

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Propuesta de mejora en el proceso productivo de camisas en una empresa textil para incrementar su productividad

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR

Julio Cesar Alarcon Rioja

ASESOR

Santos Confesor Gabriel Blas

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2023

ALARCÓN RIOJA, JULIO-TIB AL 100%

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	1library.co Fuente de Internet	2%
5	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
8	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.uade.edu.ar Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Revisión de literatura	8
I. Materiales y métodos	12
II. Resultados y Discusión.....	12
III. Conclusiones y recomendaciones.....	24
Referencias	25
Anexos.....	28

Resumen

La empresa textil en cuestión está dedicada a la producción y venta de ropa textil escolar. En los últimos años ha presentado una baja productividad, esto debido a la falta de estandarización del método de trabajo, así como renovación de maquinaria. Lo que los ha llevado a no cumplir con su demanda y por ende perder ventas, además que la mala distribución de operarios en las etapas los lleva a presentar una baja productividad de mano de obra. Para solucionar ello, se planteó como objetivo proponer la mejora del proceso productivos de prendas escolares. Es así que, primero se diagnóstico la situación general de la empresa, para lo cual se realizó una toma de tiempos de las distintas etapas para hallar el cuello de botella. Luego, se realizó el cálculo de indicadores, demostrando valores bajos para la producción, productividad y productividad de mano de obra, para así proponer la implementación de una cortadora y nueva distribución de etapas, para finalmente simular la propuesta en el software ProModel para indicar la veracidad de los datos. Finalmente, se realizó la evaluación del beneficio-costos, desarrollando el flujo de caja y mediante los indicadores como VAN, TIR, B/C y PRI determinar la viabilidad de la propuesta. En cuanto al incremento de los valores de los indicadores de la propuesta obtenidos, se dio en un 15% para la productividad, 15% para la producción y 44% para la productividad de mano de obra. Demostrando así que, la propuesta genera una mejora en la empresa en estudio.

Palabras claves: Productividad, ProModel, Textil, Simulación

Abstract

The textile company in question is dedicated to the production and sale of school textile clothing. In recent years, it has presented a low productivity, this due to the lack of standardization of the work method, as well as machinery renewal. What has led them to not meet their demand and therefore lose sales, in addition to the poor distribution of operators in the stages leads them to present low labor productivity. To solve this, the objective was to propose the improvement of the production process of school garments. Thus, first the general situation of the company was diagnosed, for which a timing of the different stages was made to find the bottleneck. Then, the calculation of indicators was carried out, demonstrating low values for production, productivity and labor productivity, in order to propose the implementation of a cutter and a new distribution of stages, to finally simulate the proposal in the ProModel software to indicate the veracity of the data. Finally, the benefit-cost evaluation was carried out, developing the cash flow and using indicators such as VAN, IRR, B/C and PRI to determine the feasibility of the proposal. Regarding the increase in the values of the indicators of the proposal obtained, it was 15% for productivity, 15% for production and 44% for labor productivity. Thus demonstrating that the proposal generates an improvement in the company under study.

Keyword: Productivity, ProModel, Textile, Simulation

Introducción

En la actualidad, la fabricación de prendas de vestir en general se da en múltiples países emergentes o también llamados en vías de desarrollo, los cuales son considerados como el motor de la industrialización que se ve orientada a la exportación y además ayuda a la creación de empleo [1]. Este sector cuenta con una protección sistemática, dado que es objeto de tensiones comerciales entre los países en vías de desarrollo y los países desarrollados [1]. Asimismo, el consumo de las personas en este sector ha incrementado considerablemente, tanto así, que si sigue el mismo ritmo se espera que para el año 2050 la demanda de productos en el sector textil se duplique, respecto a la actual [2]. Es por ello, que se consideran diversos aspectos para optimizar la materia prima tal como el algodón o fibras artificiales, que son de vital importancia para este sector.

Por otro lado, en cuanto al crecimiento monetario, el sector fue creciendo desde el 2009, hasta el 2017, alcanzado un valor de US\$821,539 mil millones, cantidad que se esperó siga con un crecimiento constante durante los próximos años [3]. Sin embargo, en el año 2020, la pandemia de COVID-19 desafió la industria textil, sufriendo bloqueos y restricciones en la mayoría de países, junto con la baja en la demanda de sus productos [4]. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el comercio textil sufrió un colapso en los primeros seis meses del 2020, reduciendo las compras en este sector hasta un 70%, sufriendo también varias interrupciones en su cadena de suministros, debido a la escasez de materias primas [4]. Es por ello que se consideró de vital importancia mejorar el proceso productivo en varias empresas de dicho sector, de tal manera que se pueda mejorar los resultados obtenidos, con un mejor aprovechamiento de la materia prima y del tiempo de fabricación [5].

