

fallas generadas en el proceso de confección, debido a que existe costuras abiertas, saltos de puntadas, manchas de aceite, bividis sin etiquetas, hilos sobrantes por falta de pulido; por otra parte, se observa la prevalencia de defectos de materia prima a causa de mal tono de tela, motas en los tejidos, fallas de aguja y tejidos contaminados, que generalmente depende del proveedor.

Análisis de causas de fallas de confección

Se desarrolla el análisis para identificar las causas por medio de la técnica de las 6M, en base al problema encontrado que es crítico para el cliente y genera pérdidas económicas por la venta de bividis de segunda, por lo cual, mediante la técnica del diagrama de Ishikawa realizado conjuntamente con el jefe de la organización se determinó las causas tal como se muestra en la Figura 11.

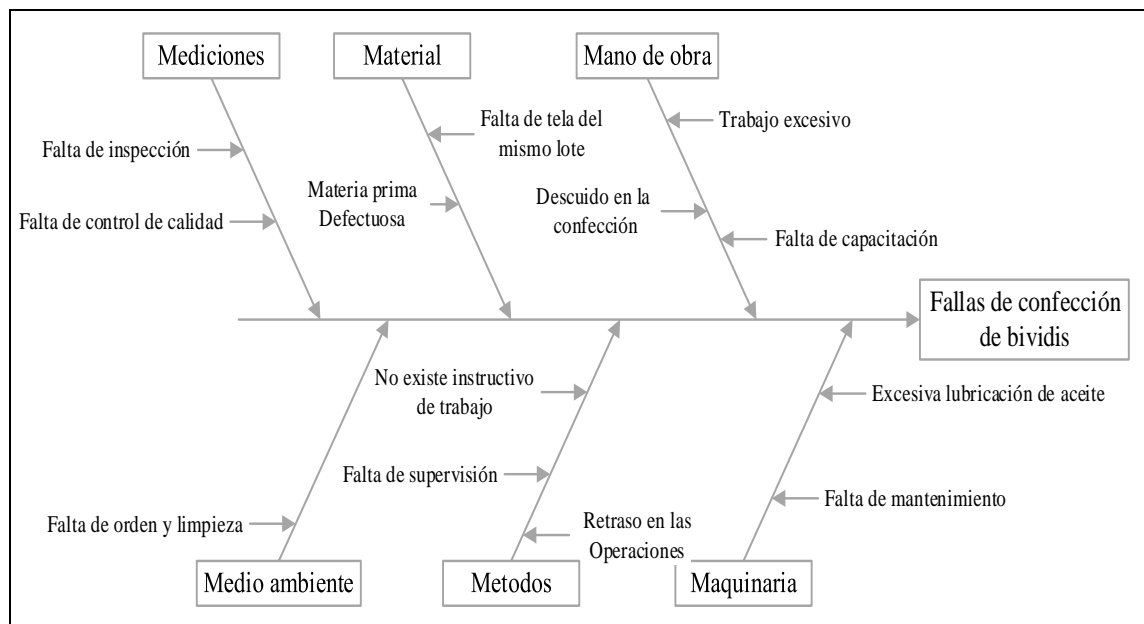


Figura 11. Diagrama de Ishikawa de los problemas de fallas de confección de bividis.

Por medio de la Figura 11, se observa que la mayor cantidad de causas ante las fallas de confección de bividis, haciéndolo producto de segunda, se ve reflejado en la mano de obra y en la maquinaria, por las existencias de costuras abiertas, salto de puntada, mancha de aceite, productos sin coser las etiquetas, por otra parte, un estudio [5], señala los defectos en confección que son ocasionados por:

- Graduación de máquina, que implica la presión correcta, tensiones de los hilos inadecuados, arrastre incorrecto, etc.
- Método de trabajo, en muchos casos el método de trabajo implementado para una determinada operación no es el correcto y ocasiona problemas de costura.
- Accesorios, la falta de prénsatelas, dobladilladores, guiadores adecuados a la operación dificultan el desarrollo de la costura.
- Agujas, para cada tipo de tela existe un tipo de aguja, que evita problemas de picados, jalados, puntadas saltadas, etc.
- Equipo y maquinaria, si estos no están en buenas condiciones o no son adecuados al tipo de tela a trabajar, entonces la confección de la prenda se hace dificultosa y, por lo tanto, genera imperfecciones.
- Problemas de moldes, cuando estos no son correctamente desarrollados, muchas veces en costura se pretende solucionar ese problema, lo que perjudica el acabado de la costura de la prenda.
- Falta de orden y pulcritud en el trabajo, que ocasionan la unión de piezas incorrectas, manchas, costuras faltantes, etc.
- Responsabilidad del propio costurero.

Todas las causas mencionadas afectan a la calidad del producto hacia el cliente haciéndolo de segunda, por lo cual se establece el marco del proyecto Six Sigma.

Marco del proyecto Six Sigma

En la Tabla 18, se muestra la carta del proyecto Six Sigma en relación al problema de la mala calidad de los productos.

Tabla 18. Marco del proyecto Six Sigma.


PROYECTO SIX SIGMA		
	Marco del proyecto Six Sigma de la empresa M&B Textiles en el proceso de confección del bividi Jhon Charles.	Código: MBT-SGC-MP-001
		Fecha: 01-11-2021
		Version: 001
Elaborado por: Jorge Guerrero	Revisado por: Ing. Christian Ortiz	Aprobado por: Ing. Christian Ortiz
Descripción		
Título/Propósito	Minimización de producto de segunda a causa de fallas en el proceso de confección.	
Necesidades del negocio a ser atendidas	Como compañía, el desempeño de la calidad para el proceso de confección no está cumpliendo la meta de tener un porcentaje menor al 10%, lo que provoca pérdidas de dinero por ventas de producto de segunda y pérdida de clientes en el mercado.	
Declaración del problema	En el periodo de enero a octubre del año 2021, se registra un 26,41% de producto de segunda generado por defectos en las prendas principalmente en el proceso de confección.	
Objetivo	Reducir el porcentaje de productos de segunda causados por defectos en los bividis de modelo Jhon Charles.	
Alcance	Parte desde la identificación del problema de los defectos potenciales hasta establecer las propuestas de mejora y control.	
Roles y responsabilidades	<p>Gerente de la empresa: Revisar el proyecto Six Sigma y aprobar las medias a ser tomadas.</p> <p>Jefe de producción: Capacitar y verificar los cambios de mejora en cuanto al procedimiento de trabajo.</p> <p>Investigador: Desarrollar el proyecto Six Sigma y establecer las propuestas de mejora.</p>	



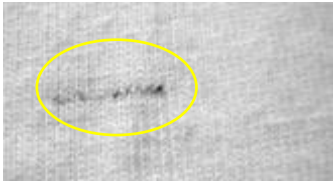



Tabla 18. Marco del proyecto Six Sigma (Continuación).

Descripción	
Recursos	Base de datos de registro diario de producción, registro de mantenimiento de máquinas, registro de nómina del personal, registro de capacitaciones, registros de defectos, hojas de control.
Métricas	Reducción del porcentaje de productos de segunda en relación a la producción.
Fecha de inicio del proyecto	01 de noviembre del 2021
Fecha planeada para finalizar el proyecto	09 de septiembre de 2022
Entregable del proyecto.	09 de septiembre de 2022

3.1.8. Fase de medición de Six Sigma

Esta etapa permite comprender y entender de mejor manera el problema, en la cual se define los defectos que mayormente afecten para la generación de producto de segunda, por lo cual, mediante la inspección visual, conjuntamente con la experiencia de los trabajadores, se emplea la recopilación de defectos con imágenes que permitan identificar cada tipo de defecto como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Defectos de los bividis Jhon Charles blancos.

Proceso	Defectos	Fotografía
Confección	Costuras abiertas o rotas	
	Costuras sin pulir	
	Variantes del tono de hilo	
	Saltos de puntadas	
	Costuras sin rematar	
	Manchas de aceite	

En base a los defectos encontrados en el proceso de confección, se emplea el plan de medición para analizar los parámetros estadísticos y verificar el comportamiento del proceso mediante gráficas de control, por lo cual se emplea el plan de medición mostrado en la Tabla 20.

Plan de medición

En la Tabla 20, se muestra el plan de muestreo de datos discretos en función a la producción mensual que cuenta la organización para la producción de bividis.

Tabla 20. Plan de muestreo de datos completos.

PLAN DE MUESTREO DATOS DISCRETOS	
Información inicial	
A) ¿Qué es lo que se va a contar?	Unidades= # de defectos
B) ¿Cuál es el tamaño de la población?	48 unidades diarias, producidas por 5 días, 4 semanas y por 2 meses con un total de 1920 unidades.
C) Característica a medir	Defectos
D) Nivel de confianza	95% = Z= 1.96
Estrategia de muestreo	
Estrategia de muestreo aleatorio por conglomerados, permite analizar los defectos dentro del subgrupo y debido a que se trabaja por lotes o paquetes de 12 bividis.	
Tamaño de la muestra	
$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * P * Q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$ <p>Donde: N= 1920, P= 0.5 y Q=0.5, e=0.05, Z= 1.96</p>	n = 350
Frecuencia de muestreo	
La frecuencia de muestreo es diaria de lunes a viernes, en un total de 15 muestras de 24 unidades, es decir cada subgrupo cuenta con dos paquetes de 12 unidades.	

Histograma de resultados de defectos

En base al Anexo 2, se recopila los datos en base al tipo de defecto en un periodo de 3 meses, es decir 60 días laborales, en la cual se obtiene los resultados mostrados en el Anexo 3 y el resumen de los mismos en la Tabla 21.

Tabla 21. Resultados de los defectos encontrados en el bividi Jhon Charles.

Defectos	Frecuencia	%Participación	%Acumulado
Manchas de aceite	77	60,63	60,63
Costuras sin pulir	24	18,90	79,53
Salto de puntada	11	8,66	88,19
Costuras abiertas	8	6,30	94,49
variantes de tono de hilo	4	3,15	97,64
Costura sin rematar	3	2,36	100,00
Total	127	100,00	

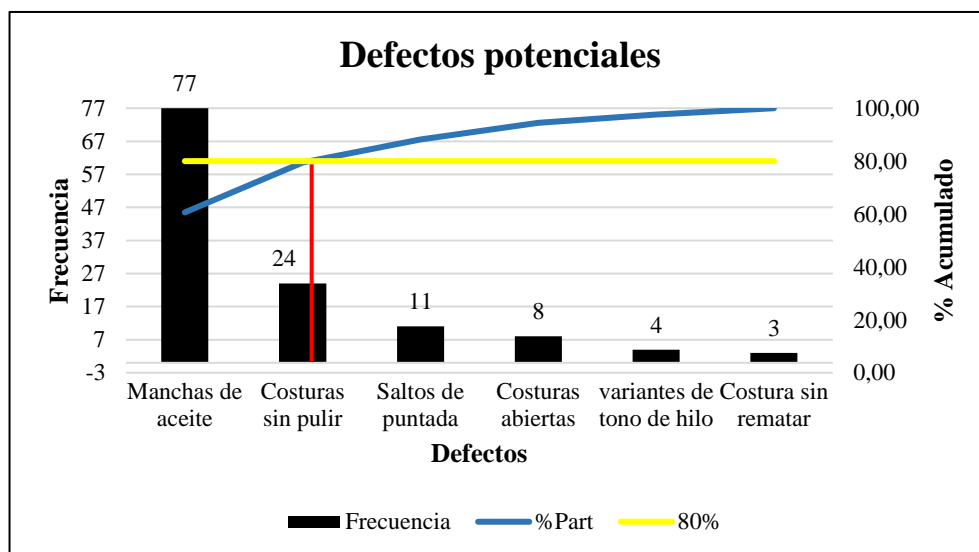


Figura 12. Tendencia del porcentaje de defectos.

Por medio de la Figura 12, se observa que existe mayor tendencia en las manchas de aceite con un porcentaje acumulado de 60.63%, seguido de costuras sin pulir con un 18.90% , esto significa que dichos problemas están dentro del 80%, lo que muestra que si se logra minimizar o eliminar estos defectos se solucionan el 20% de los fallos que causan productos de segunda; generalmente las manchas de aceite en la prenda se dan por las máquinas overlook rectas que no cuentan con su mantenimiento adecuado, además de la falta de atención por parte de las operarias; las costuras sin pulir, se debe a que no se realiza el corte de exceso de hilo al terminar la prenda cosida quedando

alrededor, que en ocasiones se desprende y existe aberturas de la costura, que causan una mala impresión para el cliente.

Carta de control Tipo C (Número de defectos) en manchas de aceite

Por medio del software Minitab, se emplea en análisis de los 15 subgrupos tomados que se muestran en el Anexo 3, los datos obtenidos con respecto al tamaño del subgrupo fijo de 24 unidades, se obtuvo los resultados mostrados en la Figura 13, de la carta de control tipo C, en relación al defecto de manchas de aceite.

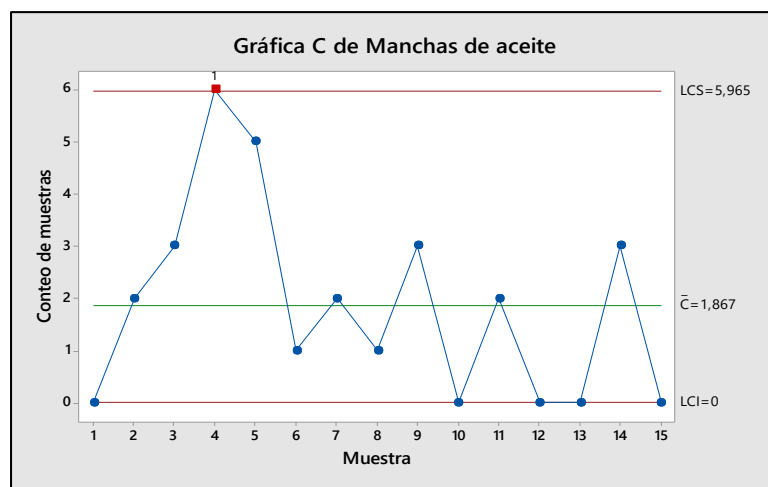


Figura 13. Resultado de la carta de control Tipo C.

