

# Universidad Nacional de Ingeniería

## Facultad de Ingeniería Química y Textil



TESIS

### **Aplicación de Six Sigma y su relación en la Mejora de la Productividad en un taller de confecciones de indumentaria Folclórica**

Para obtener el grado de Ingeniero Textil.

Elaborado por

Xavier Enrique Cárdenas Esquivel

 [0009-0007-3982-7004](https://orcid.org/0009-0007-3982-7004)

Asesor

Ing. María Elena Tito Silva de Bendezú

 [0000-0001-8672-1234](https://orcid.org/0000-0001-8672-1234)

TOMO I DE I

LIMA – PERÚ

2024

---

Citar/How to cite	Cárdenas Esquivel [1]
Referencia/Reference	[1] X. Cárdenas Esquivel, “ <i>Aplicación de Six Sigma y su influencia en la Mejora de la productividad en un taller de confecciones de indumentaria folclórica</i> ” [Tesis de pregrado]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

---



---

Citar/How to cite	(Cárdenas, 2024)
Referencia/Reference	Cárdenas, X. (2024). <i>Aplicación de Six Sigma en la mejora de la productividad en un taller de confecciones de indumentaria folclórica</i> . [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

---

### ***Dedicatoria***

*Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre y padre, pues sin ellos no lo hubiera logrado. Se la dedico a mi hija, mi primogénita quien fue motivo de inspiración. A mi pareja y hermanos quienes estuvieron para mí cuando los necesitaba. .*

### **Agradecimientos**

Al concluir esta etapa tan maravilloso debo extender un profundo agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño y estuvieron capacitándome en muchos de los capítulos de la investigación, mi gratitud va para mi alma mater, Universidad Nacional de Ingeniería, mi estimada Asesora de tesis Ing. María Elena Tito Silva de Bendezú, mi compañero Ing. Joel Sedano y a todos quienes intervinieron en la obtención de información.

## Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo analizar, mejorar y controlar la productividad de un taller de confecciones de ropa folclórica. Dentro del estudio se aplicó la metodología Six Sigma la herramienta definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC) que permitió llevar un orden, procedimiento para poder encontrar la causa raíz del porque no se entregan los pedidos a tiempo y más aún conocer el por qué los clientes retiran los pedidos o cancelan las ordenes de pedido. Para esto se contó con un equipo, el cual estuvo de inicio a fin dentro de la investigación. Se evaluaron las causas que generaron retrasos en las entregas de los pedidos para luego implementar mejoras, como las capacitaciones continuas, para poder incrementar la productividad y eficiencia en los operarios y la reestructuración del DOP. Como consecuencia a todo ello, se logró la reducción del lead time de 448 segundos a 261 segundos en el proceso operativo, el incremento del número de pedidos de 14 a 64 pedidos entregados a tiempo y un incremento de los niveles de ingresos a S/.7,008.00. Por último, se concluyó que gracias a la aplicación del Six Sigma en el proceso de confección de prendas folclóricas, se logró un incremento de los niveles de productividad y del nivel sigma de 2.09 a 3.76.

Palabras clave: Confecciones, Six Sigma, productividad

## **Abstract**

The objective of this thesis was to analyze, improve and control the productivity of a folkloric clothing manufacturing workshop. Within the study, the Six Sigma methodology and a tool (DMAIC) were applied that allowed an order, procedure to be able to find the root cause of why orders are not delivered on time and even more so to know why customers withdraw orders or cancel order orders. For this, there was a team, which was involved in the investigation from start to finish. The causes that generated delays in the delivery of orders were evaluated and then improvements were implemented, such as continuous training, to increase the productivity and efficiency of the operators and the restructuring of the DOP. As a consequence of all this, the lead time was reduced from 448 seconds to 261 seconds in the operational process, the number of orders increased from 14 to 64 orders delivered on time and an increase in income levels to S/. 7,008.00. Finally, it was concluded that thanks to the application of Six Sigma in the process of making folkloric garments, an increase in productivity levels and the sigma level from 2.09 to 3.76 was achieved.

Keywords: Clothing, Six Sigma, productivity

## Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen .....	v
Abstract .....	vi
Introducción .....	xii
1. Capítulo I. Parte introductoria del trabajo .....	1
1.1. Generalidades .....	1
1.2. Descripción del problema de investigación .....	1
1.2.1. Realidad de la problemática .....	1
1.2.2. Problema General .....	4
1.2.3. Problemas Específicos .....	4
1.3. Objetivos del estudio.....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Antecedentes investigativos.....	4
1.4.1. Antecedentes Referenciales.....	4
1.4.2. Hipótesis General.....	7
2. Capítulo II. Marcos teórico y conceptual.....	8
2.1. Marco teórico .....	8
2.1.1. Estrategia Six Sigma .....	9
2.1.2. Herramientas para el Six Sigma .....	11
2.2. Marco conceptual.....	21
2.2.1. Maquinaria .....	21
2.2.2. Repuestos accesorios .....	23

3. Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación.....	27
3.1. Tipo de Investigación .....	27
3.2. Nivel o Alcance de la investigación .....	27
3.3. Método de la investigación.....	27
3.3.1. Diseño de la investigación .....	28
3.3.2. Población y muestra.....	28
3.3.3. Técnicas e instrumentos en la recolección de datos.....	29
4. Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados .....	31
4.1. Resultado: Definir .....	31
4.2. Resultado: Medir.....	34
4.3. Resultado: Analizar.....	37
4.4. Resultado: Mejorar.....	38
4.5. Resultado: Controlar .....	45
Conclusiones .....	47
Recomendaciones .....	49
Referencias bibliográficas.....	50
Anexos        53	
Anexo 1 .....	53
Anexo 2 .....	54

## Lista de Tablas

	Pág.
<b>Tabla 1:</b> Valores posibles del Cp y las interpretaciones .....	18
<b>Tabla 2:</b> Cálculo del nivel sigma asociado al DPMO .....	19
<b>Tabla 3:</b> Descripción de las operaciones con mayor frecuencia en los pedidos ...	33
<b>Tabla 4:</b> Estado de los pedidos en un rango de 3 meses.....	35
<b>Tabla 5:</b> Detalle del ingreso de los pedidos .....	35
<b>Tabla 6:</b> Resumen de las 5 causas de mayor impacto.....	36
<b>Tabla 7:</b> Cálculo del DPMO inicial.....	36
<b>Tabla 8:</b> Cálculo del nivel sigma inicial.....	37
<b>Tabla 9:</b> Dificultad por operación .....	38
<b>Tabla 10:</b> Eficiencia mejorada luego de la capacitación .....	39
<b>Tabla 11:</b> Lead time inicial .....	42
<b>Tabla 12:</b> Lead time real considerando otras causas .....	42
<b>Tabla 13:</b> Asignación de operación según dificultad y eficiencia .....	43
<b>Tabla 14:</b> Lead Time mejorado .....	43
<b>Tabla 15:</b> Lead time mejorado considerando otras causas .....	44
<b>Tabla 16:</b> Estado de pedidos después de las propuestas .....	44
<b>Tabla 17:</b> Ingresos percibidos después de la mejora .....	44

<b>Tabla 18:</b> Nivel sigma obtenido después de las mejoras.....	45
<b>Tabla 19:</b> Eficiencias proyectadas con el control continuo y capacitación .....	46
<b>Tabla 20:</b> Lead time proyectado luego del seguimiento y control .....	46

## Lista de Figuras

	Pág.
<b>Figura 1:</b> Diagrama causa efecto por método de las 6M.....	13
<b>Figura 2:</b> Diagrama causa efecto por el método tipo de flujo del proceso.....	14
<b>Figura 3:</b> Diagrama causa efecto por el método de enumeración de causas.....	15
<b>Figura 4:</b> Máquina recta del taller de confecciones.....	22
<b>Figura 5:</b> Máquina remalladora del taller .....	23
<b>Figura 6:</b> Diagrama de Operaciones de proceso inicial .....	32
<b>Figura 7:</b> Diagrama Ishikawa del taller.....	34
<b>Figura 8:</b> Diagrama de operaciones de proceso propuesto .....	41

## Introducción

En la industria de la confección de indumentaria folclórica, la eficiencia y la calidad son factores clave para el éxito de un taller. La aplicación de metodologías como Six Sigma se ha convertido en una herramienta fundamental para mejorar la productividad y maximizar la calidad de los productos. En este contexto, es crucial analizar cómo la implementación de Six Sigma puede influir en la mejora de la productividad en un taller de confecciones de indumentaria folclórica. Para lo cual se buscará responder a la pregunta ¿Cuánto mejora la productividad al implementar Six Sigma en un taller de confección de ropa folclórica?

La presente tesis busca mostrar en cuanto mejora la productividad en un taller de confecciones de indumentaria folclórica luego de haber aplicado la metodología six sigma con el soporte de la metodología definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC).

En el primer capítulo identificaremos los problemas que se quieren resolver; además de los objetivos a lograrse. También buscaremos ciertos antecedentes para fortalecer el objetivo principal de la tesis, basándonos en investigaciones pasadas.

En el segundo capítulo se detallarán los conceptos de las herramientas a utilizar dentro de toda la investigación. Además de, detallar las fórmulas y/o ecuaciones que servirán como apoyo para los cálculos numéricos.

En el tercer capítulo se explicará en que consiste la metodología DMAIC y cuál será el procedimiento a seguir.

En el cuarto capítulo se ejecutarán todos los pasos de la metodología DMAIC, obtenido los resultados numéricos para luego poder ser evaluados, proponiendo las mejoras a realizar.

En el quinto capítulo se discutirán los resultados obtenidos y se definirán si las hipótesis planteadas fueron validadas luego de la investigación.

# Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

## 1.1. Generalidades

El taller de confecciones de prenda folclórica inicio como un emprendimiento. Este taller, ubicado en el distrito de Villa el Salvador, confecciona trajes folclóricos. Por lo general trajes de la cultura peruana. Este taller cuenta con una producción semanal de aproximadamente 20 trajes. El taller se ubica dentro del domicilio de la dueña (jefa de producción), en un cuarto acondicionado para que pueda producir.

## 1.2. Descripción del problema de investigación

### 1.2.1. Realidad de la problemática

La industria textil en el Perú ha sido un sector de más crecimiento a inicios del siglo XXI, los tratados, leyes y sucesos externos que fueron de los años 90 hasta el 2012 fueron cruciales para su consolidación, sin embargo, en los últimos años este sector ha venido decreciendo. En el 2012 las exportaciones fueron de US\$ 2.2 mil millones y en el 2017 fueron de US\$ 1.3 mil millones. Esto se debe en parte al crecimiento de la industria de países como China e India y a los elevados costos de producción en el Perú, es decir la industria textil peruana dejó de ser competitiva a nivel mundial (Laguna et al., 2020).

En el año 2021, las micro y pequeñas empresas (mypes) en Perú representaron el 96% de todas las empresas del país y emplearon al 43% de la fuerza laboral. Estas cifras muestran una mejora significativa en comparación con el año anterior, con un aumento de 16.4 puntos porcentuales en el porcentaje de la fuerza laboral empleada por las mypes. Además, las mypes registraron ventas anuales por un total de S/ 107,945 millones, lo que representó un aumento del 78.5% en comparación con el año anterior y equivalente al 12% del Producto Bruto Interno (PBI) del país. Este crecimiento en las ventas se debe principalmente a una mayor demanda generada por la recuperación económica después de las restricciones asociadas a la pandemia de COVID-19. Sin embargo, a pesar de este

crecimiento, la informalidad sigue siendo un desafío para las mypes. Según datos de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (Sunat), el 86% de las mypes operan en la informalidad, un aumento de 1.6 puntos porcentuales en comparación con el año anterior. Esto indica que el aumento en el número de mypes fue impulsado en su mayoría por empresas informales en lugar de empresas formales. Otras características relevantes de las mypes en el año 2021 incluyen el hecho de que el 47% de los emprendedores tenían al menos un producto financiero formal, mientras que el 25% utilizaba métodos de ahorro informal. Además, el 76% de las mypes no llevaba ningún registro de cuentas, el 81.7% de los trabajadores eran familiares del dueño del negocio, el 87.1% de los trabajadores no estaba afiliado a ningún sistema de pensiones y solo el 1.7% tenía seguro social.