Por su parte, en el Perú, el sector textil y confecciones, es una de las industrias con mayor importancia, logrando posicionarse como la tercera actividad con una mayor contribución al PBI manufacturero, superada solamente por las industrias de productos no metálicos y de refinación de petróleo [6]. Este sector cuenta con grandes lazos con otras industrias en su cadena de valor productivo, generando 400 000 empleos directos y 900 000 puestos indirectos [6]. Esto debido a que la mayor cantidad de recursos que demanda se encuentra en el sector ganadero y agrícola, requiriendo pelos finos y lana en caso del primer sector y algodón en caso del segundo. A pesar de estas cifras alentadoras, los costos laborales y de recursos ha ido en aumento en esta industria, llegando a experimentar un crecimiento de cinco puntos porcentuales en el 2017 respecto al 2007 [7]. Asimismo, la utilización de la capacidad instalada ha sufrido una caída del 42,6% debido a la pandemia COVID-19, por lo que, se espera que, para el presente año, regrese a su porcentaje habitual del 63,3% [7]. Es por

ello que, las empresas textiles deben buscar una mayor eficiencia en su proceso de producción, para llegar a aprovechar todos sus recursos al máximo.

La empresa textil en cuestión, es una empresa que desempeña la función de producción y comercialización de uniformes de diversos colegios. En los últimos años, la demanda de uniformes de dicha empresa ha ido en incremento, por lo que, sus dueños se han visto en la necesidad de buscar una manera de incrementar su producción, para poder satisfacer dicha demanda. Sus ventas en dicho periodo fueron de 44 516 prendas educativas, siendo la más vendida la camisa con un porcentaje de participación del 26,56%. Asimismo, se identificó que la productividad de la empresa es de 5,75 und/hrs, la cual es baja en comparación a otras empresas del mismo rubro al igual que el total de camisas por trabajador al día, teniendo un valor de 9 camisas/trabajador.día, por último su productividad económica también es baja, representado un valor de 0,07 camisas por cada sol invertido. Ahora bien, para identificar las posibles mejoras, la presente investigación realizó una evaluación dentro del proceso de productivo de uniformes para poder ubicar el cuello de botella y así lograr minimizarlo con la finalidad de aumentar su producción [8]. De igual modo, es importante medir el rendimiento de los operarios según factores como precisión, métodos de trabajo y velocidad [9]. Así, se pretende satisfacer la demanda insatisfecha, permitiendo a la empresa obtener mayores ganancias.

En base a ello, surgió la interrogante ¿De qué manera una propuesta de mejora en el proceso productivo de prendas de vestir en una empresa textil permite el incremento de la productividad? Para dar respuesta a dicha interrogante se planteó como objetivo general proponer la mejora del proceso productivo de prendas escolares en una empresa textil. Asimismo, para encaminar el presente trabajo de investigación, se tienen cuenta los siguientes objetivos específicos: diagnosticar la situación actual del proceso productivo en una empresa textil, elaborar una propuesta de mejora del proceso productivo de camisas en una empresa textil mediante la simulación con el uso del software ProModel y, por último, evaluar el beneficio-costos de la propuesta de mejora del proceso productivo en una empresa textil. Además, el presente trabajo de investigación tiene como propósito científico reforzar las alternativas de mejora a empresas del sector textil y servir como referente a investigaciones futuras; como propósito práctico trata de resolver el problema de baja productividad en las empresas del rubro textil, logrando un valor mayor para incrementar su producción y satisfacer la demanda; como propósito social, al incrementar la productividad se benefician los dueños y trabajadores, dado que tendrán mejores métodos de trabajo y por ende un mayor ingreso económico.

Revisión de literatura

La productividad implica una mejora en el proceso productivo, dado que tiene que ser una comparación favorable entre la cantidad de recursos usados y la cantidad de productos producidos [10]. Es por ello que, se define como un indicador que relaciona “lo producido por un sistema y los recursos que se usaron para generarlo” (salidas/entradas) [10]. Asimismo, Ramírez [11], define la productividad como una forma de usar los factores de producción en la creación de un producto, tales como: materiales, recursos humanos, capital, entre otros; y relacionar dichos factores con la salida del producto, con la finalidad de obtener la eficiencia en la producción.

Para poder tener una referencia del proceso, es importante el manejo del software ProModel, el cual permite plasmar el diseño de un proceso productivo. Con la ayuda de locaciones, entidades y arribos, además que toma los tiempos con una distribución pertinente (normal, uniforme, entre otros). Plasmado el diseño, se realizan los pasos del proceso, verificando las entradas y salidas de cada locación [12]. Este programa nos puede ayudar para plasmar diversos escenarios y así obtener los valores que se requieran, y así elegir el mejor escenario. Dado que proporciona tablas detalladas con diversos aspectos a analizar.

De igual manera, es importante el uso de una metodología que ayuda a su mejora, siendo la del Lean Manufacturing una de las más importantes. La cual se define como una serie de conceptos, principios y técnicas con el propósito de eliminar desperdicios, para así crear un sistema de producción eficiente [13]. Esto mediante la reducción de costos, y la mejora en aspectos como la flexibilidad y reactividad frente a cambios ajenos de la empresa (externos) [13]. Por su parte, Tejada [14], afirma que el Lean Manufacturing es utilizado por empresas que requieren o tienen como objetivo incrementar su competitividad en el mercado, de tal manera que se obtengan mejores resultados empleando menos recursos.

Ahora bien, para la metodología descrita anteriormente es necesario un estudio de tiempo y movimiento, una técnica de gran utilidad para las empresas, la cual supone un valor considerable a conseguir en un trabajo, de una manera eficaz y eficiente, mejorando la productividad [15]. Asimismo, proporciona un enfoque en las áreas de manufactura, estableciendo tiempos producción estándar para reducir los costos [16]. Su finalidad es evitar movimiento que no sean necesarios para el área de trabajo, y que solo hacen incrementar el tiempo de operación [16].

