



**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA
LAS EMPRESAS DEL SECTOR TEXTIL BASADO EN
LOS PRINCIPIOS DEL LEAN SEIS SIGMA**

**Nallert Claritza Olivar Hernández
Jorge Alberto Ramírez Llanos**

**Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Industrial
Ingeniería Industrial
Ibagué, 2021**



PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LAS EMPRESAS DEL SECTOR TEXTIL BASADO EN LOS PRINCIPIOS DEL LEAN SEIS SIGMA

**Nallert Claritza Olivar Hernández
Jorge Alberto Ramírez Llanos**

Trabajo de grado que se presenta como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Industrial

Director:
Ingeniero Carlos Andrés Pérez Vargas
Profesor Universidad de Ibagué

**Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Industrial**
Ibagué, 2021

(Dedicatoria o lema)

Dedicamos nuestro trabajo a Dios que nos ha dado la vida, sabiduría y persistencia para haber llegado hasta este punto y poder culminar una etapa más en nuestras vidas. A nuestros padres por el compromiso, amor y apoyo que nos brindaron todo este tiempo.



Agradecimientos

Gracias a Dios por permitirnos tener y disfrutar de una familia, por apoyarnos en cada decisión que tomamos y el proyecto que emprendimos, además, gracias por creer en nosotros y gracias a Dios por permitirnos vivir y darnos el tiempo para llevar a cabo nuestro proyecto de grado y poder graduarnos.

Por otra parte, agradecemos a nuestro tutor, el ingeniero Carlos Pérez que con su ayuda y conocimiento no hubiésemos podido llevar a cabo este proyecto. A nuestros padres por habernos dado la oportunidad de estudiar y aprender cada día y a nosotros mismos, por habernos permitido pasar buenos y malos momentos en el desarrollo de este trabajo.



Resumen

La industria textil en Colombia a lo largo de los años ha sido uno de los pilares fundamentales de la economía, pero como en todos los sectores económicos hay épocas en que este sector ha entrado en crisis ya sea por falta de garantías o por los malos manejos en su funcionamiento. Este trabajo tiene como objetivo diseñar una ruta de mejoramiento mediante el método lean six sigma en los procesos de confecciones en empresas del sector textil. Como se mencionó anteriormente, se utilizará la metodología de lean six sigma, el DMAIC, el cual, se mostrará paso a paso cómo aplicar a una empresa con ejemplos para mayor entendimiento. Como ejemplo se tomará una empresa dedicada a la confección de bermudas y pantalones para hombre llamada Mr Brajú ubicada en la ciudad de Ibagué, en donde su principal problema son las demoras en el área de confección y buscan reducir estos tiempos generando algún tipo de incentivos en los trabajadores para así también reducir costos.

Palabras clave: Mejoramiento, calidad, confección, microempresa, demora, lean.

Abstract

The textile industry in Colombia over the years has been one of the fundamental pillars of the economy, but as in all economic sectors there are times when this sector has entered a crisis either due to lack of guarantees or due to mismanagement. in its operation. The objective of this work is to design an improvement path through the lean six sigma method in the clothing processes in companies in the textile sector. As mentioned above, the lean six sigma methodology, the DMAIC, will be used, which will show step by step how to apply it to a company with examples for greater understanding. As an example, we will take a company dedicated to the manufacture of men's shorts and pants called Mr Brajú located in the city of Ibagué, where its main problem is delays in the clothing area and they seek to reduce these times by generating some type of incentives in workers to reduce costs as well.

Keywords: Improvement, quality, confection, micro business, delay, lean.



Contenido

Contenido	6
Introducción	10
Capítulo 1: Generalidades	12
1.1 planteamiento del problema y justificación	12
1.2 Objetivos	18
1.3 Referentes empíricos y teóricos.	19
1.4. Herramientas del DMAIC	22
1.4.1 Herramientas para Definir.	22
1.4.2 Herramientas para Medir	23
1.4.3 Herramientas para Analizar	26
1.4.4 Herramientas para implementar	27
1.4.5 Herramientas para Controlar	29
1.5 Metodología propuesta	32
Capítulo 2: Definición de las problemáticas del proceso	35
2.1 Proceso productivo	35
2.2 Definición del problema	37
2.2.1 Implementación de entrevista estructurada	37
2.2.2 Lista de problemas observados al realizar la entrevista.	38
2.2.3 Matriz multicriterio.	39
2.2.4 Análisis de costos	41
2.2.5 Análisis de tiempos	43
2.2.6 Objetivos para la solución del problema del proyecto.	45
Capítulo 3: Medición del problema	47
3.1 Cartas de control	47
Capítulo 4: Análisis de causas del problema	50
4.1 Diagrama de Ishikawa	50
4.2 Matriz GUT	52
Capítulo 5: Mejora del problema	53
5.1 Lluvia de ideas	53
5.2 Diseño de experimentos	55
Capítulo 6: Controlar el problema	58
Conclusiones	63
Referencias bibliográficas	64
ANEXOS:	66



A.	68	
B.	68	
C.	Anexo: Diagrama de Pareto (Costos)	66
D.	Anexo: Diagrama de Pareto (Tiempo)	66
E.	68	
F.	68	
G.	Anexo: Propuesta de mejora	66
H.	Anexo: Matriz multicriterio	66
I.	Anexo: Guía metodológica para la implementación del lean six sigma.....	65



Lista de figuras

Figura 1 .1: Metodología de trabajo a desarrollar	33
Figura 2.1: Proceso de confección Mr Brajú	36
Figura 2.2: Diagrama de Pareto con los costos del área de confección	42
Figura 2.3: Diagrama de Pareto con los tiempos del área de confección.	45
Figura 3.1: Gráfico de control X y R de la unión de botas y pasadores	49
Figura 4.1: Diagrama Ishikawa demoras en la confección de pasadores y bota de un pantalón.	51
Figura 5.1: Lluvia de ideas para la mejora del problema	54
Figura 6.1. Carta de control	59



Lista de tablas

[Tabla 1-1. Municipios del departamento del Tolima en donde se encuentran las empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir.](#)

[Tabla 1-2. Activos de empresas en el sector de confección de prendas de vestir](#)

[Tabla 2-1. Lista de problemas encontrados en la primera visita a la empresa Lista de problemas encontrados en la primera visita a la empresa](#)

[Tabla 2-2. Matriz multicriterio de los problemas en el área de producción](#)

[Tabla 2-3. Tiempos del área de confección](#)

[Tabla 3-1. Recopilación de promedios de tiempo de la unión de pasadores.](#)

[Tabla 4-1. Matriz GUT con las causas más relevantes](#)



Introducción

La industria textil en Colombia ha sido una de las grandes fuentes de economía para el país, es decir, el sector con gran porcentaje de generación de empleo y, además, aporta en gran cantidad a la nación, tal que genera entradas considerables de dinero al país. Dicho esto, es capaz de asumir retos que trae la competencia internacional. Es por esto, que es el sector que ha podido consolidarse como uno de los campos que tiene gran contribución a la manufacturera nacional. (Semana, 2019)

Para este trabajo, es de vital importancia demostrar que aplicar la metodología lean six sigma sirve para aumentar la productividad de las empresas, ya sean pequeñas o grandes, dado que su principal objetivo se basa en mejorar cada uno los procesos involucrados para un determinado fin, incrementando la rentabilidad y productividad. Esto se puede llevar a cabo con la empleabilidad de herramientas estadísticas, teniendo en cuenta que siempre se le tiene que dar prioridad a los requerimientos de los clientes. (Redacción APD, 2019)

En este trabajo de investigación, se propone demostrar cómo puede ser aplicable la herramienta DMAIC en una empresa, tomando como ejemplo a una del departamento del Tolima, ubicada en la ciudad de Ibagué. La empresa que será de ejemplo es Mister Brajú, la cual se dedica a la confección de bermudas y pantalones para hombre. Se presentará una guía de cómo aplicar paso a paso, cada una de las herramientas para llevarla a cabo, en donde cada herramienta, será aplicable por medio de datos imaginarios.

Como objetivo principal de esta investigación se tiene diseñar una ruta de mejoramiento utilizando el método lean six sigma especialmente en las empresas pertenecientes del sector textil, ya sean nacionales o internacionales. Como objetivos específicos, se desarrollarán los siguientes, tales como detallar un diagnóstico detallado de los problemas con mayor impacto que se pueden llegar a presentar en el área de producción del sector textil, esto con el fin de poder identificar y clasificar los problemas de acuerdo con los principios del lean six sigma.

Implantar una ruta para poder realizar un estudio a las causas raíz que afectan los problemas evidenciados en el área de producción, es otro de los objetivos propuestos para el desarrollo de esta investigación. Como último objetivo, se plantea establecer una guía que sea de gran ayuda en el proceso de confección para poder instaurar medios de control, esto se hace de tal modo que al momento de solucionar el problema principal, esto se pueda mantener con el pasar del tiempo y estar en una mejora continua de cada de uno de los procesos vinculados en la empresa.



Esta investigación propone indagar la metodología lean six sigma, recopilando información de trabajos que la que se hayan implementado, revistas, libros, entre otros. De acuerdo con esto, se propone presentar una guía sobre el lean six sigma de tal forma que pueda ser aplicada a las empresas del sector textil y empresas de otros sectores que crean necesario la implementación de esta. El alcance es que la guía sea entendible, dado que se presentarán ejemplos que servirán de gran ayuda para su aplicación en cualquier área que se requiera. Se advierte que esta investigación podría tener algunas limitaciones como falta de información actualizada.

El tipo de investigación que se va a utilizar durante el desarrollo del proyecto es de tipo exploratorio, debido a que se busca recopilar información acerca de la herramienta ya mencionada que conlleve a ayudar a solucionar problemas en las empresas. Este tipo de investigación es útil para la selección de herramientas y/o metodologías que aporten de manera significativa para la guía de mejora a presentar al final de este trabajo. Además de esto, se aplica la investigación teórica, que tiene gran similitud a la anterior, porque consiste en recolectar información, pero esta se basa en un tema en específico.

La implementación de esta herramienta en una empresa será de gran utilidad, ya que podrán mejorar varias partes involucradas de una compañía. El objetivo de esta se basa en atacar los problemas de raíces, ser consciente de que las especificaciones de los clientes, aplicar controles para que las mejoras implementadas permanezcan de forma constante, en otras palabras, estar en una mejora continua, innovar en el mercado y presentar al mercado productos y/o servicios de buena calidad y asequibles para cualquier persona.



Capítulo 1: Generalidades

1.1 planteamiento del problema y justificación

La industria textil ha sido uno de los pilares de la economía colombiana, por lo que es el generador más grande de empleo, además de su gran aporte a la economía nacional ocasionando grandes entradas de dinero al país, tanto así que es capaz de asumir los retos que trae la competencia internacional. Esto es posible porque durante los últimos años ha podido consolidarse y fortalecerse como uno de los sectores que tiene una gran contribución a la industria manufacturera nacional. (Semana, 2019)

Este sector, según las estadísticas publicadas por el periódico La República (2020), demostró que la producción y ventas del sector textil alcanzó un alza en la historia entre el 0,7 y 3% en el mes de noviembre de 2018. Con respecto a la comercialización de los productos, también hubo un incremento de un 3% en ese mismo periodo. Durante el transcurso del departamento de confección se han demostrado diferentes sendas de crecimiento en sus diferentes áreas, pero, los indicadores de los gastos en producción como hilos e insumos textiles reflejan un alza de 3.5%.

Según González (2015) las ciudades que son más representativas para el sector de la confección son Bogotá y Medellín, las cuales representan el 41,7% y 39,9% de la mano de obra textil del país respectivamente; entre las dos suman un 81,6% dejando el 18,4% que se divide en diferentes zonas del país, entre ellas Cali, Barranquilla, Ibagué, Bucaramanga y zonas cerca a Medellín. En el departamento del Tolima existen 3113 empresas, que según la cámara de comercio son las que se encuentran legalmente registradas, entre ellas, encontramos empresas que ofrecen productos textiles como prendas de vestir, calzado, joyas y bisutería en general. A continuación, se mostrará la participación de los municipios en el Tolima. (Ver Tabla 1-1)



Tabla 1-1. Municipios del departamento del Tolima en donde se encuentran las empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir.

Municipio	Participación (%)	N° Empresas
Confección de prendas de vestir	24,96%	777
Ibagué	21,11	657
Espinal	0,51	16
Melgar	0,48	15
Chaparral	0,45	14
Líbano	0,35	11
Honda	0,35	11
Mariquita	0,22	7
Natagaima	0,16	5
Planadas	0,13	4
Cajamarca	0,13	4
San Antonio	0,1	3
Purificación	0,1	3
Piedras	0,06	2
Fresno	0,06	2
Armero	0,06	2
Icononzo	0,06	2
San Luis	0,06	2
Guamo	0,03	1



Tabla 1-1: (Continuación)

Rovira	0,03	1
Ambalema	0,03	1
Falan	0,03	1
Palocabildo	0,03	1
Dolores	0,03	1
Coello	0,03	1
Suarez	0,03	1
Rioblanco	0,03	1
Cunday	0,03	1
Alvarado	0,03	1
Ortega	0,03	1
Villarrica	0,03	1
Venadillo	0,03	1
Casabianca	0,03	1
Alpujarra	0,03	1
Ataco	0,03	1

Fuente: Cámara de comercio de Ibagué (2018)

En la Tabla 1-1 se evidencia que de las 3113 empresas que tiene el departamento del Tolima, se centrará en las que se dedican a la fabricación de prendas de vestir y cómo están distribuidas en el Departamento junto con su participación en la economía. La mayor parte de las empresas se encuentran en la ciudad de Ibagué. La localización de estas empresas depende de su actividad económica. También, en la Tabla 1-2 se puede apreciar el valor de los activos según su tamaño y actividad económica correspondiente a grandes, medianas, pequeñas y microempresas.

Tabla 1-2. Activos de empresas en el sector de confección de prendas de vestir



SUBSECTOR / ACTIVIDAD ECONÓMICA	Grande	Mediano	Pequeño	Micro	TOTAL
Confección de prendas de vestir	\$69.944.834.000	\$35.653.503.801	\$16.300.828.005	\$5.657.572.133	\$127.556.737.939
Confección de prendas de vestir excepto prendas de piel.	\$69.944.834.000	\$35.653.503.801	\$16.300.828.005	\$5.651.619.133	\$127.550.784.939

Fuente: Cámara de comercio de Ibagué (2018)

El objetivo de esta investigación es poder establecer una guía de la metodología lean six sigma para las diferentes empresas que se encuentren dentro del sector textil. Por medio de esta guía en el cual se podrá aplicar a este tipo de empresas, se logrará identificar los problemas que hacen que la empresa no se encuentre en una mejora continua. Es importante resaltar, que es necesario que las empresas cuenten con metodologías de calidad las cuales se nombran más adelante, además de esto, en la guía podrán encontrar una ruta de mejoramiento mediante la cual conseguirán realizar un estudio de causas raíz a los problemas encontrados en cada una de las organizaciones.

En ampliación a esta investigación, se utilizará como ejemplo la empresa Míster Brajú, la cual es una microempresa tolimense situada en la ciudad de Ibagué, cuenta con 30 empleados y ha sobrevivido a los años en que el sector textil del Tolima ha caído. A pesar de que es una empresa que está en crecimiento no cuenta con unas metodologías de calidad, que como se mencionó anteriormente es de vital importancia; con esta empresa de guía, se podrá diseñar una ruta de mejoramiento mediante el estudio de las causas raíz de los problemas.

Al implementar una metodología de calidad como Lean Six Sigma, se podrá encontrar como ya se había mencionado las causas raíz de los problemas, además de esto, reducir el porcentaje de fallos que se presentan en las empresas y con esto diseñar una ruta de mejora.

Para dar una mejor solución, se realizan una serie de preguntas que tienen como propósito dar respuesta al objetivo general, la cual satisfaga las expectativas y a su vez, los objetivos específicos, en donde se plantea una pregunta al objetivo principal correspondiente a, ¿La



ruta de mejoramiento cumple con las expectativas de mejoramiento en el proceso de confección? y para los objetivos específicos se centra en, ¿Cuáles son los problemas de mayor impacto en el área de producción? ¿Cuáles son las causas raíz de los problemas que afectan al área de producción? A medida que se vaya avanzando en la investigación, surgirán más preguntas problemas que llevarán a un resultado más conciso.



1.2 Objetivos

Objetivo general:

Diseñar una ruta de mejoramiento mediante el método lean six sigma, en los procesos de confecciones en empresas del sector textil.