También se observó que el 19.3% de los trabajadores laboraba más de 40 horas a la semana y el 3.6%, más de 60 horas. A pesar de algunas mejoras, como el aumento en el uso de productos financieros formales, aún queda mucho por hacer en términos de formalización de las mypes. Para abordar este desafío, Comex Perú ha desarrollado el Índice de Capacidad Formal (ICF), que utiliza datos de la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho) para evaluar la capacidad de las mypes para formalizarse y mejorar su productividad. Este índice permite identificar qué tan propensas son las mypes a registrarse en la Sunat y fomenta la implementación de políticas públicas focalizadas en el sector.(Sociedad del Comercio Exterior del Perú, 2021)

Desde la vista de los clientes, los productos y servicios deben cumplir ciertas características. Estos productos y servicios son resultado de procesos, la cual es una suma de actividades en la que hay insumos como variables de ingreso y resultados como variables de salida (Características de calidad) En tal sentido si se desea una determinada calidad, se requiere controlar las actividades e insumos inmersos en el proceso, a este control se le denomina aseguramiento de la calidad. Conviene asegurar la calidad para evitar reprocesos, desperdicios, retrasos, paros y fallas, inspección exhaustiva para evitar

que los productos defectuosos no salgan al mercado, etc. En fin, todo esto elevan los costos que pueden bordearse entre el 25 al 40 % de las ventas. En este marco resulta oportuna la aplicación de Six Sigma (Seis Sigma) El cual es lograr mediante un control estadístico reducir la variabilidad en los procesos (Gutiérrez y De la Vara, 2009, p. 12).

Las medidas implementadas para impulsar las artes escénicas en Perú en los últimos 13 años, se ha prestado poca atención específicamente a la danza. La práctica de la danza en el país se alinea con la industria de la danza producida desde el norte global en términos económicos, de trabajo y de gestión. Sin embargo, no se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo sobre las formas de crear, producir y participar en danza en Perú, especialmente en relación con el cuerpo globalizado, la creación colectiva y los pequeños formatos. Las políticas implementadas hasta ahora no generan cambios significativos para el desarrollo de la danza en el país y siguen fortaleciendo la perspectiva occidental hacia los cuerpos del sur (Jiménez, 1998).

En Lima existen muchos emprendedores, por ello, el estudio a realizar se efectuará en un taller de confecciones de ropa folclórica, este taller se encuentra ubicado en el distrito de Villa el Salvador. El taller inicio como un emprendimiento, pero al transcurrir del tiempo fue ganando credibilidad en la calidad de su trabajo y ahora cuenta con trabajos a pedidos. La producción en el taller no se encuentra estandarizada, motivo por el cual no se puede dar una pronta respuesta a los clientes. La demora del tiempo de entrega y la cola de clientes esperando se ha convertido hoy en día en un problema para la emprendedora; ya que, no se da abasto para cumplir con todos. Al tener una calidad ya reconocida por sus clientes, no puede encontrar algún apoyo y/o operario que pueda igual su trabajo en cuestión a la calidad, tiempo de respuesta; para luego encontrar una solución y mejorar con los tiempos de entrega. Así mismo, se buscará aumentar la producción para incrementar ingresos y además de mantener a los clientes fidelizados hacia el taller.

### **1.2.2. Problema General**

¿Cuánto mejora la productividad en un taller de confecciones de ropa folclórica al implementar Six sigma?

### **1.2.3. Problemas Específicos**

¿Cuánto mejora la productividad del taller de confecciones de ropa folclórica tras lograr un nivel sigma de  $6\sigma$ ?

¿Cuánto mejora la productividad en el taller de confecciones de ropa folclórica al lograr una capacidad de proceso de 2?

## **1.3. Objetivos del estudio**

### **1.3.1. Objetivo general**

Implementar el método Six Sigma llegando a un nivel 3 sigma y capacidad de proceso de 2 para mejorar la productividad en un taller de confecciones de ropa folclórica.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- i. Medir el nivel Sigma y la capacidad de proceso sin la implementación de la metodología Six Sigma.
- ii. Implementar la metodología Six Sigma y medir el nivel sigma y la capacidad de proceso.
- iii. Realizar el estudio de productividad en el taller de confecciones de prendas folclóricas.

## **1.4. Antecedentes investigativos**

### **1.4.1. Antecedentes Referenciales**

Yang et al. (2021) en su investigación denominada Gestión de Calidad Six Sigma de la Fabricación Aditiva, tuvo como objetivo demostrar y recalcar la importancia de la

metodología Six Sigma como herramienta útil en la medición de la eficiencia operativa en la gestión de procesos internos de las empresas que lo implementan. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo, diseño no experimental y enfoque cuantitativo, cuya muestra fueron todas las empresas de manufactura dentro de un territorio determinado que presentan a la metodología Six Sigma dentro de sus procesos operativos. Los resultados del estudio dieron como respuesta el nivel de alcance de Six Sigma en la industria automotriz y semiconductores, teniendo en cuenta factores principales como la planificación, control y mejora de la calidad de procesos, teniendo en cuenta el uso de datos, la aplicación estadística y la automatización. Finalmente se concluyó que la metodología Six Sigma se encuentra presentes en empresas que desarrollan manufactura y en aquellas que realizan servicios como la atención médica y logística, utilizando para ello la definición del problema, la medición, el análisis, la mejora y el control de procesos industriales.

Rodríguez y Valencia, (2020) en su informe de suficiencia profesional titulado “Propuesta de Mejora del proceso de producción utilizando la metodología DMAIC Six Sigma para reducir reprocesos en una pyme de confección textil”, tuvo como objetivo disminuir las unidades defectuosas, así como los reprocesos y mermas. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, nivel explicativo, alcance longitudinal y diseño pre-experimental. Los resultados evidenciaron una disminución en horas de reproceso de 25 %, merma en 22% e incremento de la productividad en 21.6 unidades producidas/ total de horas de producción (u/h). Finalmente se concluyó la importancia y utilidad de la metodología Six Sigma en la reducción de las mermas y en los costos incurridos para la eliminación de las fallas dentro del proceso de producción, permitiendo el incremento de la competitividad de la empresa, tras el incremento de su prestigio al utilizarla.

Panibra (2023) en su estudio denominado “Propuesta del Plan de Gestión de Calidad para incrementar la productividad en una empresa de confecciones de la ciudad de Trujillo, 2020”, tuvo como objetivo diseñar e implementar un plan de mejora de gestión

de calidad en base a herramientas de aseguramiento de la calidad, con el fin de evaluar su impacto en la productividad de la PYME. La metodología empleada fue de tipo aplicada y diseño pre-experimental. La técnica de recolección de datos fue la entrevista, la encuesta y el análisis documental, cuyos instrumentos abordaron a la guía de entrevista, el cuestionario de encuesta y la ficha de registro. Dentro de los resultados del estudio se utilizó las herramientas de Ishikawa y Pareto para el diagnóstico de la situación problemática de la empresa, para luego por medio de herramientas de ingeniería, se logre la mejora de los indicadores iniciales de la empresa, por lo que por medio de la herramienta Poka-Yoke, se logró la disminución en un 95% de las mermas, asimismo el plan de capacitación logró eliminar el porcentaje de productos devueltos y el control estadístico de procesos permita la disminución en un 56.48% de los reprocesos. Finalmente se concluyó que la propuesta del plan de gestión de calidad logró mejoras significativas dentro de los niveles de productividad en la empresa de estudio.

González et al. (2023), en su trabajo de investigación denominado: “Método de mejora para incrementar la productividad en la industria maquiladora del vestido en base a la herramienta PHVA, DMAIC, Lean Y Six Sigma”, tuvo como objetivo implementar una metodología que permita el incremento de la productividad del sector maquilero del vestido, por medio de herramientas de mejora, a fin de poder satisfacer las necesidades que permitan un mejor control de atención en las áreas de oportunidad del proceso descrito. La metodología de estudio fue de tipo aplicada, nivel explicativo-descriptivo y diseño cuasi-experimental. La muestra del estudio fueron todas las empresas que estuvieron registradas en CANAIVES. Los resultados del estudio arrojaron incrementos en los niveles de productividad de los procesos en un 75%, tras haber implementado de forma conjunta las herramientas del ciclo PHVA, DMAIC, Lean Manufacturing y Six Sigma, donde se evidenció como consecuencia una disminución de los tiempos de entrega en un 35% y un incremento de los niveles de calidad del producto terminado en un 44%. Finalmente se concluyó que trabajando de forma conjunta las herramientas de ciclo PHVA, DMAIC, Lean Manufacturing

y Six Sigma, tiene la facultad de mejorar e incrementar los niveles de productividad en los procesos de producción, permitiendo a las industrias textiles una mayor participación de mercado.

Rojas et al. (2023), en su trabajo de investigación denominado: "Metodología para mejorar la rentabilidad en una empresa textil, a través de la mejora del proceso de reclutamiento y selección de recursos humanos utilizando Lean Six Sigma y Transformación Digital", tuvo como objetivo incrementar el nivel de rentabilidad de una empresa textil, por medio de la aplicación de las herramientas Lean y Transformación Digital a fin de reducir los tiempos de selección y contratación del personal. La metodología empleada fue de tipo aplicada, nivel explicativo, alcance longitudinal y diseño cuasi-experimental. Los resultados dieron como respuesta la simulación de tres escenarios diferentes, donde se logró mejorar el cumplimiento del plan de producción en promedio en un 0.49%, permitiendo de esta forma el incremento de la rentabilidad empresarial. Además, se logró reducir el tiempo de selección de personal en un 47.72% mediante la mejora de los procesos y el uso de la Transformación Digital. Finalmente el estudio tuvo como conclusión la importancia de dicha metodología en la identificación mucho más rápida de aquellos trabajadores que se desean desvincular más rápidamente en las tareas de la empresa, tomando acciones de por medio para retenerlos, permitiendo de esta manera la reducción de los costos de selección de personal y por ende la flexibilidad en el desarrollo de una cultura digital, con apunte a mejorar los procesos de soporte, reducir los costos y con mayor facilidad en la adaptación de las necesidades en las áreas productivas.

#### **1.4.2. Hipótesis General**

Con la aplicación de Six Sigma mejorará significativamente la productividad en el taller de confecciones de ropa folclórica.

## Capítulo II. Marcos teórico y conceptual

### 2.1. Marco teórico

Es una estrategia en la que se enfoca al cliente, buscando la mejora de la calidad. En esta metodología se busca eliminar causas que generan errores, defectos o retrasos en los respectivos procesos donde se implementan. Otra forma de decirlo esta metodología intenta lograr procesos en los que existan a lo mucho 3.4 defectos por millón de operaciones. Esta estrategia se remonta a inicios de los años 1987 con la empresa Motorola a la cabeza de Bob Galvin con la cual se logró aproximadamente un ahorro de 1000 millones de dólares (*Mejora de procesos Six Sigma*, 2017)

En el sector textil es una de las industrias con mayor actividad económica, por lo tanto, en la industria textil se requiere de metodologías como la de six sigma con la finalidad de aumentar la productividad y bajar costos. Esto a través de la búsqueda de la calidad. En la industria textil uno de los problemas encontrados es al momento del teñido puesto no se llega al tono desarrollado a nivel de prueba o laboratorio (Na y Hipertensiva, s. f.), (Perén, 2012).