Finalmente, se tiene que considerar el tiempo estándar promedio, el cual se define como el tiempo requerido para que un operario promedio, que cuenta con la calificación estándar y un trabajo de ritmo normal, lleve a cabo la operación que se le ha asignado [17]. Para determinar

dicho tiempo, se aplican métodos de medición de trabajo, determinando causas de improductividad y estándar de ejecución de proceso [18]. Estos métodos de medición aplican un procedimiento sistemático, que consiste en un registro y análisis de tiempos, así como los ritmos de trabajos para una sola tarea [18].

Ahora bien, para determinar y analizar una propuesta, se han considerado diversas investigaciones sobre cómo mejorar la productividad en una empresa del rubro textil. Por ejemplo, según Sacha, Yasmina [19] en su tesis titulada “Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en una empresa textil” encontró como problemática los bajos índices de productividad con los que contaba la empresa Sirius Sport, siendo solo del 60.86%, ocasionando bajas condiciones laborales para los trabajadores. Para dar una posible solución a ello, se planteó como objetivo la aplicación del estudio del trabajo en el área de producción de la empresa textil Sirius Sport. Esta aplicación se llevó a cabo, con una serie de pasos, el primero fue seleccionar el producto, luego se registraron las actividades productivas que le generan valor y las que no lo hacen, finalmente, se planteó un análisis de evaluación. Dicho análisis se hizo con el uso de los programas Microsoft Excel y el software SPSS 23.0, los cuales permiten el procesamiento de datos. Los resultados obtenidos llegaron a un valor del 93.49% en cuanto a la productividad. Concluyendo que, gracias a la aplicación del estudio del trabajo, la productividad final obtuvo una mejora del 32.63% respecto a su productividad actual.

Según Laureano, Anel y Mejía, Milagros [20] en su investigación titulada “Propuesta de mejora de la productividad en una empresa de confecciones mediante el uso de técnicas del Lean Manufacturing” encontraron como problemática la baja productividad con la que contaba la empresa, la cual tenía un valor de 62.16%, ocasionando demoras en la entrega de sus productos. Para plantear una solución, se estableció como objetivo una evaluación de distintas metodologías que ayuden a mejorar dicha productividad. Entre las metodologías consideradas se tienen, la implementación de las 5's y la implementación del modelo de Kanban, ayudado con la herramienta VSM (Value Stream Mapping). Dando como resultado, una mejora en la productividad, logrando un valor de 71.4%, además de un índice de cumplimiento del 100%. Concluyendo que, con la implementación de las 5's y el modelo Kanban, se llega a un incremento de la productividad de 9.24% y un cumplimiento en las entregas del 100%.

Según Castillo, María y Shimabukuro, Ayrton [21] en su tesis titulada “Mejora del área de producción en la empresa Berr Textil Perú S.A.C. aplicando la metodología 5'S” encontraron como problemática la disminución de productividad en el área de estampado de la empresa, la cual se vio reducida en un 10% respecto a la del año pasado, afectando a la producción e incrementando la cantidad de productos defectuosos, Una posible solución, fue planteada en el

objetivo mediante la aplicación de la metodología 5's en el área de producción viendo si es factible técnica, económica y socialmente. Para la aplicación de esta metodología fue necesario hacer un análisis del proceso, para luego dar una descripción detallada del proceso y mediante el análisis de indicadores determinar si la metodología usada fue la propuesta correcta. Los indicadores dieron como resultado una reducción del 39.94% de productos defectuosos y un aumento de su productividad hasta en un 15%. Concluyendo que la aplicación de la metodología 5's, ayuda a mejorar la productividad y disminuir la cantidad de productos defectuosos en una empresa del sector textil.

Según Gálvez, José y Zamora, Stefanny [22] en su tesis titulada “Propuesta de mejora para incrementar la productividad en el área de costura en PYMEs textiles mediante el uso de herramientas Lean” encontraron como problemática un decremento del 5% anual en las entregas a tiempo, lo que genera la disminución de ingresos y por ende un margen bruto (33%) menor al esperado (45%). Para plantear una solución, se estableció como objetivo la implementación de diversas metodologías de ingeniería que ayuden a un aumento en las entregas a tiempo de las PYMEs. Entre las metodologías usadas se encuentran el balanceo de línea, el Jidoka, el SLP, las 5's y el plan MRP. Los resultados obtenidos fueron alentadores, dado que hubo un incremento en la productividad del 13%, un índice de producto defectuosos del 5%, una eficiencia del 80%, una reducción en el tiempo de transporte de 13.12%. Por ende, se concluye que la aplicación de dichas metodologías, ayudan en diversos aspectos al área de costura de las PYMEs.

Según Benites, Mijael [23] en su tesis titulada “Propuesta de mejora aplicando herramientas de ingeniería para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa de confección textil, Trujillo 2022” encontró como problemática las demoras en el área de producción, generado por desorden y mala distribución de las áreas de trabajo. Para solucionar ello, se estableció como objetivo determinar la influencia de las herramientas de ingeniería en la productiva en el área de producción de la empresa. Por lo cual, se optó por el uso de la manufactura esbelta, herramienta que ayuda a eliminar una o varias operaciones que no agregan un valor al producto. Como resultado, se redujeron las pérdidas por demora en un 43.57%. Concluyendo que, con la aplicación de la manufactura esbelta se logra una mejora en el área de producción de la empresa en estudio.