Objetivos específicos:

- Mostrar un diagnóstico de los problemas de mayor impacto que se presentan en el área de producción de empresas del sector textil con el fin de identificar y clasificar los problemas considerando los principios de Lean Six Sigma.
- Establecer una ruta para el estudio de causas raíz que afectan al área de producción de las empresas.
- Establecer una guía que ayude al proceso de confección para establecer medios de control.



1.3 Referentes empíricos y teóricos.

Las referencias empíricas y teóricas que se usarán para esta investigación se basaran en aspectos como el concepto de calidad, metodología de Six Sigma, manufactura esbelta y la unión de estas dos metodologías (Lean Six Sigma), para conocer a fondo su implementación y las herramientas que pueden aplicarse en la industria. Además de esto, las herramientas del DMAIC.

Para muchos expertos que han dedicado su vida al estudio de la calidad han llegado a definir que la calidad representa puntos de vista diferentes, según Oakland (1993) Se deben definir las políticas de calidad sólidas junto con la estructura y las facilidades para ponerla en práctica; además, toda organización necesita un marco de referencia definido que incluya una filosofía, guía, valores y creencias fundamentales y un propósito combinado con la declaración de la misión.

Mizuno (1989) afirma que:

La calidad es establecer y delegar las políticas de calidad, requiere un sistema administrativo matricial internacional, necesita estar planeada mediante una definición clara de las responsabilidades de la media y alta administración y la formación de un comité de control de calidad total.

La calidad no significa el logro de la perfección, sino la producción eficiente del mercado. En su publicación *Out of the crisis [Fuera de la Crisis]*(Deming,1986) plantea los 14 principios fundamentales para la gestión y transformación de la eficacia empresarial.

Juran (1993) quien considera que la calidad consiste en dos conceptos diferentes pero relacionados entre sí; básicamente es la adecuación del uso de un producto. Para Ishikawa (1988), el control de calidad consiste en “desarrollar, diseñar, elaborar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor”, agregando el concepto según Cosby (1987), la calidad no cuesta, lo que cuesta son las cosas que no tiene calidad. También Cosby asegura que en donde se presentaban más pérdidas de dinero en las empresas era donde no se hacían controles, su lema fue “Hacerlo bien la primera vez y conseguir cero defectos”.

Teniendo definido el concepto de calidad se procede a definir la manufactura esbelta con respecto a autores relevantes. Es importante resaltar que el objetivo de este método consiste en la eliminación del desperdicio y la creación de valor. Otra definición se puede dar a explicar en conocer que en la manufactura esbelta es un sistema integrado que permite lograr la producción de bienes y servicios con el mínimo costo . Por otra parte, es muy común encontrar en libros esta definición donde se asocia con el desperdicio y existe



exceso de inventarios para poder llegar a minimizar los tiempos de procesamiento y demanda. (Mantilla Celis & Sánchez García, 2012)

Para la implementación correcta de este método, se vuelve de vital importancia identificar en la cadena de suministro las actividades de conversión y las de flujo. Para los flujos se consideran tres que son los principales, en primer lugar, el flujo de información que serían los cercanos a los clientes para entender sus necesidades. En segundo lugar, los de materiales y servicios que conocen los requerimientos de los clientes y los comparte con la cadena de producción para poder producir la cantidad adecuada y al ritmo de las necesidades identificadas. Por último está el dinero, hay que pagar cuando se compra algún producto o servicio y esto incrementa la velocidad económica de los factores. Los beneficios del pensamiento esbelto son mejorar la relación con los proveedores y clientes, además, reducir inventarios y mejorar los flujos económicos. (Delgado, 2021)

Por consiguiente, es fundamental reducir al mínimo las actividades de flujo. Para comprender el pensamiento esbelto se definen algunos principios como lo son: el valor, es decir, satisfacer las necesidades del cliente por un precio justo y específico el cual es creado por la empresa. El siguiente es el flujo de valor que consiste en todas las actividades que tengan valor agregado o no que se llevaron a cabo para la elaboración del producto final. Así mismo, está el hacer, que el flujo fluya sin interrupciones, que cada etapa sea capaz de cumplir su propio proceso. Luego, se encuentra establecer el jale, es decir, que el cliente obtenga lo que desea, cuando lo desea y la cantidad que desea. (Apaza, 2018)

Para continuar, el six sigma es una metodología rigurosa de mejoramiento desarrollada por motorola en los años 80 donde su principal enfoque es el cliente. Para esto, utiliza el DMAIC con el fin de, Definir los problemas, Medir para obtener información, Analizar la información recolectada e Implementar mejoras a los procesos y finalmente, Controlarlos con el objetivo de alcanzar resultados sostenidos. También, se define como una estrategia usada para mejorar las utilidades del negocio, la efectividad y eficiencia de todas las operaciones con el propósito de lograr satisfacer a los clientes". (Mantilla Celis & Sánchez García, 2012).

El Lean Six Sigma es un conjunto de herramientas que permiten integrarse unas con otras para llevar a cabo el proceso de mejora. Además, es un sistema muy eficaz que permite adaptarse a cualquier empresa independientemente de su tamaño o especialidad, todo esto teniendo en cuenta todo el proceso hasta el producto final, pasando por la comercial, logística, fabricación, servicio, la parte financiera, calidad y demás áreas que se necesitan para ofrecer un producto y/o servicio. (Socconini & Carlo, 2019)

En el Lean Six Sigma "titulan todos los pasos de planificación, organización y control para el control dirigido de toda la cadena de valor de una empresa, que debe entenderse como



un sistema de procesos interactivos.” (Timo Waurick,2014) lo que conlleva a que todas las áreas de la empresa tengan muy buena comunicación para poder llegar a un objetivo en común, si una empresa no llega a cumplir sus objetivos eso quiere decir que tiene problemas.

Estos problemas pasan inadvertidos durante mucho tiempo hasta que empiezan a generar grandes problemas y pérdidas monetarias y de material en una empresa o organización, por eso es muy importante realizar revisiones periódicas y adoptar métodos de medición y controlen las áreas que comprenden la industria; algunas de las metodologías usadas para la detección de problema son revisar los indicadores que se presenten en al empresa, preguntar a los empleados sobre inconformidades y preguntar a los clientes sobre la experiencia con el producto o servicios prestado.

los indicadores son:

la expresión cuantitativa del comportamiento o el desempeño de toda una organización o una de sus partes: gerencia, departamento, unidad y persona cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas según el caso.(Sandra Quintero,2017).

Con los indicadores se pueden determinar si una organización está implementado bien los recursos y si están cumpliendo las metas que se propone en el día, mes o año;con estos datos los directores y gerentes pueden tomar decisiones con respecto al proceso y realizar investigaciones sobre el proceso y que fallas se presentan.

Otros métodos de detección de problemas es realizar encuestas a los empleados y a los clientes, estas se podrían realizar de forma aleatoria a una área o departamento donde se presenten fallas en el proceso o bajo rendimiento de producción; para las encuestas a los clientes es importante conocer la calidad del producto, expectativa y si es del agrado de ellos, para ello se debe seleccionar el grupo de interés, esta selección varía según la necesidad como lo realizaron G. Rejikumar ,A. Aswathy Asokan y V. Raja(2020).

Sreedharan en su trabajo de investigación Impacto de la toma de decisiones basada en datos en Lean Six Sigma: un análisis empírico, realizaron las encuestas de manera virtual Con estas entrevistas, se recolectó información para identificar los problemas que más impactan a los empleados que están en el área de la producción y que pueden ser más representativos para las finanzas de una empresa; teniendo esta información se podrán diseñar estrategias con ayuda de diferentes metodologías y programas de análisis de datos para así dar solución a estos problemas y a otros que puedan surgir en un futuro para mejorar sus números y la calidad de producción.



Después de que se identifiquen los posibles problemas que afectan a la producción o prestación del servicio se debe establecer cual de estas es la más relevante y qué más puede generar pérdidas o afectaciones a la organización, para esto es muy útil la matriz multicriterio.

Esta matriz es una herramienta que puede ser utilizada para evaluar puntos de vista, ideas u opciones, de tal forma que se le asigna una puntuación a cada uno con respecto a criterios que tengan relación. También, es de fácil trabajo en equipo, porque todos pueden opinar y cualquier opinión será válida, además de esto, facilita el consenso cuando es difícil ponerse de acuerdo entre tantas decisiones en un grupo de trabajo. (Betancourt, 2019).

Es importante resaltar que al momento de escoger los criterios tienen que cumplir necesariamente con una serie de requisitos. Según Betancourt la selección y determinación de los criterios que se van a seleccionar se deben elaborar en el grupo de trabajo, es decir, todos deben de colaborar; tienen que ser diferentes dependiendo de cada problema a evaluar, no necesariamente tienen que ser medibles, eso depende de la situación, en este caso, se necesitaba que lo fuera; la cantidad óptima para una matriz bien elaborada es que sean por lo menos cuatro criterios. Siguiendo los pasos, se establecerá los pesos a los criterios, (Canive & BALET, 2019) estos criterios se establecen por una mesa de trabajo, que según su experiencia expresan cuáles de los criterios son los que más afectan a los problemas.

Ya con los criterios establecidos y los pesos a los problemas identificados, se procede a realizar un análisis de los resultados obtenidos mediante un diagrama de Pareto, esta herramienta puede ser utilizada en cualquier área de la empresa pero es más usada en el área de producción, debido a que el 20% de los procesos generan el 80% de sus servicios y/o productos. Para la gerencia, el 80% de sus ganancias corresponden al trabajo del 20% de sus trabajadores. En el control de calidad, el 20% de los defectos afectan el 80% de los procesos. Los reclamos y sugerencias, el 20% de los rechazos correspondientes a un producto, representan el 80% de las quejas de los clientes insatisfechos. (Parra, 2019).

El estudio se hará mediante la herramienta de Pareto, es una técnica sencilla para poder clasificar aspectos en orden de mayor a menor frecuencia. Es una gráfica para que los datos al organizarlos queden de forma descendente, de izquierda a derecha y que, a su vez, están separados por barras. Algunas ventajas de utilizar esta herramienta, es que permite mostrar gráficamente los problemas pocos vitales y muchos triviales, es decir, sin importancia frente a unos pocos vitales. En la gráfica, se colocan los pocos que son vitales a la izquierda y los muchos triviales a la derecha. (Hernández, 2017).

Una vez obtenido el problema o los problemas a los que les va a realizar el estudio de mejora, se procede a medir y analizar la información que se pueda recopilar, dado que



será de gran ayuda para reconocer e identificar las variables que están implicadas en el proceso. Hay que asegurarse que los datos obtenidos sean confiables, es indispensable disponer de sistemas de medidas que tengan un alto nivel de confiabilidad, precisión y veracidad para que puedan ser utilizados. (TCM Metrología, 2014).

Para identificar y recolectar datos de tiempo se debe usar la herramienta de estudio de tiempos, esta herramienta es muy útil en el campo de la producción y confección de prendas o piezas, El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos de trabajo y actividades correspondientes a las operaciones de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, con el fin de analizar los datos y poder calcular el tiempo requerido para efectuar la tarea según un método de ejecución establecido. Su finalidad consiste en establecer medidas o normas de rendimiento para la ejecución de una tarea. (Cruelles , p. 43).

Como se puede identificar en el trabajo Estudio de Tiempos y Movimiento para Incrementar la Eficiencia de una Empresa de Producción de Calzado de Adriana Andrade, Cesar Del Rio y Daissy Alvear, se deben tener en cuenta varios factores para iniciar el estudio de tiempo los cuales son la selección del trabajo, selección de los operarios y solicitar colaboración de los empleados; con estos elementos identificados se procederá a realizar el estudio de la toma de tiempo.

Para el estudio se deben establecer las etapas del proceso a las que se desee realizar el estudio como identificar las tareas y los movimientos de la pieza, producto o las etapas del servicio prestado, después de identificar las etapas y tareas del proceso se procede a tomar los tiempos con dos herramientas, cronómetro y hoja de toma de tiempos; luego se calcula el número de tiempos que se van a tomar.

Para determinar las observaciones necesarias y posteriormente obtener su promedio, se aplicó una fórmula estadística que permite establecer la cantidad adecuada de observaciones para normalizar el tiempo de trabajo. Al respecto, es necesario estandarizar el tiempo para el desempeño del trabajo o parte de él (Render y Heizer, 2017):

$$N = (K \cdot \sigma \cdot e \cdot \bar{x})^2 + 1 \quad (1.1)$$

Con la cantidad de tiempos necesarios para que el estudio tenga un nivel de confianza aceptable se procede a realizar la toma de los tiempos en las áreas o tareas identificadas para el estudio con los operarios seleccionados anteriormente; con los datos obtenidos se procede a realizar el análisis de los tiempos y determinar las mejoras y recomendaciones que se pueden implementar en las tareas o áreas.

Con la información del estudio de tiempo se procede a usar el gráfico de control, esta herramienta es de principal uso en el control de la calidad, ayudando a las empresas e industrias a analizar y solucionar problemas. Es un diagrama que muestra los valores



producto de la medición de una característica de calidad, ubicados en una serie cronológica. En él se establece una línea central o valor nominal, que suele ser el objetivo del proceso o el promedio histórico, junto a uno o más límites de control, tanto superior como inferior, usados para determinar cuándo es necesario analizar una eventualidad. (Betancourt, 2016)..

Antes de que se inicie a realizar la carta de control se debe identificar qué tipo de gráfico se va a realizar si es variable o atributo; las gráficas de variables son las que miden un solo factor como lo es la temperatura, peso, distancia, entre otros; para estas se presentan tres tipos de gráficas:

- Gráfica de media (\bar{X}): Son las que analizan que tanto se alejan las mediciones de su tendencia central.
- Gráfica de rango (R): Son las que analizan la ganancia o pérdida de uniformidad hay en la dispersión.
- Gráfica de media y rango (\bar{X} -R): esta gráfica es la unión de las dos mencionadas anteriormente.
- Las gráficas de atributos se encargan de analizar las características de un producto o un servicio; este tipo de gráfico se divide en cuatro gráficos:
 - Gráfico p: Se miden los porcentajes de defectos por muestra
 - Gráfico np: Se miden los números defectuosos de una muestra
 - Gráfico c: Es el número de defectos por unidad de producción durante un periodo de muestra.
 - Gráfico u: Se mide el porcentaje de defectos durante un periodo de muestreo.

Ya identificado los tipos de gráficos que se pueden obtener de las tablas de control se deben identificar los conceptos de los límites de control que se van a manejar para estos tipos de gráficos y cómo se calculan; los dos límites que se manejan son los límites de control y los límites centrales, los de control son las líneas horizontales ubicadas arriba y debajo de la línea central, que se utilizan para determinar si un proceso está fuera de control. (Betancourt, 2016). Para este caso se manejan tres líneas de límite control superior, control inferior y control central; cada uno de estos varían según el tipo gráfica que se vaya a implementar, para el caso de las gráficas de media (\bar{X}) se utilizan las siguientes fórmulas:

$$LCS(\bar{X}) = \bar{X} + A_1S \quad (1.2)$$

$$LC(\bar{X}) = \bar{X} \quad (1.3)$$

$$LCI(\bar{X}) = \bar{X} - A_1S \quad (1.4)$$

Donde:



\bar{X} = línea central de la gráfica y el promedio de las medias muestrales pretendidas o un valor establecido como objetivo para el proceso.

A_1 = constante para proporcionar acontecimientos tres sigmas para una media de la muestra (ver ecuación 1.4).

$$A = 3n \quad (1.5)$$

Donde n es el número de datos que se recolectan para realizar el estudio.

Para las gráficas de rango (R) se usarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS(\underline{R}) = D_4 \underline{R} \quad (1.6)$$

$$LC(\underline{R}) = \underline{R} \quad (1.7)$$

$$LCI(\underline{R}) = D_3 \underline{R} \quad (1.8)$$

Donde:

R: Es el promedio de los rangos.

D_4 y D_3 son variables.

Para el caso de las gráficas X-R se deben calcular los límites de control tanto de X y R, es decir se van a usar las fórmulas 1.5 y 1.7 y se van a calcular así, como la fórmula 1.6 que será usado, a continuación, se usará la siguiente fórmula para calcular los valores de X:

$$LCS_x = \underline{X} + A_2 \underline{R} \quad (1.9)$$

$$LCI_x = \underline{X} - A_2 \underline{R} \quad (1.10)$$

Donde se calcula X y ya teniendo R calculado en la fórmula 1.6 se reemplaza los datos en las fórmulas 1.8 y 1.9; con esto ya se puede realizar el estudio para la gráfica X-R.