La metodología Six Sigma requiere la implementación de estos aportes de Acho, (2017):

- Se requiere que la alta dirección esté comprometida con los objetivos de Six Sigma
- Se necesita personas de tiempo completo dedicadas a implementar la metodología, por eso la metodología Six Sigma plantea ciertos roles: Champions (Ofrecen el patrocinio), Master Black Belt (Asesor), Black Belt (director de proyectos Six Sigma), Green Belt (Asistente que sabe ejecutar Six Sigma), Yellow Belt (Asistente que apoya en las actividades)
- Un liderazgo que esté comprometido.
- Entrenamiento y Acreditación

- Orientado al cliente y con miras a los procesos
- Se hace uso de datos para tomar decisiones

### **2.1.1. Estrategia Six Sigma**

La aplicación de Six Sigma pasa por los procesos Definir (Define), Medir (Measure), Analizar (Analysis), Mejorar (Improve) y Controlar (Control Process). En cada etapa se hace uso de una serie de herramientas para lograr el objetivo de alcanzar el 6  $\sigma$ . (Gutiérrez y De la Vara, 2009) (Iverson y Dervan, s. f.)

**Definir.** Es la primera fase en la cual se comienza por responder las siguientes preguntas: ¿Por qué se hace? ¿Qué beneficios se espera? ¿Cuáles son las métricas que se requiere para satisfacer las necesidades del cliente? En si es definir el problema y con ellos se concreta en definir los objetivos. En esta etapa se desarrollan diagramas de procesos, Diagramas de flujo o SIPOC. En esta fase también es oportuno la conformación del equipo Six Sigma. (Facho, 2017)

- Herramientas
- Lluvia de Ideas
- Diagrama Causa – Efecto Ishikawa
- Diagrama de Pareto

**Medir.** Esto implica realizar una medición de la situación actual. Se tiene que cuantificar las magnitudes del problema, para lograr esto se necesita entender el funcionamiento de los procesos que se desean controlar. Aquí son útiles los Mapas de procesos, análisis de modo y efecto de fallas, Métricas Six Sigma o estudios de reproducibilidad y repetibilidad (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

**Analizar.** En este segmento se requiere analizar las causas y se visualiza lo que genera el problema. En sí se trata de entender el cómo y el por qué se genera el problema, todo este proceso debe ser realizado con datos para llegar a las causas raíces. Es necesario plantearse varias hipótesis. En esta etapa se aplica la técnica de los 5 por qué,

también puede servir la herramienta de lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, prueba de hipótesis, diagrama de dispersión (Facho, 2017).

- Herramientas
- Análisis gráfico de datos
- Estadística inferencial con pruebas de hipótesis
- Estudios de correlación.

**Mejorar.** Consiste en implementar las soluciones con el fin de corregir los errores o reducir el problema. Es necesario recordar que se deben buscar soluciones que ataquen a las causas. Puede haber varias soluciones y cada uno con un criterio lo ideal es ponderar y tomar la mejor solución. Aquí las herramientas más usadas son Poka-Yoke, diseño de experimentos (DOE) (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

- Herramientas
- Estudios de análisis de varianza
- Diseño de experimentos

**Controlar.** Es la etapa en la que se busca mantener la mejora alcanzada, esto implica internalizar e institucionalizar la mejora lograda. Esto implica el apoyo, participación y adaptación de la gente involucrada en el desarrollo de los procesos. Por ello se requiere la formación de un sistema de control con la misión de prevenir que el problema que existía se vuelva a presentar, que el conocimiento y mejora pase al olvido, perseverar en el desempeño y motivar la mejora continua. Para lograr estos se recomienda tres niveles de control (Facho, 2017).

**Estandarizar Proceso.** Esto implica un cambio en el sistema para asegurar las mejoras. La herramienta Poka-yoke puede ser de ayuda.

Documentar el plan de control. Esto implica realizar procedimientos que sean claros, materiales audiovisuales y hojas de trabajo, así como la capacitación.

**Monitorear el proceso.** Es mostrar las evidencias que identifican que las mejoras se están cumpliendo. Esto implica revisar las entradas claves del proceso y variables de salida crítica. Una herramienta útil es tener una carta de control y responder ¿Cómo se monitorea? ¿Con qué frecuencia? ¿Se conocen las especificaciones y valores meta óptimos? ¿Cuáles de las variables deben tener carta de control?

### **2.1.2. Herramientas para el Six Sigma**

**Lluvia de ideas.** Es una forma de trabajo de trabajo en equipo para estimular la creatividad frente a una problemática u objetivo. Se va realizar una lluvia de Ideas. Este proceso debe ser un proceso ordenado con los siguientes pasos (Gutiérrez y De la Vara, 2009, p.159):

- a) Paso 1: Determinar el tema o problema. Así se evite divagar
- b) Paso 2: Nombrar un moderador, quien ordenará la participación de los demás.
- c) Paso 3: Cada participante debe hacer una lista por Escrito de las posibles causas.
- d) Paso 4: Los participantes se acomodan en una mesa, si se pudiera de forma circular y se turnan para leer su lista. Todas las ideas deben ser escuchadas, porque primero se deben reflexionar sobre las posibles causas y después seleccionar aquellos que son relevantes.
- e) Paso 5: Una vez leído todas propuestas, se consulta si hay más comentarios a realizar para poder extraer la mayor cantidad de ideas.
- f) Paso 6: Se agrupa por similitud y se representa en un diagrama de Ishikawa (DI), con esto se estratifica y aclaran las ideas. Así se tiene una visión panorámica del problema.
- g) Paso 7: Se realiza una verificación para saber si no se está anotando u omitiendo alguna idea importante.

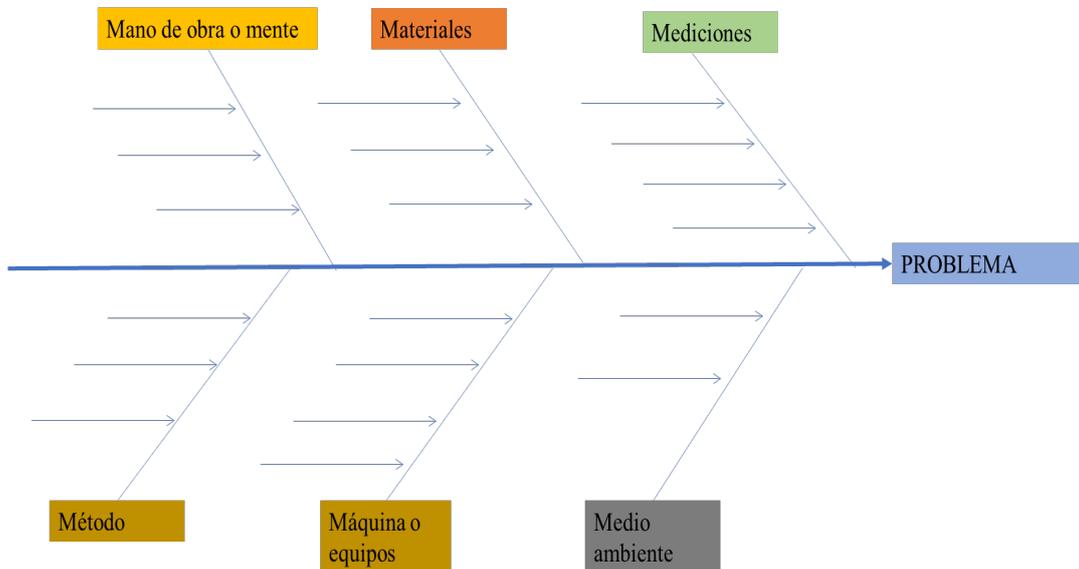
- h) Paso 8: Se inicia un debate para encontrar las causas principales. En el debate se debe resaltar la importancia y se toma la que tiene más menciones.
- i) Paso 9: Se eligen las causas más preminentes mediante votación, datos o consenso. Se recomienda votación cuando no se tiene datos. Una vez se tenga la lista de las causas más preminentes, se centra el equipo en esa lista y se vuelve otra vez al debate para pulir más aquella lista.
- j) Paso 10: La sesión se dirige a resolver los problemas.

**Diagrama causa-efecto de Ishikawa (DI).** Es un gráfico que relaciona los problemas (Efectos) con los factores (causas) que lo permiten o generan. Existen 03 métodos para realizar un DI (Gutiérrez y De la Vara, 2009, p. 155-159):

**Método de las 6 M.** Consiste en agrupar las causas potenciales en un esquema de 6 ramas (6M): Métodos de trabajo, mano de obra (Incluye mente), materiales, máquinas, medición y medio ambiente. Ver figura 1. Es ventajoso cuando se requiere tener un panorama de los elementos que se relacionan con el problema, cuando no se conoce el proceso al detalle y cuando se desea enfocar más al proceso y no al producto. Lo desventajoso es que se acumulan muchas causas potenciales y no se entiende para quienes no tienen conocimiento del proceso.

**Figura 1**

*Diagrama causa efecto por método de las 6M*



**Consideraciones.** Para usar correctamente el método de las 6M y obtener la información necesaria para elaborar correctamente el diagrama causa efecto. Se visualizan las preguntas necesarias para tener claridad en la aplicación del método 6 M. Esto implica necesario visualizar lo siguientes puntos:

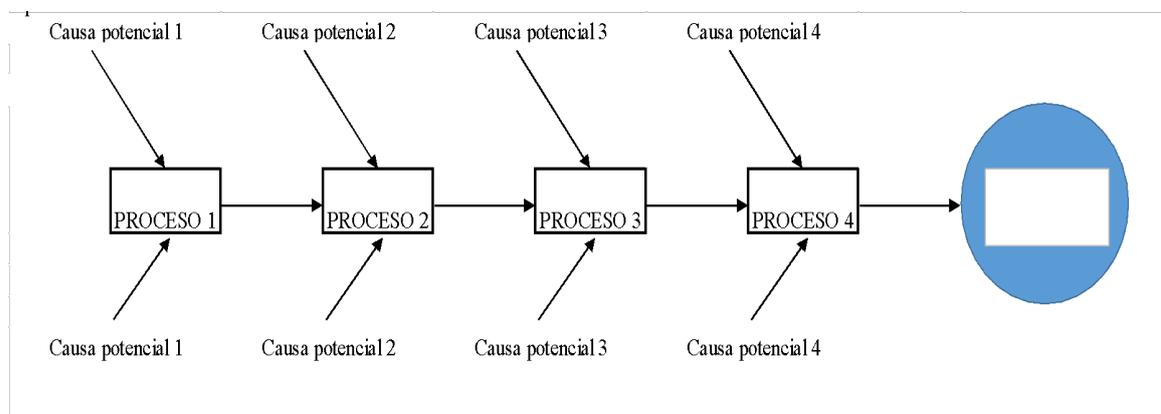
- Mano de obra. -Se tiene que evaluar el conocimiento, el entrenamiento, la habilidad y capacidad.
- Métodos. -Se tiene que cuestionar o consultar si los métodos de trabajo están estandarizados, si los responsables saben los procedimientos de su cargo y las operaciones están definidas.
- Máquinas o equipos. -Requiere evaluar la capacidad, condiciones de operación, saber con claridad las herramientas que se usan y si se tienen los mantenimientos necesarios
- Material. -Observar en estos casos la variabilidad, cambios, proveedores y tipos de materiales.