Según Bakator, Mihalj et al. [24] en su artículo de estudio titulado “Lean manufacturing principles for improving productivity in the textile industry” en el cual se busca aumentar la productividad en la industria textil. Para ello, se menciona la aplicación de principios y herramientas de manufactura esbelta, con el objetivo de analizar a fondo estas aplicaciones para

determinar la influencia en la fabricación de prendas de vestir. Por lo cual, se presentan los enfoques necesarios para aumentar la productividad con dichas herramientas. Es así, que se obtuvo como resultado que la manufactura esbelta, logra reducir o eliminar las distintas formas de desperdicio que se encuentran en el proceso de fabricación de prendas. Concluyendo que, mejora la productividad y otros indicadores relacionados al rendimiento del proceso productivo.

Según Pérez, Eduardo [25] en su trabajo de fin de master “Análisis y propuestas de mejora del proceso productivo de una empresa del sector textil” encontró la problemática de un bajo nivel de servicio en cuanto al nivel de cumplimiento de entregas, lo que ocasiona en una pérdida del 50% de los clientes de dicha empresa. Una solución posible, se plantea en su objetivo, el cual es el estudio y análisis de los problemas con la finalidad de incrementar las ventas. Para lograr ello, se hizo uso de herramientas de análisis tales como el diagrama de Ishikawa y los 5 por qué. Siendo los resultados obtenidos, un incremento en las ventas del 20%, así como una disminución en los pedidos retrasados del 10%. Concluyendo que, con la aplicación de lean manufacturing se logra una mejora en los tiempos de entrega.

Según Paredes, Juan [26] en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la productividad para una empresa textil del Ecuador” encontró como problemática una baja productividad en la empresa, lo cual generaba pérdidas. Para plantear una solución, se estableció como objetivo la elaboración de una propuesta mejora tomando el caso de la fábrica JERPP. Para lograrlo, se hizo un estudio macroeconómico con la finalidad de conocer la situación actual, asimismo, se hizo una medición de la productividad con la que cuenta la empresa, calculando valores como: productividad total, ganancia o pérdida y el punto de equilibrio. Los resultados fueron alentadores, demostrando una mayor eficiencia en la empresa, llegando a ser del 80%. Concluyendo que la mejora de la productividad fue alcanzada en cada área de la empresa.

Según Gárate, Carlos [27] en su artículo titulado “Factores que contribuyen en el aumento de la productividad de las pequeñas y medianas empresas textiles de cuenca Ecuador” encontró como problemática la baja productividad de las empresas textiles en Ecuador. Para lo cual, se planteó como objetivo realizar una revisión documentaria de los factores que inciden en dicha productividad, y que les ayude a un mejor desempeño. Realizando el análisis, resultó que los factores más determinantes son: el diseño de procesos, mejora continua, control de tiempos y movimientos, la gestión del conocimiento y la reducción de desperdicios. Concluyendo que, dichos factores tienen relevancia en el sector textil, por lo que es importante que cada uno de ellos posea los niveles adecuados para que se pueda incrementar la productividad.

Según Krishnna, Uday et al. [28] en su artículo de revista titulado “Study on productivity improvement in textile industry” encontró como problemática la baja calidad de la ropa en las industrias textiles, por lo que se ve afectada la rentabilidad y viabilidad de las empresas. Por lo que, el artículo abarca el estudio del tiempo del método de producción de saris, en el cual se estudia el tiempo que lleva cada paso de la producción textil. Los resultados indicaron que el estudio de tiempo profundiza el alcance de la reducción del tiempo necesario y mejora la producción dentro de la industria textil. Concluyendo que el suministro de materia prima de manera temprana, así como las hojas de pedido juegan un papel de mejora en la productividad de dichas industrias.

I. Materiales y métodos

Para cumplir con el primer objetivo, se realizó un análisis de la demanda y la producción, para así conocer la demanda insatisfecha y el producto con mayor cantidad demandada. Posteriormente, se realizó un estudio de tiempo con la ayuda de un cronómetro Casio HS-3V-1R para medir el tiempo de cada actividad y con la herramienta de ProModel StatFit conocer su distribución [23]. Del mismo modo, para describir el proceso productivo se realizó un DOP y un DAP, así como los cálculos de los indicadores de productividad [19].

Por otra parte, en el diseño de la propuesta se requiere mejorar la productividad de la empresa textil en estudio, considerando diversas metodologías o técnicas que puedan dar solución a la problemática tratada. Entre algunas de ellas están, el balance de línea o la adquisición de nueva maquinaria o equipos para disminuir el tiempo del cuello de botella [23]. Con la implementación de alguna de las mejoras, se realizó una nueva simulación del proceso, analizando los indicadores nuevamente y compararlos con los anteriores para demostrar la viabilidad de la mejora. Es así que, se pudo evaluar en qué medida se mejoró el proceso de producción de camisas escolares, determinando el aumento de dicha producción en un periodo de un día.

Por último, se realizó la evaluación beneficio-costos de la propuesta de mejora, para lo cual se hizo uso del software Microsoft Excel, efectuando costos de los recursos necesarios para llevar a cabo la mejora. Determinando así, la viabilidad de la propuesta de mejora, con los indicadores como VAN, TIR, PRI y B/C [21].