Para los gráficos de atributos se usarán las siguientes fórmulas teniendo en cuenta los tipos de gráficas, por ejemplo, para el tipo de **gráfico p** se usarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS_p = \underline{P} + Z\sigma_2 \quad (1.11)$$

$$LC_p = \underline{P} \quad (1.12)$$

$$LCI_p = \underline{P} - Z\sigma_2 \quad (1.13)$$

Donde



n = tamaño de la muestra.

p = La desviación estándar de la distribución de la proporción de defectos

P = Proporción defectuosa de la proporción histórica promedio o valor objetivo y lineal central de la gráfica.

Con las variables definidas y los cálculos obtenidos se procede realizar un análisis de los datos mediante un diagrama de Pareto para así poder determinar cuáles de las variables son las que más afectan al proceso y cuáles son las que generan más pérdidas en términos monetarios o de recursos, con esto se determina cuál área o proceso se procederá a realizar el análisis para encontrar una solución al problema que afecte al área.

Ya con el problema identificado se procede a realizar la identificación de la causa raíz de los problemas. Al analizar un proceso, área o actividad, es posible identificar varias causas, pero lo más importante y lo que hay que tener en cuenta consiste en priorizar y validar la causa raíz del problema que se va a tratar. Al finalizar esta etapa, se busca implementar medidas de mejora. (Minetto, 2019).

Una de las herramientas más usadas para la identificación de causas raíz es el diagrama de Ishikawa, esta involucra los aspectos que llevaron a la ocurrencia del problema, por eso, al utilizarla, es poco probable que algún detalle del problema sea olvidado. Todo problema tiene causas y estas deben de ser analizadas una a una para comprobar qué está causando el problema que se quiere solucionar. El diagrama de Ishikawa se puede aplicar a diferentes contextos y de diferentes maneras, algunas son para observar las causas principales y secundarias de un problema, ampliar la visión de las causas de los problemas, identificar soluciones, utilizar los recursos de las empresas y generar mejoras en los procesos. (Meire, 2018).

Identificada las causas raíz, se procede a otorgarle un valor de importancia para así poder identificar las que más afectan al proceso y que pueden estar generando problemas en la línea de producción o prestación del servicio; para esto se usa una matriz de GUT, la cual es una herramienta que es bastante útil para la priorización de resolución de problemas. Las empresas la utilizan para la gestión de proyectos y a la hora de tomar decisiones importantes. Además, permite calcular el número de problemas que tiene la compañía, le otorga una puntuación a cada aspecto, esto dependiendo de la priorización que se tenga. Por lo que es un método fácil de aplicar, proporciona resultados eficaces. Es de bastante utilidad al momento de clasificar los problemas que suceden en la empresa, teniendo en cuenta criterios como la gravedad del problema, la urgencia y de la tendencia, ya sea a empeorar de forma rápida o lenta. (Rocha, 2013).



Según Rafael Avila los atributos de clasificación son los siguientes, gravedad que es la intensidad del problema o el impacto que puede causar si no se le da una pronta solución, un problema grave hace que haya pérdida de clientes, daño en la imagen o lo más extremo la quiebra de la empresa, el segundo criterio es la urgencia, esto quiere decir la presión que hay para resolver una situación determinada, se tiene en cuenta el tiempo para poder solucionar un problema predispuesto, los problemas con más urgencia pueden considerarse los que han sido establecidos por alguna ley o el tiempo de respuesta de los clientes y para el último criterio que es la tendencia, se analiza la evolución de la situación. En este caso, se pueden estudiar los problemas de tal forma que se considere el desarrollo que tendrá en la ausencia de una acción efectiva que brinde una solución. (Ávila, 2014)

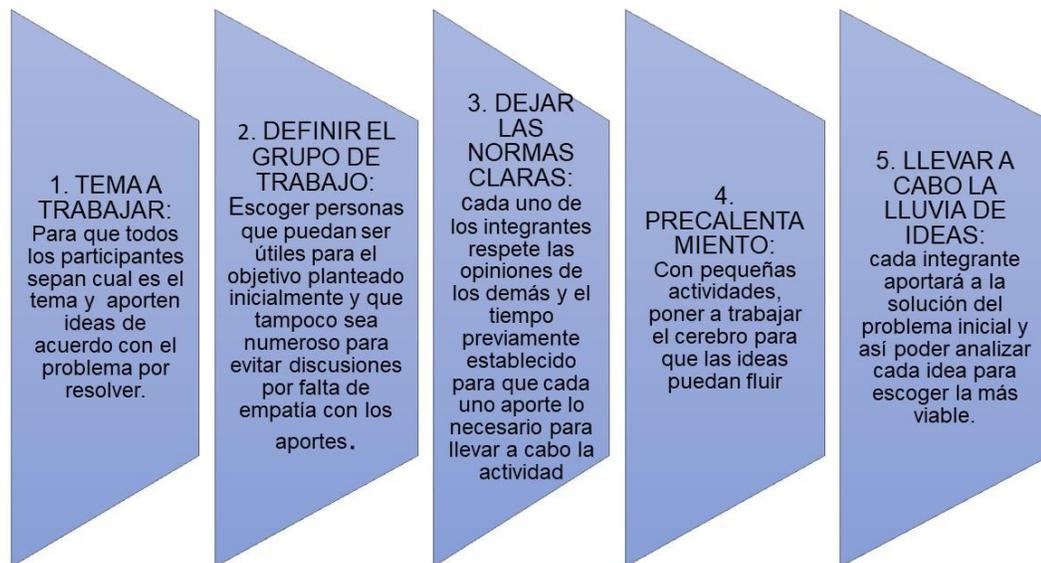
Cada uno de estos criterios se clasifican por niveles que van de 1 al 5, los valores dependen del criterio, así toma su valor y la importancia del problema evaluado. Para el caso del criterio de gravedad, se tienen puntuaciones como 1 sin gravedad, 2 poco grave, 3 grave, 4 muy serio y 5 extremadamente grave, para el de urgencia la puntuación varía 1 puede esperar, 2 poco urgente, 3 urgente, merece atención a corto plazo, 4 muy urgente y 5 necesidad de acción inmediata y para el criterio de tendencia la puntuación se toma de la siguiente manera 1 no cambiará, 2 empeorará a largo plazo, 3 empeorará a medio plazo, 4 empeora a corto plazo y 5 empeorará rápidamente.

Con las causas identificadas, se establecen cuáles de estas son las que más afectan al proceso y estableciendo la prioridad se procede a identificar y poner en práctica las propuestas de mejora. Para llevar esto a cabo, se identifica la causa raíz del problema en las mejoras y como consiguiente, se prueban para verificar si la solución propuesta es efectiva, si no es así, se implementa otra. En pocas palabras, esta etapa consiste en identificar y crear soluciones, concentrarse en las de fácil implementación, probar las soluciones, crear un plan de acción e implementar las mejoras. (Minetto, 2019).

Para escoger el tipo de mejora a emplear, se propone una lluvia de ideas, lo cual es una técnica de trabajo que es de gran utilidad para los grupos de estudio que buscan diversas soluciones hacia un mismo problema, estas ideas surgen de ideas espontáneas, relajadas y hacia un mismo horizonte, que se compone de encontrar la mejor solución posible. Esta herramienta permite obtener diferentes puntos de vista por cada uno de los integrantes del grupo, también se puede desarrollar la cualidad inventiva, que consiste en imaginar, inventar o crear soluciones acertadas y que muchos integrantes podrán descubrir a partir de este mecanismo. (Samsing, 2020)

Para realizar una buena lluvia de ideas, se puede seguir una serie de pasos tales como, ver figura 1-1

Figura 1-1 Paso a paso de una elaboración de una lluvia de ideas.



Fuente:Universia,2018

Después de llevar a cabo la lluvia de ideas, se escoge la herramienta para darle solución al problema inicial, en este caso, será un diseño de experimentos, el cual se define como un conjunto de técnicas activas que manipulan un proceso para inducirlo a proporcionar la información que se requiere para mejorarlo mediante los cambios en sus variables y su interacción o secuencia de ejecución (SPC Consulting Group, 2013), estos se basan en los ensayos y errores para poder determinar si una hipótesis se puede confirmar o se rechaza.

Para realizar un diseño de experimentos se deben seguir los siguientes pasos:

- I. **Identificación del problema:** En este paso se identificará el problema que se desea solucionar, se analizará la causa raíz que provoca el problema, cuál es su efecto en la línea de producción y las consecuencias que genera este problema.
- II. **Selección de factores, niveles y rangos:** En esta etapa se realizará el análisis las variables que generan la situación problemática es decir las variables que se presentan en el experimento, existen dos tipos de factores los controlables y no controlables; los controlables son los que se pueden controlar a la hora de realizar un experimento por ejemplo presión, temperatura, inclinación, entre otros y los que no se pueden controlar como la contaminación, las condiciones de salud del empleado, desastres naturales, entre otros factores. Niveles y rangos.



- III. Selección de variables de respuesta: Una vez se identifique el problema y los factores, se procede a identificar la variable de respuesta, esta será la que determinará si el experimento fue viable o no con respecto a los cambios a los cuales fue expuesto.
- IV. Selección del diseño experimental: Según los factores que se establecieron se desea establecer el tipo de experimento
- V. Realización del experimento: identificar el tipo de experimento para proceder a la recolección de datos según las variaciones establecidas en los pasos anteriores, la recolección debe seguir los criterios mencionados en la parte de planeación para evitar posibles variaciones.
- VI. Análisis estadísticos de los datos.
- VII. Conclusiones y recomendaciones.

Con la mejora implementada y evidenciando que se están presentando mejoras significativas se procede a generar controles a las mejoras implementadas en el plan de acción para que no se pierda. Es importante que se definan criterios de control tales como metas estadísticas, checklists, verificadores, entre otros. Estos servirán como fuente de información para el monitoreo constante de las mejoras implementadas. (Minetto, 2019).

Para lo anterior, se proponen los controles visuales que son herramienta usada en todas las industrias alrededor del mundo, se usan para mejorar la eficacia y eficiencia de las plantas orientando a los operadores, procesos, áreas o máquinas; sus principales propósitos consisten en facilitar tanto la toma de decisiones, como la participación del personal, proporcionando al mismo, información acerca de cómo su desempeño influye en los resultados, logrando así que pueda tener un mayor control sobre sus metas. (Salazar López, 2019)..

Las ventajas al usar los controles visuales son muy amplias ya que estas ayudan a:

- Facilitar el flujo de la planta.
- Mejora la seguridad, productividad y costo de producción.
- Ayuda a reducir los desperdicios y anomalías de los procesos.
- Facilita la mejora continua.
- Implementar metas e impulsar a los trabajadores a mejorar.
- Permite un flujo constante y estable de la información en la línea de producción.
- Eliminar desperdicios o Mudas.
- Mejorar la calidad.
- Mejorar el tiempo de respuesta.



- Mejorar la seguridad.
- Estandarizar procedimientos.
- Mejorar la planificación del trabajo.
- Contribuir al orden y a la organización.
- Estimular la participación.
- Motivar al personal.
- Reducir costos

Como se puede observar esta herramienta está integrada en muchas áreas lo que hace la herramienta perfecta para controlar, guiar y prevenir incidentes durante la producción de pantalones y bermudas, ya sean grandes empresas, medianas y pequeñas empresas.

A continuación, se observará algunos de los elementos usados para realizar controles visuales en una industria de producción y como transmite la información que los jefes de producción o los directores quieren transmitir a la línea de producción:

- Alarmas: Es una señal audio visual, esta se encarga de informar situaciones de emergencia, también es usada para llevar mensajes a los operarios según la intensidad de la alarma o la repetición de esta; un ejemplo sería:

Un sonido: falla en una de las máquinas de confección la cual necesita atención.

Dos sonidos: Paro repentino de una máquina de confección.

Tres sonidos: Parada repentina de toda la línea de confección.

- Lámparas de colores: son lámparas, barras o bombillos luminosos, localizados en zonas estratégicas de la máquina o de la línea de producción; son usadas como indicadores del flujo de la producción y la condición en la que trabaja el proceso, por ejemplo

La luz verde indica que la línea de producción funciona con normalidad

La luz amarilla expresa que el proceso no va funcionando con la velocidad normal

La luz roja indica que el proceso está detenido o está a punto de detenerse.

- Tablero de información: Los tableros de información son herramientas de control visual utilizados para dar una trazabilidad o un seguimiento automático y continuo al plan de producción. (López, 2019); estos además ayudan a incentivar a los



operarios de producción a mejorar los ritmos de producción ya que mediante ellos se pueden establecer metas con incentivos monetarios los cuales ayudan a mejorar el tiempo del proceso y la eficiencia de la planta de producción.

- Tablero de resultados: Su función es la de evidenciar la forma en la que el rendimiento de los colaboradores influye en los resultados de los procesos, de las líneas y de los objetivos organizacionales (López, 2019). Con esto los colaboradores y los operarios pueden observar y definir cómo se encuentra el proceso y que tan eficiente está siendo con respecto a lo que se espera.

Otra gran herramienta usada para el control son las hojas de verificación, esta es una de las más usadas en la industria por su practicidad y facilidad de diligenciamiento, es un formato generalmente impreso utilizado para recolectar datos por medio de la observación de una situación o proceso específico (Betancourt, 2016), la finalidad de esta herramienta es la colección de datos de un determinado factor que se presenta en el proceso.

Las hojas de verificación ayudan al investigador a reunir la información necesaria de forma ordenada y precisa para poder después usar estos datos en un análisis para generar mejoras en los procesos; en la industria se usan diferentes hojas de verificación:

- Hoja de chequeo de localización, en ella se presenta uno o más esquemas del objeto de medición, en el cual señalamos la ubicación del defecto. También, está la lista de chequeo, que son los aspectos a comprobar se enumeran y en-listan de tal forma que al detectarse un evento asociado a uno de los aspectos, se pueda marcar según corresponda (Betancourt, 2016).
- Hoja de chequeo de frecuencia, sirve de guía para definir e investigar diversas categorías y recolectar los datos que se anotan según la cantidad de veces que se presentan y la hoja de chequeo con clasificación, también llamada hoja de verificación por tipo de defecto. En esta hoja, definimos una serie de categorías a ser ubicadas en la primera columna y en la primera fila, de tal manera que los datos reunidos sean clasificados de acuerdo con el cruce de columna y fila. (Pacheco, 2019)



1.4 Metodología

El tipo de investigación que desarrollará durante el proyecto es una investigación exploratoria esta se basa en buscar información que ayude a presentar una solución a un problema que no se encuentra estipulado por la organización; este tipo de investigación es muy útil para la selección de las herramientas y metodologías que se van a seleccionar para ser implementadas en la guía de mejora.

Además, se manejará la investigación teórica, esta busca reunir gran cantidad de información sobre un tema en específico con el fin de informar y tener una base para la realización de estudios o trabajos que se puedan presentar en diferentes áreas del conocimiento; este tipo de investigación será muy útil para la recolección de información para luego ser expresada en forma de guía para la realización de mejoras de calidad en el sector textil.