La Figura en cuestión muestra que los defectos siguen una tendencia aleatoria variable, el número promedio de defectos por muestra es 1.867 paquetes de 24 unidades, además muestra que existe un punto fuera más allá de 3 desviaciones estándar de la línea central del cuarto sub grupo con un valor de inestabilidad del 6.66%, por lo tanto, el nivel de defectos de manchas de aceite es alto e inestable, por lo cual requiere de acciones para identificar la raíz del problema y minimizarlo, por ende un estudio referente al tema [30], establece que las manchas de aceite generalmente son producidos por la máquina de confección por una mala lubricación, limpieza inadecuada y la falta de mantenimiento, por tal motivo se debe realizar un control adecuado de las condiciones de la máquina.

Informe de capacidad del proceso de Poisson de manchas de aceite

Por medio del software Minitab, se desarrolla el análisis de capacidad de Poisson, con la finalidad de determinar si la tasa de defectos por unidad satisface los requerimientos del cliente, es decir los bividis fabricados no tiendan hacer de segunda, en la cual permite verificar si el proceso está bajo control y si se encuentra estable, los resultados obtenidos en base a los datos recopilados del Anexo 3, se muestra en la Figura 14.

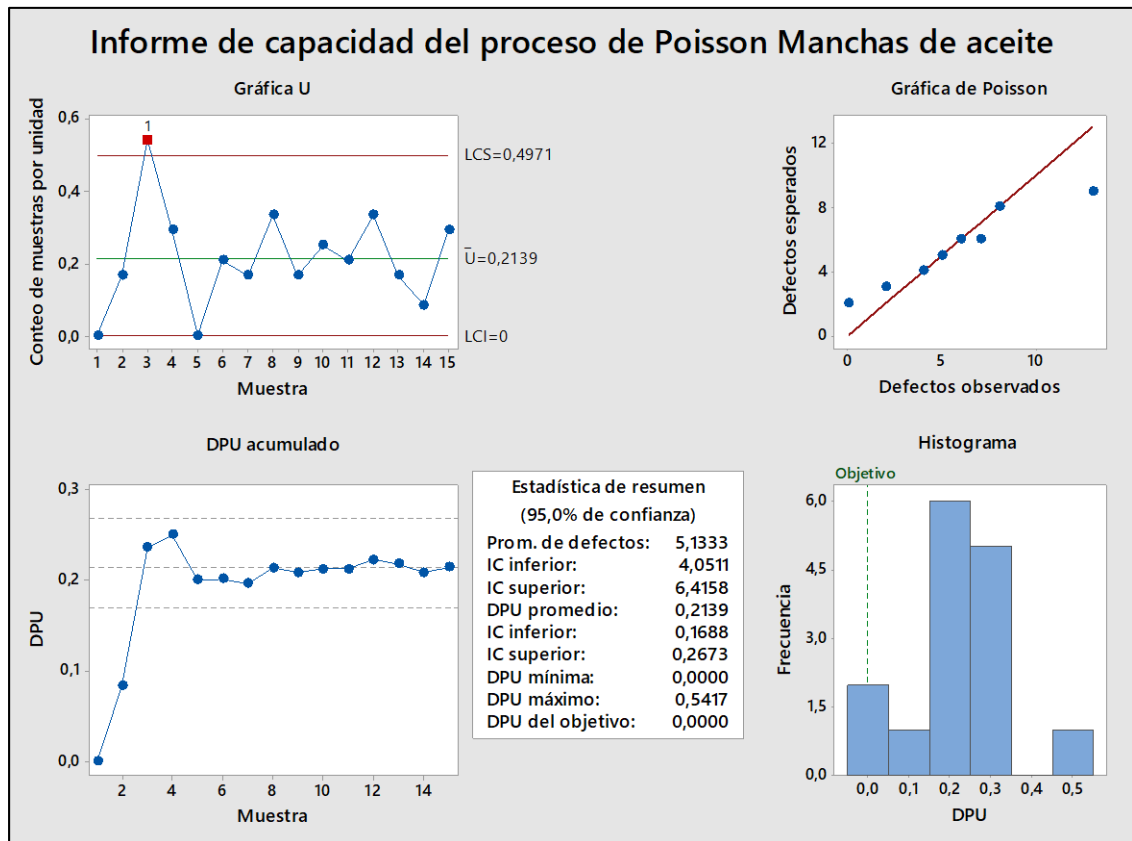


Figura 14. Resultado del informe de capacidad del defecto manchas de aceite.

La Figura 14, muestra el resultado del informe de capacidad del defecto de manchas de aceite, en las cuales se aplica la gráfica de control tipo U, que analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad de referencia en este caso el lote referencial de dos paquetes de 12 unidades, en la cual se evidencia que existe un punto fuera de control en el subgrupo 3 que sobresale al límite de control superior de 0,4971, además se muestra que existe un promedio de defectos de manchas de aceite de 5.13 por cada lote examinado que denota un valor alto para la empresa, que denota la

cantidad de defectos por muestra o unidad promedio, por otra parte mediante la gráfica de Poisson muestra que los puntos en su mayoría se apegan a la línea, esto demuestra que siguen dicha distribución e indican que se trata de un tamaño de muestra igual, por lo tanto indica que el proceso es inestable y no tiene patrones que denoten algún factor importante de variabilidad, aunque se cuente con un punto fuera de control, dicho punto se debe eliminar, por tal motivo se analiza el rendimiento o los defectos que se pueden generar por medio del histograma y la capacidad del proceso a largo plazo como se muestra en la Figura 15.

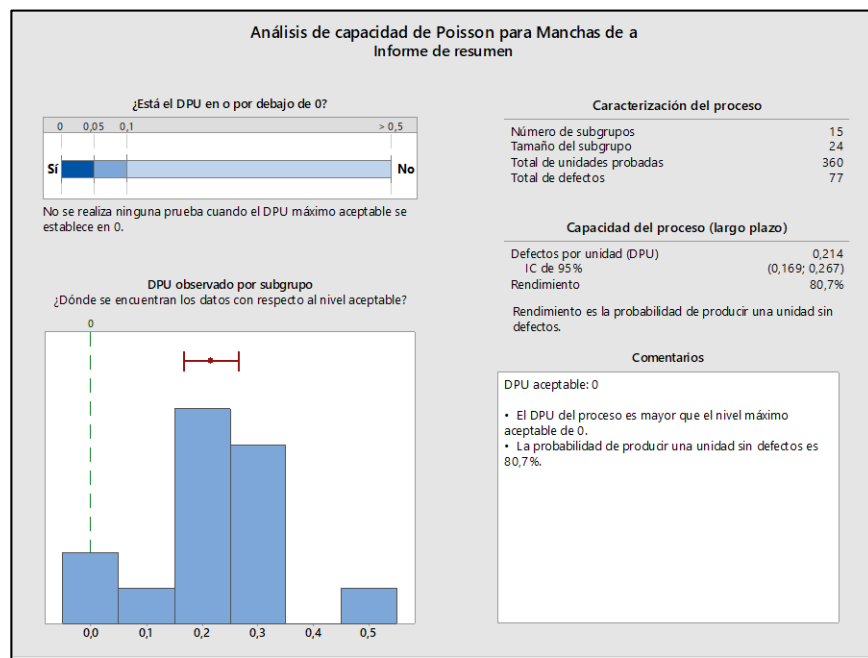


Figura 15. Resultado del informe de capacidad del defecto manchas de aceite.

La Figura 15, se observa que el objetivo de toda organización es tener 0 defectos, sin embargo, el defecto de manchas de aceite en los bividis son notorios por el color de la tela con la que están hechos, por tal motivo se muestra que la probabilidad de producir un lote de 24 unidades sin defectos es del 80,7 % que es bajo, pues, debe ser mayor del 90%, considerando que los productos con mayor cantidad de defectos se clasifica como de segunda porque existe resulta complejo retirar las manchas de aceite de la prenda. En un estudio realizado [20], indica que la mayoría de químicos para retirar las manchas de aceite y grasa dañan a la prenda y afectan características importantes como el color y el grosor de la tela, por lo tanto, hay que minimizar los defectos.

Carta de control Tipo C (Número de defectos) en costuras sin pulir

Se emplea el análisis de estabilidad mediante la gráfica de control tipo C para el segundo defecto de mayor relevancia que son las costuras sin pulir, en base a los datos recopilados se analiza por dicho tipo de gráfica que analiza el número de defectos por un tamaño fijo de subgrupo, los datos obtenidos se muestran en la Figura 16.

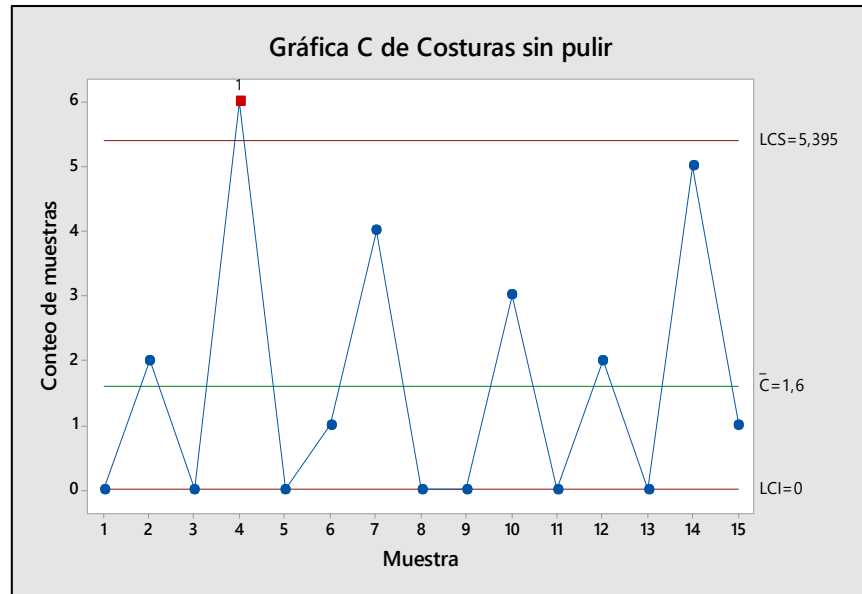


Figura 16. Gráfica de control tipo C de costuras sin pulir.

La Figura 16, indica que los defectos siguen una tendencia aleatoria, pero la mayoría de sub grupos se apegan a 0 defectos, en los cuales muestra un promedio de defectos en la línea central de 1,6 paquetes de 24 unidades, adicionalmente se observa que el sub grupo 4 indica un punto fuera de los límites de control con un 6.66% de inestabilidad, lo que señala que han existido un desbalance en este tipo de defectos para dicho lote, esto se debe a que el operario no realizó de manera correcta la pulida de las prendas, haciendo que se genere una mala percepción del cliente al crear una prenda de segunda, pues, los hilos mal pulidos al ser cortados nuevamente tienden a romper las costuras lo cual genera pérdidas, por tanto el proceso de pulido al finalizar todos los procesos se debe realizar de manera idónea con las herramientas adecuadas, para ello se desarrolla el análisis de capacidad mostrado en la Figura 17.

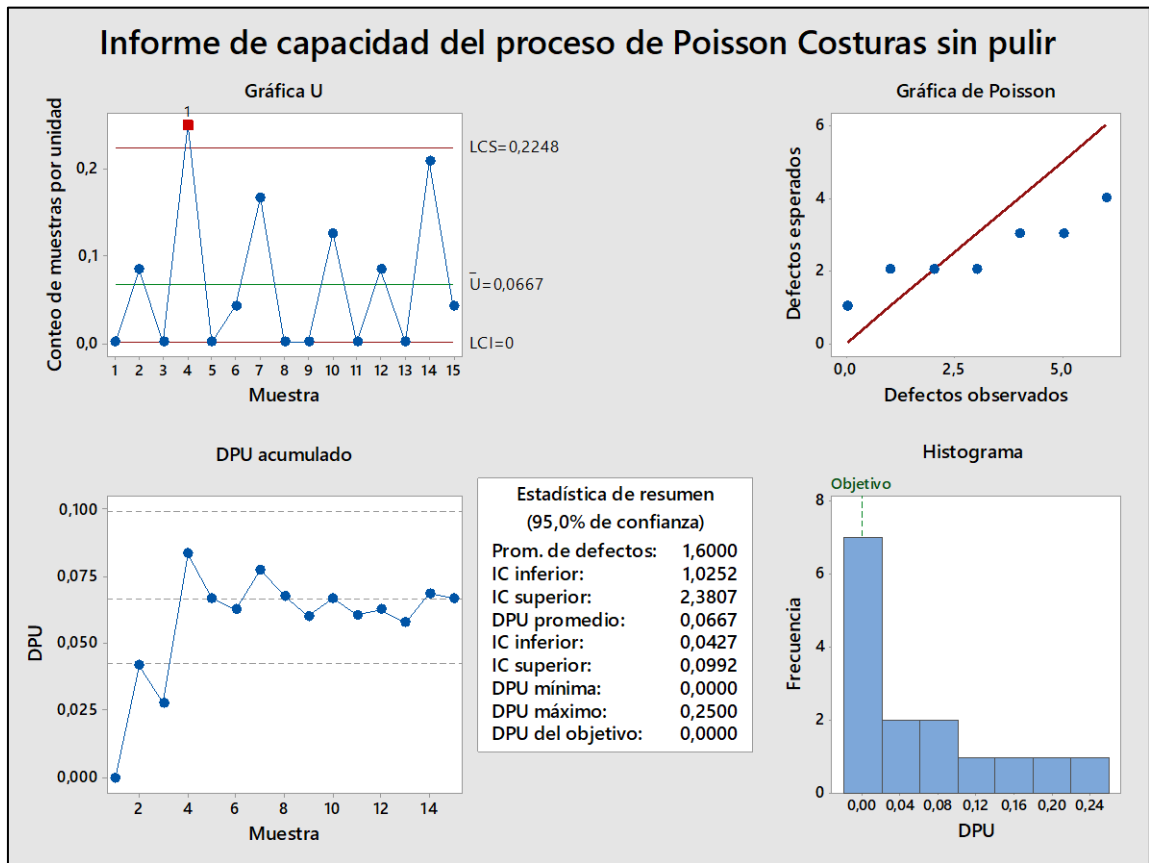


Figura 17. Resultado del informe de capacidad del defecto costuras sin pulir.