II. Resultados y Discusión

Resultados

La empresa textil en estudio se especializa en la fabricación de uniformes escolares, tales como, casacas, polos, camisas, pantalones, faldas, entre otros. Siendo el producto con mayor cantidad de ventas la camisa escolar, siendo su proceso el analizado para el diagnóstico.

La empresa, opera en el mercado de Piura desde hace 13 años, atendiendo a clientes minoristas y haciendo convenios con colegios en dicho mercado. En la actualidad, la empresa tiene un manejo empírico, dado que, a pesar de su crecimiento, no ha innovado en su proceso ni a incrementado su mano de obra, dado que tienen confianza en sus trabajadores.

En la Tabla N°1, se puede evidenciar las unidades vendidas de todos sus productos, tomando en cuenta el periodo 2015-2019, además, en dicha tabla se puede apreciar el producto con mayor demanda, y por ende mayor fabricación. Siendo en este caso, la camisa escolar, con una participación promedio entre dicho periodo de 26,56% respecto a las otras prendas, siendo su menor número de ventas un total de 9145 y el mayor número de ventas un total de 9978 unidades.

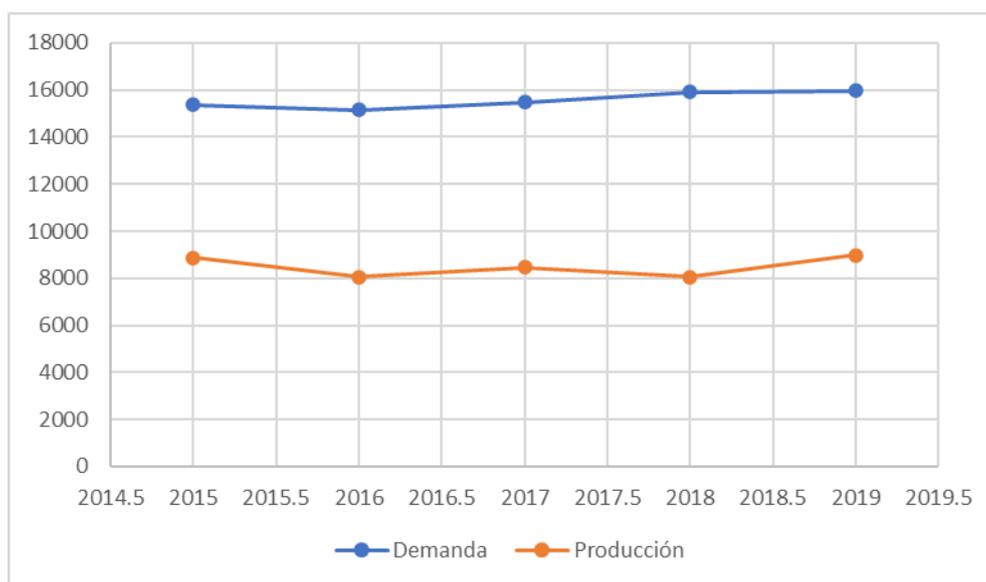
Tabla 1. Demanda en unidades de los productos de la empresa textil en el periodo 2015-2019

Año/Producto	Demanda en unidades						
	Camisa	Pantalón	Blusa	Falda	Casaca	Short	Buzo
2015	15378	6148	4289	3180	2821	4745	2004
2016	15145	6504	5776	4573	2955	5946	2728
2017	15470	6926	5850	3486	1747	5588	2794
2018	15919	7569	5029	3260	1702	5753	2510
2019	15978	7047	5443	4124	2565	5814	3545
TOTAL	77890	34194	26387	18623	11790	27846	13581

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°1 se puede apreciar la comparación entre la producción y la demanda de las camisas escolares en el periodo 2015-2019, en la cual existe una demanda mayor a la producción.

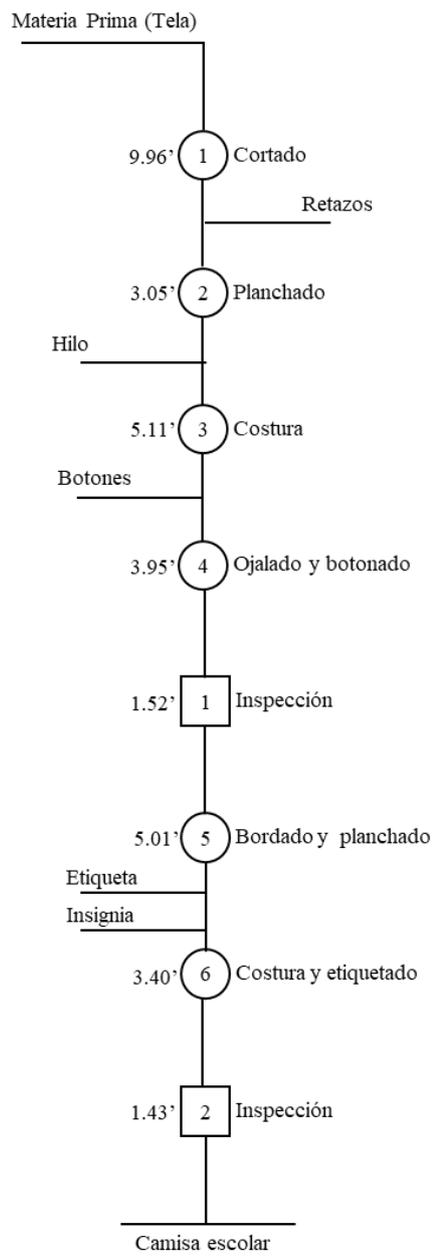
Gráfico 1. Demanda y producción anual de la camisa escolar en el periodo 2015-2019



Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, la empresa textil en estudio, viene presentando una baja productividad debido a diversos factores como se detalla en el diagrama de Ishikawa en el Anexo N°1, siendo su principal factor la falta de control en el proceso y la falta de personal. Los cuales se vienen dando desde su crecimiento, dado que los que manejan la empresa, prefieren evitar hacer cambios para no alterar su empresa. Sin embargo, la mejora del proceso actual es requerida, por lo que, para conocer dicho proceso se realizo un diagrama de operaciones y un diagrama de análisis de proceso, en el cual se aprecia el proceso para elaborar una camisa escolar. Estos gráficos se pueden visualizar en el Gráfico N°2 y N°3 respectivamente.

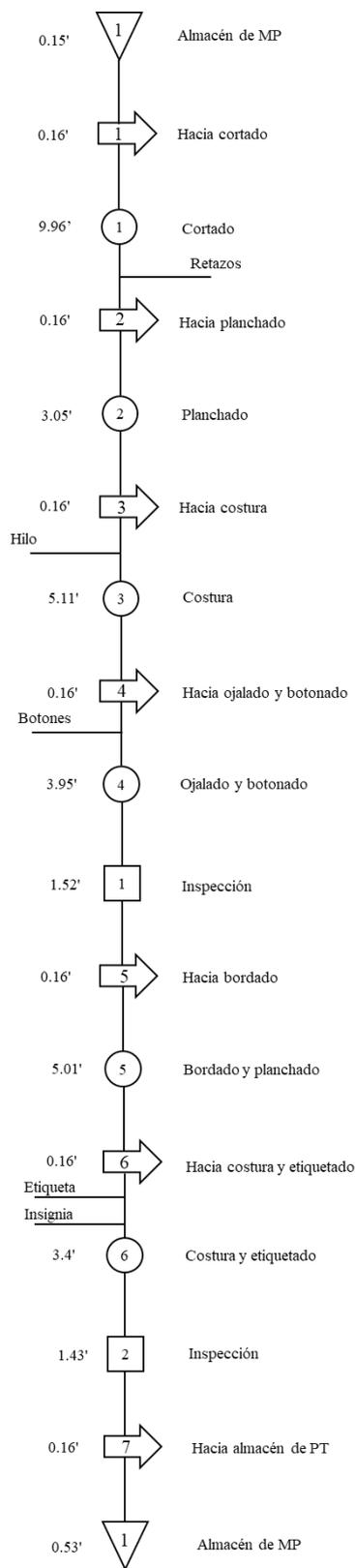
Gráfico 2. Diagrama de operaciones de la producción de camisas escolares



RESUMEN		
Actividad	Cantidad	Tiempo(min.)
Operación	6	30.49
Inspección	2	2.96
Combinada	0	0
TOTAL	8	33,45

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Diagrama de análisis de proceso de camisas escolares



RESUMEN		
Actividad	Cantidad	Tiempo(min.)
Operación	6	30.49
Inspección	2	2.96
Transporte	7	1.12
Almacén	2	0.68
Combinada	0	0
TOTAL	17	35.25

Fuente: Elaboración propia

Además, se elaboró una Tabla N°2 con los tiempos promedio de cada etapa para la elaboración de camisas escolares, realizando un total de 50 mediciones para hallar dicho tiempo, las cuales se pueden visualizar en el Anexo N°2.

Tabla 2. Tiempo promedio para cada etapa de la producción de camisas escolares

ETAPAS	TIEMPO PROMEDIO (MIN.)	OPERARIO ASIGNADO	TIEMPO POR OPERARIO
Almacén de MP	0.15		
Área de corte	9.96	A	10.44
Área de planchado	3.05		
Área de costura	5.11	B	8.49
Área de ojalado y botonado	3.95	C	4.11
Inspección 1	1.52	D	6.86
Bordado y planchado	5.01		
Costura y etiquetado	3.40		
Inspección 2	1.43	E	5.68
Almacén de PT	0.53		
Transporte entre etapas	0.16	Operario final de etapa	
TOTAL	35.57	5	35.57

Fuente: Elaboración propia

Indicadores de productividad:

Para la producción diaria se identifica el cuello de botella dentro del proceso, el cual también es conocido como tiempo de ciclo, teniendo un valor de 10,44 minutos en las operaciones hechas por el operario A. Además, se debe tener en cuenta la cantidad de horas trabajadas en un día, siendo en este caso un total de 8 horas, o lo equivalente a 480 minutos.

$$Producción = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Cuello de botella}} = \frac{480 \text{ min/día}}{10,44 \text{ min/und}} = 45,97 \text{ und/día} \approx 46 \text{ und/día}$$

Según el resultado obtenido, se puede entender que la empresa produce en la actualidad 46 camisas al día.