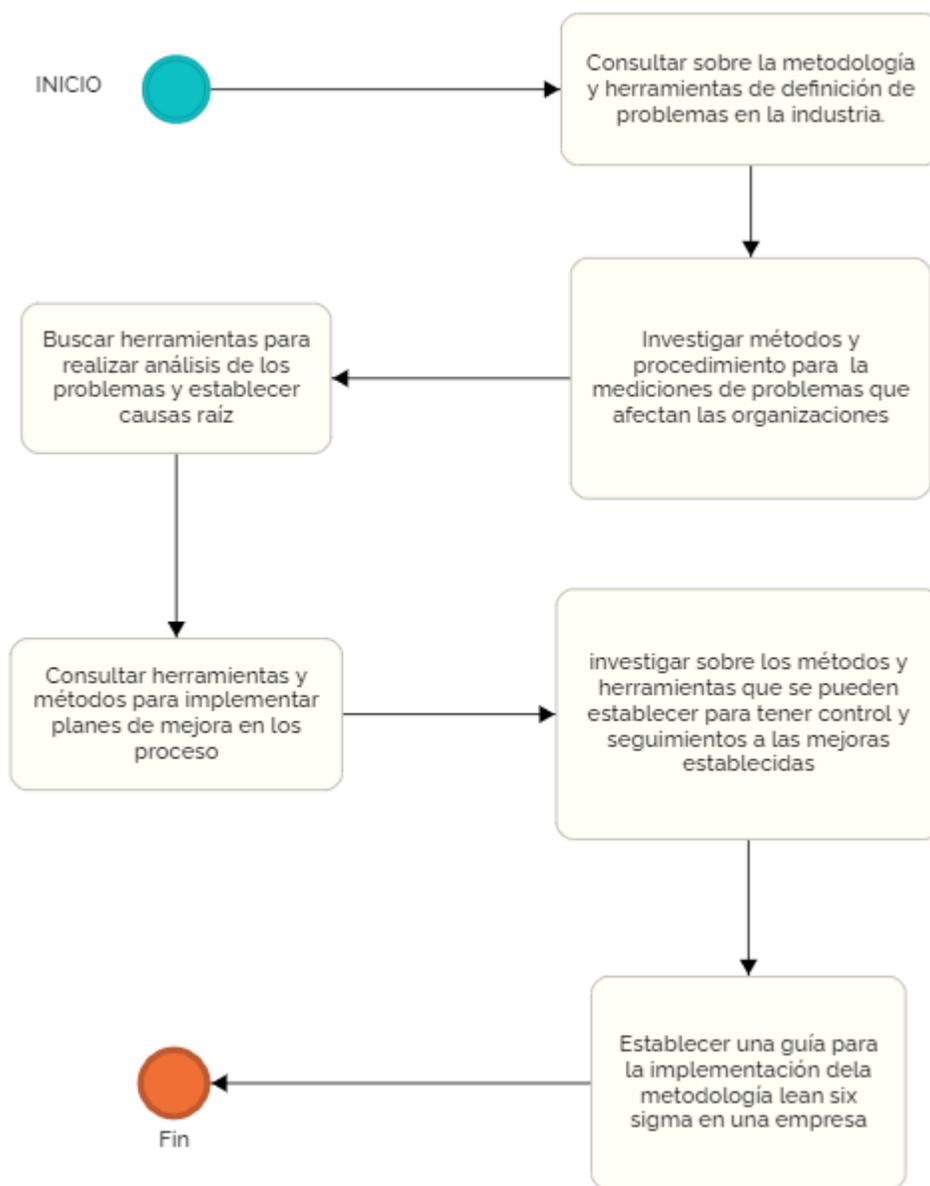
Al identificar los tipos de investigación, se procede a recolectar información teórica en internet, libros y/o revistas sobre la metodología DMAIC y cada una de sus herramientas para poder diseñar una ruta de mejoramiento con base al proceso de confección en el área textil, además, de investigar los problemas más frecuentes que se pueden encontrar en esta área y que se les pueda dar una solución rápida y eficaz.

Con la información recolectada, se tendrán en cuenta los problemas más relevantes y frecuentes que suceden en este sector. Se estudiarán las causas raíz de uno de los problemas con ayuda de las herramientas investigadas de la metodología DMAIC. A continuación, se mostrará una guía que ayudará en el proceso de confección para implementar métodos de control a las mejoras que se implementen con ayuda de la herramienta ya mencionada. Se trabajó con la empresa Mr. Brajú y la guía se hizo de acuerdo con las necesidades de esta.

Para diseñar la ruta de mejoramiento, se evidenciará una guía de cómo obtener información de cada uno de los procesos y cómo analizarlo, para esto, existen diferentes herramientas como pesas, metros, softwares, entre otros. A continuación, se dará un paso a paso de cómo es el desarrollo de esta guía metodológica. (Ver Figura 1-2)



Figura 1-2: Metodología de trabajo a desarrollar



Fuente: Elaboración propia



Para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos se siguió el plan de trabajo de la figura 1-2, la cual muestra las etapas que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la investigación realizada. Con la finalidad de especificar el desarrollo de la guía, se explican en orden las actividades realizadas por cada uno de los objetivos específicos para mayor comprensión

Para el primer objetivo específico, mostrar un diagnóstico de los problemas de mayor impacto que se presentarán en el área de producción de empresas del sector textil con el fin de identificar y clasificar los problemas considerando los principios de Lean Six Sigma. Se tendrán las siguientes actividades:

- Se realizará una guía con las diferentes herramientas que pueden utilizarse al momento de hacer una primera observación a la empresa.
- Se consultaron herramientas que permitan la selección de los problemas encontrados.
- Se escogerán herramientas para el análisis de los problemas y cuales se analizarán.
- Se realizará una guía de consulta y selección de métodos para toma de datos y cómo hacer su respectivo análisis.

El segundo objetivo es establecer una ruta para el estudio de causas raíz que afectarán al área de producción de las empresas. Para esto, se establecerán actividades como:

- Consulta y selección de método y herramientas de identificación de causas raíz.
- Se creará una guía para analizar y establecer causas raíces que afectan al área de confección.
- Establecer un procedimiento para la creación de propuestas de mejora que ayuden a afrontar las causas raíz que afectan al proceso.

El tercer y último objetivo específico se basa en establecer una guía que ayudará al proceso de confección para establecer medidas de control. Para esto, tenemos lo subsecuente:

- Consultar y seleccionar metodologías y herramientas para establecer la mejor propuesta de mejora.
- Definir procedimiento para la selección de propuestas o propuestas de mejora que ayuden a mejorar la producción de los pantalones y bermudas.
- Establecer una metodología de selección de mejora para el proceso de confección.
- Consultar métodos y herramientas de control y seguimiento de las propuestas de mejora para la industria de la confección de pantalones y bermudas.

Para dar un mejor entendimiento de la metodología se plantea un ejemplo aplicado a una empresa del departamento del Tolima ubicada en la ciudad de Ibagué, la empresa se llama



Mr Braju; esta se encarga de confeccionar jeans a la empresa CP Company; por la importancia y la gran cantidad de unidades que produce se tomará como base del ejemplo aplicado; se tomará datos hipotéticos de la producción de la empresa con el fin de dar una mejor explicación de lo propuesto.



Capítulo 2: Definición de las problemáticas del proceso

En este capítulo se mostrará la etapa de definición de la metodología de DMAIC donde se determinará el problema al cual se va a encaminar el estudio, pero para llegar a ello se debe conocer el proceso e identificar todos los problemas que se presentan en el área confección de bermudas y pantalones para hombre. Para ello, se pueden realizar visitas y se observa el proceso de producción desde su inicio de corte hasta el empaqueo del producto. En general, este primer paso define lo que se hará y cuál podría ser el resultado final de la ejecución del ciclo DMAIC

2.1 Proceso productivo

Para empezar con el problema, es importante iniciar con el proceso productivo de la empresa. Esto se basa en un conjunto de tareas específicas que realiza una compañía para la elaboración de bienes y/o servicios. Las operaciones y procesos que se requieran se hacen de forma planificada y con una secuencia para lograr la elaboración de productos. Para esto, las empresas cuentan con tecnología e información que es utilizada por los trabajadores para la fabricación de los productos. (Quiroa, 2020)

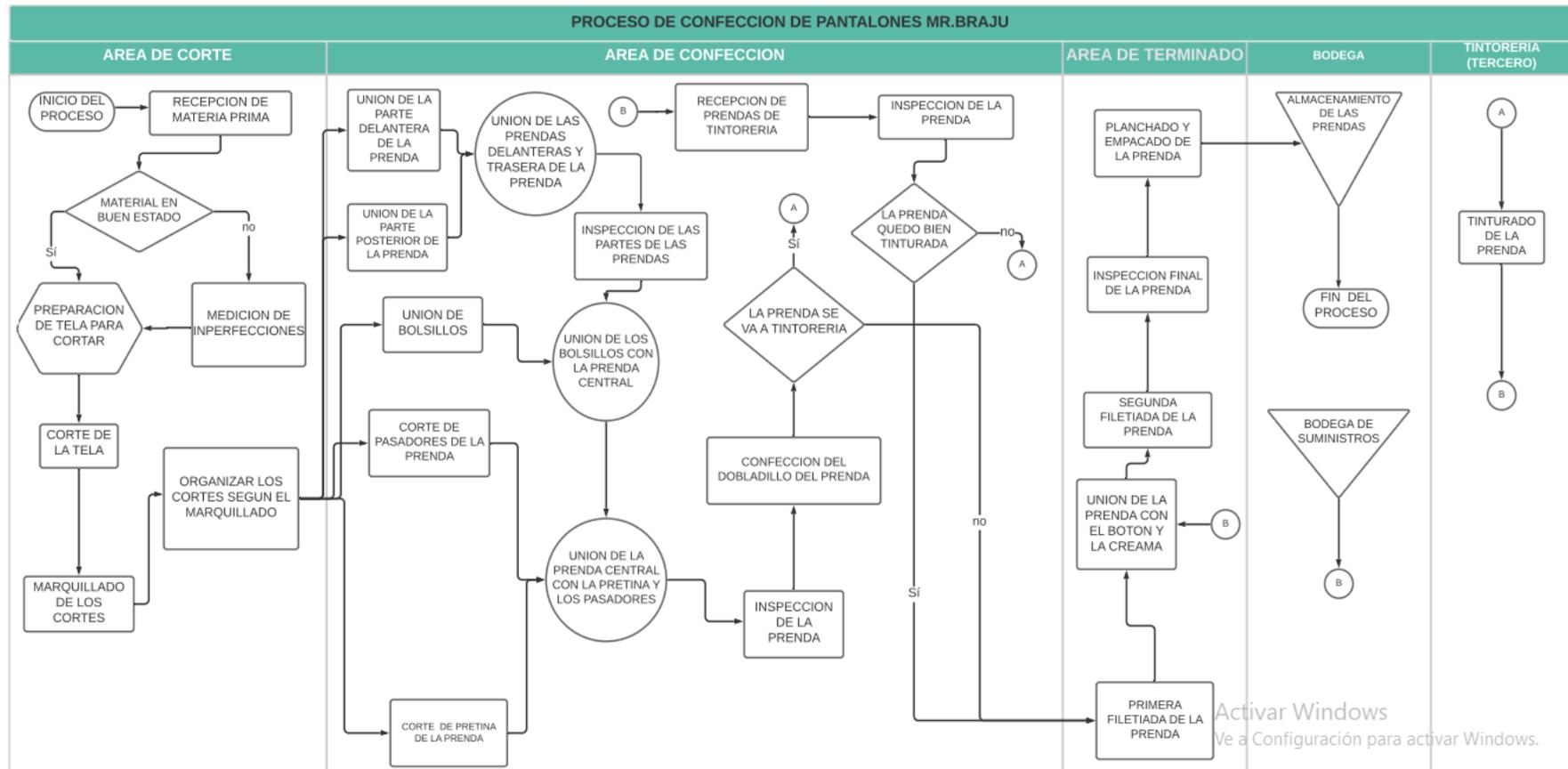
Como se menciona anteriormente se usará como ejemplo a la empresa Mr Braju, esta cuenta con tres grandes procesos, corte, producción y rectificación, en el primero se evidencia la recepción de la materia prima y se procede a realizar los respectivos cortes según las especificaciones de los usuarios, una vez se corte la tela se procede a maquillar los cortes, allí se le da la talla a cada corte para su futuro entallado, de esto, pasan los cortes a el área de confección, es en esta área donde los pantalones y las bermudas toman forma, los cortes entran a reposar mientras se realizan los bolsillos, pasadores, soportes de cremalleras, bolsillos falsos y monederos.

Lo anterior es anexado al corte principal, adicional a esto, se debe colocar la cremallera en la parte delantera, unir las dos secciones traseras, unir en la parte interior las prendas principales, cerrar los exteriores y reforzar las partes que tienen más desgaste, al salir del área de confección algunas prendas son enviadas a la tintorería para darles colores especiales.

Después de unir todas las partes de la prenda, esta es dirigida al área de terminados donde se rectifican las prendas, se les colocan los botones, los ojales, se pulen los pantalones y bermudas y se procede a empaquetar. En esta área se le realizan los controles de calidad a las prendas, se revisa si están bien confeccionadas y si llegan en perfecto estado de la tintorería.



Figura 2-1: Proceso de confección Mr Brajúj





Fuente: Elaboración propia a partir de información recolectada

En la figura 2-1 de la empresa Mr Brajú se observa donde se inicia en el área de corte con la recepción de la materia prima, luego está el área de confección donde se unen las partes que se cortaron en el área anterior; algunas prendas son enviadas a tintorería para ser tinturadas al color que el cliente necesite, al llegar se inspecciona y se envía la prenda al área de terminados donde se verifican las prendas y se dan los últimos retoques y se procede a empacar y enviar a la bodega.

2.2 Definición del problema

▪ 2.2.1 Implementación de entrevista estructurada

Para obtener información puntual de forma detallada, se propone una entrevista, en este caso, se podría implementar una entrevista estructurada para ahorrar tiempo y así identificar los problemas de una forma más rápida. Algunas preguntas que se pueden hacer durante la entrevista son ¿cuántas áreas tiene la empresa y cuántos procesos cuenta cada una de ellas y cuáles son ?, ¿La materia prima e insumos se solicitan a un mismo proveedor?, ¿En qué área cree usted que se reflejan mayores costos y gastos para la empresa?, ¿En qué áreas cree usted que se presentan problemas que afecten a la producción?, ¿Qué áreas presentan demoras? Para ver una guía de la entrevista (ver Anexo A).

Es importante resaltar que las preguntas se deben basar en los criterios a los que se quiere llegar, es decir, a los que usted se va a basar más adelante, como saber del proceso, áreas que conforman la empresa, cuales presentan demoras y por qué pasa eso. Además de conocer más sobre el proceso, se aprecian problemas que los dueños observan en el día a día y que, en ocasiones, no prestan atención a ellos. Después de la entrevista, se enlistan los problemas más importantes, es decir, aquellos que se les pueda dar una solución. A continuación, se presenta una lista de problemas encontrados a raíz de la entrevista implementada.

▪ 2.2.2 Lista de problemas observados al realizar la entrevista.

Al implementar una entrevista de forma detallada, se llega a conocer a fondo el proceso de la empresa, cómo está organizada, las áreas que la componen y cómo y en qué condiciones se encuentran los trabajadores desarrollando sus actividades. Como persona externa, se observan problemas que tal vez los directivos o trabajadores no les prestan la atención adecuada y que pueden llegar a tener gran significancia al momento de que se



vaya a implementar alguna mejora. Por otra parte, si se llega a necesitar otra entrevista para profundizar, se puede realizar. Los problemas encontrados al implementar la entrevista son los observados en la Tabla 2-1. Esto sería un ejemplo tomando como base la empresa Míster Brajú.

Tabla 2-1: Lista de problemas encontrados en la primera visita a la empresa. Lista de problemas encontrados en la primera visita a la empresa

Lista De Problemas	
-Poca modernización de equipos	- material mal marquillado
-Falta de personal capacitado	- materia prima mal almacenada
- Demoras en el área de confección	- escasez de insumos para el terminado de la prenda (botones, cremalleras, bolsillos e hilos.
- Materia prima de baja calidad y defectuosa	- fallas en las máquinas de confección por mantenimiento
-Escasez de personal para área de terminado	- Prendas en mal estado después de la confección
- Demora en el proceso de terminado	- Prendas en mal estado después de tintorería
-problemas a la hora de preparar la tela	-Mala distribución del espacio
- Mal corte de la tela	- Maquinaria dañada
-Falta de limpieza y organización del espacio de trabajo	-Inadecuada distribución de las máquinas

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Los problemas encontrados y observados en una primera visita pueden ayudar al desarrollo de una mejora para la empresa, esto se hace para analizar cuál es el estado inicial de la empresa, calcular cuánto tiempo llevaría mejorar algunos aspectos y por dónde empezar, claro está, para todo esto se necesita de bastante información para iniciar una metodología, en este caso DMAIC.



▪ **2.2.3 Matriz multicriterio.**

Para implementar esta matriz, como primer paso, se elabora una lista con problemas encontrados con la implementación de la entrevista. Tomando como ejemplo a Mr Brajú, algunos de ellos son modernización de equipos, falta de personal no capacitado, demoras en el área de confección, materia prima de baja calidad, escasez de personal para área de terminado, fallas en las máquinas de confección, entre otros. Como criterios se tendrán Costo-beneficio, capacitación del personal, adecuación del área de trabajo, conocimiento del proceso a realizar y reducción de tiempo.

Para los criterios se tienen en cuenta los siguientes pesos, esto, después de haber llegado a un acuerdo entre el grupo de trabajo

- Costo-beneficio se le otorgó un peso de 30 puntos.
- capacitación del personal se le estableció un peso de 25 puntos.
- adecuación del área de trabajo se le otorgó un peso de 25 puntos.
- conocimiento del proceso a realizar se le estableció un peso de 10 puntos.
- reducción de tiempo se le otorgó un peso de 10 puntos.