Por medio de la Figura 17, se observa el informe de capacidad en relación al defecto de costuras sin pulir, en la cual la gráfica tipo u muestra en análisis del número promedio de defectos por artículo de referencia, 1 punto se encuentra fuera de los límites de control, haciendo un proceso inestable por las razones mostradas en la redacción de análisis de la Figura 16, además se observa en la gráfica que en promedio los defectos por lote es de 0.066 que es bajo y con límites de control de 0 y 0.22 como máximo, por tanto denota un patrón sin tendencias y con una gráfica de Poisson que no se adaptan los datos a la línea central debido a que los defectos son bajos, por tal motivo este tipo de defecto no es de relevancia si se considera que en la mayoría se puede solucionar puliendo las prendas sin dañarlas, pero en ocasiones el operario tiende a cortar más allá de lo establecido lo que provoca daños en la prenda como menciona el estudio [29], el mismo que relaciona este tipo de defecto originado del error humano. Para complementar el estudio se desarrolla un análisis de capacidad como resumen que se muestra en la Figura 18.

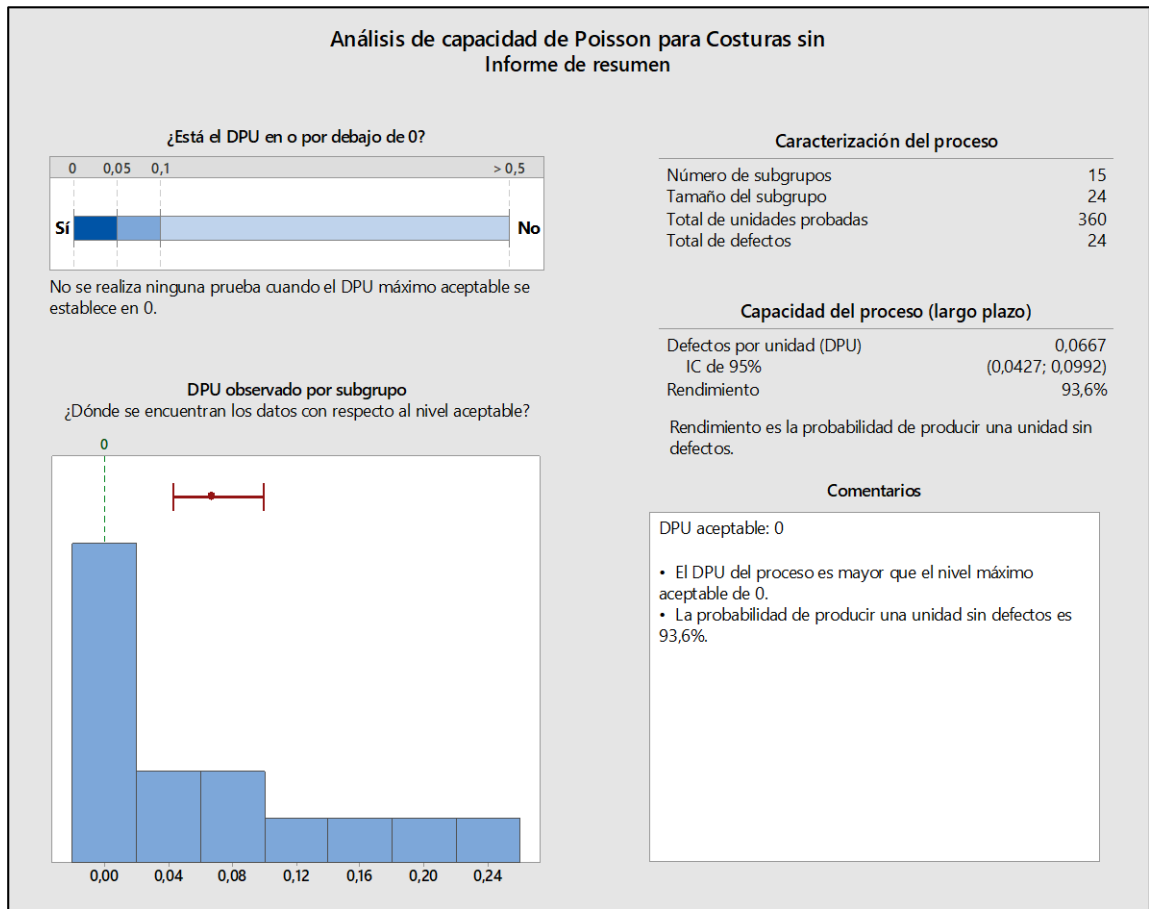


Figura 18. Resultado de la carta de control Tipo P.

La Figura 18 en cuestión denota que la probabilidad de producir una unidad sin defectos es del 93,6%, lo que denota que es mínimo la generación de este tipo de defecto, y que no requiere acciones de gran magnitud para minimizarlo, por lo cual se ha observado por varios estudios con respecto a las costuras sin pulir que dan una mala apariencia a la prenda haciéndola de segunda, pues la capacitación continua al personal representa un punto clave para mejorar la calidad de pulido, de esta manera se puede corregir y minimizar la generación de este tipo de defecto.

Resumen de los resultados de la etapa de medición

En la Tabla 22 y Figura 19, se muestran los resultados obtenidos de métricas Six Sigma del análisis de capacidad.

Tabla 22. Métricas Six Sigma de los defectos encontrados.

Manchas de aceite		Costuras sin pulir	
DPU	0.21	DPU	0.07
Prom defectos	5.13	Prom defectos	1.60
Valor Sigma largo plazo	2.37	Valor Sigma largo plazo	3.02
Rendimiento	80.70%	Rendimiento	93.60%

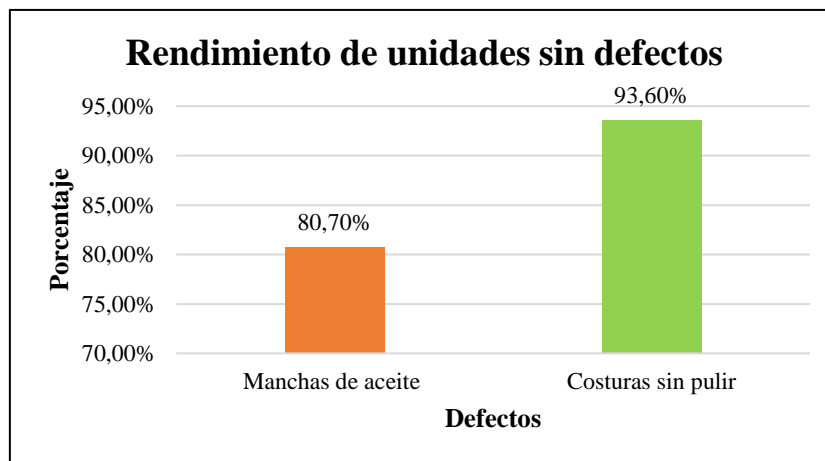


Figura 19. Resultado del rendimiento de unidades sin defectos.

Por medio de la Tabla 22, se observa las métricas Six Sigma, en la cual los defectos por manchas de aceite se tiene un promedio de 5.13 defectos por cada lote de 24 unidades de bividis, lo que señala que en el proceso de confección tiene un rendimiento del 80.70% que no salgan fallas de este tipo, con un nivel sigma de 2.37, que en términos de calidad significa que se deben hacer modificaciones al proceso para mejorar la calidad de la misma, por otra parte en cuanto al defecto de costuras sin pulir se observa que tiene un rendimiento del 93.60% que no van a existir defectos con un valor sigma de 3.02, por lo cual la tendencia de dichos defectos es menor, en comparación a un estudio empleado [31], se observa que dichos defectos se logra minimizar a través de la estandarización del trabajo, programas de mantenimiento de máquinas, en las cuales se logra controlar las falencias presentadas.

3.1.9. Fase de análisis de Six Sigma

En esta etapa de la metodología de Six Sigma, se determina la causa raíz de los problemas que afectan a los productos de la organización, por lo cual se emplea la metodología Ishikawa de 6M, para determinar las causas potenciales de las manchas de aceite y costuras sin pulir que afectan a la calidad de los bividis Jhon Charles blanco.

Análisis de manchas de aceite

En la Figura 20 se muestra las causas de los defectos en función a las 6M (maquinaria, método de trabajo, mano de obra, medición, materia prima, medio ambiente). El diagrama fue elaborado con la colaboración de los trabajadores y el criterio de los jefes de área que están directamente involucrados en la producción de bividis.

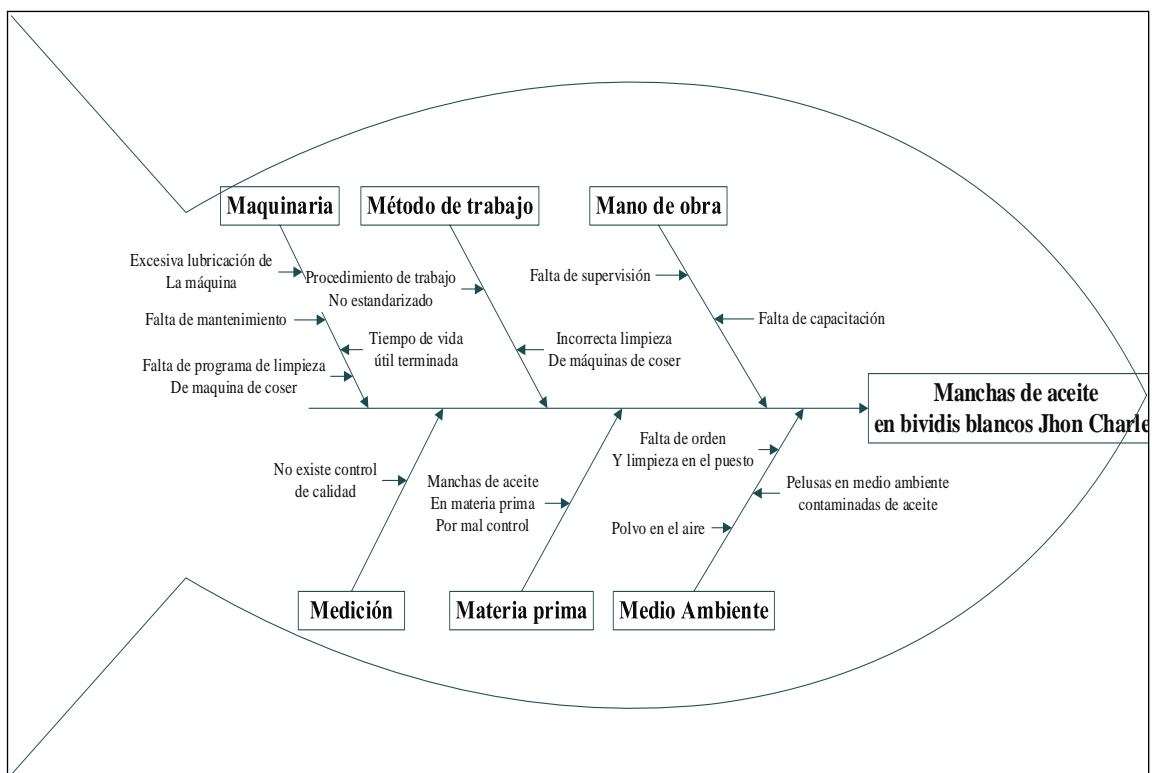


Figura 20. Diagrama de Ishikawa de manchas de aceite en bividis blancos Jhon Charles.

Por medio de la Figura 20, se destacan las causas producidas por la maquinaria, por lo cual se establece el porcentaje de participación en un diagrama de Pareto, para determinar las M potenciales del proceso, y ser analizadas, ver Tabla 23.

Tabla 23. % Participación de causas de manchas de aceite.