- Mediciones. -Con respecto a ello se tiene que saber la disponibilidad, las definiciones, tamaños de muestra, estudios de repetibilidad, reproducibilidad y calibración en el caso de los equipos de medición.
- Medio Ambiente. - Específicamente observar que aspectos dependen del medio ambiente como la temperatura o patrones en el ciclo.

**Método tipo flujo del proceso.** En este método la línea principal es el flujo del proceso en la producción o la administración. Ver figura 2. Una de las preguntas fundamentales es ¿En esta unidad de proceso, existe una causa potencial que genere o tenga efecto en el problema que se está tratando de resolver? Así se permite visualizar cuellos de botella, se amplía para una realizar de rediseño de procesos.

**Figura 2**

*Diagrama causa efecto por el método tipo de flujo del proceso*

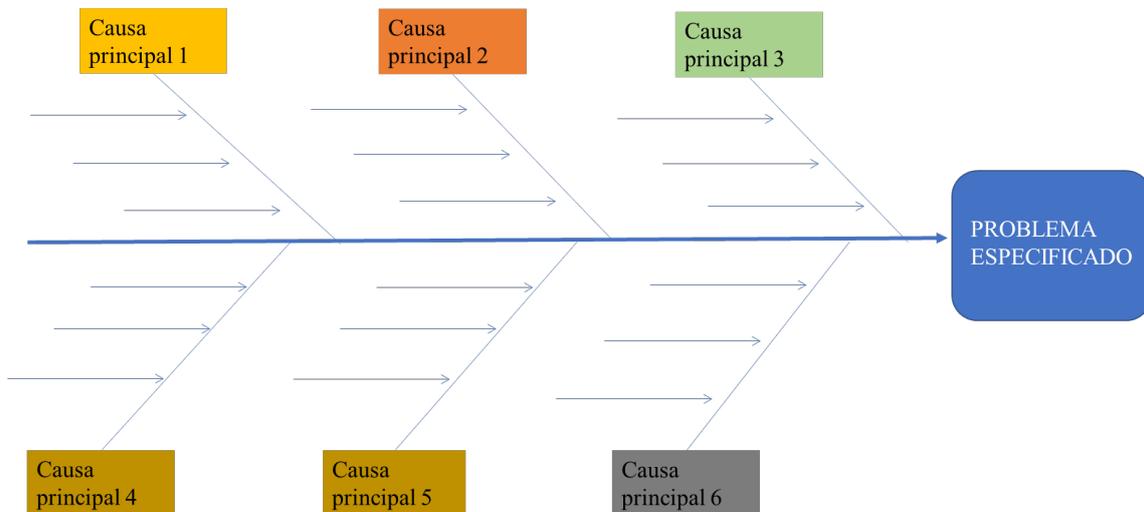


Entre las ventajas se puede mencionar es que permite evaluar el proceso como posible causa, además permite que las personas que desconocen el proceso puedan tener conocimiento y serles de mayor ayuda para entenderlo. Entre las desventajas se tiene que se puede pasar por alto varias causas potenciales, puesto que las personas familiarizadas con el proceso por lo rutinario de las actividades hayan normalizado las posibles causas potenciales, además que las causas potenciales pueden ser repetitivas.

**Método de estratificación o enumeración de causas.** Consiste en mostrar las causas potenciales que puedan ser preeminentes en el problema, solo que se agruparán de una forma diferente a las 6 M (Ver figura 3). Para llegar a esas causas potenciales es bueno preguntarse como mínimo 5 veces el porqué del problema.

**Figura 3**

*Diagrama causa efecto por el método de enumeración de causas*



**Diagrama de Pareto.** Esta herramienta tiene como objetivo encontrar los problemas vitales o sus principales causas, basada en la ley 80/20, es decir el 20 % de los elementos son las que generan el 80 % de los efectos. La idea es atacar los problemas que se establezcan como prioritarios basado en la información recopilada por datos que provengan de análisis estadísticos

Pasos para construir un diagrama de Pareto

- Paso 1: Delimitar el problema que se desea solucionar o área en la que se desee mejorar. También es necesario tener claro el objetivo.

- Paso 2: Se discute el tipo de datos que se va a requerir, y con ello los posibles factores que serán usados como clasificación. Entonces se construye una hoja de verificación
- Paso 3: Si la información corresponde a datos anteriores o si se va a realizar visita de campo para recolectarlas es necesario definir quién es la persona que lo va a realizar.
- Paso 4: Al terminar se requiere una tabla que permita valorar y medir. Con ello se podrá cuantificar a los defectos, así se podrá establecer cuál es el más preponderante o principal. Esto último requiere definir el criterio con el que se van a jerarquizar las diferentes categorías, es decir un instrumento que permita medir y analizar las causas potenciales y descubrir cuáles son las más preponderantes.

**Hoja de verificación de datos.** Es un formato que permite recolectar datos. Las características que se desea son que sea sencillo y que sea de fácil análisis. Los casos en los que conviene usar esta herramienta (Gutiérrez y De la Salazar, 2009, p. 151,152):

- Mostrar los resultados o el desempeño de un determinado proceso.
- Identificar magnitudes, razones, áreas de procedencia de las fallas, defectos encontrados o quejas en el caso de servicios.
- Servir de corroboración para algunas causas en los problemas de calidad.
- Poder evaluar los planes de mejora o analizarlos.

Se recuerda que es importante trabajar en base a datos y suceden problemas cuando no hay datos o cuando son muy excesivos e irrelevantes. La recomendación para el buen uso de esta herramienta (Gutiérrez y De la Vara, 2009, p. 151,152):

- Tener claridad y saber que circunstancia es necesario evaluar, conocer los objetivos que se intenta alcanzar, con ello definir qué tipo de información se necesita.
- Fijar el tiempo durante el cual se requieren los datos

- Es útil que la hoja de verificación muestre información sobre la fecha, máquina, persona encargada de tomar los datos, y el equipo o máquina. Siempre se debe buscar la mejora, por lo tanto, estos formatos pueden cambiar.

**Cartas de control.** Cuando se desea observar de forma analítica como un proceso se comporta en el tiempo se hace útil usar cartas de control. De esta forma se puede ver si las variaciones ocurridas son por simples causas o especiales. Con ello se puede tomar mejoras en el control y la consiguiente mejora. Se pueden analizar variables de entrada y salida.

En esta herramienta se hace necesario mencionar que existen límites en el control. Existe límite superior y límite inferior, los cuales solo indican un rango en puede variar el objetivo a analizar.

Existen varios tipos de cartas de control, pero en general se categorizan en cartas de control por variables y carta de control por atributos (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

- Carta de control por variables. - Son aplicados a cuando las características de calidad requieren una medición por ejemplo peso, volumen, humedad, temperatura, etc. En este campo las cartas que se usan son: De medias ( $\bar{X}$ ), Rangos (R), Desviaciones estándar (S), Medidas individuales ( $\bar{X}$ ) (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2009)
- Carta de control por atributos. -Es útil cuando se desea analizar características no medibles y son de tipo cualitativo como decir defectuoso, no defectuoso o conforme, no conforme. Este tipo de control se da por atributos. El registro que se hace de esta manera se denomina carta de control por atributos (Linton et al., 2020). Los tipos de cartas de control usados son: Proporción o fracción de artículos defectuosos (p), número de unidades defectuosas (np), número de defectos (c), Número de defectos por unidad (u).

**Métricas Six Sigma.** Este concepto plantea llegar a un objetivo de calidad, el cual viene ser una forma de medición. En la calidad de un proceso se alcanza en la medida que el proceso cumple las especificaciones. En este sentido se mide la capacidad del proceso (habilidad), lo cual se refiere a observar en cuanto está la amplitud de la variabilidad. Esto implica que las mediciones deben llegar a un valor nominal y al menos deben estar en el rango entre las holguras las cuales están en un valor inferior (EI) y un valor superior (ES)

Siendo el proceso a evaluarse se tiene el índice de capacidad potencial de proceso el cual es una división entre el rango de la variación tolerada entre la variación real, donde 6 sigma es la variación real, por lo menos eso se desea.

**Tabla 1**

*Valores posibles del Cp y las interpretaciones*

Valor del índice Cp	Clase o categoría del proceso	Decisión (Si el proceso está centrado)
$Cp \geq 2$	Mundial	Se ha logrado el 6 sigma
$Cp \geq 1.33$	1	Es adecuado
$1 \leq Cp < 1.33$	2	Moderadamente adecuado, se requiere ser más estricto en el control
$0.67 \leq Cp < 1$	3	No es adecuado. Necesita un análisis del proceso, hay modificaciones importantes a realizar
$Cp < 0.67$	4	Requiere modificaciones urgentes.

*Nota:* Tomado de Gutiérrez & De la Vara, (2009, p. 102).

Otra forma de tener la medición de calidad, es a través de la cantidad de defectos, estos se visualizan por el nivel sigma alcanzada. Este método le da un valor numérico (z) a la cantidad de defectos encontrados por millón de oportunidades de un producto y/o proceso (DPMO) este valor z se asocia con una distribución normal. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2020) Para hacer uso de este valor se necesitan las siguientes condiciones:

- Recolectar al menos 30 datos de salida
- Indicar si es a corto o largo plazo
- Identificar el número de oportunidades
- Calcular el DPMO y con ello el valor z (nivel sigma) mediante la fórmula que se indica en la Ecuación 1:

$$DPMO = \frac{\text{Defectos /unidad}}{\text{Oportunidades/unidad}} \times 1'000,000 \quad (1)$$

**Tabla 2**

*Cálculo del nivel sigma asociado al DPMO*

Nivel Sigma	DPMO
1	691462
2	308538
3	66807
4	6210
5	232.6
6	3.4

*Nota:* DPMO es Defectos encontrados por millón de oportunidades de un producto y/o proceso (DPMO)

**Sistemas Poka – Yoke.** En el deseo de obtener cero defectos surge el desarrollo de un sistema que trata de evitar errores inadvertidos (Significado de Poka-Yoke). Este sistema se basa en la búsqueda y prevención de errores con el objetivo de que los errores no aparezcan. Este sistema es una teoría de mejora continua.

La forma de implementarlo depende del proceso en el que se quiere aplicar, sin embargo, podemos desarrollar a partir de estas dos funciones: Alertar o corregir. Este sistema se asocia con el método de causa – efecto, el método de análisis de modos de falla y sus efectos o un estudio de confiabilidad. Desde estos métodos se encuentran los problemas en los que se cometen errores. Una vez identificado el error se tiene que inventar una actividad, un dispositivo como un sensor o rediseñar el proceso (Mortarotti et al., 2013)

Los sistemas poka-yoke tienen los siguientes contenidos

- Error o defecto. - Es no cumplir con las características que se exigen o no estar en los límites especificados. Se hace una lista de errores o defectos y se clasifican en error potencial (Lo que puede ocasionar) y error literal (el problema que ya ha generado).
- Probabilidad de ocurrencia de errores. - Se busca en primera instancia diagnosticar la posibilidad de que ocurra un error para luego disminuirlo.
- Fuente de defectos. -Identificar lo que está causando los errores para luego mitigarlos.
- Inspección. - Con el objetivo de encontrar defectos a punto de ocurrir o los ya ocurridos.