Se establecieron estos pesos para poder obtener un total de 100 puntos como máximo. (Ver Tabla 2-2)

Tabla 2-2. Matriz multicriterio de los problemas en el área de producción

CRITERIOS PROBLEMAS	Costo-beneficio	Capacitación del personal	Adecuación del área de trabajo	Conocimiento del proceso a realizar	Reducción de tiempo	Total
	Hasta 30	Hasta 25	Hasta 25	Hasta 10	Hasta 10	Hasta 100
-Modernización de equipos	30	25	15	3	10	83
- Falta de personal no capacitado	15	25	13	10	10	73
- Demoras en el área de confección	30	20	14	10	10	84
- Materia prima de baja calidad	25	18	20	10	3	76
-Escasez de personal para área de terminado	30	18	16	7	10	81
- Demora en el proceso de terminado	30	18	16	5	10	79
-problemas a la hora de preparar la tela	30	20	20	7	3	80
- Mal corte de la tela	25	25	18	7	3	78
- material mal marquillado	15	10	15	5	5	50
- materia prima mal almacenada	27	12	25	10	2	76
- escasez de insumos para el terminado de la prenda (botones, cremalleras, bolsillos e hilos.	20	20	17	8	7	72
- fallas en las maquinas de confeccion	25	20	18	8	8	79
- Prendas en mal estado después de la confección	30	18	15	10	10	83
- Prendas en mal estado después de tintorería	20	25	20	10	5	80

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida



Para este caso, al finalizar la matriz, se observa que el problema con mayor puntuación es el de “Demoras en el área de confección” (ver Tabla 2-2). Con lo anterior, se puede concluir que algunas operaciones están tardando mucho más tiempo del que debería o que existen factores externos como, no hay insumos para continuar con la confección, el operario encargado no está trabajando de manera eficiente, se dañó la máquina, el cliente no está pidiendo las mismas cantidades que en otras ocasiones y por tal razón, los trabajadores no trabajan con el mismo entusiasmo por acabar rápido las prendas, entre otros. Además de utilizar esta matriz, se puede realizar un estudio de tiempo para las diferentes operaciones y determinar qué tarea toma mucho más tiempo. Para ver el paso a paso de la matriz multicriterio ver Anexo B.

▪ 2.2.4 Análisis de costos

Se propone realizar un análisis con respecto al tiempo y costo de las actividades llevadas a cabo en el área de confección (Sánchez, 2014). Para llevar a cabo este análisis, se utilizará el resultado obtenido en la matriz de priorización, “problemas en el área de confección”. Se plantea esta propuesta para observar si las operaciones que tardan un mayor tiempo también son costosas para la empresa, es decir, si lo que se les paga a los operarios justifican las prendas terminadas y también, otros costos como lo serían el arriendo, servicios públicos, entre otros. Esto tiene como fin dar soluciones de que el tiempo mejore y los costos disminuyan.

Como ya se había mencionado, para este estudio se utilizará el resultado obtenido en la matriz de priorización, es decir, el que mayor puntaje obtuvo. Es importante recordar que se está trabajando con datos irreales y que es solo una muestra para evidenciar cómo se aplicaría esta herramienta. A continuación, se muestra el estudio de cuánto cuesta cada operación involucrada en el área de confección, dado que fue donde se presentaron demoras según lo arrojado en la matriz y poder determinar, cuáles operaciones tienen mayor costo.

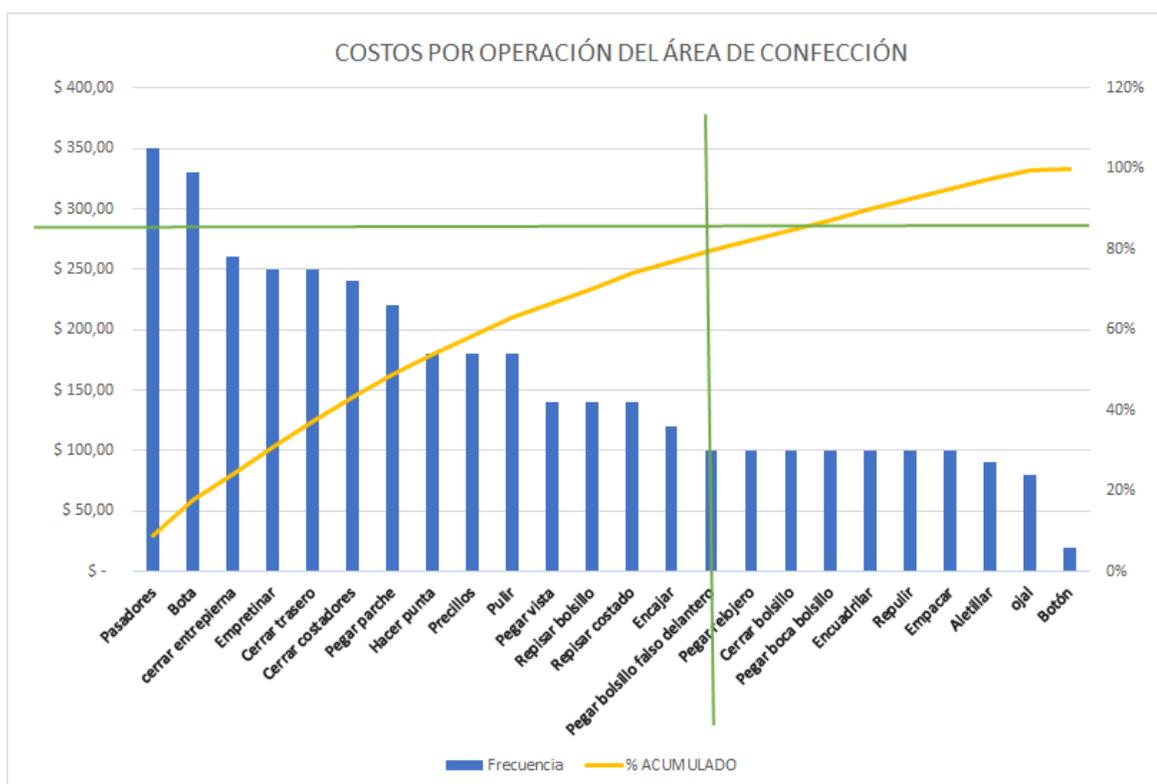
Lo que se realiza con la herramienta de Pareto, se basa en que al tener información de cuánto cuesta cada operación en el área de confección, se totaliza individualmente cada operación, en este caso, sería el mismo precio porque el costo es fijo. Seguidamente, se saca el porcentaje dividiendo cada costa en la suma total de los costos, siendo así para cada ítem. En otra tabla, se ordena la frecuencia que es el mismo costo, mayor a menor, se calcula la frecuencia acumulada, el porcentaje y el porcentaje acumulado. Esos resultados nos arrojaron cuáles son las operaciones con mayor costo, es decir, hay demora en el área y en ella, se encuentran operaciones con alto costo.

El ejemplo (ver Anexo C) arroja un resultado de que las operaciones con mayor costo son pasadores, bota, cerrar entrepierna, empretinar, cerrar trasero, cerrar costados, pegar parche, hacer punta, precillos, pulir, pegar vista, pegar bolsillo, repisar costado, encajar y



pegar bolsillo falso delantero. Esto se puede apreciar en la gráfica, donde con esta herramienta se maneja el 80/20, es decir, las operaciones mencionadas anteriormente, corresponden al 80% de las operaciones con mayor costo en el área de confección de la empresa (cepymenews, 2019). En la siguiente imagen, ver figura 2-1, se observa de forma más detallada las operaciones que requieren una intervención para mejorar el proceso.

Figura 2-1: Diagrama de Pareto con los costos del área de confección



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

En la Figura 2-1 se pueden llegar a reconocer los problemas principales, que son los ya mencionados, estos serían los problemas determinados como importantes y son los que se deberían empezar a resolver para evidenciar una mejora en el proceso. Las demás operaciones, serían problemas triviales, en donde, para dar una solución, se hará de una forma pausada para darle prioridad a los problemas iniciales. En consecuencia, se podría recomendar realizar un análisis con tiempos de cada una de las operaciones para verificar si las operaciones que más cuestan son las que también tienen un mayor tiempo de proceso. Para ver el ejercicio completo Ver Anexo C.



▪ 2.2.5 Análisis de tiempos

Para empezar con la medición del problema, se propone un diagrama de Pareto en donde se evidencian los tiempos de cada una de las operaciones que se necesitan para la fabricación de bermudas y pantalones para hombre. Para continuar con el ejemplo de la empresa Míster Brajú, en el Pareto se observan las operaciones que corresponde a cada área. Es importante resaltar que se hará en base a que el problema principal es que se presentan demoras en el área de confección y para esto, se procederá a encontrar qué conjunto de operaciones hacen que se presente este tipo de problema y hacer una comparación para saber si también son las operaciones que mayor costo tienen. Para ver el ejercicio completo ver anexo D

Para realizar el análisis con el Pareto, se van a agrupar las operaciones por áreas (ver Tabla 2-3), es decir, como una operaria puede realizar hasta 3 actividades con un mismo pantalón al mismo tiempo, así mismo se van a dividir y evaluar cuales llevan más tiempo, de igual forma, los tiempos se tomarán de forma individual y luego, estos se agrupan para dar un solo resultado y evaluar qué conjunto de actividades toman más tiempo y decidir qué mejora se podría implementar.

En la tabla 2-3 se observan todas las operaciones necesarias para llevar a cabo la elaboración de una bermuda y/o pantalón para hombre. En la primera columna se observan las subáreas, es decir, esa sería el nombre de la subárea en donde se realizan las operaciones que están en la segunda columna, una operaria realiza al mismo tiempo 3-4 operaciones, el tiempo se toma individual y posteriormente, se presenta un tiempo total para poder hallar la subárea con mayor demora en el proceso. Para presentar este ejemplo, se utilizaron 10 tiempos, es decir, durante 10 días se tomaron tiempos para cada operación y así poder mostrar cómo se puede implementar esta herramienta.



Tabla 2-3: Tiempos del área de confección

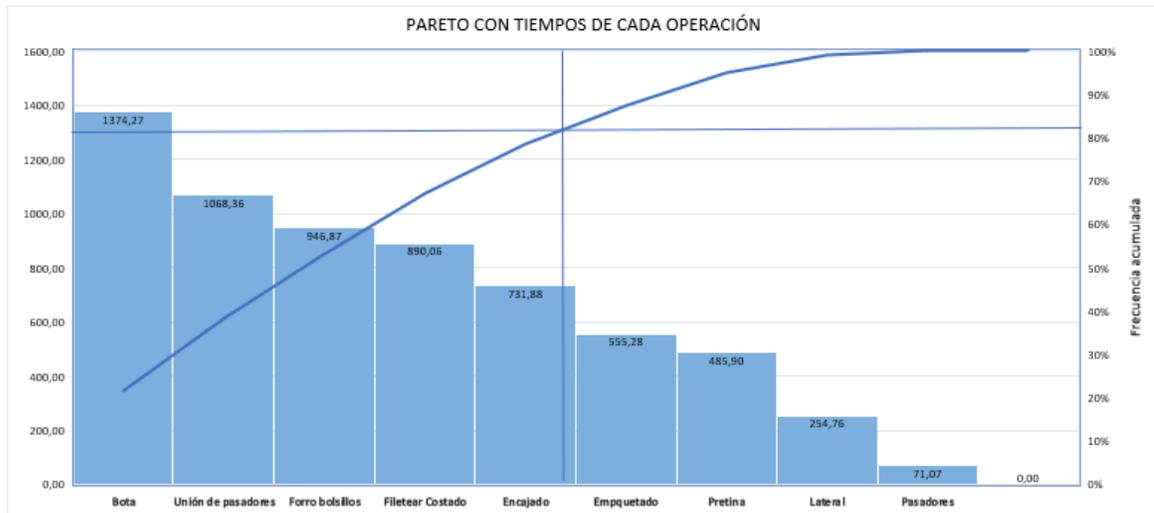
	Operaciones del área de confección	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TOTAL	TOTAL	%	% TOTAL
Pretina	Empretinar	29,71	17,58	22,05	24,93	22,09	24,15	22,52	23,38	22,45	21,98	230,84	485,90	4%	8%
	Precillos	12,00	12,3	11,9	11,7	12,1	12,1	12,2	11,8	11,9	11,85	119,85		2%	
	Pegar vista	13,80	13,4	13,28	13,54	13,9	14	14,1	12,89	13,1	13,2	135,21		2%	
Filetear Costado	Repisar costado	33,53	31	22,64	33,17	27,1	33,51	26,5	32,21	32,16	33,1	304,92	888,13	5%	14%
	Cerrar costadores	30	30,11	30,08	29,87	29,86	29,12	30,14	29,51	30,1	30,04	298,83		5%	
	Cerrar trasero	28,2	28,9	27,54	28,54	30	28,6	28,4	27,9	27,9	28,4	284,38		4%	
Unión de pasadores	ojal	71,1	68,08	73,92	73,15	66,11	64,92	70,07	72,85	73,42	74,85	708,47	1071,36	11%	17%
	Pasadores	16,10	16,21	16,22	16,3	16,4	16,38	16,36	16,08	16,15	16,12	162,32		3%	
	Botón	20,1	20,14	20,12	20,19	20,2	20,18	20,17	19,85	19,65	19,97	200,57		3%	
Encajado	Encajar	34,9	35,77	36,39	36,79	34,22	34,94	34,92	34,21	34,52	34,1	350,76	729,88	6%	11%
	Encaadrilar	38	38,4	37,8	37,6	37,85	37,92	38,1	38,14	37,6	37,71	379,12		6%	
Bota	Bota	45,2	45,28	45,6	44,9	46	45,8	45,85	46,98	46,12	46,32	458,05	1374,27	7%	22%
	cerrar entrepierna	67,06	62,28	65,38	56,71	71,5	68	55,07	60,32	62,95	62,58	631,85		10%	
	Hacer punta	28,7	28,62	28,65	28,65	28,68	28,7	28,71	27,87	27,24	28,6	284,37		4%	
Forro bolsillos	Repisar bolsillo	18,2	17,9	18,4	17,82	18,4	17,92	18	17,28	18,74	17,68	180,34	948,00	3%	15%
	Pegar bolsillo falso delantero	11,8	11,78	11,7	11,7	11,7	11,77	11,76	11,85	11,9	11,74	117,70		2%	
	Pegar boca bolsillo	15,4	14,85	14,92	14,7	15,2	15,14	15,21	15,54	15,64	15,21	151,81		2%	
	Cerrar bolsillo	16,2	16,18	16,21	16,22	16,18	16,2	16,22	15,85	15,69	15,72	160,67		3%	
	Pegar relojero	12,2	12,19	12,18	12,21	12,22	12,16	12,19	12,3	12,14	11,89	121,68		2%	
	Pegar vista	21,2	21,23	21,21	21,21	21	21,22	21,23	22,3	22,7	22,5	215,80		3%	
Lateral	Pulir	12,73	14,95	17	14,52	16,68	17,37	16,21	16,52	14,85	13,85	154,68	252,76	2%	4%
	Pegar parche	9,89	9,82	9,85	9,9	9,87	9,88	9,86	9,7	9,21	10,1	98,08		2%	
Pasadores	Aletillar	8,06	6,35	7,48	8,61	6,14	7,2	5,2	7,84	7,95	6,24	71,07	71,07	1%	1%
Empquetado	Repulir	15,26	15,3	15,29	15,31	15,28	15,26	15,3	15,21	14,98	14,85	152,04	555,28	2%	9%
	Empacar	40,23	40,3	40,28	40,29	40,31	40,32	40,26	39,9	40,85	40,5	403,24		6%	
TOTAL												6376,65	6376,65	100%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida

En la figura 2-3 se encuentran que las subáreas con mayor demora son bota, unión de pasadores, forro de bolsillos, filetear costado y encajado, es decir, son las subáreas que mayor atención necesitan en cuanto a optimizar el tiempo, (cepymenews, 2019) dado que el 80% de la demora en la confección de un pantalón y/o bermuda corresponden a las operaciones correspondientes a las subáreas ya mencionadas, por tal motivo, son las que necesitan una intervención en la mejora del proceso.



Figura 2-2: Diagrama de Pareto con los tiempos del área de confección.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada.

Se puede concluir que las operaciones con mayor costo y tiempo de confección son las siguientes, Bota, cerrar entrepierna, hacer punta, pasadores, repisar bolsillo, pegar boca bolsillo, pegar vista, repisar costado, cerrar costados, cerrar trasero y encajar. Por consiguiente, son las operaciones en las que nos vamos a enfocar en el problema principal que es disminuir el tiempo de la confección y por otra parte, disminuir los costos que también será de gran ayuda para la empresa.

▪ 2.2.6 Objetivos para la solución del problema del proyecto.

Los objetivos bajo la metodología lean seis sigmas tienen como objetivo mejorar los procesos, siendo el propósito inicial incrementar la rentabilidad y productividad de estos (Redacción APD, 2019). En esta ocasión, al haber definido el problema, se tiene como objetivo reducir el tiempo en el área de confección, dado que es lo que más les preocupa a los directivos, los empleados no están teniendo el mismo rendimiento y los costos han incrementado un poco. Se busca implementar mejoras en donde el rendimiento de los operarios aumente, que confeccionen más ropa en menos tiempo para que así los costos disminuyan y las ganancias sean significativas.