Determinación de causas de mancha de aceite			
Causas	# de causas	% Participación	% Acumulado
Maquinaria	4	30.77%	30.77%
Medio Ambiente	3	23.08%	53.85%
Método de trabajo	2	15.38%	69.23%
Mano de obra	2	15.38%	84.62%
Medición	1	7.69%	92.31%
Materia prima	1	7.69%	100.00%
TOTAL	13	100%	

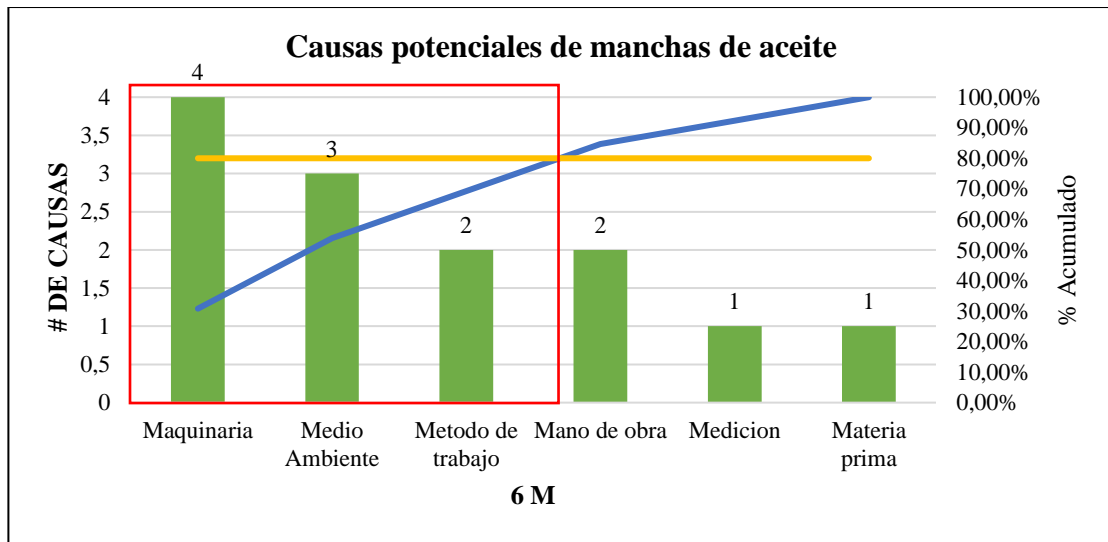


Figura 21. Diagrama de Pareto de causas de manchas de aceite.

En base a la Figura 21, se observa que las causas principales en relación a las manchas de aceite están ligadas a la maquinaria, el medio ambiente de trabajo y el método de trabajo, por lo cual las causas de dichas Ms son las mostradas en la siguiente Tabla 24.

Tabla 24. Causas potenciales del defecto de manchas de aceite.

M	Causa
Maquinaria	Excesiva lubricación de la máquina
	Falta de mantenimiento
	Falta de programa de limpieza de máquinas
	Tiempo de vida útil terminada
Medio ambiente	Falta de orden y limpieza del puesto
	Polvo en el área
	Pelusas en el medio ambiente contaminado de aceite

Por medio de la Tabla 24, se observan las causas potenciales están dirigidas en relación directa a la maquinaria, debido a problemas como excesiva lubricación, falta de mantenimiento y también la falta de un programa para una correcta limpieza de la misma con la finalidad de precautelar la calidad de las prendas, por otra parte, el medio ambiente de trabajo, pues la confección genera mayor cantidad de sobras volátiles como hilos, pelusas manchadas de aceites que se adhieren a las prendas y causan manchas.

Análisis de costuras sin pulir

En base a la experiencia de los trabajadores de la empresa, y mediante un análisis de las causas, se obtiene como resultado la espina de pez que se muestra en la Figura 22, referente a las costuras sin pulir, que hacen al producto de segunda y genera pérdida de clientes.

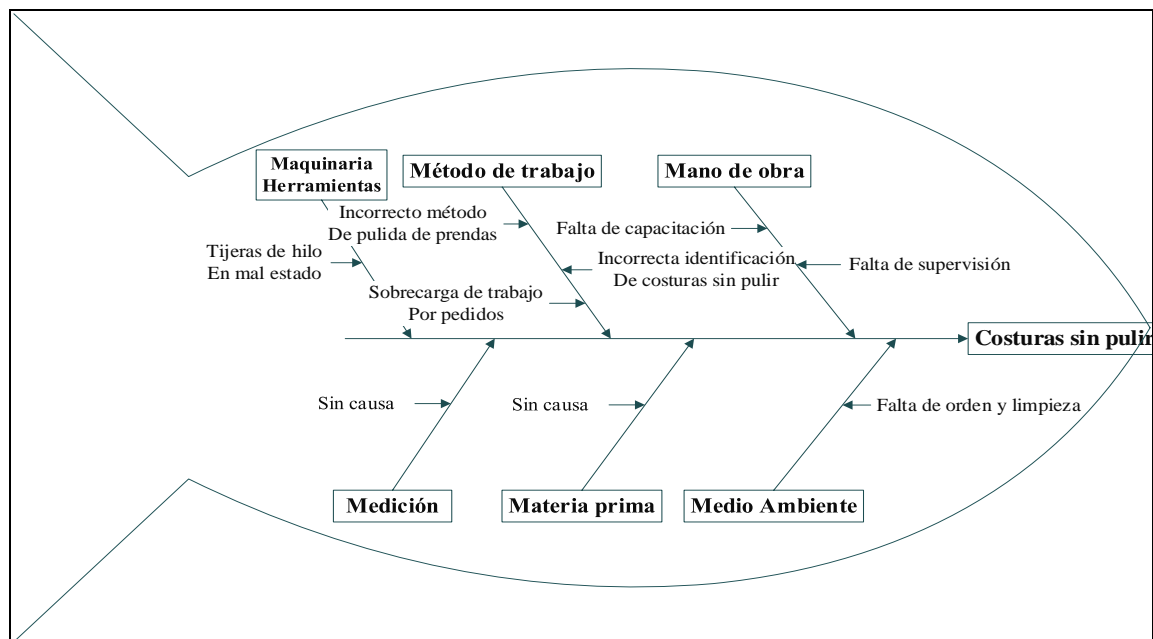


Figura 22. Diagrama de Ishikawa de costuras sin pulir.

La Figura en cuestión muestra las causas de las costuras sin pulir, en las cuales denota mayor causalidad en cuanto al incorrecto método de pulida de las prendas, además de sobrecarga de trabajo debido a la alta demanda del bividi en épocas escolares, por otra parte la incorrecta identificación de costuras que deben ser pulidas, por esta parte se

determina mediante un diagrama de Pareto delimitar las causas potenciales en las Ms que necesitan ser modificadas para mejorar la calidad, por lo cual se determina el porcentaje de participación acorde al número de causas, por lo cual se muestra en la Tabla 25 y Figura 23.

Tabla 25. Causas potenciales del defecto de manchas de aceite.

Determinación de causas de costuras sin pulir			
Causas	# de causas	% Participación	% Acumulado
Método de trabajo	3	42.86%	42.86%
Mano de obra	2	28.57%	71.43%
Maquinaria	1	14.29%	85.71%
Medio Ambiente	1	14.29%	100.00%
Medición	0	0.00%	100.00%
Materia prima	0	0.00%	100.00%
TOTAL	7	100%	

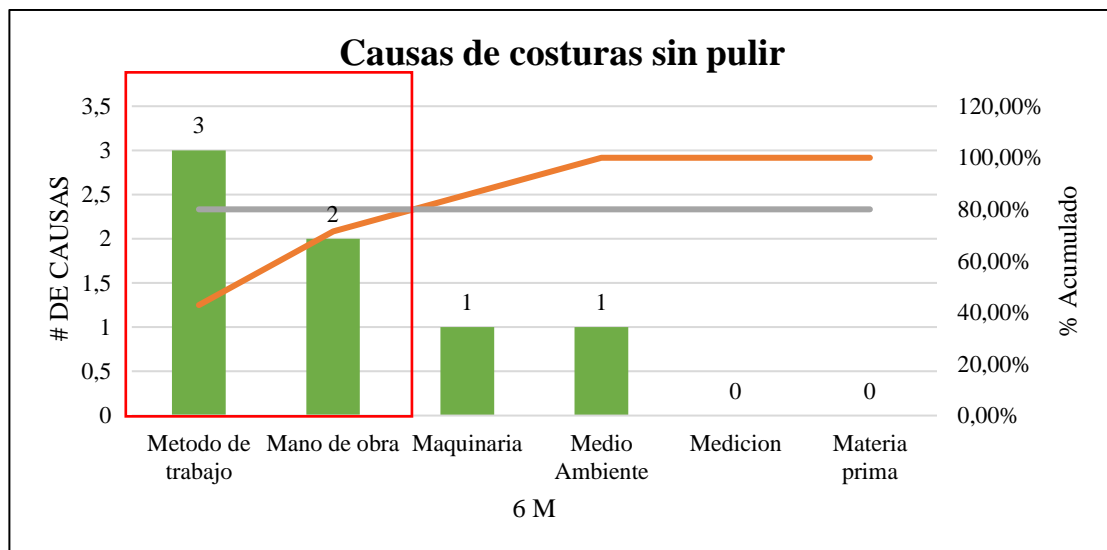


Figura 23. Diagrama de Ishikawa de costuras sin pulir.

En base a la Figura 23, se observa que las causas potenciales están relacionadas directamente al método de trabajo y a la mano de obra, esto como consecuencia de falencias en la identificación y corte de costuras, en las cuales son directamente causados por el personal de la empresa, por lo que requiere acciones de mejora para establecer de manera eficiente el desarrollo del pulido de prendas en los bividis Jhon Charles color blanco, por lo cual de forma inmersa los problemas estratificados se muestra Tabla 26.

Tabla 26. Causas potenciales del defecto costuras sin pulir.

M	Causa
Método de trabajo	Incorrecto pulido de prendas
	incorrecta identificación de costuras sin pulir
	sobrecarga de trabajo por pedidos
Mano de obra	Falta de supervisión
	Falta de capacitación

En relación a la Tabla 26, se observa que las causas potenciales generalmente son por el método de trabajo y mano de obra, en la cual los defectos generados de las costuras mal pulidas o sin pulir, generalmente son por el incorrecto pulido por desconocimiento del operador la forma idónea de realizar el pulido, por otra parte, también se tiene una incorrecta identificación de las costuras sin pulir, así también la falta de capacitación y supervisión que va ligado al proceso.

Identificación de causa raíz

En base a la identificación de las causas en base a los diagramas de Ishikawa, se determina la raíz de cada uno de los defectos, por lo cual se emplea la técnica de los 5 ¿por qué?, para el defecto de manchas de aceite y para las costuras sin pulir.

5 ¿por qué? de manchas de aceite

Al emplear la herramienta de Six Sigma para determinación de causas en cuanto a las manchas de aceite, se obtiene los resultados mostrados en la Tabla 27 y 28.

Tabla 27. Identificación de causa raíz de manchas de aceite bividi Jhon Charles.

Manchas de aceite en bividis Jhon Charles blancos	
1 ¿Por qué se produce las manchas de aceite en bividis Jhon Charles blancos?	Excesiva lubricación de las máquinas de costura
2 ¿Por qué?	Fallos de las máquinas de costura
3 ¿Por qué?	No existe plan de manteniendo preventivo
4 ¿Por qué?	Falta de gestión administrativa
5 ¿Por qué?	Desconocimiento sobre el tiempo adecuado para mantenimiento de maquinaria

Tabla 28. Causas potenciales del defecto manchas de aceite.

Manchas de aceite en bividis Jhon Charles blancos	
1 ¿Por qué se produce las manchas de aceite en bividis Jhon Charles blancos?	Contaminación de pelusas e hilos de aceite
2 ¿Por qué?	Suciedad y desperdicios en el ambiente y en puestos de trabajo
3 ¿Por qué?	Personal no limpia correctamente el puesto de trabajo
4 ¿Por qué?	Falta de plan de limpieza de máquinas y puestos de trabajo.
5 ¿Por qué?	Falta de supervisión y control

Mediante el conocimiento del personal operativo, las causas raíces son:

- Inexistencia de un plan de manteniendo preventivo para las máquinas de coser.
- Falta de un plan de limpieza de máquinas y puestos de trabajo.

Las causas al ser comparado con el estudio [21], denota similitud en este tipo de organización, por lo cual emplea como medidas correctivas el desarrollo de procedimientos de trabajo que minimicen defectos en cuanto a defectos.

5 ¿por qué? de costuras sin pulir

La causa raíz de costuras sin pulir, se establece mediante la Tabla 29.

Tabla 29. Causas potenciales del defecto costuras sin pulir.

Costuras sin pulir en bividis Jhon Charles blancos	
1 ¿Por qué se produce las costuras sin pulir en bividis Jhon Charles blancos?	Porque existe una incorrecta identificación de costuras sin pulir
2 ¿Por qué?	Por falta de capacitación de operarios
3 ¿Por qué?	Porque no existe un procedimiento de identificación correcta de costuras sin pulir.
4 ¿Por qué?	Falta de gestión empresarial.

Se observa que la raíz de las costuras sin pulir está reflejada en la inexistencia de un procedimiento de identificación de costuras de tal manera en base a un estudio, establece el desarrollo del método del reloj para controlar la calidad de manera visual de las prendas, por otra parte, se realiza un análisis de modo y efecto de fallo para establecer el nivel del riesgo de estos elementos que generan defectos.

AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo)

Se emplea el análisis de modo y efecto de fallas (AMEF), en la cual permite identificar las fallas en productos, procesos y sistemas, para evaluar y clasificar de manera objetiva los efectos y causas de los elementos que se identificación, por lo cual en base a las causas raíces identificadas se determina el nivel de prioridad del riesgo que afecta a la calidad de los bividis Jhon Charles para establecer soluciones de mejora, el análisis empleado se observa en la Tabla 30.

Tabla 30. AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo).


		ANALISIS DE MODO EFECTO DE FALLO-AMEF				1		
Planta:	M & B Textiles	Fecha inicio	3/3/2022	AMEF N° 1				
Proceso	Confección	Fecha revisión	4/3/2022					
Elaborado por:	Jorge Guerrero	Revisado Por:	Ing. Christian Ortiz					
Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz	FALLOS POTENCIALES-ESTADO ACTUAL						
Función o Sub-Proceso	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	G gravedad	O ocurrencia	D detección	NP R
Confección de bividis Jhon Charles color blanco	Falta de mantenimiento	Manchas de aceite en prendas	Inexistencia del plan de mantenimiento preventivo	Visual	5	5	5	125
	Falta de limpieza de las máquinas y del puesto de trabajo		Inexistencia de un plan de limpieza de máquinas y puestos de trabajo	Visual	5	6	5	150
	Incorrecto método de trabajo	Costuras sin pulir	Inexistencia de procedimiento de identificación correcta de costuras sin pulir	Visual	5	7	4	140
Nota: Valores de G entre 1 y 10; Valores de O entre 1 y 10; Valores de D entre 10 y 1								

Tabla 31. Resultados de AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo).