Con los conceptos definidos anteriormente se desarrollan los pasos de implementación, estos pasos se convierten en documentos y check list para lograr el control en la fase de six sigma. Los pasos de implementación generalmente son 6:

- Paso 1: Identificar el defecto potencial o literal.
- Paso 2: Llegar a la raíz del error que origina el defecto.
- Paso 3: Decidir el tipo de poka yoke a desarrollar, según a la naturaleza del error o defecto puede haber distintos dispositivos o métodos a usar, durante el diseño de debe analizarse el costo de implementación, tiempo de recupero de la inversión, eficacia, el tipo de capacitación que requieren los colaboradores.
- Paso 4: Probarlo por un periodo de prueba para saber si funciona el sistema desarrollado o afinar los pormenores del sistema.
- Paso 5: Capacitar al personal para que conozcan la utilización.
- Paso 6: Revisar el desempeño en la operatividad, confiabilidad y mantenimiento.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Maquinaria

En este punto se tomaron en cuenta las siguientes maquinas:

**Máquina de coser.** La máquina de coser industrial es definida según Monroy (s.f p. 10.) como diferentes elementos que colaboran entre sí para convertir velocidades, fuerzas, entre otros factores, y a través de su interacción generan movimientos que tienen la capacidad de realizar una labor determinada.

La máquina de coser es un dispositivo que agiliza y facilita el proceso de coser, gracias a su mecanismo que reduce el tiempo y el esfuerzo necesarios.

La máquina de coser es reconocida como un utensilio altamente productivo. A lo largo de los años, ha experimentado mejoras notables en términos de tamaño, capacidad y rendimiento, pero su objetivo principal sigue siendo el mismo (Jiménez, 2016).

**Clasificación de la maquinaria.** Se detalla a continuación las siguientes maquinarias:

- Por su forma de cama plana: La máquina de costura recta y de brazo largo se caracteriza por tener una cama de trabajo más amplia que las máquinas convencionales.
- Cilíndrica y de zócalo: Permite unir partes cilíndricas entre sí mediante costuras que se realizan en paralelo al contorno circular de dichas partes, y luego se traslada el contorno cosido hasta el perímetro de la cama.
- Por su velocidad: Las máquinas han sido cuidadosamente diseñadas y cuentan con características que permiten realizar operaciones de forma rápida, duradera y sencilla. Son especialmente adecuadas para realizar costuras seguras. La velocidad puede ajustarse según las necesidades, desde una velocidad baja de hasta 3000 puntadas por minuto, pasando por una velocidad rápida de hasta 4000 puntadas por

minuto, hasta una velocidad ultrarrápida que va desde las 4000 hasta las 9000 puntadas por minuto.

**Tipo de Máquinas de coser del taller.** Los tipos de máquinas de coser del taller se detallan a continuación:

***Máquina de coser de puntada recta.*** La máquina de coser que es popular en el mercado debido a su fuerza, excelencia y durabilidad. Tiene varias características, como un regulador de longitud de puntada, una palanca de marcha atrás, una guía de hilo y tensores. Estas máquinas son ideales para tareas de gran envergadura y pueden coser diversos tipos de tejidos, como algodón, sintéticos, lana y mezclilla. La máquina recta también viene con una amplia gama de accesorios y pies de sujeción, que se utilizan en diferentes ocasiones y para diferentes funciones, como guías de costura, pies para hacer dobladillos, pies para coser cierres y prénsatelas para realizar encarrujados. Estos accesorios son más económicos que comprar una máquina completa y son fáciles de instalar. No se requiere personal cualificado para instalarlos (Ordoñez, 2022).

#### **Figura 4**

*Máquina recta del taller de confecciones*



*Nota:* Fotografía tomada en el taller de confección

**Máquina Remalladora.** Las máquinas de coser industriales son máquinas potentes y rápidas que permiten realizar costuras profesionales en poco tiempo. Sus características y capacidades las hacen ideales para su uso en la industria de la confección, donde la velocidad y la calidad son fundamentales. Antes de comenzar a utilizar una máquina de coser remalladora, es necesario contar con una serie de elementos y equipos que deben ser instalados correctamente y cumplir con las normas de seguridad. Estos elementos forman la estación de trabajo para la máquina.

### Figura 5

*Máquina remalladora del taller*



*Nota:* Fotografía tomada en el taller de confección

#### **2.2.2. Repuestos accesorios**

Los repuestos necesarios son:

**Pedal.** cambiar de posición el pie izquierdo en el pedal hará que el pie de máquina y el mecanismo de arrastre se levanten. Al pisar el lado derecho, se iniciará el proceso de coser.

**Interruptor.** el interruptor táctil es un botón que se encuentra en el frente, a la mano derecha, en la mesa principal de costura. Este interruptor se utiliza para subir o bajar la guía del material del borde o doblador. Para utilizarlo, simplemente desliza el dedo a través del canal en la mitad del sensor.

**La guía de canto/ensamble.** la tensión del panel se encuentra en la parte frontal del cabezal de costura, específicamente en la parte plegable de la mesa. La guía de canto se utiliza para asegurarse de que el borde derecho del panel esté correctamente alineado.

**Agujas.** Se sigue todos los procedimientos de seguridad, apagando la corriente a la máquina es recomendable como detallado a continuación:

- Encuentre el tornillo ranurado de la aguja en el lado izquierdo de la porta agujas.
- Inserte un destornillador plano pequeño a través del espacio de acceso en la cubierta de plexiglás y afloje el tornillo. No lo saque completamente. Retire la aguja vieja.
- Inserte la nueva aguja en el espacio de la aguja en la parte inferior de la porta aguja y presiónela hasta que quede en su lugar. Gire la aguja hasta que el ojo esté orientado hacia el lado izquierdo. Apriete el tornillo de la aguja. (Attachment Company, s. f.)

**Tipos de agujas.** Dentro de la costura a máquina, hay una gran variedad de tipos de agujas diseñadas para diferentes materiales y técnicas de costura, teniendo en cuenta ello estas agujas se clasifican según su tamaño y función específica, donde algunos de los tipos más comunes de agujas para máquinas de coser son:

**Agujas universales.** Son las más utilizadas y versátiles, utilizándose dentro de una amplia variedad de telas, como el algodón, lino, seda y los tejidos sintéticos, viniendo estos en diferentes tamaños y variedades (Carvallo, 2014).

**Aguja para tejidos de punto.** Estas agujas poseen una punta redondeada, que evitan que las fibras sufran algún tipo de enganche o rotura de los tejidos de punto, como es el caso del jersey o el punto elástico (Carvallo, 2014).

**Agujas para cuero y materiales gruesos.** Estas agujas poseen una punta muy afilada, así como resistente que les permite atravesar materiales mucho más gruesos, evitando roturas, mayormente son utilizadas para la costura de todo tipo de cueros, así como otros materiales similares, cuyos números de aguja, son mucho más grandes, como 100/16 (Carvallo, 2014).

**Agujas para tejidos delicados.** Estos tipos de agujas se encuentran diseñadas específicamente, para el trabajo continuo con tejidos delicados, como es la seda y el satén, para ello estos tipos de agujas poseen la característica de poseer una punta muy fina y afilada, que evitan dañar las fibras delicadas de tela que se poseen, cuya numeración de aguja son más pequeñas como de 60/8 (Carvallo, 2014).

**Agujas gemelas.** La característica de estas agujas es que son paralelas, queriendo decir ello que cosen dos líneas paralelas de puntadas al mismo tiempo, utilizadas en su mayoría para la creación de dobladillos decorativos y costuras en tejidos elásticos (Carvallo, 2014).

**Tipos de costura.** La clasificación de las costuras está sujetas a diferentes características, en esta oportunidad se hablará de las costuras superpuestas, entre ellas se tiene:

**Puntas Utilizadas.** A estos tipos de costura, se le puede coser con puntadas tipo 301 o 401, con la finalidad de crear una sencilla costura (Carvallo, 2014).

**Costura Solapadas.** Una de costuras más populares de esta clase, son la de tipo plano, la cual contiene una sola operación de costura, siendo esta una costura mucho más

fuerte con borde de tela de uso común a fin de proteger el jeans o prendas similares que se deshilachan (Carvallo, 2014).

**Costura Bordeada.** Este tipo de costura se forman por el plegado de una tira de ribete sobre el borde de las pilas de material y uniéndose por ende a ambos bordes del ribete al material con una o más filas de la costura, produciéndose ello un borde limpio en una costura expuesta a la vista o al desgaste (Carvallo, 2014).

**Costura Plana.** Estas costuras los dos bordes de tela, plana o plegada se juntan sobre puntos de costura, donde el propósito de estas costuras es de producir una articulación en dónde el grueso de la tela puede ser tolerado por la costura, donde el hilo del gancho debe de tener la característica de ser suave pero fuerte y el hilo de una cubierta tanto decorativa, como fuerte (Carvallo, 2014).

## **Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación**

### **3.1. Tipo de Investigación**

Este segmento permite comprender como se enfrentará a la problemática. Por la finalidad que persigue la presente investigación es aplicada, por cuanto se implementará Six Sigma, una metodología que ha sido desarrollada en los años 1980, esto implica que se ha desarrollado suficiente conocimiento teórico del tema. Este conocimiento se desea aplicar en la reproducibilidad de los teñidos cuando se pasa de laboratorio a escalamiento industrial. Por los datos que analiza es de tipo cuantitativa, ya que se medirán y estimarán magnitudes, además se analizarán con métodos estadísticos, en este caso el ANOVA para la variable productividad (Hernández, 2006).

### **3.2. Nivel o Alcance de la investigación**

Mediante la definición del alcance de estudio se puede definir la estrategia con la que se llevará a cabo la investigación. En este marco se desea usar Six Sigma para mejorar la productividad, se puede observar que se tiene dos variables, las cuales entendemos que están relacionadas por causa efecto. Por ello lo primero se será analizar si estas dos variables están asociadas o relacionadas. Por tal razón nuestro nivel o alcance de la investigación es correlacional.

### **3.3. Método de la investigación**

Es la forma en cómo se ordenan las herramientas para solucionar la problemática, lograr los objetivos y abordar las hipótesis. Este proceso se aclara mejor cuando ya se ha definido el tipo y el alcance de la investigación. En la presente investigación se supone que al aplicar la metodología Six Sigma se podrá obtener una mejora en la productividad, esta suposición conlleva a pensar que la lógica de la resolución de la problemática y el abordaje de la hipótesis es de tipo deductivo, es decir de los hechos o proposiciones se emitirán

juicios. La hipótesis planteada tiene un poder predictivo y explicativo a la par. Lo que implica que la hipótesis tiene capacidad de dar razón del problema descrito y predictivo por cuanto hay una consecuencia por la aplicación de Six Sigma. (Cegarra, 2004, p. 82) Con este razonamiento se plantea el diseño de la investigación, las técnicas e instrumentos que serán usados para conseguir la data.

### **3.3.1. *Diseño de la investigación***

Una vez realizada la reflexión definiendo el enfoque, el tipo, el nivel o alcance y la lógica (inductiva – deductiva) de la investigación se diseña la investigación, es decir se ve la forma de operacionalizar la investigación. En este segmento se conecta los conceptos con la problemática y los objetivos, así someter a prueba las hipótesis. Hay dos maneras de diseñar la investigación, de manera experimental o no experimental (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 126) En el caso de la presente investigación se realiza un diseño experimental por cuanto se realizarán estímulos o tratamientos en las variables: Metodología Six Sigma y la productividad en el taller de confecciones de ropa folclórica. De un grado de manipulación de presencia y ausencia. La cual tendrá un grupo experimental y un grupo de control.

### **3.3.2. *Población y muestra***

La población representa un conjunto de casos las cuales tienen ciertas especificaciones, para la presente investigación la población son los procesos de costura con implementación de Six Sigma y sin implementación de Six Sigma. Para este estudio el muestreo es no probabilístico, puesto que la muestra se coge según propósitos de la investigación y criterio del investigador y no por una fórmula probabilística.

**Fuente.** Los datos se obtendrán de las observaciones y mediciones que se realizan en las operaciones de costura realizadas en el taller de confecciones.