Para darle un adecuado manejo al problema, se propone implementar indicadores para manejar el tiempo que estos demoran, este puede ser, indicador del ciclo total de un pedido, que se basa en medir el tiempo que dura la confección de una prenda, por otra parte, están las metas, que son reducir los tiempos en las operaciones con mayor demora, verificar que la materia prima llegue en buen estado para así evitar estas demoras, que los operarios estén capacitados de acuerdo a su actividad para que sean más eficientes y las máquinas sean modernas para evitar constantes mantenimientos que retrasen la producción. A continuación, se muestran los objetivos para darle solución a nuestro problema principal.

Objetivo general:

Disminuir el tiempo en el área de confección en 10 segundos en los siguientes 2 meses evaluando diferentes alternativas para implementar una mejora continua en el proceso y la empresa pueda generar mayores ganancias.

Objetivos específicos:

1. Implementar un indicador que mida el tiempo que dure la confección de una prenda para así poder reducirlo (Establecer indicadores para poder medir el rendimiento del área donde se presenta la demora del proceso y se pueden establecer mejoras en la línea de producción)
2. Centrarse en las operaciones con mayor demora y buscar la causa de estos, siendo la mano de obra y/o maquinaria
3. Evaluar alternativas de mejora para que los resultados se vean reflejados en un tiempo de dos meses.



Capítulo 3: Medición del problema

En este capítulo el objetivo es recolectar información de forma cuantitativa para que al finalizar el ciclo DMAIC se pueda comparar el escenario actual con el resultado obtenido y determinar si las mejoras implementadas fueron satisfactorias (Minetto, 2019). Implementar métricas permitirán evaluar los avances que se vayan logrando por lo que esta es una etapa fundamental dentro de la metodología, pues de ella depende la ejecución eficiente de la etapa de control. (Wennermark, 2019). Para poder obtener los datos para el análisis se usará la herramienta de cartas de control.

En esta etapa es de vital importancia evaluar el rendimiento del proceso, puesto que la información obtenida será de ayuda para investigar a fondo las variables implicadas en el proceso. (TCM Metrología, 2014). Para hacer uso de las herramientas mencionadas, se utilizan los datos obtenidos en la etapa de definir. Se aconseja que para que la calidad de los datos sea buena, se disponga de información acertada y se utilicen sistemas de procedimientos precisos de acuerdo con lo necesario.

3.1 Cartas de control

Como se estableció en el paso anterior los procesos más representativos en cuanto a la demora son la confección de la bota de los pantalones y bermudas, seguida de la unión de pasadores y forros de bolsillos, para realizar un estudio más profundo de esas etapas de la producción se usarán las cartas de control; estas ayudarán a observar el comportamiento del tiempo durante el estudio a las etapas de producción.

Para la aplicación se debe determinar cuántos tiempos se van a observar y por cuántos días se realizará esta toma, para el caso de estudio se tomaron diez (10) muestras durante diez (10) días; a continuación, se presenta una tabla donde se evidencia esta toma de datos por cada una de las etapas, (ver Tabla 3-1)



Tabla 3-1: Recopilación de promedios de tiempo de la unión de pasadores.

	Día	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Suma	Promedio \bar{x}	max	min	Promedio R	
CONFECCIÓN DE PASADORES Y BOTA (MEJORA)	23/09/2020	160	169,77	167,54	153,1	166,25	152,4	157,74	150,52	155,57	169,25	1602	160,214	169,77	150,52	19,25	
	24/09/2020	153,06	152,32	165,8	168,45	153,46	160,56	168	154,41	168,97	161,8	1607	160,683	168,97	152,32	16,65	
	25/09/2020	159,82	165,88	169,66	151,5	150,45	159,3	155,27	163,34	168,09	158,38	1602	160,169	169,66	150,45	19,21	
	26/09/2020	152,44	168,99	153,93	160,02	164,65	156,69	166,43	156,7	167,59	162,12	1610	160,956	168,99	152,44	16,55	
	27/09/2020	169,07	151,14	152,72	166,11	159,89	165,46	156,89	159,13	155,13	155,44	1591	159,098	169,07	151,14	17,93	
	28/09/2020	151,3	154,88	154,38	153,37	160,17	169,51	151,68	151,9	150,92	168,54	1567	156,665	169,51	150,92	18,59	
	29/09/2020	164,3	160,68	161,61	169,56	165,07	165,8	158,74	158,53	166,25	160,52	1631	163,106	169,56	158,53	11,03	
	30/09/2020	166,19	160,69	165,51	154,48	162,38	160,24	154,44	165,2	156,78	161,58	1607	160,749	166,19	154,44	11,75	
	01/10/2020	153,93	154,87	153,12	153,55	157,28	167,98	166,14	158,81	169,51	163,48	1599	159,867	169,51	153,12	16,39	
	02/10/2020	166,07	166,61	150,55	150,77	159,85	153,6	160,04	164,05	154,54	151,13	1577	157,721	166,61	150,55	16,06	
													159,923				16,341

Fuente: Elaboración propia a partir de información recolectada

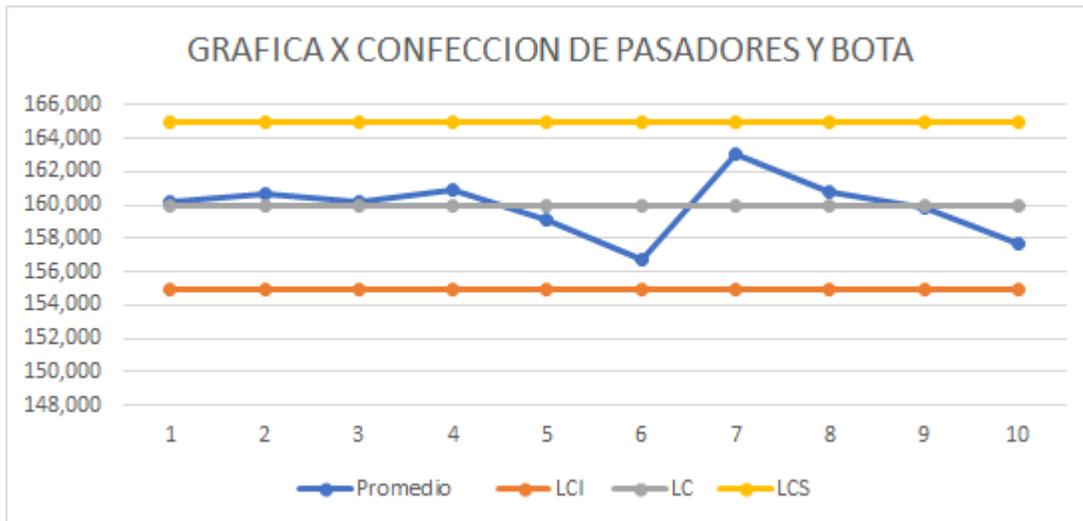
Para soportar el uso de los datos obtenidos se realiza una prueba de potencia, esta permite determinar la fiabilidad de dichas pruebas así como el tamaño muestral necesario para abordar el estudio deseado (Quesada & Jordi, 2010); las variables manejan una distribución normal, esta prueba se puede observar en el anexo X. se obtuvo como resultado que las muestras presentan una potencia del 89,62%, se entiende que una potencia es adecuada para una prueba estadística cuando es superior a 0,80 (80%), o lo que es lo mismo, fijamos el error $\beta = 0,20$ (Quesada & Jordi, 2010), para el cálculo de la potencia del ejemplo, Ver Anexo E, en este caso se puede concluir que al repetir la prueba varias veces se obtendrá el mismo resultado por lo cual se usarán esta cantidad de repeticiones.

Y con los datos obtenidos procedemos a seleccionar el tipo de gráfico que nos ayudará a realizar los análisis del comportamiento de los tiempos de cada día obtenido; para este caso se usarán las gráficas de promedio (\bar{x}) y rango (R); cada una de estas gráficas se centran en analizar la información recolectada durante los días del 23 de septiembre al 2 de octubre; esto se puede observar en el anexo E.

A Continuación se observa las gráficas que se obtuvieron con la información recolectada. Ver gráfica 3-1.

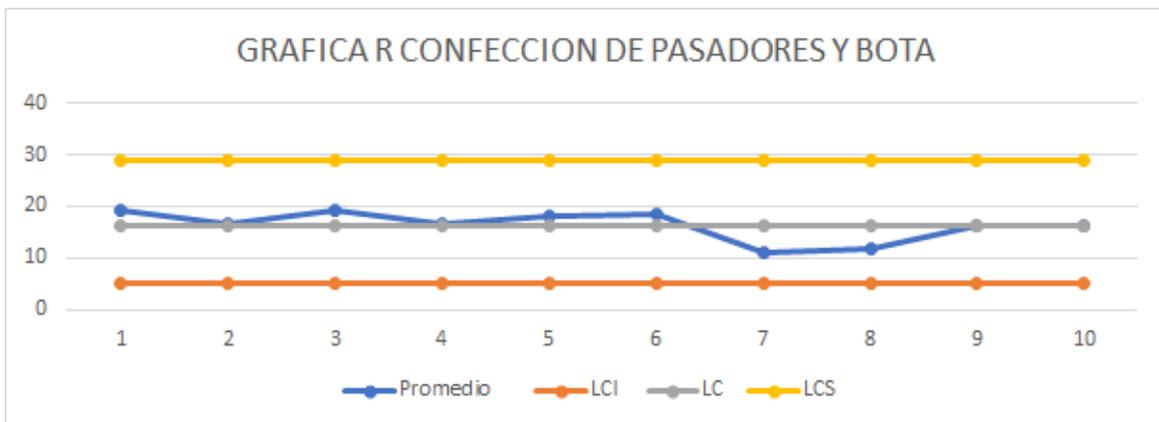


Figura 3-1: Gráfico de control X de la unión de botas y pasadores



Fuente: Elaboración propia a partir de información recolectada

Figura 3-2: Gráfico de control R de la unión de botas y pasadores



Fuente: Elaboración propia a partir de información recolectada

Como se concluye de la gráfica 3-1 y 3-2, unión de botas y pasadores los tiempos tomados no sobresalen de los límites de control establecidos por lo que el proceso está en control, pero en los tiempos 5, 6, y 7 de la gráfica de promedio se observa anomalías que cambian el tiempo que tarda en realizar la confección de los pasadores de manera significativa, después de estos nodos se puede determinar que el tiempo presenta una tendencia a disminuir por lo que se sugiere a realizar una investigación del motivo del aumento y disminución del tiempo en estos días; en la gráfica de rango se evidencia que se presenta



un ciclo de aumento y disminución pero en el nodo 7 se presentó una caída abrupta e inicia un aumento en el nodo siguiente; se puede evidenciar los resultados en el anexo E

De este estudio se puede determinar que hay factores que están afectando el proceso de confección haciéndolo muy impredecible al momento de controlar el tiempo de confección, por eso es muy importante establecer las causas raíz que pueden estar generando los cambios tan repentinos en los tiempos.



Capítulo 4: Análisis de causas del problema

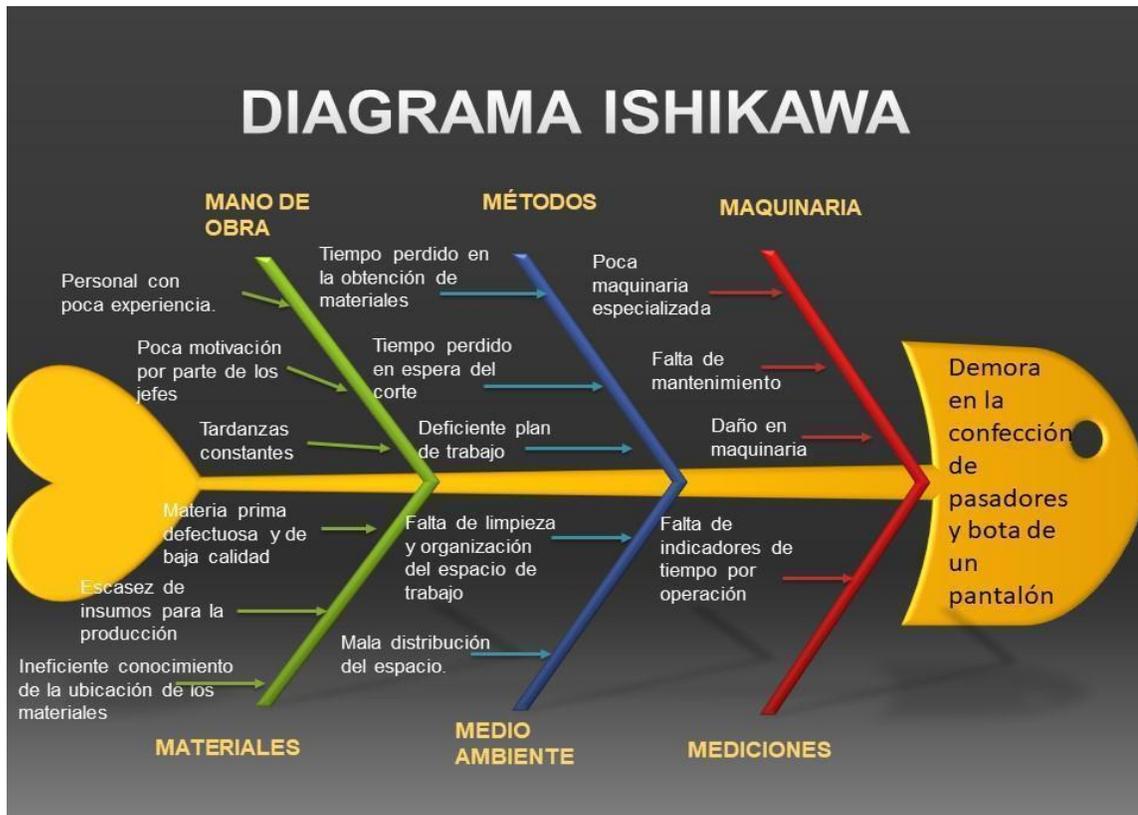
En este capítulo, como objetivo se tiene dar una guía de analizar e identificar la causa raíz del problema y que lo está causando. Por lo general, en un proceso existen varias causas que podrían identificar, la clave aquí es poder priorizar y validar la causa raíz del problema que se va a mejorar. Para el desarrollo de esta parte de la metodología, se puede hacer uso de herramientas como el diagrama de Ishikawa, Matriz GUT o los cinco porqués, estas ayudan a identificar y validar la causa raíz del problema. (Minetto, 2019)

4.1 Diagrama de Ishikawa

Como se mencionó anteriormente, el problema consiste en la demora de la confección de pasadores y la bota de un pantalón, siendo así que el área de confección presenta altas demoras para entregar el producto terminado. Se da la sugerencia de que se pueda implementar un diagrama causa- efecto mediante el método 6M para identificar las causas raíz del problema. Las categorías del método 6M son, Mano de obra, Maquinaria, Método, Medición, Medio ambiente y Materiales. A continuación, ver figura 4-1, se muestra un ejemplo de cómo se podría implementar esta herramienta tomando como ejemplo a la empresa Mr Brajú.



Figura 4-1: Diagrama Ishikawa demoras en la confección de pasadores y bota de un Pantalón.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Se observa que para el problema, que es la demora en el tiempo de confección influyen muchos factores, algunos de ellos son; el personal no cuenta con mucha experiencia, la materia prima es defectuosa, el espacio en el que trabajan los operarios no es el adecuado, la maquinaria presenta fallas constantes debido al poco mantenimiento que le realiza, también, se puede concluir que los operarios demoran el tiempo que ellos creen necesario porque no tienen indicador de tiempo por cada operación realizada. Para saber qué factores influyen más en este problema, se puede hacer uso de una matriz GUT para priorizar las causas más relevantes de este problema a mejorar.



4.2 Matriz GUT

Una vez obtenida la información del diagrama de Ishikawa donde se evidencian las causas raíz se procede a realiza una matriz de GUT, la cual ayudará a priorizar las causas más relevantes que afectan a la confección de pasadores y botas, esta clasificación ayudará a determinar los problemas que se deben solucionar de primero para evitar que se generen mayores pérdidas para la empresa.