Causas	Valor NPR	NPR
Inexistencia de un plan de limpieza de máquinas y puestos de trabajo	150	Acción requerida
Inexistencia del plan de mantenimiento preventivo	125	Acción requerida
Inexistencia de procedimiento de identificación correcta de costuras sin pulir	140	Acción requerida

En base al AMEF, se observa que la mayoría de las causas de los defectos potenciales en los productos confeccionados por M&B Textiles, necesitan acciones para mejorar la calidad de los bividis Jhon Charles de color blanco, que es el producto con mayor cantidad de ventas en el mercado, por tal motivo se deben desarrollar mejoras que promuevan la calidad de sus productos

3.1.10. Fase de mejora

En esta etapa se establece propuestas de mejora para eliminar los causantes de los defectos principales, por lo cual las soluciones se establecen en la Tabla 32.

Tabla 32. Tabla de soluciones.

Problema	Causa	Soluciones
Defectos manchas de aceite	Inexistencia de un plan de limpieza de máquinas y puestos de trabajo	Instructivo para identificar máquinas de coser con fugas de aceite
		Programa diario de limpieza de máquinas de coser
	Inexistencia del plan de mantenimiento preventivo	Instructivo para mantenimiento de máquinas de coser
Defectos de costuras sin pulir	Inexistencia de procedimiento de identificación correcta de costuras sin pulir	Instructivo - Método del reloj para inspeccionar prendas.
		Instructivo de limpieza de hilos pulida

Soluciones manchas de aceite

Por medio de la recopilación de defectos del Anexo 3, se determina las máquinas que fueron causantes de las manchas de aceite para ello se emplea un diagrama de Pareto que permite determinar cuáles presentan mayores problemas, y de esta manera establecer las prioridades en la etapa de mejora en cuanto al mantenimiento de las mismas, en la Tabla 33 se muestra los datos recopilados y en la Figura 24 el resultado del análisis antes mencionado.

Tabla 33. Causas potenciales del defecto de manchas de aceite.

Análisis manchas de aceite por máquina y por actividad									
Actividad	Unir cuello y mangas	Unión segundo hombro	Pegar collarete en manga y cierre de costados					Recubrimiento de bastas	
Lotes 24 unidades (2 docenas)	Overlook plana industrial	Overlook Juki	Overlock de 2 agujas juki - N1	Overlock de 2 agujas juki - N2	Overlock de 2 agujas juki - N3	Overlock de 2 agujas juki - N4	Overlock de 2 agujas juki - N5	Recubridora jontex 1	Recubridora jontex 2
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	1	0	1	0	1
3	1	2	4	1	2	2	1	1	0
4	0	1	2	1	1	1	1	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	2	1	0	0	0	0
7	0	1	1	1	1	0	0	0	0
8	0	1	2	1	0	2	1	1	0
9	0	1	1	1	1	0	0	0	0
10	0	2	2	2	0	0	0	0	0
11	1	2	2	1	0	0	0	0	0
12	0	1	2	3	1	1	0	0	0
13	0	0	1	1	1	0	1	0	0
14	0	0	1	1	0	0	0	0	0
15	1	0	1	2	2	1	0	0	0
TOTAL	3	13	20	17	11	7	5	2	1

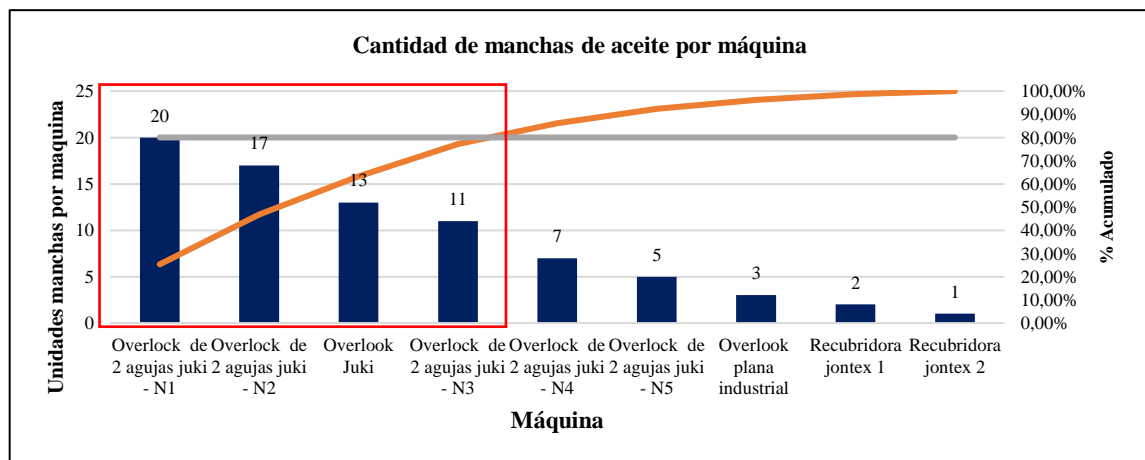


Figura 24. Diagrama de Pareto de causas de manchas de aceite.

Por medio de la Figura 24, se establece el orden de mantenimiento acorde a las máquinas de coser que mayores problemas han generado en defectos de manchas de aceite, en la cual establece que al arreglar las 4 máquinas se logra mejorar la calidad de los productos teniendo en cuenta que al resolver el 20% de las causas se solucionan el 80% de los problemas, sin embargo, se debe realizar el mantenimiento en orden como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34. Orden de mantenimiento de máquinas de coser.

Top orden de mantenimiento de máquinas		Actividades
1	Overlock de 2 agujas juki - N1	Pegar collarete en manga y cierre de costados
2	Overlock de 2 agujas juki - N2	Pegar collarete en manga y cierre de costados
3	Overlook Juki	Unión segundo hombro
4	Overlock de 2 agujas juki - N3	Pegar collarete en manga y cierre de costado
5	Overlock de 2 agujas juki - N4	Pegar collarete en manga y cierre de costado
6	Overlock de 2 agujas juki - N5	Pegar collarete en manga y cierre de costado
7	Overlook plana industrial	Unir cuello y mangas
8	Recubridora jontex 1	Recubrimiento de bastas
9	Recubridora jontex 2	Recubrimiento de bastas

En base a la Tabla 34, se establece el orden a seguir para el mantenimiento de las máquinas de coser, cabe mencionar que la secuencia está en función al número de defectos generados por cada una en las actividades mostradas, en las que se destacan en pegar el collarete en manga y cierre de costados, en la cual en estos puntos de la prenda se han observado con mayor detalle y que llegan a generar productos de segunda, por eso se establece las actividades que se deben realizar en el mantenimiento de cada máquina, en las cuales se cuenta con rectas, overlook y recubridoras que son mayormente utilizados; las actividades van desde la parte interna hacia la externa de las máquinas para precautelar el funcionamiento sin fugas de aceite, ni elementos defectuosos.

Mantenimiento de máquinas de coser

El mantenimiento, se emplea en base a las actividades mostradas de la Tabla 35, conjuntamente con la inspección, cabe mencionar que las actividades propuestas se deben realizar cada 3 meses como establece el estudio [11], con la finalidad de determinar que no existan fallos que afecten a la calidad de los productos.

Tabla 35. Actividades de mantenimiento de máquinas de coser.


N	Actividades	Verificación
1	Realizar el diagnóstico inicial de la máquina, ejecutar la operación de pespunte con aplicación de ficha técnica.	Se verifica que la máquina opere de acuerdo a la operación asignada en base a la ficha técnica de la muestra física.
2	Realizar el desmonte, monta y ajuste de los mecanismos de la barra de aguja y pie prensatelas.	Se revisa de manera visual si el mecanismo de barra de la aguja y pie prensatelas, realiza la función de manera correcta.
3	Desmontar, montar, sincronizar y ajustar mecanismos del garfio y aguja.	De forma visual se observa que exista una correcta colocación de montaje de piezas de la máquina, así también del garfio y aguja en base a la operación que se va a realizar.
4	Desmontar y montar colocando todas las piezas del mecanismo de transporte y aguja.	Se verifica que el mecanismo de transporte y de aguja este en buenas condiciones.
5	Realizar el desmonte y monta el sistema de lubricación automática limpiando las impurezas.	Se verifica que el contenedor de aceite este lleno y también con el lubricante adecuado, por lo que se deja operativo el sistema de lubricación y la máquina activa.
6	Realizar el desmonte y monta el mecanismo automático de corte de hilo.	Deja operativo el mecanismo automático de corte de hilo de acuerdo con la operación y el tejido.
7	Realizar programación de parámetros electrónicos básicos de motores	Se revisa el funcionamiento de los motores en cuanto a la revolución de motores.
8	Diagnostica fallas soluciona problemas.	Se revisa que este limpio y sin problemas las máquinas de coser.

El mantenimiento de cada máquina de coser, se debe realizar acorde a los pasos establecidos en la Tabla 34, por lo cual el mantenimiento por diversos estudios, recomiendan realizarlos cada 3 meses [32], cabe mencionar que dicho mantenimiento se lo debe realizar por el personal técnico de la empresa dando cumplimiento a las actividades planteadas.

Instructivo para identificar máquinas de coser con fugas de aceite

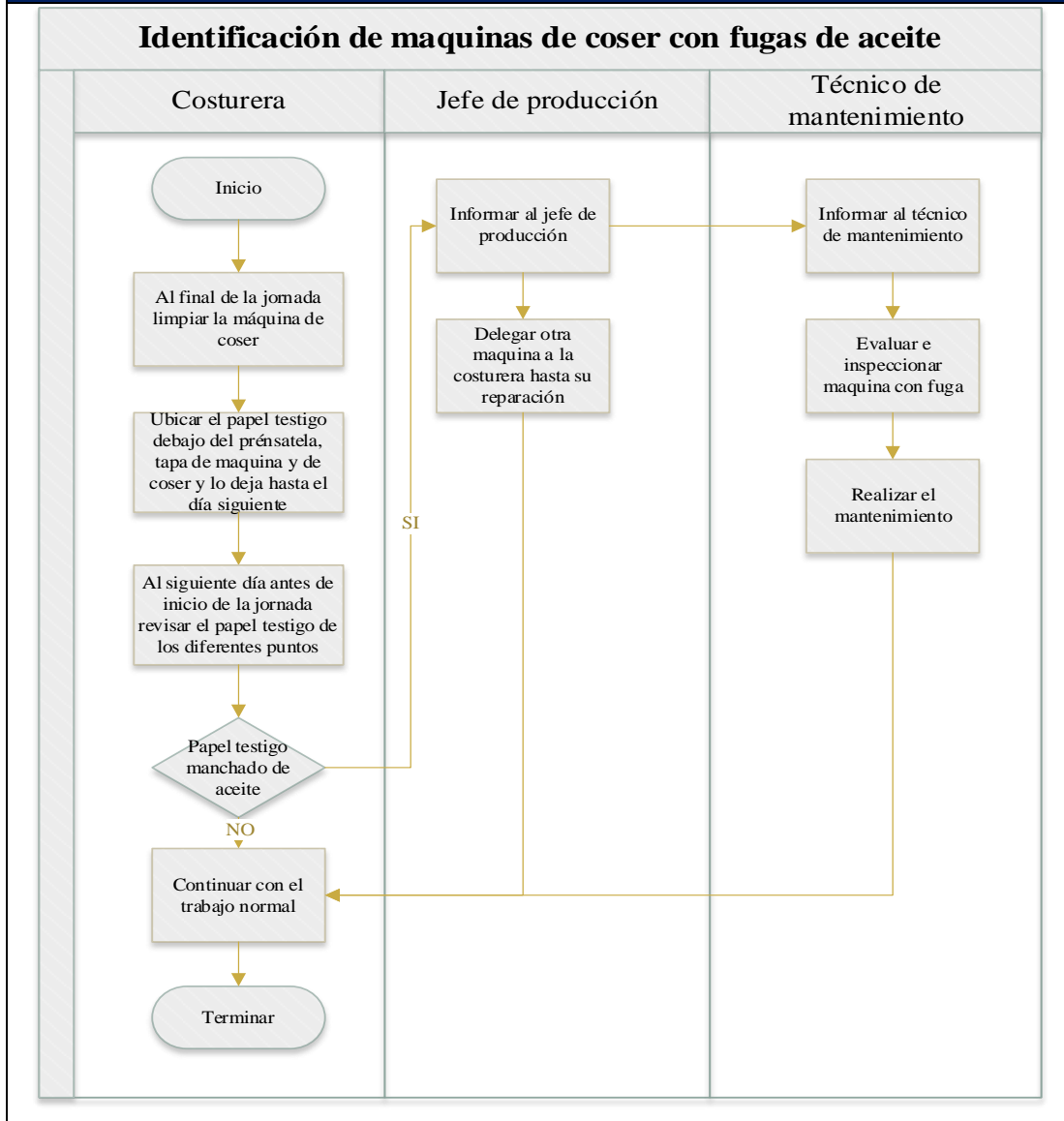
Mediante los defectos encontrados, se establece el instructivo de identificación de máquinas de coser con fugas de aceite que afectan a la prenda, mostrado en la Tabla 36.