Para la productividad se toma en cuenta lo producido en un día, así como las horas trabajadas en el mismo periodo, siendo la división de ambos la productividad del proceso.

$$Productividad = \frac{\text{producción}}{\text{horas trabajadas}} = \frac{46 \text{ und/día}}{8 \text{ hrs/día}} = 5,75 \text{ und/hora}$$

Según el resultado obtenido, se puede entender que la empresa produce en la actualidad un total de 5 camisas por hora.

Para la productividad de mano de obra se toma en cuenta la producción diaria entre la cantidad de operarios que intervienen en el proceso.

$$Productividad \text{ de M. O.} = \frac{\text{producción}}{\text{trabajadores}} = \frac{46 \text{ und/día}}{5} = 9,2 \frac{\text{camisas}}{\text{trabajador}} \cdot \text{día}$$

Según el resultado obtenido, se puede entender que la empresa produce en la actualidad un total de 9 camisas por trabajador al día.

Finalmente se calculará la productividad económica, considerando el costo de producción por día, así como la producción en ese mismo día. Siendo los costos de producción expresados en la Tabla N°3.

Tabla 3. Costo de producción al día

Costo	Cantidad	Subtotal
Costo de materiales	9,46 soles/unidad	S/ 435.16
Costo de mano de obra	5	S/ 197.12
TOTAL		S/ 632.28

Fuente: Elaboración propia

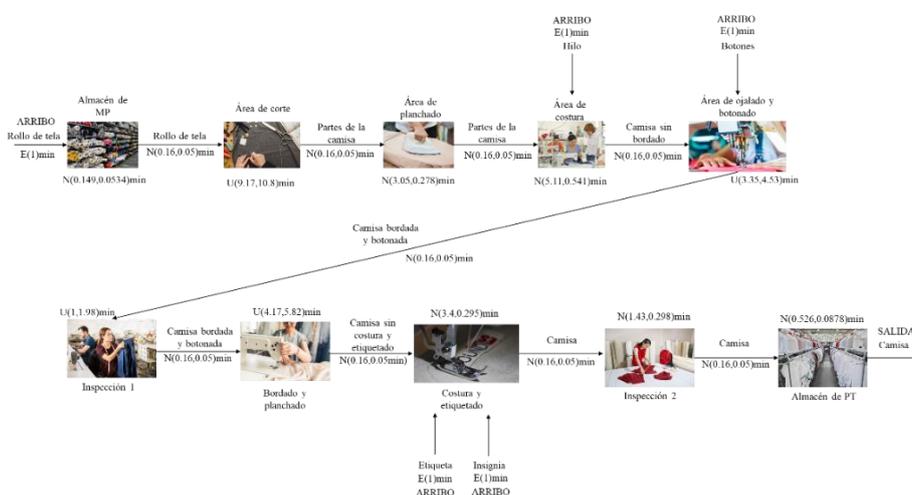
$$Productividad\ económica = \frac{producción}{costos} = \frac{46\ und/día}{632,28\ soles/día} = 0,07\ camisas/sol$$

Según el resultado obtenido, la productividad económica es de 0,07 camisas/sol, es decir que por cada sol que se invierte se fabrica un 7% de una camisa escolar.

Simulación del proceso actual en el software ProModel

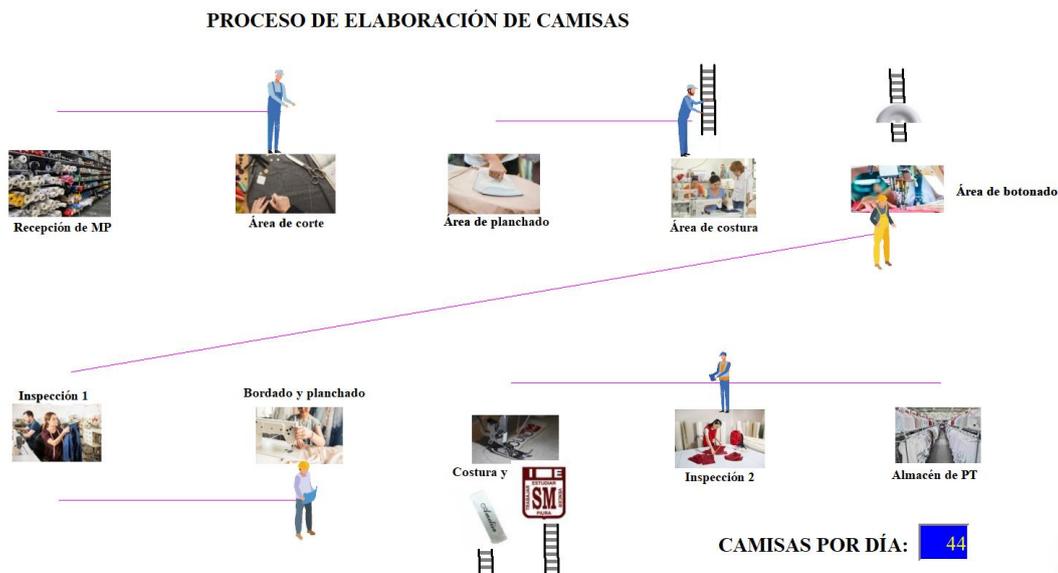
Para aplicar la simulación en el ProModel, se hizo necesario un análisis para determinar la distribución de los tiempos tomados, de tal manera que se indique el tipo de distribución para cada etapa, tal y como se puede observar en el Anexo N°3. Asimismo, se realizó el diseño para poder plasmarlo correctamente en el ProModel, especificando los tiempos para cada etapa, así como los de transporte; este diseño se puede observar en la Figura N°1. Cabe mencionar que para el tiempo de llegada de los arribos se consideró un valor de 0 y la frecuencia un valor de E(1)min, dado que los materiales ya se encuentran listos para usarse cuando inicia la jornada laboral. Finalmente, se realizó la simulación en el ProModel en la Figura N°2.