Para ello se realizará una matriz de GUT la cual se explicará con un ejemplo de la empresa Mr Braju, la cual ya se identificó el área de estudio y el proceso los cuales se mencionaron anteriormente, para esta se tomará el diagrama de causa y efecto que se tomó como ejemplo en el paso anterior (Figura 4-1), basado en esto se tomaron las causas de este problema y se realizará la matriz la cual se muestra a continuación en la tabla 4-1:

Tabla 4-1. Matriz GUT con las causas más relevantes

Problema detectado	Gravedad	Urgencia	Tendencia	GUT	Rankin
Personal con poca experiencia	4	1	2	8	7
Poca motivación por parte de los jefes	3	2	2	12	6
Falta de organización y limpieza en el área de trabajo	5	4	4	80	2
Mala distribución del espacio	2	2	1	4	8
Máquina no especializada	4	4	3	48	4
Falta de mantenimiento	5	3	5	75	3
Daños en la máquina	5	4	5	100	1
Falta de indicadores	4	4	2	32	5

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Esta matriz se debe realizar con los encargados de cada área de la empresa y el jefe de producción los cuales determinarán cuál es el problema que más puede afectar a la empresa en este caso el problema que más se evidencia y puede generar más problemas a futuro son los daños a la maquinaria, después le sigue el problema de falta de organización y limpieza del área de trabajo y de ultimo es la falta de mantenimiento a las máquinas del proceso de confección de botas y pasadores.



Capítulo 5: Mejora del problema

En esta etapa de la metodología DMAIC se plantea la mejora del proceso, se deben encontrar soluciones, buscar herramientas que permitan hacer las cosas de la mejor manera posible y con mayor eficiencia, es decir, en poco tiempo, para esto, se pueden implementar métodos estadísticos para validar lo propuesto en la mejora. (Pyzdek 2003: 238 pp). Estos métodos se van a aplicar en las herramientas con las que se medirán y evaluarán las propuestas de mejora que se van a utilizar.

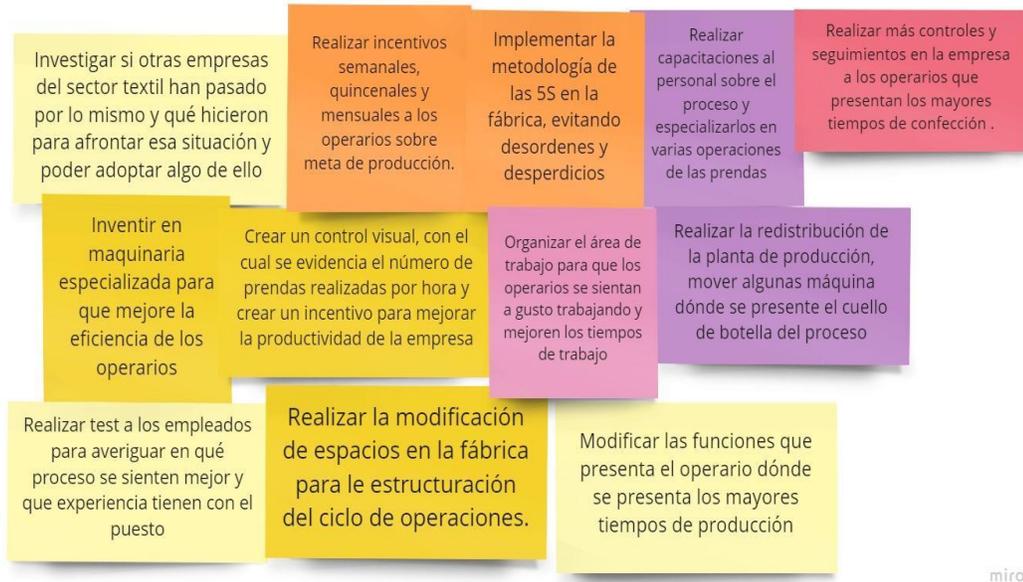
Es importante recalcar que las propuestas de mejora deben estar encaminadas a un sistema de mejora continua que las empresas deben de tener en cuenta en su plan de acción. Para la selección y el análisis pertinente de las propuestas, se hará uso de algunas herramientas para evaluarlas y poder seleccionar la que más se acomode a las necesidades del plan de acción en marcha. Las herramientas son, diseño de experimentos, poka yoke, lluvia de ideas y uso de controles visuales.

5.1 Lluvia de ideas

Esta herramienta permite evaluar y tomar en consideración de los participantes las ideas y propuestas que cada uno puede generar para dar solución al problema que afecta a la empresa o organización. Enfocándose en la investigación a desarrollar con la empresa mister Brajú, se mostrará a continuación en la Figura 5-1 como fue que empleamos esta herramienta de acuerdo con nuestro problema principal que son las demoras en el área de confección de esta empresa, donde los integrantes, en este caso, dos personas, colaboramos para llevarla a cabo.



Figura 5-1: Lluvia de ideas para la mejora del problema



Fuente: Elaboración propia a partir de información recolectada.

En la anterior Figura 5-1, se observan ideas de cómo se podría contribuir para aliviar el impacto que tiene la demora en el área de confección. Algunas de ellas son, que se podría invertir en maquinaria especializada, esto para poder facilitar el trabajo a los operarios, también, implementar incentivos para los trabajadores para motivarlos a cumplir metas de acuerdo las especificaciones de los jefes de las áreas, por otra parte, emplear personas calificadas para la actividad a desarrollar, evitando demoras de cualquier tipo como explicación de cómo realizar la operación, como cuadrar la prenda, entre otros.



5.2 Diseño de experimentos

Como se estableció en el paso anterior donde se definieron las ideas que se van a estudiar para plantear una mejora al proceso de confección de los pasadores y botas de pantalones; de las cuales se escogieron implementar incentivos para mejorar la producción, cambio de máquinas por más modernas y capacitar a los empleados. Estas propuestas tienen como objetivo mejorar el proceso no solo para la operación sino para toda la línea de producción, ver Anexo G.

Para iniciar el experimento de debe realizar la identificación de los factores y los niveles para este ejemplo se usarán los siguientes factores:

- Incentivo: se establecerá un incentivo por cumplir cierta cantidad de prendas realizadas en el día.
- Máquina: Se realizará el cambio de la maquinaria con la cual se realiza la labor por una más nueva.
- Operario: Se rotará el operario encargado del proceso con uno que presenta más experiencia y está capacitado para el uso de este tipo de máquinas.

Cabe aclarar que se tomó las tres ideas seleccionadas como factores ya que estas pueden presentar relación con respecto al objetivo del estudio que es la reducción del tiempo de confección.

Se establece de los niveles para cada uno de estos factores serán:

- Incentivo: Con incentivo monetario (Si) y sin incentivo monetario (No)
- Máquina: Máquina actual (Actual) y máquina moderna (Nueva)
- Operario: Operario actual (Actual) y operario capacitado (Nuevo)

Para realizar el análisis de esta prueba se implementará el uso del programa minitab mediante el uso de método de diseño factorial de tres factores y dos niveles, con la opción de replicación de una vez. Según las opciones que se establecieron por el programa se procede a realizar los experimentos y tomar los tiempos que se tarda en el proceso con las modificaciones establecidas, esta información se pondrá en la columna resultados:



Tabla 5-1: Tabla resultados minitab

TRABAJO DE GRADO

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	OrdenEst	OrdenCor>>	PtCentral	Bloques	INCENT>>	MAQU>>	OPERA>>	TIEMPO
1	2	1	1	1	SI	ACTUAL	ACTUAL	135.76
2	7	2	1	1	NO	NUEVA	NUEVO	130.56
3	4	3	1	1	SI	NUEVA	ACTUAL	136.9
4	3	4	1	1	NO	NUEVA	ACTUAL	145.87
5	1	5	1	1	NO	ACTUAL	ACTUAL	132.56
6	8	6	1	1	SI	NUEVA	NUEVO	131.78
7	6	7	1	1	SI	ACTUAL	NUEVO	138.98
8	5	8	1	1	NO	ACTUAL	NUEVO	137.47

Fuente: Elaboración propia mediante minitab.

Ya con la información necesaria, se procede a realizar el análisis de la información obtenida y nos arroja los siguientes resultados, ver Tabla 5-2

Tabla 5-2: Tabla de resultados Coeficiente codificados

Coeficientes codificados

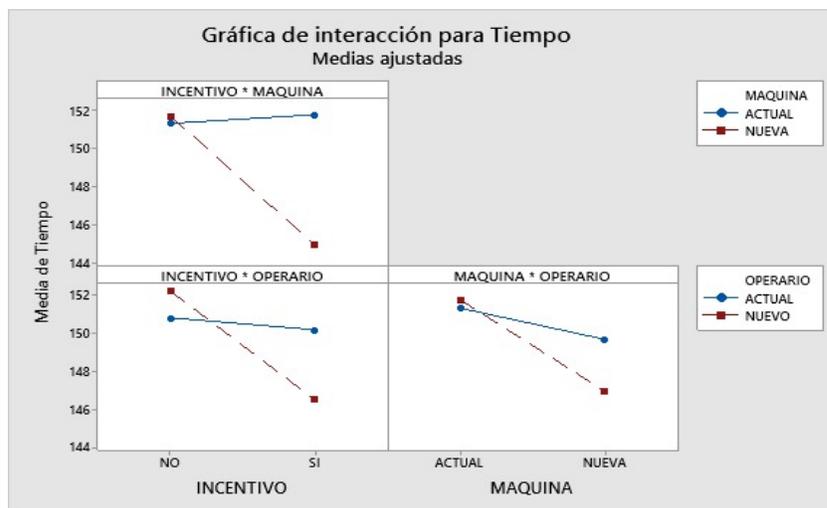
Término	Efecto	Coef	EE del		
			coef.	Valor T	Valor p
Constante		149,9	*	*	*
INCENTIVO	-3,175	-1,588	*	*	* 1,00
MAQUINA	-3,225	-1,613	*	*	* 1,00
OPERARIO	-1,1400	-0,5700	*	*	* 1,00
INCENTIVO*MAQUINA	-3,635	-1,817	*	*	* 1,00
INCENTIVO*OPERARIO	-2,550	-1,275	*	*	* 1,00
MAQUINA*OPERARIO	-1,5800	-0,7900	*	*	* 1,00
INCENTIVO*MAQUINA*OPERARIO	1,9400	0,9700	*	*	* 1,00

Fuente: Elaboración propia mediante minitab.

Con estos resultados se puede concluir que los tres factores son muy influyentes para el proceso de confección y que cualquiera puede generar grandes cambios en el tiempo en el que se tardan en realizar una prenda; y la otra conclusión a la que se puede llegar es que al realizar la combinación de los factores y sus niveles también son muy influyentes en el proceso. Ya determinado que los factores son influyentes en los resultados procedemos a establecer cuál de estos son los que generan más efecto.



Tabla 5-3: Gráfica de Interacción



Fuente: Elaboración propia mediante minitab.

Como se puede ver la mejora que se puede implementar para mejorar los tiempos de producción es establecer incentivos monetarios a los empleados con respecto a las cantidades confeccionadas por día, ya que según los resultados del estudio fue la que mejor tiempo arrojó con las combinaciones, seguida del cambio de la maquinaria por una más moderna ver anexo G.

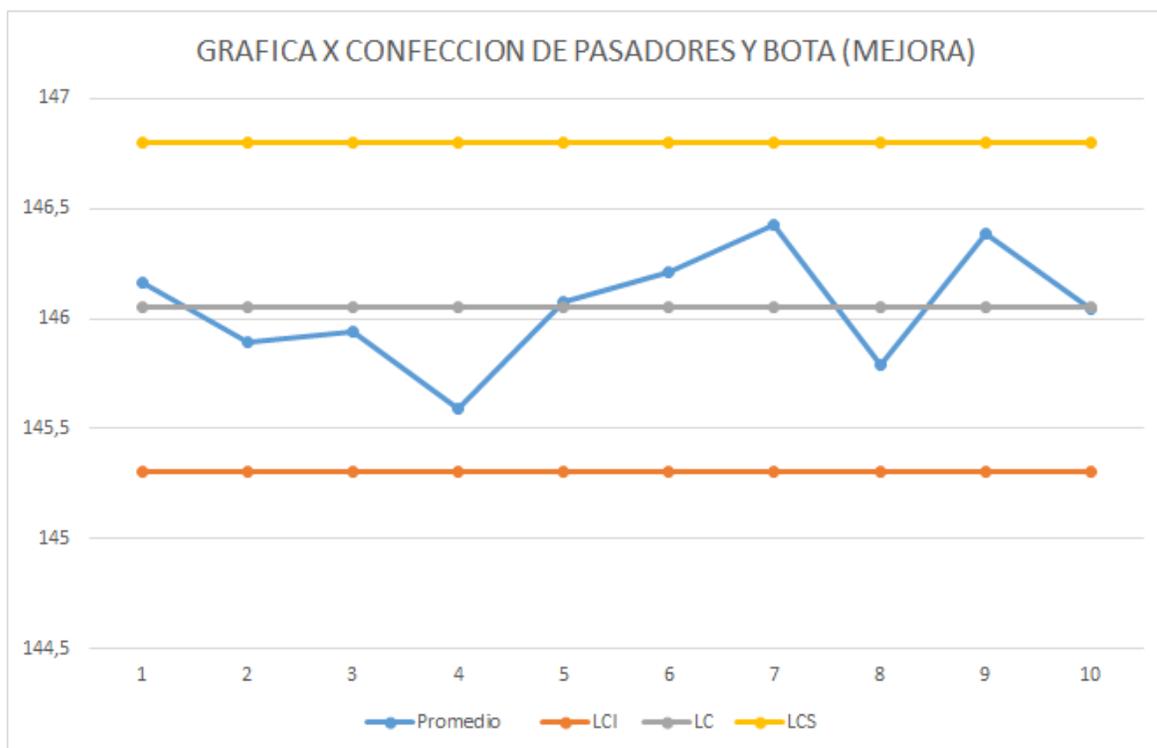


Capítulo 6: Controlar el problema

El objetivo de último paso es poder controlar lo anteriormente aplicado en la empresa para que el trabajo realizado no se pierda. Es importante definir criterios de control como checklists y/o metas estadísticas que brindan algún tipo de información para tener monitoreado las acciones implementadas. Se debe verificar constantemente el plan de acción para que los resultados deseados se obtengan y poder dar respuesta al final de todo si las acciones que se tomaron para implementar fueron o no eficaces.

En la empresa Mr. Braju se logra reducir el tiempo gracias a las mejoras adoptadas por la empresa con el fin de reducir los problemas afectan a la línea de producción, en este caso se aplicó a la línea de producción el cambio de máquina en el área de confección de botas y pasadores y se implementó un sistemas de incentivos por producción a los operarios; esta reducción de tiempos se puede observar en la figura 6-1, donde se ve que los tiempos del procesos se lograron reducir como se tenía esperado con las implementaciones de las mejoras.

Figura 6-1. Carta de control



Fuente: Elaboración propia.



6.1 Controles visuales

Para verificar si el plan de mejoramiento del proceso de confección de botas y pasadoras en pantalones está generando resultados se deben implementar indicadores, Un indicador es una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo. Por lo general, son fáciles de recopilar, altamente relacionados con otros datos y de los cuales se pueden sacar rápidamente conclusiones útiles y fidedignas.

Para el ejemplo se establece que los indicadores se van a manejar de manera diaria, semanal, quincenal, mensual y anual, estos indicadores se medirán según los resultados generados por el proceso de producción de los operarios; estableciendo la mejora que se implementa en el proceso se deben generar incentivos de producción para los operarios, con el fin de reducir los tiempos del proceso.

Para poder observar cómo va el proceso con estos indicadores; si están cumpliendo o no con lo pronosticado para la producción; si el método que se implementó para mejorar está cumpliendo cual se implementó se deben establecer pantallas donde se observe el tiempo y cantidad de unidades producidas por hora, día, semana y mes para así poder tener un control por parte de los directivos de la empresa como de los mismos operarios donde se identifique si van cumpliendo con las metas establecidas por la compañía.

Con esta información establecida se logrará medir la productividad del proceso y se podrá establecer el pago del incentivo, adicional se realiza el seguimiento al tiempo de cada una de las operaciones donde se analizarán para poder mejorar y ser más eficientes; para poder controlar el ritmo de producción y los indicadores, se instalarán pantallas que mostrarán el cumplimiento de la producción a cada una de las áreas de la producción donde los operarios observa su progreso y cuánto les falta para cumplir con los indicadores

6.2 Hoja de verificación

Después de un tiempo en que la mejora esté implementada en la línea de producción se tomará nuevamente los tiempos y se medirá si la producción cumple con la cuota de unidades confeccionadas diaria, semanal, mensual y anual por lo cual se seguirán



haciendo seguimientos a los indicadores de producción y a los tiempos de producción por operación.