Tabla 36. Instructivo de identificación de máquinas de coser con fugas de aceite.

	Instructivo de identificación de máquinas de coser con fugas de aceite	Código: SG-M&BT-IIMF-001
		Versión: 001
		Fecha: 10/3/2022
Elaborado por: Jorge Guerrero		Revisado por: Ing. Christian Ortiz
1.-Objetivo:		
Establecer las actividades a realizar para identificar y dar el seguimiento a las máquinas con fuga de aceite con el fin de realizar el mantenimiento correctivo, además de precautelar la calidad de los productos.		
2.-Alcance:		
El alcance es para todas las máquinas de costura de la empresa M&B Textiles		
3.-Definiciones		
Fuga de aceite: Goteo de aceite anormal de la máquina		
Papel testigo: Se denomina este tipo de papel que evidencia la mancha de aceite.		
4.-Responsabilidades		
Costurera: Persona responsable de la operación diaria de la máquina de coser a su cargo y también de la identificación si la máquina esta con fuga de aceite antes de iniciar la costura e informar al jefe de producción o personal de mantenimiento.		
Técnico de mantenimiento externo: Es responsable de realizar el mantenimiento correctivo y de llevar el indicador del estado de la máquina de costura que tiene fuga de aceite.		
5.-Desarrollo		
<ol style="list-style-type: none"> 1. La costurera al final de cada jornada, limpia la máquina de coser. 2. La costurera ubica el papel testigo y escribe su nombre, fecha, número de máquina de coser. 3. La costurera coloca el papel testigo debajo del prénsatela, tapa la máquina de coser y lo deja hasta el día siguiente. 		

4. La costurera, al siguiente día antes del inicio de su jornada, revisa el papel testigo de los diferentes puntos de la máquina y si está manchado de aceite, informa al jefe de producción y al técnico de mantenimiento para que se desarrolle el cambio de máquina para el trabajo hasta que se ejecute las correcciones.
5. El mecánico revisa el papel testigo, retira la máquina de la línea, evalúa la mancha de aceite, registra en un reporte de máquinas con fuga de aceite, y realiza el mantenimiento correctivo.


6.-Flujograma



Instructivo de orden y limpieza en máquinas de coser y puestos de trabajo

En base a que las manchas de aceite se generan también por partículas contaminadas de aceite en el ambiente de trabajo, se establece un instructivo para que los puestos de trabajo se mantengan limpios y ordenados, tarea que debe ser ejecutada por cada colaborador; estas buenas prácticas se muestran en el instructivo de la Tabla 37.

Tabla 37. Instructivo de orden y limpieza en máquinas de coser y puestos de trabajo.

	Instructivo de orden y limpieza en máquinas de coser y puestos de trabajo	Código: SG-M&BT-IIMF-001
		Versión: 001
		Fecha: 10/3/2022
Elaborado por: Jorge Guerrero	Revisado por: Ing. Christian Ortiz	
1.-Objetivo:		
Establecer las actividades a desarrollar para la correcta aplicación de buenas prácticas de orden y limpieza de las máquinas de coser.		
2.-Alcance:		
El alcance es para todas las máquinas de coser del área de confección		
3.-Definiciones		
Buenas prácticas: Optar conductas que garanticen el orden y la limpieza de los puestos de trabajo de forma autónoma.		
4.-Responsabilidades		
Personal de confección: Encargados de mantener las condiciones de trabajo establecidas, así como la limpieza y orden de cada puesto de trabajo.		
5.-Desarrollo		
Antes de iniciar la jornada de trabajo en el puesto:		
<ol style="list-style-type: none">1. Realizar la limpieza de la máquina de coser la parte externa con un trapo de tela hasta que quede limpio.2. Ubicar correctamente ubicado la bolsa para desechos y restantes de hilos y tela.3. Tener libre de objetos la mesa de trabajo, sin alimentos, celulares o cualquier artefacto.		

Antes de salir al almuerzo:

1. Cubrir las prendas con una manta de tela
2. Limpiar la máquina de coser la parte externa hasta que quede completamente limpia
3. Cubrir la máquina de coser con la funda.

Al terminar la jornada de trabajo:

1. Cubrir las prendas con una manta de tela
2. Limpiar la parte externa con un trapo hasta que quede limpia la máquina de coser
3. Limpiar la parte interna de la máquina en el caso de overlook
4. Guardar las herramientas de trabajo en el cajón de herramientas
5. Dejar colocado el papel testigo debajo de la prénsatela para controlar las fugas de aceite.
6. Cubrir la máquina de coser con una funda
7. Retirarse del puesto de trabajo

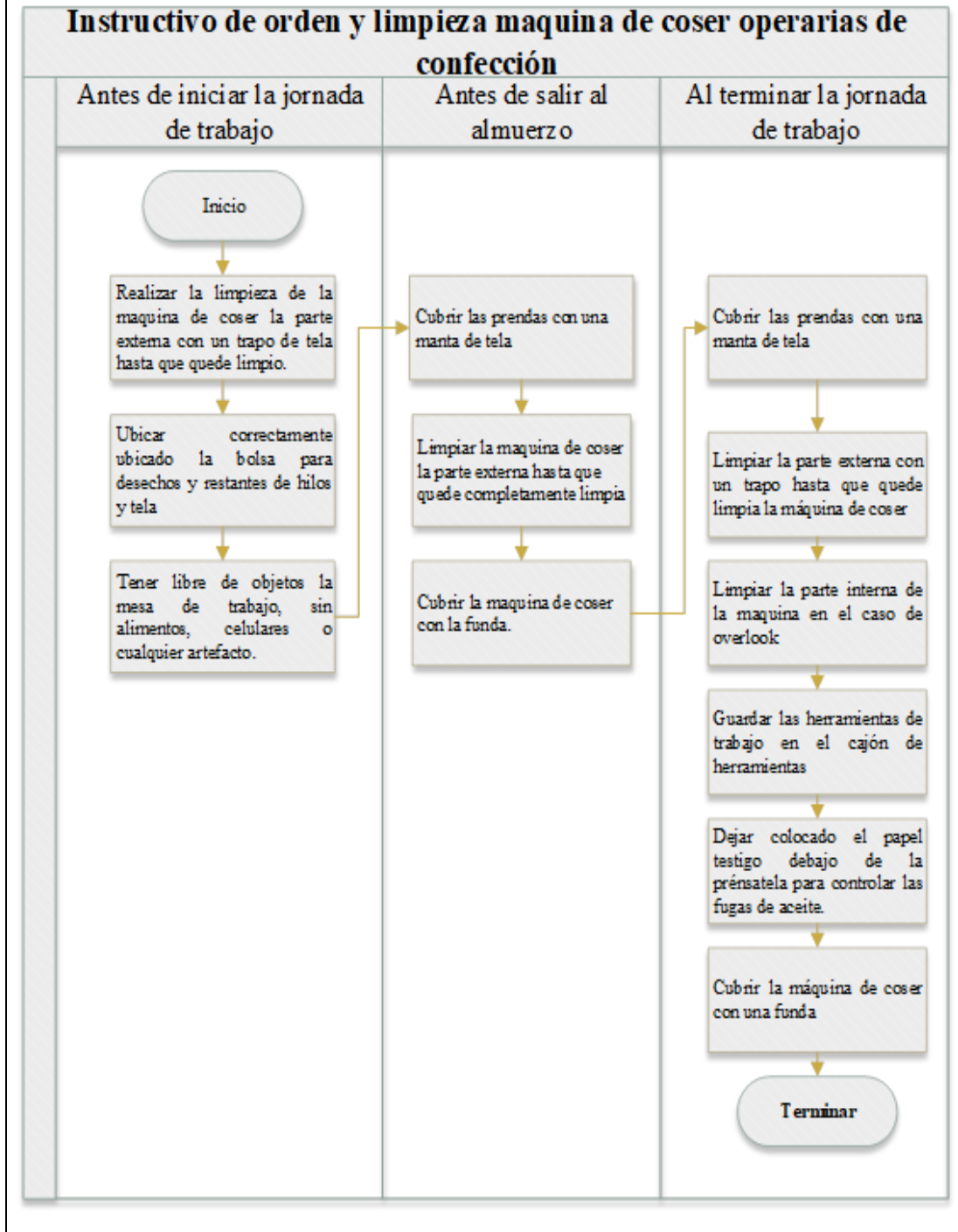
La vestimenta del puesto

- Se debe utilizar el mandil correspondiente durante toda la jornada de trabajo

Presentación personal

1. El personal debe mantener sus manos limpias en todo momento de la jornada laboral
2. Las uñas deben ser bien cortadas y limpias
3. No utilizar ningún elemento de bisutería metálica que pueda ocasionar daños a las prendas.

6.-Flujograma



Programa diario de limpieza de máquinas de coser

En base a la Tabla 37, del instructivo de limpieza de los puestos de trabajo, se debe realizarlo en un horario específico como control del desarrollo del mismo, por lo cual se presenta el programa de limpieza de las máquinas de coser en la Tabla 38.

Tabla 38. Instructivo de orden y limpieza en máquinas de coser y puestos de trabajo.


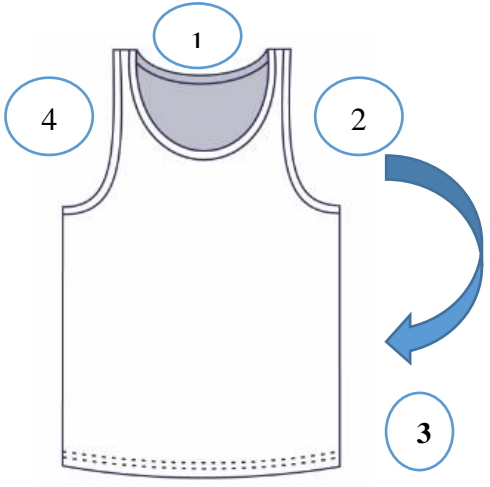
		PROGRAMA DIARIO DE LIMPIEZA DE MÁQUINAS DE COSER					001
Costurera:					Jefe de producción:		
Fecha:					Máquina:		
Etapas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
Antes de iniciar actividades	8:00 am	8:00 am	8:00 am	8:00 am	8:00 am	8:00 am	
	–	–	–	–	–	–	
	8:10 am	8:10 am	8:10 am	8:10 am	8:10 am	8:10 am	
Antes de salir al almuerzo	12:50 pm	12:50 pm	12:50 pm	12:50 pm	12:50 pm	12:50 pm	
	–	–	–	–	–	–	
	13:00 pm	13:00 pm	13:00 pm	13:00 pm	13:00 pm	13:00 pm	
Al finalizar la jornada de trabajo	17:50 pm	17:50 pm	17:50 pm	17:50 pm	17:50 pm	17:50 pm	
	–	–	–	–	–	–	
	18:00 pm	18:00 pm	18:00 pm	18:00 pm	18:00 pm	18:00 pm	

La limpieza de las máquinas de coser, deben desarrollarse en las horas establecidas cabe mencionar que la limpieza es un factor fundamental para minimizar y eliminar los defectos encontrados de manchas de aceite, el tiempo establecido es consolidado por la organización, al considerar que mejora la calidad de los productos ante pérdidas, por lo cual el control a desarrollarse se debe emplear a través del jefe de producción, en la que se debe verificar de manera visual al iniciar las actividades, antes del almuerzo y antes de salir en la jornada laboral, caso contrario que no exista control de la limpieza la empresa tiene la obligación de tomar medidas correctivas con los trabajadores, por lo cual dicha medida se da con la finalidad de fomentar orden y limpieza en la organización.

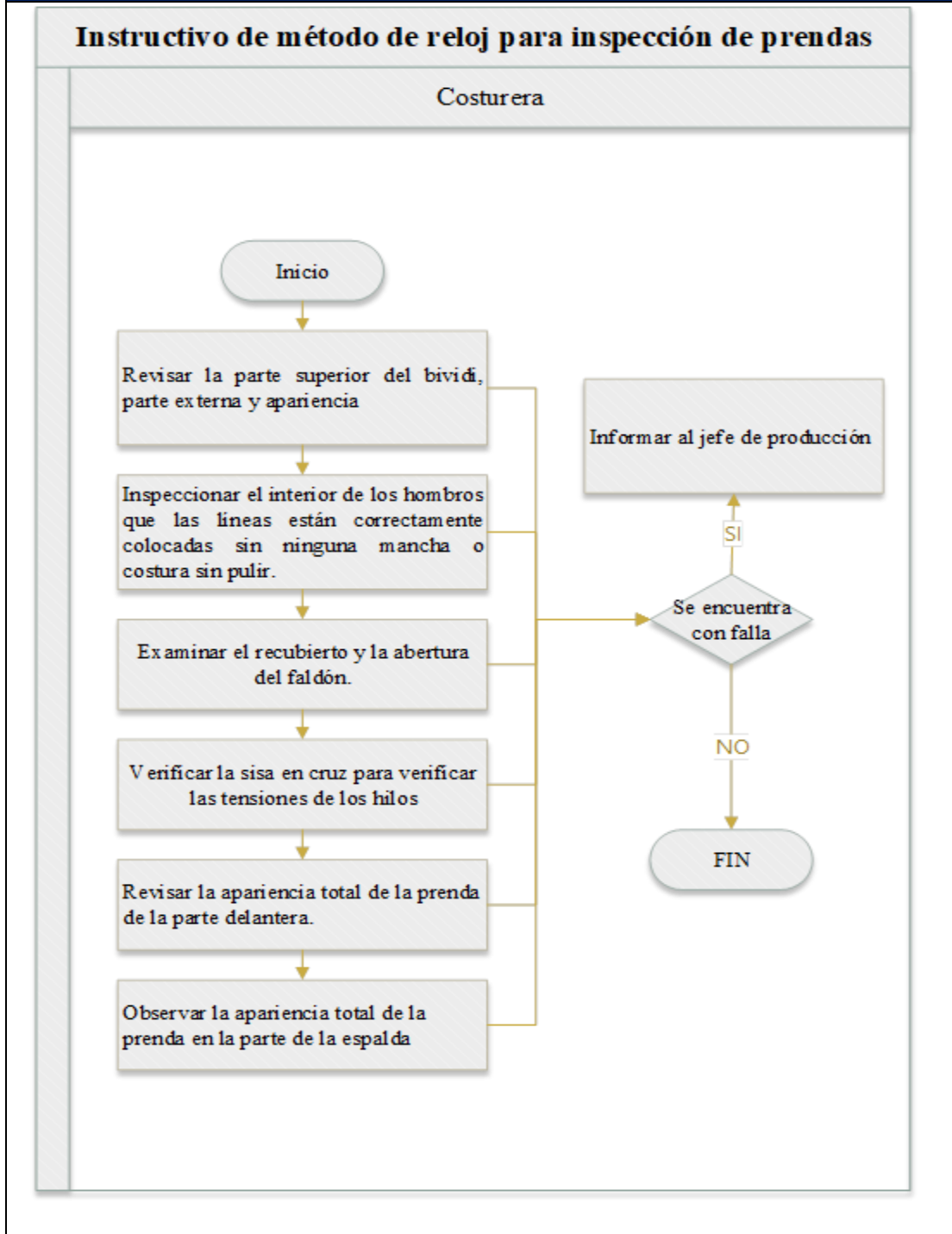
Método de inspección de prendas

En base al problema de costuras sin pulir, se establece el instructivo de método del reloj, para identificar cualquier parte de la prenda que está mal pulida o sin pulir, para mejorar la calidad de las mismas, lo establecido se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39. Instructivo de orden y limpieza en máquinas de coser y puestos de trabajo.