**Lugar.** Taller de emprendimiento de confecciones de ropa folclórica

### **3.3.3. Técnicas e instrumentos en la recolección de datos**

Este segmento muestra el plan detallado de los diferentes procedimientos para obtener los datos que se requieren para resolver las preguntas planteadas y alcanzar los objetivos de la investigación.

**Técnicas.** La observación porque se tendrá de cerca las operaciones de costura y se describirá en un diagrama de flujo de manera sistemática. La entrevista estructurada la cual es útil para encontrar las posibles causas que generan la poca productividad cuando se realizan las operaciones. El experimento, es decir la realización de una prueba en relación de las variables: Six Sigma y productividad en el taller de confecciones, para esto se construirán fichas de Excel en la que se recopilarán los datos medibles para su posterior análisis.

**Herramientas.** Metodología de gestión de proyecto según el PMI Book para ejecutar y monitorear el proyecto de investigación, la cual consiste en:

- Plan de Alcance
- Plan de Cronograma
- Plan de costos
- Plan de calidad
- Plan de Recursos
- Plan de comunicación
- Plan de riesgo
- Plan de adquisición
- Plan de interesados

**Metodología DMAIC para la implementación de Six Sigma.** Esta metodología cuenta con las siguientes fases:

- Fase de Definición: Lluvia de ideas (Anexo 1), Diagrama Causa – Efecto (Por método 6M y tipo flujo de proceso – Anexo 2) y Diagrama de Pareto (Criterio: Análisis por defectos o fallas - Anexo 3).
- Fase de medición: Hojas de control de calidad (Ver anexo 4), cartas de control, informes de capacidad.
- Fase de análisis: Análisis gráfico de datos, estadística inferencial con pruebas de hipótesis, Estudios de correlación.
- Fase de Mejora: Estudios de análisis de varianza, Diseño de experimentos,
- Fase de control: Sistema Poka-yoke

## Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

El desarrollo de resultados se analizará según la metodología detallada en el capítulo III.

### 4.1. Resultado: Definir

En la primera etapa se procedió a la búsqueda de información en conjunto con el equipo Six Sigma. Este equipo fue organizado por 3 personas a las cuales se les asignaron actividades y/o tareas frecuentes para lograr conocer el escenario inicial en la que se encontraba el taller, se buscaba conocer el nivel Six sigma en el que se encontraba el taller.

El equipo consta de:

- Líder de las operaciones (dueña del taller)
- Líder de la investigación (tesista)
- Asesora (especialista)

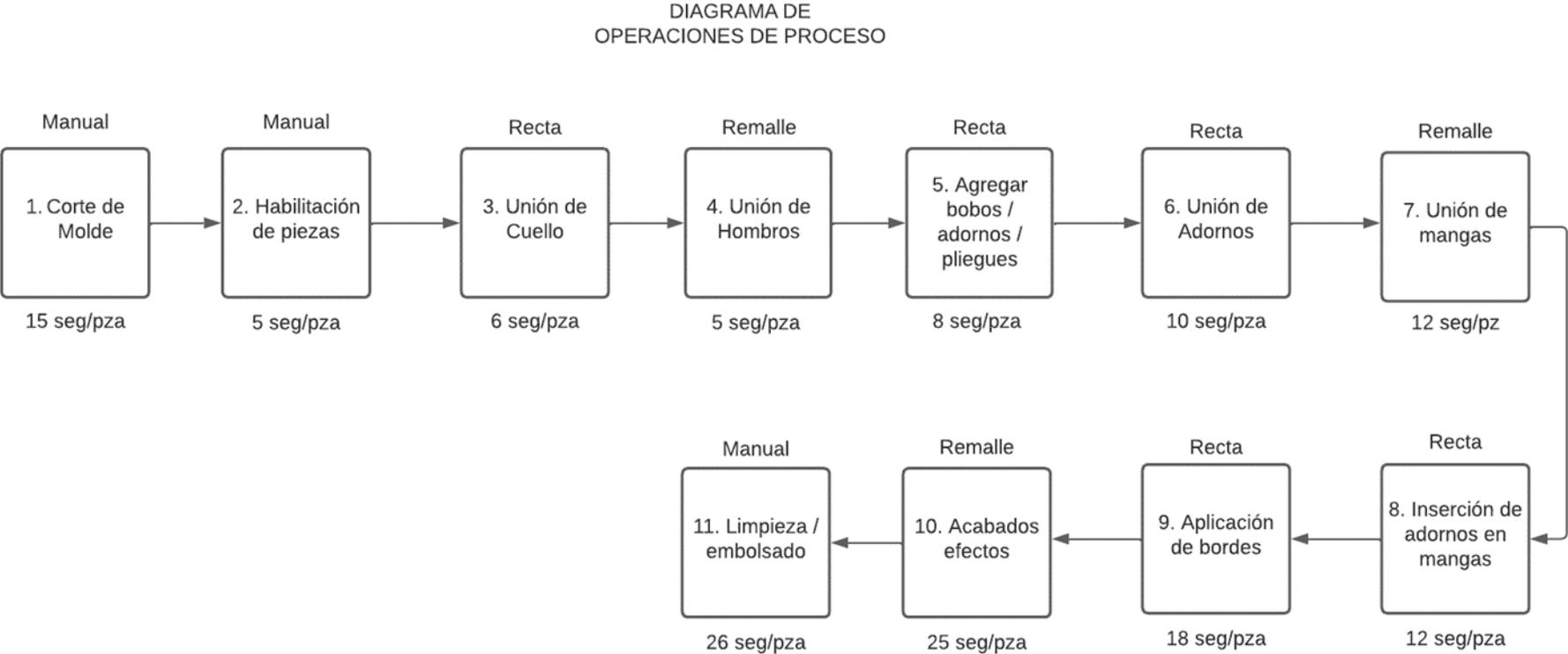
El escenario inicial fue la búsqueda de información basándonos en el problema del taller, la producción no estandarizada perjudicaba las entregas de pedidos en los tiempos establecidos con los clientes.

Para poder identificar las operaciones que se realizan en el taller según el conjunto folclórico, se pudo identificar el diagrama de operaciones del proceso (DOP). Las operaciones tomadas en cuenta fueron las de mayor frecuencia; ya que, solo algunas de las operaciones (entre 1 a 2) se diferenciaban en los diferentes trajes.

En el taller se pudieron identificar DOP generales de las operaciones con una frecuencia elevada y repetitiva para los pedidos, los cuales se detallan a continuación:

**Figura 6**

*Diagrama de Operaciones de proceso inicial*



En la figura 6, nos muestra el flujo en el cual se opera en el taller. Este flujo cuenta con un Lead time considerando a la experta en los procesos, por ello se establecieron los tiempos estándar en la tabla 3. Los cuales resultaron:

**Tabla 3**

*Descripción de las operaciones con mayor frecuencia en los pedidos*

<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>TD</b>
1	Corte de molde	15
2	Habilitación de piezas	10
3	Unión de cuello	12
4	Unión de hombros	10
5	Agregar adornos	16
6	Unión de adornos	20
7	Unión de mangas	24
8	Inserción de adornos en mangas	24
9	Aplicación de bordes	36
10	Acabados efectos	50
11	Limpieza / embolsado	52
		269

*Nota:* Elaboración propia

El Lead Time hallado en el proceso es de 269 segundos cuando la dueña del proceso realiza las operaciones.

Conociendo las causas de mayor influencia en la baja producción del taller de confecciones, se recurre a conocer otros aspectos que puedan influenciar en la producción y por ende en los tiempos de entrega. Para esto nos apoyamos en el Diagrama Ishikawa, causa – efecto, vistose en la figura 7.

**Figura 7**

*Diagrama Ishikawa del taller*



En el cual se priorizaron las posibles causas que se tenía con el operario; esto debido a que las operaciones son semiautomáticas y depende mucho de la experiencia del operario.

#### **4.2. Resultado: Medir**

Para poder iniciar con la obtención de datos se crearon dos plantillas para llevar una lista de las causas que afectarían al problema ya planteado. En estas dos plantillas se recopilarían los datos día a día por un periodo de 3 meses hasta obtener una cantidad mínima de datos para poder sacar conclusiones.

En la primera plantilla (Anexo 1) fuimos identificando cuantos pedidos se entregaban a destiempo y cuantos pedidos se encontraban a la espera a ser atendidos. El resultado obtenido se detalla en la tabla 4:

**Tabla 4***Estado de los pedidos en un rango de 3 meses*

<b>Pedidos entregados a tiempo</b>	<b>Pedidos entregados fuera de tiempo</b>	<b>Pedidos perdidos por no poder ser atendidos a tiempo</b>	<b>Pedidos totales</b>
14	42	20	76
18%	55%	26%	100%

Dentro de lo cual podemos ver que de 76 pedidos tomados en los 3 meses de evaluación solo 14 fueron atendidos a tiempo. Esto representa un 18% de los pedidos recibidos.

Los datos de la tabla representan una pérdida de ingresos por demoras en las entregas y esto a su vez por falta de capacidad al tener una baja producción. Estos datos se ven reflejados en la siguiente tabla 5:

**Tabla 5***Detalle del ingreso de los pedidos*

<b>Ingreso</b>	<b>Costo</b>	<b>Porcentaje de ingresos</b>
Costo de servicio entregado a tiempo	S/ 1,344.00	25.45%
Costo de servicio entregado con retraso	S/ 2,016.00	38.18%
Costo de pedidos no tomados retraso	S/ 1,920.00	36.36%
Costo de servicio total	S/ 5,280.00	

En la evaluación anterior (tabla 5) se aprecia que el 25.45% de S/ 5,280.00 fue el ingreso que tuvo el taller cumpliendo con las fechas acordadas; además, el 36.36% del monto que se pudo obtener (S/ 5,280.00), en el periodo de los 3 meses, no se pudieron recibir debido a la poca respuesta que tiene el taller, en cuestión a tiempo de entrega. Los demos pedidos, que representan un 38.18% en el costo, fueron entregados y generaron ingresos, pero los clientes quedaron insatisfechos por el tiempo de entrega, el retraso.

En paralelo con la toma de datos en la primera plantilla, se recolecto información en la segunda plantilla (Anexo 2), en la cual se tomaban en cuenta las causas que perjudicaban

el avance de la producción, estas fueron evaluadas por lotes y según las operaciones a seguir. Los datos obtenidos se detallan en la tabla 6 Pareto:

**Tabla 6**

*Resumen de las 5 causas de mayor impacto*

<b>Causa</b>	<b>Defecto</b>	<b>Frecuencia</b>
Mal pase de cinta a medida	Defecto 1	22%
Mala medida en el doblado	Defecto 2	21%
Parada por imprevistos	Defecto 3	15%
Mala colocación del elástico en la blonda	Defecto 4	16%
Parada por mala operación del operario	Defecto 5	26%

Luego del estudio realizado se puede observar que la causa que retrasa más la producción del taller en el defecto 5, seguido por el mal pase de cinta que por lo general se debía a lo procesado por el operario. Luego de la información obtenida, se procedió a calcular el nivel sigma en el cual se encontró al taller de confección.

**Tabla 7**

*Cálculo del DPMO inicial*

<b>Descripción</b>	<b>Dimensión</b>
Tamaño de muestra (número de prendas):	240
Fuentes de variación:	Corto plazo
Oportunidades por pieza:	5
Defectos:	332
Defectos por millón de oportunidades	276666.667

Como indica en la tabla 7, el tamaño de muestra a evaluar fue de 240 unidades, en las cuales se evaluaron las 5 principales causas obtenidas del Pareto (tabla 6). Lo que nos da como resultado 276666.667 defectos por millón de oportunidades.