Las unidades que se desean producir para este ejemplo es de 197 unidades por día, esto quiere decir que en el mes se producirán 5.122 unidades; Para llevar un control de los tiempos se tiene la medición de diez muestras al iniciar el día en donde se realiza un promedio para identificar si ese día se va a cumplir con la cuota mínima de producción, así mismo se puede realizar tendencias para saber cómo se va a terminar la producción del mes y la del año.

Para poder realizar estas mediciones se implementó una hoja de chequeo de frecuencia donde se establece la toma de diez (10) tiempos del proceso al cual se va a hacer el estudio de reducción del tiempo de confección y se establecerá si con el tiempo promedio logra cumplir con la cantidad de unidad producida en el día en el que se tomó la muestra, a continuaciones se puede observar la hojas de control con los datos tomados de la empresa Mr Braju implementando la mejora del uso de maquina nueva y del incentivo monetario por cumplir con metas de producción:

Tabla 6-1. Formato de hoja de chequeo

FORMATO DE HOJA DE CHEQUEO DE FRECUENCIA														
DÍA	2	MES	2	AÑO	2021									
NOMBRE DEL OPERARIO:		JUAN PABLO FONSECA RAMIREZ									Formato donde se solocaran los tiempos por segundo del proceso al cual se desea realizar el estudio para analizar si esta cumpliendo con la meta de confeccion donde si cumple se colocara (SI) y si no cumple se pondra (NO).			
CEDULA:		1111653347												
PROCEOS:		CONFECCION DE PASADÓRES Y BOTAS												
CARGO:		CONFECCIONISTA												
DÍA DE MUESTREO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TOTAL	PROMEDIO	CUMPLE	
1	02/02/2021	147,17	144,82	146,18	145,43	147,37	146,92	145,67	146,79	146,11	145,14	1461,6	146,16	SI
2	03/02/2021	147,18	146,32	144,88	145,21	145,67	145,53	147,3	144,87	147,09	144,86	1458,91	145,891	SI
3	04/02/2021	144,98	145,38	146,26	146,47	146,48	146,81	145,52	147,17	145,67	144,68	1459,42	145,942	SI
4	05/02/2021	146,32	145,65	145,34	144,97	144,71	145,95	145,01	144,67	147,52	145,8	1455,94	145,594	SI
5	06/02/2021	144,99	147,33	145,9	145,35	145,19	145,35	145,06	147,37	146,75	147,44	1460,73	146,073	SI
6	07/02/2021	145,51	147,07	147,21	145,77	146,62	144,79	147,14	144,89	146,05	147,07	1462,12	146,212	NO
7	08/02/2021	147,12	147,22	145,39	145,67	147,34	145,95	146,33	147,45	146,16	145,66	1464,29	146,429	NO
8	09/02/2021	146,67	145,24	146,08	145,85	146,79	144,74	144,68	147,12	145,99	144,72	1457,88	145,788	SI
9	10/02/2021	147,03	146,08	145,26	146,83	147,21	147,5	145,45	145,88	146,39	146,22	1463,85	146,385	NO
10	11/02/2021	146,78	146,57	146,26	145,56	145,99	147,36	145,17	146,23	144,98	145,57	1460,47	146,047	SI
TOTAL		1463,75	1461,68	1458,76	1457,11	1463,37	1460,9	1457,33	1462,44	1462,71	1457,16	14605,21	1460,521	7
NOMBRE DE QUIEN TOMA LAS MUESTRAS		JORGE ENRIQUE RAMIREZ TRUJILLO												
CARGO:		PROFESIONAL DE CALIDAD DE PRODUCCION												
CEDULA		100678492												

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar la reducción del tiempo es notoria por lo cual la implementación de mejora si cumplió con el objetivo que fue la reducción del tiempo, por lo que la mejora se debe seguir implementando con el fin de mejorar el proceso; pero se debe presentar más constancia en los tiempos tomados ya que realizando una análisis se puede observar en la Figura 6-1, que los tiempos no se encuentran con uniformidad por lo cual se debe buscar una estrategia para buscar la uniformidad en los tiempos de la operación; ver anexo E.



Como se pudo observar en los resultados obtenidos con la implementación de la mejora se logra reducir el tiempo en un promedio de 14 segundos, esto se debe a que los empleados se motivan con los incentivos económicos establecidos por las metas de producción; aunque se debe explorar en otras áreas como implementar nuevos incentivos a los operarios. También se evidenció que muchos equipos de la línea de producción se deben cambiar por modernos, esto se debe a que alguno de ellos presenta fallas constantes dificultando la producción.

Mediante los controles visuales, los operarios pudieron llevar a cabo un control de cuánto era su producción diaria y así mismo, darse cuenta si podían llegar a la meta propuesta por el gerente de la compañía. Esto fue gracias a que, en el área de producción, había pantallas en donde se observa el tiempo y unidades producidas cada cierto tiempo y así, ir verificando si se cumple con la meta propuesta haciendo una comparación con días anteriores y las metas establecidas, esto para los incentivos propuestos para los empleados.

Cómo se logra una reducción de tiempo en la línea de producción la empresa logra mejorar su ingreso ya que pueden producir más unidades en un solo día y con el cambio de equipo se puede optimizar más las materias primas y los mantenimientos de los equipos serán menores en el año que con las máquinas antiguas.

Se le recomienda a la compañía seguir implementando mejoras en la línea de producción ya que hay muchos problemas que afectan a las otras operaciones y se pueden implementar estudios que ayuden a reducir aún más el tiempo del proceso, dando como resultados mayores ingresos para la empresa. También se recomienda profundizar en este proceso ya que se logró disminuir los tiempos, pero no se logró una uniformidad de los tiempos lo cual genera variación en los resultados deseados.



Conclusiones

En la gráfica presentada en el capítulo dos sobre el análisis de tiempos, se observa que estos tienen una gran variabilidad y no existe un control sobre las operaciones para poder tener un mayor análisis sobre esto. Además, algunas operaciones como bota, cerrar entropierna, hacer punta, pasadores, repisar bolsillo, pegar boca bolsillo, pegar vista, repisar costado, cerrar costados, cerrar trasero y encajar generan mayor costo de operación y a su vez, mayor tiempo de confección provocando que no haya mayor utilidad para la empresa.

En la medición del problema, al implementar cartas de control se observa que el proceso efectivamente se encuentra controlado, pero en la gráfica de promedio, para los tiempos 5 y 6 se presenta una variación en donde el tiempo disminuye y ya para el tiempo 7 se empieza a nivelar aumentando el tiempo y para la siguiente toma, este vuelve a disminuir. Para la gráfica de rango, se evidencia lo contrario, presentando que en el tiempo 7, este disminuye y ya para el 8 aumenta.

En el análisis del problema, se observa que influyen factores en la demora tales como, el personal no cuenta con suficiente experiencia para el trabajo asignado, la materia prima viene con muchos defectos, el espacio en donde se desarrollan las actividades no es lo suficientemente amplio y la maquinaria presenta fallas constantemente retrasando el proceso. Por otra parte, los empleados no tienen algún control para el tiempo empleado en la confección y esto hace que se demoren más tiempo del que deberían por lo que no tienen ningún indicador para las actividades realizadas.

En el análisis expuesto en la mejora planteada se puede inferir que cualquier cambio que se realice en el proceso cambiará el resultado esperado, esto se debe a que en el proceso de confección se presentan muchas variables que hacen complicado la toma de decisiones



sin tener en cuenta estas, por lo que para un resultado más preciso se deben abarcar la mayor cantidad para que los posibles cambios en el proceso, de mejores resultados.

Para el control del problema, se observa que fue de gran utilidad los controles visuales y hojas de verificación debido a que se evidenció una gran reducción del tiempo en el área de confección. Se cumplió con el propósito inicial que era disminuir los tiempos. Además, se observa que los incentivos influyen en el desarrollo de los trabajadores para llevar a cabo sus tareas. Por otra parte, se concluye que es necesario que la mejora debe de seguir siendo implementada para que el proceso logre estabilizarse y los tiempos tengan mayor uniformidad entre ellos.

Según el estudio realizado se puede concluir que para lograr una mejor definición del problema que afecta a la producción de una empresa, se debe observar todo el flujo del proceso y tener un concepto de los jefes sobre cada una de las áreas o subprocesos, esto ayuda que se puedan estudiar diferentes problemas que no se pueden observar por medio de la visita de los investigadores.

Se obtuvo como resultado de la investigación una guía para aplicar de la metodología de Lean Six Sigma en las empresas de confección textil del Tolima, con esto se pretende ayudar a las empresas para que implementen estrategias de mejora continua y puedan mejorar la calidad de sus productos basándose en esta metodología; esto se observa en el Anexo I, donde se observa la guía mencionada.



Recomendaciones

Tras el resultado obtenido se pudo establecer que la guía de implementación de la mejora de DMAIC es muy práctica para las empresas ya que usa métodos y herramientas que se usan en el día a día y permiten una integración de estas con el fin de reducir los problemas que se ven en la industria textil; con esta guía se puede identificar diferentes causas que pueden estar presentes en diferentes áreas y se puede implementar una mejora que dé solución a este problema.

Se recomienda para futuros trabajos explorar nuevas técnicas donde se puedan ver los problemas que se logren identificar desde otra perspectiva ya que no todos los problemas se pueden medir y analizar de la misma forma, con esto se logra ampliar los campos de análisis de este trabajo y de futuros trabajos de mejora continua en la industria textil del departamento.

Se puede determinar que para poder realizar un mejor análisis de los datos se deben consultar nuevas metodologías que se adapten al tamaño y manejo que le den de la fábrica, ya que en varias empresas de confección se presentan manejos de los procesos de formas diferentes, por ellos se puede complementar con más metodologías de análisis de datos. De igual manera las mejoras que se pueden implementar se deben analizar de forma individual y de forma conjunta ya que una puede complementar o mejorar a una que por sí sola no es la mejor opción pero que al estar juntas puede ser la solución a los problemas.

En la medida que se realizó el trabajo se pudo determinar un nuevo estudio para la medición de tiempos, al manejar tiempo se manejan muchas variables que afectan la toma de estos; para esto se pueden presentar futuros trabajos en esta metodología y la forma como se puede disminuir la dispersión de los datos cuando se toma la información de diferentes variables para la realización del estudio y su posterior análisis.

Para implementar la guía propuesta, se recomienda tener un previo conocimiento sobre el lean six sigma y la metodología DMAIC para tener mayor claridad sobre el cómo, por qué y para qué se puede implementar. En la guía podrá encontrar detalladamente el paso a paso para encontrar una buena mejora según los objetivos de cada una de las empresas. Además, es necesario consultar fuentes de libros, revistas o trabajos relacionados al problema que se quiera mejorar para poder mirar opciones de mejora y escoger la mejor solución.



Referencias bibliográficas

Minetto, B. (2019, February). *¿Qué es DMAIC?* Qualiex. <https://blogdelacalidad.com/ques-dmaic/>

Betancourt, D. (2019, November). *Cómo hacer una matriz de priorización.* Ingenio Empresa. <https://ingenioempresa.com/matriz-de-priorizacion/>

Wennermark, J. (2019). *Cómo definir un proyecto DMAIC.* Consultoría Procesos. <http://www.consultoriaprosesos.com/metodologia-dmaic/>

Meire, J. (2018). *Diagrama de Ishikawa.* Blog de La Calidad. <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>

Betancourt, D. (2016). *Diagrama de Causa y efecto como herramienta de calidad.* Ingenio Empresa. <https://ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto/>

Hernández, G. (2017). *Diagrama de Pareto.* Calidad y ADR. <https://aprendiendocalidadyadr.com/diagrama-de-pareto/>

manufacturing 10. (2020). *Diagrama de Pareto: qué es y cómo realizarlo paso a paso.* Lean Manufacturing. <https://leanmanufacturing10.com/diagrama-de-pareto>

Parra, A. M. (2019). *Descubre qué es el diagrama de Pareto y sus múltiples utilidades.* Rock Content. <https://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/>

Betancourt, D. (2016). *El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye.* Ingenio Empresa. <https://ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>

Rocha, H. (2013). *Matriz GUT: qué es, para qué sirve, concepto, cómo aplicar y ejemplo.* Klickpages. <https://klickpages.es/blog/matriz-gut-ejemplo/>

SPC Consulting Group. (2013, January 10). *Diseño de Experimentos – DOE.* SPC Consulting Group. <https://spcgroup.com.mx/doe/>

<https://www.eoi.es/blogs/mariavictoriaflores/definicion-de-mejora-continua/>

Armas Ocaña, E. (2015). *Los 6 tipos de entrevista: ¿cuál es la más efectiva?* Talent Clue. <http://blog.talentclue.com/los-6-tipos-de-entrevista-cual-es-la-mas-efectiva>

Lean manufacturing 10. (2020). *Análisis de métodos y tiempos. Cómo realizarlo paso a paso.* Lean Manufacturing 10. <https://leanmanufacturing10.com/analisis-metodos-tiempos>



Ávila, R. (2014). *¿Qué es y cómo montar una Matriz GUT (Gravedad, Urgencia y Tendencia)*. LUZ - Planillas Empresariales. <https://blog.luz.vc/es/que-es/matriz-gut-gravedad%2C-urgencia-y-de-la-tendencia/>

Quiroa, M. (2020). *Proceso productivo*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/proceso-productivo.html#:~:text=El proceso productivo es el,lograr la elaboración de productos.>

TCM Metrología. (2014, September 17). Metodología DMAIC. *TCM Metrología*. <https://www.tcmetrologia.com/blog/metodologia-dmaic/>

Samsing, C. (2020). *Cómo hacer una lluvia de ideas: 21 técnicas para despertar la creatividad*. HubSpot. <https://blog.hubspot.es/marketing/tecnicas-lluvia-de-ideas-creativas>

Universia. (2018). *Cómo hacer una lluvia de ideas*. Universia. <https://www.universia.net/mx/actualidad/empleo/como-hacer-lluvia-ideas-1131180.html>

Redacción APD. (2019, August). Lean Six Sigma: ¿Cómo funciona esta metodología para reducir fallos? *APD*. <https://www.apd.es/lean-six-sigma-como-funciona/#:~:text=¿En qué consiste el Lean,una serie de herramientas estadísticas.>

Gehisy. (24 de 4 de 2017). *aprendiendocalidadyadr*. Obtenido de <https://aprendiendocalidadyadr.com/hoja-de-verificacion-o-de-chequeo/>

Pacheco, J. (18 de 03 de 2019). *web y empresa*. Obtenido de <https://www.webyempresas.com/hoja-de-verificacion-de-calidad/>

Sanchez, A. (2014). *GESTIÓN DEL TIEMPO Y COSTES DEL PROYECTO*. Slideshare. <https://es.slideshare.net/alexisandracasanchez7/capitulo-6-34192902>

cepymenews. (2019, August 14). La Ley de Pareto o Regla del 80/20 en la gestión empresarial. *Cepymenews*. <https://cepymenews.es/la-ley-de-pareto-regla-80-20-gestion-empresarial>

Salazar López, B. (2019). Andon: Control visual. *Ingeniería Industrial on Line*, 1. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/andon-control-visual/>

Betancourt, D. F. (02 de agosto de 2016). *La lista de chequeo en calidad: Qué es y cómo se hace*. Recuperado el 09 de marzo de 2021, de Ingenio Empresa: www.ingenioempresa.com/lista-de-chequeo.

Betancourt, D. (2016). Cómo hacer un gráfico de control: Ejemplo resuelto en calidad. *Ingenio Empresa*. <https://www.ingenioempresa.com/grafico-de-control/>

Apaza, R. (2018). Filosofía lean y los 5 Principios del pensamiento Lean Thinking. *Ruben Apaza*. <https://www.rubenapaza.com/2018/07/filosofia-lean-y-los-5-principios-del.html>



Delgado, F. (2021). Productividad y pensamiento esbelto. *EBC*.
<https://www.ebc.mx/ventana/productividad-pensamiento-esbelto/>

Socconini, L., & Carlo, R. (2019). Lean Six Sigma. Sistema de gestión para liderar empresas. ICG Marge, SL, 30–32.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=ODyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=lean+six+sigma&ots=zNsxVWILio&sig=WmwlZjwxk3yTKTZcgwd_zaaDpBE#v=onepage&q&f=false



ANEXOS:

- A. Anexo: Entrevista**
- B. Anexo: Matriz multicriterio**
- C. Anexo: Diagrama de Pareto (Costos)**
- D. Anexo: Diagrama de Pareto (Tiempo)**
- E. Anexo: Hoja de control**
- F. Anexo: Cartas de Control**
- G. Anexo: Propuesta de mejora(Minitab)**
- H. Anexo: Matriz multicriterio**
- I. Anexo: Guía metodológica para la implementación de la herramienta lean six sigma.**