	Instructivo de método de reloj para inspección de prendas	Código: SG-M&BT-IIMF-001
		Versión: 001
		Fecha: 10/3/2022
Elaborado por: Jorge Guerrero		Revisado por: Ing. Christian Ortiz
1.-Objetivo:		
Identificar correctamente que las prendas cumplan con las especificaciones de calidad requeridas por los clientes.		
2.-Alcance:		
Para todas las prendas producidas en la organización		
3.-Definiciones		
Método del reloj: Consiste en revisar de forma integral la prenda para detectar cualquier anomalía y contribuir a la solución del problema de izquierda a derecha.		
4.-Responsabilidades		
Personal de costura: Se debe inspeccionar todas las prendas, al terminar el proceso.		
5.-Desarrollo		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuello: Revisar la parte superior del bivi, parte externa y apariencia. 2. Hombro: Inspeccionar el interior de los hombros que las líneas están correctamente colocadas sin ninguna mancha o costura sin pulir. 3. Basta Faldón: Examinar el recubierto y la abertura del faldón. 4. Basta Manga: Verificar la sisa en cruz para verificar las tensiones de los hilos 5. Revisar la apariencia total de la prenda de la parte delantera. 6. Observar la apariencia total de la prenda en la parte de la espalda. <p>Nota: cualquier defecto se informa al jefe de producción.</p>		


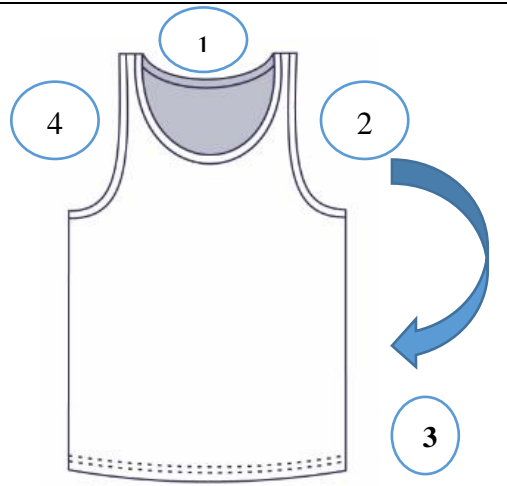
6.-Flujograma



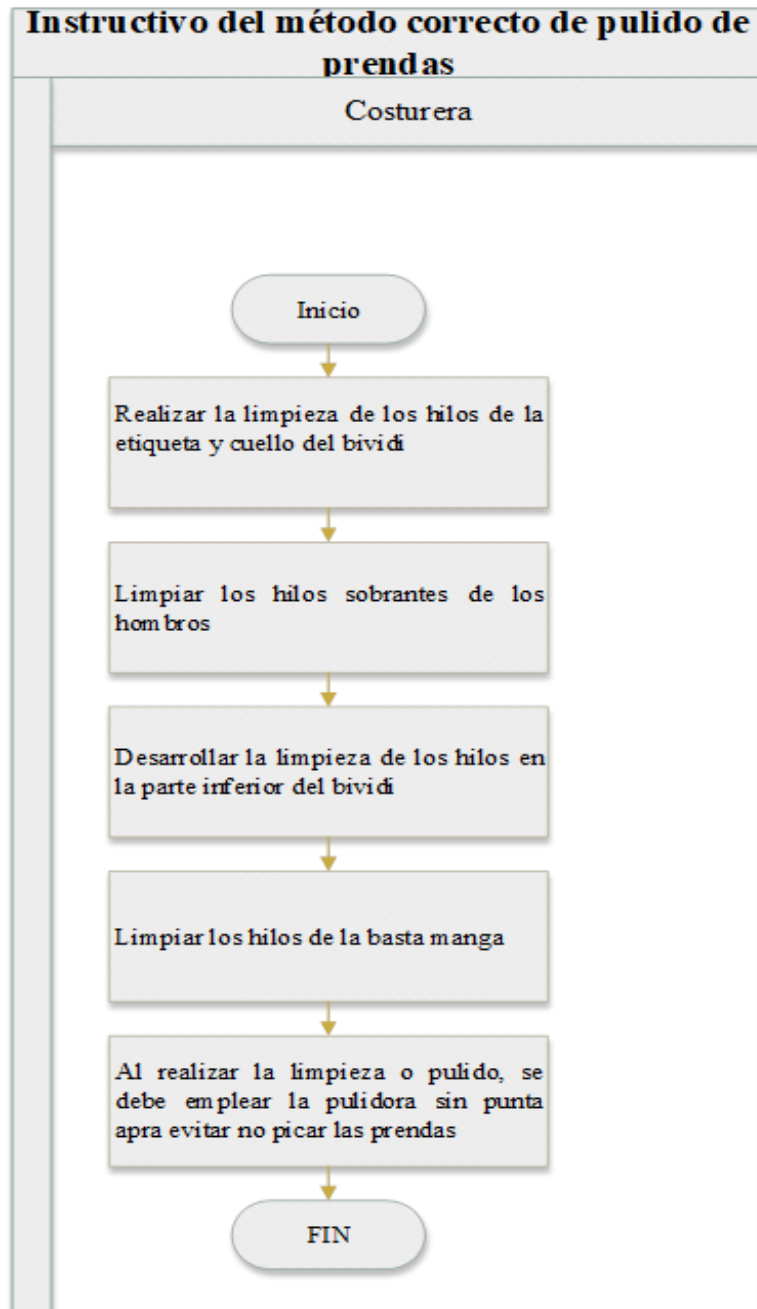
Instructivo de limpieza de costuras pulidas

En relación al mal pulido de prendas, se establece el método correcto de pulido, en la cual se realiza mediante un instructivo explicativo para verificar el cumplimiento del mismo y evitar defectos, en la cual se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40. Instructivo del método correcto de pulido de prendas.

	Instructivo del método correcto de pulido de prendas	Código: SG-M&BT-IIMF-001				
		Versión: 001				
		Fecha: 10/3/2022				
Elaborado por: Jorge Guerrero		Revisado por: Ing. Christian Ortiz				
1.-Objetivo:						
Identificar y cortar los hilos sobrantes de las costuras sin afectar a la prenda.						
2.-Alcance:						
Se emplea para todas las prendas producidas						
3.-Definiciones						
Pulida de hilos: Se denomina a dar los últimos detalles a las prendas, en la cual se extrae los hilos sobrantes que han quedado después de la costura.						
4.-Responsabilidades						
Personal de costura: al terminar el proceso de confección, se debe inspeccionar todas las prendas y eliminar los hilos sobrantes.						
5.-Desarrollo						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. Cuello: Realizar la limpieza de los hilos de la etiqueta y del cuello.</td> </tr> <tr> <td>2. Hombros: Limpiar los hilos sobrantes de los hombros.</td> </tr> <tr> <td>3. Basta Faldón: Realizar la limpieza de los hilos en la parte inferior del bividi.</td> </tr> <tr> <td>4. Basta Manga: Limpiar los hilos de la basta manga</td> </tr> <tr> <td> Recomendación: Se debe emplear una pulidora sin punta para no picar las prendas. Inspeccionar correctamente </td> </tr> </table>	1. Cuello: Realizar la limpieza de los hilos de la etiqueta y del cuello.	2. Hombros: Limpiar los hilos sobrantes de los hombros.	3. Basta Faldón: Realizar la limpieza de los hilos en la parte inferior del bividi.	4. Basta Manga: Limpiar los hilos de la basta manga	Recomendación: Se debe emplear una pulidora sin punta para no picar las prendas. Inspeccionar correctamente	
1. Cuello: Realizar la limpieza de los hilos de la etiqueta y del cuello.						
2. Hombros: Limpiar los hilos sobrantes de los hombros.						
3. Basta Faldón: Realizar la limpieza de los hilos en la parte inferior del bividi.						
4. Basta Manga: Limpiar los hilos de la basta manga						
Recomendación: Se debe emplear una pulidora sin punta para no picar las prendas. Inspeccionar correctamente						


6.-Flujograma



3.1.11. Fase de control

Se establece el plan de control, en la cual refleja la estrategia a seguir en base a las mejoras planteadas a largo plazo, con la finalidad de mejorar el proceso, además de desarrollar y documentar el plan del AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo) de la etapa de análisis, para de esta manera mejorar los valores del nivel de prioridad del riesgo, mostrado en la Tabla 41.

Tabla 41. Plan de control de mejoras.

		PLAN DE CONTROL DE MEJORAS										Revisión	0
Elaborado por:		Jorge Guerrero			Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz		Páginas		1 de 1		
Producto afectado:		Bividis Jhon Charles Blancos			Revisado por:		Ing. Christian Ortiz						
Proceso			Proceso de medición					Muestreo			Toma de decisiones		
Paso proceso	¿Qué controlamos?	Critico	Entrada/Salida	Límites especificación/Requerimientos	Método de medición	Lugar	Método de control	Monitoreo por	Tamaño de la	Frecuencia	Quien o que lo mide	Donde se registra	Acción
Confección	Limpieza de máquinas de coser	si	Entrada	Al iniciar la jornada de trabajo, antes de ir al almuerzo y en la salida, realizar la limpieza del puesto y máquina de coser.	Inspección visual	Área de confección	Check List	Jefe de producción	1	Diario	Jefe de producción	Formato Check List Anexo 5	Memorándum en caso de no acatar disposiciones de limpieza
	Mantenimiento de máquinas de coser	si	Entrada	En base al programa de mantenimiento se deben ejecutar las actividades establecidas.	Inspección visual	Área de confección	Check List	Jefe de producción	1	En base al cronograma de mantenimiento	Jefe de producción	Formato Check List Anexo 4	Memorandum en caso de no acatar disposiciones de limpieza
	Inspección y limpieza de hilos pulidos	si	Entrada	Realizar una correcta identificación de defectos y contribuir en la correcta pulida de hilos	Inspección visual	Área de confección	Hoja de control de defectos Check List	Jefe de producción	1	Diario	Jefe de producción	Hoja de control Anexo 2	Control de tendencias y fuera de control

Monitoreo

Una vez controlado las mejoras del proceso de confección, se establece el monitoreo a seguir con la finalidad de dar seguimiento y consolidar la mejora continua en términos de calidad de los productos que ofrece la empresa M&B Textiles, por lo cual se propone:

- Utilizar gráficas de control por atributos u, en la que determinar los defectos por lotes para de esta manera ser analizados y evaluados, por medio del jefe de producción.
- Controlar mediante check list las actividades de limpieza de forma diaria en el turno de trabajo; dicha revisión la debe realizar el jefe de producción.

Beneficios de mejora y control

Al incorporar el mantenimiento y el control de limpieza, se reducirá considerablemente los problemas de contaminación de aceite y otras sustancias que afecta a las prendas de color blanco, además si se lleva a cabo el correcto mantenimiento de la maquinaria no se tendrán inconvenientes y se evita la contratación de personal externo para realizar la reparación de daños en las máquinas, adicional a esto, las actividades sugeridas la pueden realizar los mismos trabajadores de la empresa por lo cual no implican costos adicionales. Otro aspecto importante es la capacitación continua del personal para crear buenas prácticas laborales, esta actividad la realiza el jefe de producción, esto significa que no se tendrá que desembolsar algún valor. En consecuencia, con la implementación de las mejoras propuestas la organización puede mejorar la calidad de sus productos, minimizar errores humanos, reducir productos de segunda e incrementar sus beneficios económicos.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante la identificación del proceso de confección de bividis de la empresa M&B textiles, se determinó que el producto más vendido es la marca Jhon Charles color blanco que cuenta con un total de 16 procesos desde el ingreso de materia prima hasta despacho, que sirvió de base para el presente estudio de investigación.
- A través de la recopilación de datos de defectos, desde septiembre hasta diciembre del 2021 es del 26.46%, se determinó que la mayor parte de defectos que generan productos de segunda se encuentran en el área de confección, donde se destacan defectos como: manchas de aceite y costuras sin pulir.
- Por medio de las gráficas de control tipo C, para número de defectos, se obtiene que un punto se encuentra fuera de especificación, por lo cual denota una inestabilidad del 6.66% en las manchas de aceite, es decir en el análisis de capacidad de obtener productos de buena calidad del 80.70%, de la misma manera para las costuras sin pulir con un rendimiento del 93.60% que no salgan defectos, por lo cual sugiere emplear mejoras al proceso para evitar dichos problemas.
- En base al análisis de las causas potenciales, se determinó la falta de mantenimiento, falta de limpieza de las máquinas y del puesto de trabajo, así también el incorrecto método de trabajo generan productos de segunda; es por esto que se establece el desarrollo de instructivos para identificar las máquinas con fugas de aceite, programa de limpieza y mantenimiento, instructivos para el método de inspección y de pulido de prendas, obteniendo como resultado la mejora del método de trabajo y la reducción de productos de mala calidad.