Con lo cual, en la tabla 8, podemos encontrar que nuestro nivel sigma inicial es 2.093.

**Tabla 8***Cálculo del nivel sigma inicial*

Defectos por millón de oportunidades	Nivel SIGMA
276666.6667	2.093

#### 4.3. Resultado: Analizar

Luego de los datos obtenidos, en la etapa anterior, se concluye que la causa que más afecta a la producción del taller de confecciones es la falta de capacitación del operario, la falta de experiencia que este debe de tener y la calidad con la que debe trabajar. Al no contar con patrones y no ser guiado con cierto manual y/o procedimiento, estos errores siguen ocurriendo. También nos encontramos en el escenario de la falta de tiempo del líder del taller, esta falta de tiempo repercute en el control, seguimiento del operario. El taller de confecciones inicio como un emprendimiento y desde ese entonces el líder del taller fue aportando su tiempo según su disponibilidad, pero hoy en día que el emprendiendo dejo de serlo para pasar a ser una microempresa, resaltan estas causas que perjudican la producción; además del ingreso económico.

En la tabla 8 podemos observar que la causa que más afecta a la producción es la parada por mala operación del operario, esto implica que el líder del taller tiene que rehacer el trabajo invirtiendo recursos no planificados y claro está que nos encontramos con un doble trabajo que repercute directamente en el tiempo de entrega.

En el diagrama Ishikawa (figura 7), podemos observar que uno de las causas contundentes que no se aplican hacia el operario es la falta de capacitación y el seguimiento continuo al mismo.

#### 4.4. Resultado: Mejorar

En esta etapa se realizó un seguimiento para poder desarrollar una solución que permita que la producción incremente, en conjunto con las entregas a tiempo pactadas con los clientes.

La primera situación planteada es de iniciar con la capacitación continua hacia el operario a ser contratado. Debido a las operaciones con cierta dificultad por llegar a la calidad deseada por el cliente, solo los operarios con cierta experiencia y/o habilidades en las operaciones podrán cumplir con lo requerido. El operario será capacitado para realizar operaciones con cierta dificultad, en la cual, pueda ser eficiente y productivo. Para ello calificaremos las operaciones según su dificultad, para ello nos apoyaremos en la siguiente tabla 9:

**Tabla 9**

*Dificultad por operación*

Operación	Dificultad	Eficiencia del operario
1	1	50%
2	1	60%
3	1	50%
4	1	50%
5	2	30%
6	2	30%
7	2	40%
8	3	30%
9	3	30%
10	3	30%
11	3	20%

En las cuales se resume que el operario es más eficiente con las operaciones con dificultad 1, pero la propuesta empleada fueron 2:

La primera propuesta consta de capacitaciones continuas por parte de la experta en el taller, la cual se decidió por invertir tiempo en capacitar al operario, estas capacitaciones fueron continuas. Se logró un gran avance y mejora dentro de lo planeado, la eficiencia del operario se vio afectado por un cambio positivo, el cual figura en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Eficiencia mejorada luego de la capacitación*

Operación	Eficiencia del operario	Progreso 1	Progreso 2	Progreso 3	TD	TD i	TD 1	TD 2	TD 3
1	50%	70%	80%	90%	15	30	21	19	17
2	60%	70%	80%	90%	10	17	14	13	11
3	50%	60%	70%	80%	12	24	20	17	15
4	50%	60%	70%	80%	10	20	17	14	13
5	30%	40%	50%	60%	16	53	40	32	27
6	30%	40%	50%	60%	20	67	50	40	33
7	40%	50%	60%	70%	24	60	48	40	34
8	30%	40%	50%	60%	24	80	60	48	40
9	30%	40%	50%	60%	36	120	90	72	60
10	30%	40%	50%	60%	50	167	125	100	83
11	20%	30%	40%	50%	52	260	173	130	104
					269	897	659	525	437
						30%	41%	51%	62%

*Nota:* TD es tiempo estándar (TD)

En la tabla 10, podemos apreciar que las capacitaciones continuas tuvieron un impacto positivo en la eficiencia del operario, se pasó de un 30% a un 51% de eficiencia global.

Estas capacitaciones fueron brindadas por la jefa de producción del taller. Las capacitaciones fueron dadas siempre con un patrón en cada operación para que el operario pueda realizar la operación con la calidad deseada y en el tiempo meta, para realizar las capacitaciones se elaboró un formato interno (Anexo 3). Este formato nos permitió analizar el desarrollo y avance del operario en su eficiencia.

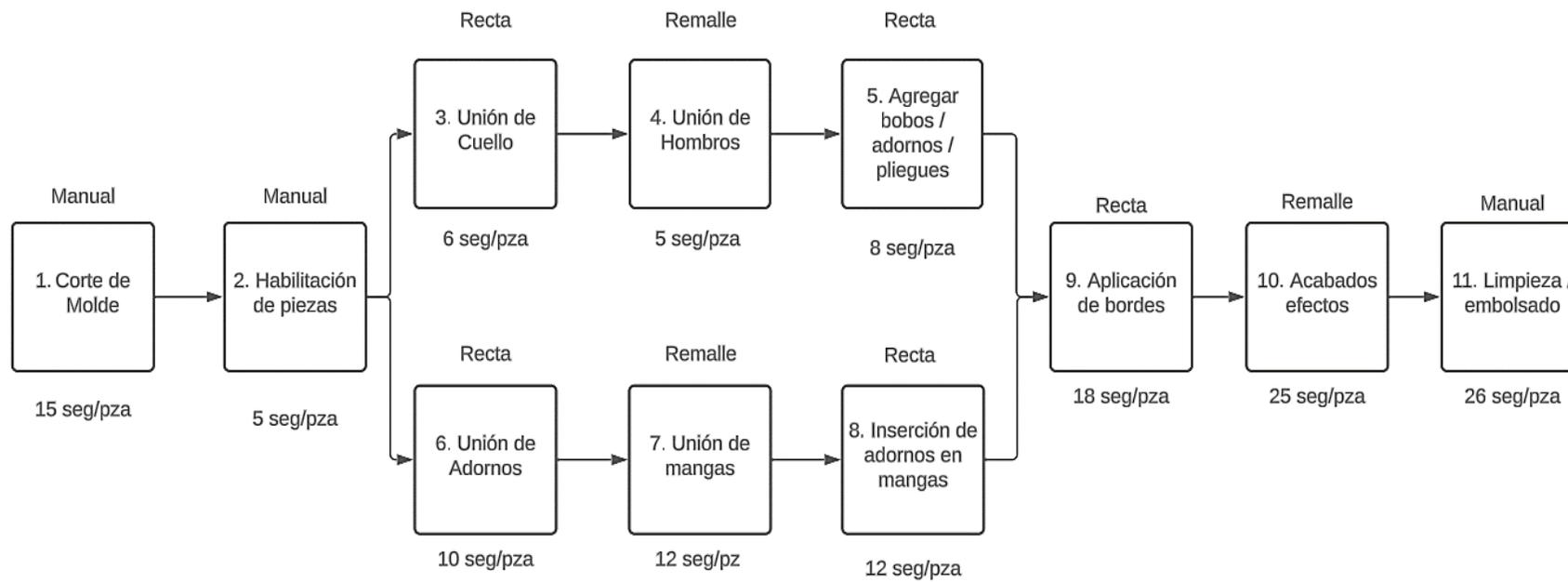
La segunda propuesta planteada es la de reorganizar el DOP del taller para así reducir el tiempo de entrega. El cual se realizó independientemente a la primera propuesta. El DOP inicial (figura 6) nos mostró que teníamos maquinas paradas, tiempos improductivos, esto hacía referencia a la falta de experiencia del operario y la poca confianza que la jefa de producción le tenía al operario. En la primera propuesta, el operario fue mejorando día a día ganando así credibilidad con su mejora, su eficiencia se veía reflejado en las entregas. Las entregas cada vez eran más rápidas y con la calidad deseada por el cliente.

Esta segunda propuesta conlleva a dividir operaciones de la dificultad 2 (tabla 9) en una primera instancia para así, de poco en poco, ir disminuyendo el lead time de las operaciones más recurrentes en el proceso de confección.

En la figura 8 se propone el nuevo DOP el cual se trabajó con los tiempos estándar iniciales para evaluar el impacto en el lead time que se tendría.

**Figura 8**

*Diagrama de operaciones de proceso propuesto*



Los resultados obtenidos se detallan en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Lead time inicial*

<b>Lead time inicial</b>	<b>Lead time propuesto</b>	<b>Reducción de Lead Time</b>
269	137	49%

El lead time propuesto en la tabla 11 es considerando el tiempo estándar de la jefe del taller tomando en cuenta que ella misma haría 2 operaciones al mismo tiempo y que las otras causas no interrumpen, lo cual no es un escenario ficticio; ya que el escenario real se ve afectado por las causas registradas en la tabla 6 (Pareto). El resultado real lo veremos en la siguiente tabla 12:

**Tabla 12**

*Lead time real considerando otras causas*

<b>Lead time ideal</b>	<b>% retraso por causas</b>	<b>Lead time real</b>
269	60%	448

Lo que se logró obtener es el apoyo eficiente por parte del operario; ya que, en la tabla 6 se detallaron las otras causas que influyen en el avance de la producción. Por lo cual se tomaron en cuenta las 2 propuestas y se obtuvo la siguiente mejora.

**Tabla 13**

*Asignación de operación según dificultad y eficiencia*

<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Trabajador</b>
1	Corte de molde	Operario
2	Habilitación de piezas	Operario
3	Unión de cuello	Operario
4	Unión de hombros	Operario
5	Agregar adornos	Operario
6	Unión de adornos	Jefe
7	Unión de mangas	Jefe
8	Inserción de adornos en mangas	Jefe
9	Aplicación de bordes	Jefe
10	Acabados efectos	Jefe
11	Limpieza / embolsado	Jefe

Esta nueva asignación de operaciones nos dio resultados acogedores, como indica la tabla 14.

**Tabla 14**

*Lead Time mejorado*

<b>Lead time inicial</b>	<b>Lead time óptimo</b>	<b>Reducción de Lead Time</b>
269	229	15%

En la tabla 14 podemos ver que las 2 propuestas descritas conllevan a un resultado positivo.

**Tabla 15***Lead time mejorado considerando otras causas*

Lead time inicial	Lead time optimo	% retraso por otras causas	Lead time real optimizado
269	229	12%	261

Las mejoras obtenidas se reflejaron en nuestros indicadores, los cuales se detallan, la entrega de pedidos a tiempo:

**Tabla 16***Estado de pedidos después de las propuestas*

Pedidos entregados a tiempo	Pedidos entregados fuera de tiempo	Pedidos perdidos por no poder ser atendidos a tiempo	Pedidos totales
64	18	4	86
74%	21%	5%	100%

Estas mejoras tuvieron un impacto positivo dentro de los ingresos, los cuales se detallan en la tabla 17.

**Tabla 17***Ingresos percibidos después de la mejora*

Ingreso	Costo	Porcentaje de ingresos
Costo de servicio entregado a tiempo	S/ 6,144.00	83.12%
Costo de servicio entregado con retraso	S/ 864.00	11.69%
Costo de pedidos no tomados retraso	S/ 384.00	5.19%
Costo de servicio total	S/ 7,392.00	100%

Así mismo, se procede a encontrar el nivel sigma luego de obtener los resultados y las mejoras planteadas. En la tabla 18, podemos apreciar el nuevo nivel sigma obtenido.

**Tabla 18***Nivel sigma obtenido después de las mejoras*

<b>Descripción</b>	<b>Dimensión</b>
Tamaño de muestra (número de prendas):	240
Fuentes de variación:	Corto plazo
Oportunidades por pieza:	5
Defectos:	14
Defectos por millón de oportunidades	11666.6667
Nivel sigma	3.768

#### **4.5. Resultado: Controlar**

En esta última etapa se realizó una capacitación hacia el jefe de producción. Esta capacitación consistió en seguir reforzando la mejora continua. La jefe de producción tiene objetivos muy claros al ya haber cuantificado las causas que afectaban la producción del taller. Este control continuo se daría a cabo por etapas, la etapa que se decidió controlar fue la eficiencia del operario, pasar del TD 2 al TD 3 (tabla 10). Por lo que, el lead time proyectado se daría considerando las nuevas eficiencias del operario, véase en la tabla 19:

**Tabla 19***Eficiencias proyectadas con el control continuo y capacitación*

<b>Operación</b>	<b>Dificultad</b>	<b>Eficiencia del operario</b>	<b>Progreso 3</b>	<b>TD</b>	<b>TD 3</b>
1	1	50%	90%	15	17
2	1	60%	90%	10	11
3	1	50%	82%	12	15
4	1	50%	83%	10	12
5	2	30%	64%	16	25
6	2	30%	60%	20	33
7	2	40%	70%	24	34
8	3	30%	60%	24	40
9	3	30%	60%	36	60
10	3	30%	60%	50	83
11	3	20%	50%	52	104
				269	434

Por lo que el nuevo lead time esperado sería:

**Tabla 20***Lead time proyectado luego del seguimiento y control*

<b>Lead time inicial</b>	<b>Lead time optimo</b>	<b>% retraso por otras causas</b>	<b>Lead time real optimizado</b>
269	217	12%	247

Por otro lado, también se recomendó disminuir el porcentaje de impacto de las otras causas (12%), el cual repercutía en trasladarse a un espacio más cómodo y acogedor para las operaciones, evitando distracciones y/o eventos fortuitos.

## Conclusiones

Con respecto al objetivo general, se concluyó la adecuada implementación del método Six Sigma donde se logró alcanzar el nivel 3 sigma, así como la capacidad de proceso de 2 en la mejora de los niveles de productividad en un taller de confecciones de ropa folclórica, todo ello mediante las capacitaciones continuas al operario, la reestructuración o reorganización del DOP, incluyendo los tiempos de lead time propuestos y la capacitación que se le dio al jefe de producción a fin de mantener las mejoras a lo largo del tiempo, estandarizando el proceso con las actividades y recursos de mejora implementadas.

Con respecto al objetivo específico número 1, se llegó a medir el nivel Sigma, así como la capacidad de proceso inicial de la empresa, donde por medio de un equipo organizado de 3 personas, denominado equipo Six Sigma, se realizó la búsqueda de información, donde se evidenció una producción no estandarizada, la cual perjudicaba las entregas de los pedidos dentro del tiempo acordado, con un lead time de producción de 448 segundos y con una capacidad de respuesta del 18% dentro de los 3 meses de evaluación, evidenciándose como causas raíces la falta continua de capacitación al operario, la falta del tiempo del líder del taller y la mala operación del operario en la confección de prendas folclóricas, donde se dio como resultado un nivel sigma inicial de 2.09.

Con respecto al objetivo específico número 2, se llegó a implementar la metodología Six Sigma, logrando la medición del nivel sigma y con ello la capacidad del proceso, para lo cual se realizó capacitaciones continuas a los operarios de producción, logrando de esta manera la reducción de los reprocesos y con ello el lead time de entrega, lográndose de esta manera la reducción del lead time de 448 segundos a 261 segundos en las

operaciones más usuales que se realizaban en el taller de confecciones con los pedidos, donde además de ello el número de pedidos se incrementó de 14 a 64 pedidos entregados a tiempo y con una mejora de los ingresos de S/ 3,360.00 a S/ 7,008.00. Como resultado de todo ello el nivel sigma se incrementó de 2.09 a 3.76.

Con respecto al objetivo específico número 3, se llegó a realizar el estudio de productividad dentro de un taller de confecciones de prendas folclóricas, donde se logró mejoras significativas en el lead time de operación, incrementando los niveles de eficiencia del operario e incrementando la producción diaria, de 14 a 64 pedidos entregados a tiempo y con la misma cantidad de recursos, por lo que la productividad, una vez aplicado el Six Sigma, se incrementó.

## **Recomendaciones**

Los talleres de confección que inician como un Pyme deberían de invertir en una capacitación de gestión para poder manejar la empresa no solo a nivel de producción sino también de oportunidades, atención al cliente y mejoras que permitirán un desarrollo para el taller.

La evaluación de los operarios en un taller deber ser continua, estas evaluaciones deberán tener el objetivo de detectar el rendimiento de cada operario en cada operación. Reasignando las operaciones a los operarios según su eficiencia.

Para lograr fidelizar a los clientes, los talleres de confección deberían contemplar un indicar de tiempo de entrega de los pedidos y cuidar la calidad del producto solicitado por el cliente.

Las capacitaciones se deben realizar siempre con muestras, modelos y llevar un control de mejora; además, tener siempre incentivos de la mano para motivar a los operarios.

La metodología Six Sigma debe ser bien gestionada y trabajar en equipo. Esta metodología se apoya de una herramienta de gestión DMAIC, la cual cuenta con ciertas fases que se tiene que cumplir para finalizar y lograr el objetivo planteado.

## Referencias bibliográficas

Attachment Company, A. (s. f.). *Manual Técnico & Lista de Partes*. [www.atlatt.com](http://www.atlatt.com)

Panibra, K. (2023). *Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL “ PROPUESTA DEL PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD UNA EMPRESA DE CONFECCIONES DE LA CIUDAD DE TRUJILLO , 2020 ” Tesis para optar al título profesional de : Ingeniera Industrial Autor : Katherine Nazareth Panibra Benites Asesor :*

González, R. G., León, S. J., Ortega, C. G., & Parra, D. B. (2023). Método de mejora para incrementar la productividad en la industria maquiladora del vestido en base a la herramienta PHVA, DMAIC, Lean y Six sigma. En *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* (Vol. 4, Número 1, pp. 2181-2202). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.407>

Iverson, B. L., & Dervan, P. B. (s. f.). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title.*

Jiménez, A. (2016). Analisis de la Maquinaria Industrial con sus Aditamentos y su Incidencia en los Tiempos de Produccion en la Confeccion de Ropa Infantil. *Universidad tecnica de Ambato*, 192. <http://www.flaticon.es/>

Jiménez Borja, A. (1998). *Vestidos populares peruanos*.

Laguna Inocente, R., Orozco Ávalos, Á., Piedra Habrahamshon, K., & Olarte Melchor, G. (2020). Análisis de las exportaciones del sector textil peruano. *Revista de Análisis Económico y Financiero*, 3(1), 32-49. <https://doi.org/10.24265/raef.2020.v3n1.20>

Linton, J. D., Klassen, R., Jayaraman, V., Walker, H., Brammer, S., Ruparathna, R., Hewage, K., Thomson, J., Jackson, T., Baloi, D., Cooper, D. R., Hoejmoose, S. U., Adrien-Kirby, A. J., Sierra, L. A., Pellicer, E., Yepes, V., Giunipero, L. C., Hooker, R. E., Denslow, D., ... Anane, A. (2020). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2), 1-4. [http://www.unpcdc.org/media/15782/sustainable\\_procurement\\_practice.pdf](http://www.unpcdc.org/media/15782/sustainable_procurement_practice.pdf)<https://europa.eu/capacity4dev/unep/document/briefing-note-sustainable-public-procurement><http://www.hpw.qld.gov.au/SiteCollectionDocuments/ProcurementGuideIntegratingSustainability>

*Mejora de procesos Six Sigma. (2017).*

Mortarotti, L., Varretti, S., & Guillerno, G. (2013). Implementación del método antierrorres: POKA YOKE. *Facultad regional San Rafael*, 1-10. [http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini\\_2013/trabajos/COA12\\_TC.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/COA12_TC.pdf)

Na, D. E. C., & Hipertensiva, C. (s. f.). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title.

ORDOÑEZ, A. (2022). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. En *Tesis*. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

Rodríguez, V., & Valencia, N. (2020). Propuesta de Mejora del proceso de producción utilizando la metodología DMAIC Six Sigma para reducir reprocesos en una pyme de confección textil. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654479>

Rojas Garcia, J. A., Cueva Mas, D., Infante Ramirez, S., & Arambarri, J. (2023). *Methodology to improve profitability in a company textile industry through the improvement of the recruitment process and selection of human resources using Lean Six Sigma and Digital Transformation*. January. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.487>

Sampieri Hernández, R. (2006). *Metodología de la Investigación*.

Sociedad del Comercio Exterior del Perú. (2021). Las micro y pequeñas empresas en el Perú. Resultados en 2021. *Comexperu*, 53.

Carvallo. E (2014). Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación. *Revista Sinergia e Innovación*, 2(1), 52-90. <file:///C:/Users/Fernando%20Andr%C3%A8/Downloads/adibos,+Carvallo+Munar.pdf>

Yang, H., Rao, P., Simpson, T., Lu, Y., Witherell, P., Nassar, A. R., Reutzel, E., & Kumara, S. (2021). Six-Sigma Quality Management of Additive Manufacturing. *Proceedings of the IEEE*, 109(4), 347-376. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2020.3034519>

## Anexos

### Anexo 1

	PROCESO				
	VERIFICACIÓN DE ENTREGAS				
	FECHA DE INICIO DE CONTROL			PÁGINA	
	INSPECTOR				
OPERARIO			TURNO		
DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO FINAL	Lote	F. Solicitada	F. de entrega pactada	Fecha de entrega	Días de atraso/Adelanto
BLUSA DE TONDERO	8	20-Oct	9-Nov	10-Nov	-1
JUEGO DE TONDERO	8		9-Nov	10-Nov	-1
TRAJE VIRGENES DEL SOL	8	23-Oct	1-Nov	3-Nov	-2
FALDA PUNEÑA	12	30-Oct	10-Nov	13-Nov	-3
BLUSAS DE FESTEJO	8	6-Nov	8-Nov	9-Nov	-1
BLUSAS DE MARINERA	14	7-Nov	13-Nov	15-Nov	-2
JUEGOS DE BALICHA	2	13-Nov	16-Nov	17-Nov	-1

## Anexo 2

PROCESO DE CONFECCIÓN DE BLUSA						
LOTE	Defecto 1	Defecto 2	Defecto 3	Defecto 4	Defecto 5	Total
1	4	5	3	1	5	18
2	4	4	0	2	6	16
3	3	3	0	1	1	8
4	2	2	0	3	2	9
5	4	3	3	1	4	15
6	4	2	0	2	3	11
7	3	1	1	1	2	8
8	2	2	0	3	2	9
9	4	3	3	1	3	14
10	4	2	1	2	4	13
11	3	1	2	1	1	8
12	2	1	1	3	2	9
13	1	2	5	2	2	12
14	2	1	1	1	3	8
15	1	2	2	3	4	12
16	1	1	1	2	2	7
17	0	3	2	2	3	10
18	1	2	1	2	5	11
19	0	2	2	1	2	7
20	0	3	1	2	3	9
21	2	2	0	1	4	9
22	3	3	2	3	5	16
23	2	2	3	1	1	9
24	1	1	1	1	2	6
25	4	2	2	1	2	11
26	5	3	2	1	3	14
27	2	2	2	2	1	9
28	1	1	3	2	2	9
29	3	5	1	3	5	17
30	2	1	3	1	1	8
Total	70	67	48	52	85	322
Porcentaje	22%	21%	15%	16%	26%	