4.2 Recomendaciones

- Realizar capacitaciones al personal sobre temas de buenas prácticas de manufactura y además de los instructivos de trabajo con la finalidad de dar a conocer las actividades de mejora a ser ejecutadas para evitar fallas por causas humanas.
- Realizar seguimiento continuo de los defectos semanalmente, para de esta manera tener un control que contribuya a determinar tendencias que afecten al producto y estas puedan ser mejoradas.
- La alta dirección debe fomentar la mejora continua para revisión de los instructivos de trabajo y estos ser mejorados cada que exista un cambio en el proceso o cada 6 meses, con la finalidad de optimizar de mejor manera el trabajo.
- Desarrollar la recopilación de defectos semanalmente y analizarlos mediante gráficas de control, con la finalidad de mejorar la calidad y reducir los productos de segunda.
- La investigación queda abierta para aplicación de metodologías que contribuyan a la mejora del proceso en términos de producción y calidad como aplicación de 5s para controlar el orden y la limpieza, además de estandarizar los espacios de almacenamiento de herramientas, por otra parte, se recomienda desarrollar un mantenimiento adecuado de los equipos de trabajo.
- Controlar de forma diaria el orden y la limpieza de los puestos de trabajo con la aplicación de herramientas propuestas en este proyecto, como por ejemplo check list.
- Realizar el mantenimiento preventivo de las máquinas de manera oportuna, para evitar fallos futuros que repercuten en paradas de producción, productos de segunda y, en consecuencia, pérdidas de dinero para la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. M. Barragán Peñafiel, «La competitividad de las Pequeñas y Medianas Empresas del Sector Manufacturero de Tungurahua y su enfoque en los Negocios Internacionales,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2016.
- [2] K. D. Vera Remache, «Metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos de la empresa "Corporacion Textil Mishell",» Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2018.
- [3] N. M. Paredes Leica, «Plan de mejora de los procesos productivos de la elaboración de telas en la empresa Produtexti Cia. Ltda.,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [4] C. L. Millán Franco, O. Montaña Arango y J. R. Corona Armenta, «Desarrollo de una metodología Lean-Six Sigma para una pyme mexicana Caso: Empresa Textil, Tulancingo, Hgo.,» Memoria del XI Congreso de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad, vol. XI, nº 2, pp. 1498-1518, 2017.
- [5] M. F. Ormaza Morejón, «La calidad del proceso productivo y la aplicacion del control estadístico en el sector de la confección textil,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.
- [6] H. Gutiérrez Pulido y R. de la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y Seis sigma, Mexico: Mc Graw Hill, 2013.
- [7] J. C. Pineda Morán, «Implementación del control estadístico para la calidad en la empresa "Sofos Multisport" en la línea de confección de calentadores para mejorar la capacidad del proceso y productividad,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2016.
- [8] L. Macias, «Blogger Antecedentes de Six Sigma,» 18 Abril 2017. [En línea]. Available: <http://sixsigmagavac.blogspot.com/2017/04/antecedentes.html>. [Último acceso: 14 Julio 2021].
- [9] N. Caicedo Solano, «Aplicación de un programa seis sigma para la mejora de

- caldad en una empresa de confecciones,» Prospect, vol. 9, n° 2, pp. 65-74, 2017.
- [10] A. Barrera, A. Cambra y J. González, «Implementación de la metodología Seis Sigma en la gestión de las mediciones,» Revista Universidad y Sociedad, vol. 9, n° 2, pp. 8-17, 2017.
- [11] J. S. Barrios Pacheco, «Propuesta de mejora de la calidad del sistema productivo en la empresa Moda Atlántico,» Corporación Universidad de la Costa, Barranquilla, 2020.
- [12] P. B. Crespín Suárez, «Mejorar la producción en los procesos de maquina de prenda de vestir en la microemprsa Confecciones Gaby,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2019.
- [13] V. Vasquez Flores, «Propuesta de mejoras en el proceso de tejido para disminuir el porcentaje de defectos en el área de producción de la empresa COFACO INDUSTRIES S.A.C,» Universidad Privada del Norte, Lima, 2017.
- [14] L. B. Abril Flores, «Análisis Lean Six Sigma en el proceso de inyección de suelas de calzado en la empresa Plasticaucho Industrial S.A.,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [15] M. J. Crisostomo Balvin y A. C. Sánchez Gutierrez, «Propuesta de mejora en la confección de ropa de vestir femenina en una Pyme mediante la aplicación de la metodología Lean Six Sigma y herramientas VSM, 5s y distribución de planta,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2018.
- [16] Organización Internacional del Trabajo, «La COVID-19 y las industrias de los textiles, el vestido, el cuero y el calzado,» 8 Abril 2020. [En línea]. Available: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/briefingnote/wcms_744354.pdf. [Último acceso: 10 Julio 2021].
- [17] J. Salvatierra, «Crisis en la industria textil: un 2021 con la moda de hace un año,» El País, pp. 01-03, 01 Marzo 2021.
- [18] V. Vásquez, «Propuesta de mejora en el proceso de tejido para disminuir el porcentaje de defectos en el área de producción de la empresa Cofaco Industries,»

Universidad Privada del Norte, Lima, 2017.


- [19] A. L. Rodríguez Vital y A. L. Rodríguez Urbina, «Estrategias gerenciales para promover la gestión empresarial en PyMes de confección del Departamenteo del Atlántico,» *Revista Espacios*, vol. 40, n° 6, pp. 1-12, 2019.
- [20] E. Bendezú y M. Yenny, «Control de calidad en la fase de elaboración de las prendas de vestir: damas y varones,» Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, 2017.
- [21] A. E. Moreno Morales y A. Cruz, «Control estadístico de la calidad para mejorar la productividad del proceso de producción Textil en la empresa Fertex,» *Facultad de Ingenierías en Ciencias Aplicadas*, vol. 01, n° 07, pp. 1-12, 2018.
- [22] M. V. Pilco Núñez, «Control estadístico de caldiad de los procesos productivos mediante la metodología Six Sigma en la empresa Carrocera Patricio Cepeda,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2016.
- [23] C. X. Cacuango Buitrón, «Análisis de fallas mediante metodología Six Sigma en el proceso productivo de lavado y tinturado de prendas de vestir en la empresa El Laboratorio del Denim Ecuador LDEEC Cia. Ltda.,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [24] O. Fuenmayor, «La clasificación de defectos de prenda,» 6 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.seampedia.com/la-clasificacion-de-defectos-de-prenda/>. [Último acceso: 13 Julio 2021].
- [25] A. V. Benalcázar Cachimuel, «Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos en la empresa "Tejidos Parwall" ubicada en Atuntaqui,» Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2021.
- [26] «Aplicación de Six Sigma en las organizaciones,» *Scientia et Technica* Año XIV, vol. 1, n° 38, pp. 265-170, 2018.
- [27] «Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico,» *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, vol. 22, n° 2, pp. 263-277, 2016.
- [28] E. Navarro Albert, V. Gisbert Soler y A. Pérez Molina, «Metodología e

implementación de Six Sigma,» 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, vol. 1, n° 1, pp. 73-80, 2017.

- [29] C. A. Rodríguez León, «Propuesta para mejorar el aseguramiento de calidad en una empresa de confección textil,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2021.
- [30] L. Shuan y J. Leonor, «Diagnostico en Control de calidad en una empresa de tejidos,» Tesis Digitales UNMSM, vol. 1, n° 3, pp. 12-32, 2017.
- [31] R. d. C. Carrasco Orellana, E. H. Ludeña Castro y S. N. Saavedra Canessa, «Propuesta para reducir los defectos en la linea de costura, aplicando ciclo de mejora continua PHVA en la confeccion de prendas de una empresa textil,» Universidad Nacional de Piura, Piura, 2021.
- [32] D. A. Castrillon Carmona y R. B. Gallego Lozano, «Diseño del plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofia RCM(Mantenimiento centrado en la confiabilidad) para los equipos de la empresa de confecciones Jonley S.A.S,» Universidad de Anquioquia, Medellin, 2019.

ANEXOS

ANEXO 1: Registro de control diario de producción

		Registro de control diario de producción		N° _____
Fecha:		Nombre de operaria:		
Prenda:		Código:		
Modelo:		Turno:		
Registro de producción				
Cantidad	Talla	Color	Observaciones	
TOTALES				
TOTAL, PRODUCIDO				
TOTAL, PRODUCTO DE SEGUNDA				
OBSERVACIONES				

ANEXO 2: Formato de hoja de control

		Hoja de control de defectos					N° _____
Fecha:				Nombre de operaria:			
Prenda:				Código:			
Modelo:				Talla y color:			
Registro de defectos							
Lote	Costuras abiertas	Costuras sin pulir	variantes de tono de hilo	Saltos de puntada	Costura sin rematar	Manchas de aceite	TOTAL
TOTAL							
OBSERVACIONES							

ANEXO 3: Datos recopilados

Lotes de 24 unidades (2 docenas)	Defectos						TOTAL
	Costuras abiertas	Costuras sin pulir	variantes de tono de hilo	Saltos de puntada	Costura sin rematar	Manchas de aceite	
1	0	0	1	1	1	0	3
2	0	2	0	0	1	4	7
3	3	0	0	1	0	13	17
4	0	6	1	0	0	7	14
5	1	0	0	1	0	0	2
6	0	1	0	1	0	5	7
7	2	4	0	0	0	4	10
8	1	0	0	0	0	8	9
9	1	0	0	0	0	4	5
10	0	3	0	1	0	6	10
11	0	0	0	2	0	5	7
12	0	2	0	0	0	8	10
13	0	0	0	2	1	4	7
14	0	5	2	0	0	2	9
15	0	1	0	2	0	7	10
TOTAL	8	24	4	11	3	77	127


ANEXO 4: Check List actividades de mantenimiento

DATOS GENERALES DE LA MÁQUINA		N	Actividades generales del operador	Cumple/ No cumple											
Nombre de la máquina		1	Realizar el diagnóstico inicial de la máquina, ejecuta operación de respunte con aplicación de ficha técnica.												
Tipo de máquina		2	Desmontar, montar y ajustar los mecanismos de la barra de aguja y pie prensatelas.												
Área de trabajo		3	Desmontar, montar, sincroniza y ajusta mecanismos del garfio y aguja.												
Operador		4	Desmontar y montar todas las piezas del mecanismo de transporte y aguja.												
		5	Realizar el desmonte y monta el sistema de lubricación automática y limpiar las impurezas.												
		6	Realizar el desmonte y monta el mecanismo automático de corte de hilo.												
		7	Programar parámetros electrónicos básicos de motores												
		8	Diagnosticar fallas												
Mantenimiento autónomo															
ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	Panel de control	Limpiar de cada una de las partes y verificar que no existan daños.	Mensual												
2	Motor	Verificar que no existan daños y que funcionen correctamente.	Mensual												
3	Interruptor	Limpiar de cada una de las partes y verificar que no existan daños.	Mensual												
4	Palanca de retroceso de la alimentación	Limpiar de cada una de las partes y verificar que no existan daños.	Mensual												
5	Marcha atrás rápido	Limpiar de cada una de las partes y verificar que no existan daños.	Mensual												
Mantenimiento preventivo															
6	Varilla de conexión	Verificar que no se encuentren sueltos y/o flojos	Mensual												
7	Micros de fin de carrera	Que se puedan activar libremente y funcionen en forma correcta	Mensual												
8	Placa de levantador de rodilla	Verificar que no esté dañado y/o desgastado	Mensual												

ANEXO 5: Check List de limpieza de máquinas de coser según horario

		PLAN DE LIMPIEZA E INSPECCIONES DE MAQUINARIA DE M&B TEXTILES				V001	
PLAN DE LIMPIEZA E INSPECCIONES							
ÁREA:					SECCION:		
EQUIPO:					FRECUENCIA:		
ÍTEM	COMPONENTE/LUGAR	ESTANDAR	METODO	HERRAMIENTA	TIEMPO	ESTADO	
1	Máquina limpia		Limpieza	Paño de limpieza	2 min		
2	Asiento en buen estado		Visual y manual	—	1 min		
3	Aguja en buen estado		Visual	—	1 min		
4	Nivel de aceite adecuado		Visual	—	1 min		
5	Hilo en la bobina		Visual	—	1 min		
6	Hilo en el porta cono		Visual	—	1 min		
7	Pedal en buen estado		Visual	—	1 min		
8	Buen enhebrado de hilo		Visual	—	3 min		
9	Buena costura		Visual	—	3 min		
Tiempo total de actividad					14 min		
Observaciones							

ANEXO 6: Ficha de levantamiento de procesos

	Formato de levantamiento de procesos	
Proceso:		
Área:		
N°	Actividades	Fotografía
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
Descripción de herramientas y equipos		
Nombre del personal		