Figura 1. Diseño del proceso de producción de una camisa escolar



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Diseño del proceso de producción de una camisa escolar en ProModel



Fuente: ProModel

Figura 3. Resultado de las locaciones utilizadas para la simulación en ProModel

Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Recepción de MP	8.00	1.00	50.00	8.75	0.91	1.00	1.00	91.10
Área de corte	8.00	1.00	49.00	9.55	0.97	1.00	1.00	97.47
Área de planchado	8.00	1.00	48.00	5.69	0.57	1.00	0.00	56.93
Cola de hilo	8.00	1.00	49.00	9.00	0.92	1.00	1.00	35.05
Área de costura	8.00	1.00	48.00	10.00	1.00	1.00	1.00	99.97
Cola de botones	8.00	1.00	49.00	8.87	0.91	1.00	1.00	33.47
Área de botonado	8.00	1.00	48.00	9.83	0.98	1.00	1.00	98.26
Inspección 1	8.00	1.00	47.00	1.66	0.16	1.00	1.00	16.29
Bordado y planchado	8.00	1.00	46.00	4.05	0.39	1.00	1.00	38.83
Cola de insignias	8.00	1.00	46.00	9.38	0.90	1.00	0.00	33.59
Cola de etiquetas	8.00	1.00	46.00	9.34	0.90	1.00	1.00	33.12
Costura y etiquetado	8.00	1.00	45.00	10.50	0.98	1.00	0.00	98.46
Inspección 2	8.00	1.00	45.00	1.54	0.14	1.00	1.00	14.48
Almacén de PT	8.00	1.00	44.00	1.13	0.10	1.00	0.00	10.36

Fuente: ProModel

Figura 4. Resultado de las variables utilizadas para la simulación en ProModel

Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
VNmateria prima	49.00	9.67	0.00	49.00	49.00	23.87
VNpartes de la camisa	48.00	9.87	0.00	48.00	48.00	22.65
VNcamisas con costura	47.00	10.10	0.00	47.00	47.00	21.46
VNcamisas botonada	47.00	10.17	0.00	47.00	47.00	21.06
VNcamisa bordada	45.00	10.58	0.00	45.00	45.00	20.47
VNcamisa con etiqueta	45.00	10.67	0.00	45.00	45.00	20.10
VNproducto terminado	44.00	10.51	0.00	44.00	44.00	19.83

Fuente: ProModel

Propuesta de mejora:

Para la propuesta de mejora, se considera un balance de línea, de tal manera que se elaboren nuevas áreas de trabajo, uniendo etapas anteriormente, pero para ello, primero se debe calcular el tiempo disponible, para lo cual primero se halla la demanda mensual (demanda 2024), luego el tiempo disponible y por último el tack time.

Tabla 4. Demanda proyectada

Año/Producto	Demanda Proyectada
2023	16170
2024	16368
2025	16565
2026	16762
2027	16960

Fuente: Elaboración propia

$$Demanda\ mensual = \frac{16170\ camisas/año}{12\ meses} = 1347.5\ \frac{camisas}{mes}$$

$$Tiempo\ disponible = 8\ \frac{hrs}{día} \times 26\ \frac{días}{mes} = 208\ \frac{hrs}{mes} = 12480\ \frac{min}{mes}$$

$$Tack\ Time = \frac{12480\ \frac{min}{mes}}{1348\ \frac{camisas}{mes}} = 9,25\ min/camisa$$

Sabiendo ello, se propone unir etapas para así alcanzar el tiempo de ciclo, y no estar muy por debajo de él, para ello, se considera el tiempo total empleado para elaborar una camisa, así como el tack time. Dadas las estaciones de distribuye el tiempo como se puede observar en la Tabla N°5.

$$N^{\circ}\ de\ estaciones = \frac{T.\ total}{Tack\ Time} = \frac{35.57\ min}{9.25\ min} = 3.84 \cong 4\ estaciones$$

Para poder cumplir con el número de estaciones, se propone la cortadora Saida Tex para el área de corte, la cual reduce el tiempo de corte hasta en un 80% [29].

Figura 5. Cortadora a implementar

	FICHA TÉCNICA	
	Marca	Saida Tex
	Modelo	Santian-8pulg.
	Voltaje	220 V
	Potencia	1180 W
	Largo de cuchilla	8"
	Forma de la cuchilla	Recta

Fuente: Santian

Tabla 5. Estaciones necesarias

ETAPAS	TIEMPO PROMEDIO (MIN.)	OPERARIO ASIGNADO	TIEMPO POR OPERARIO
Almacén de MP	0.15		
Área de corte	4.98		
Área de planchado	3.05	A-A	8.34
Transporte 1	0.16		
Área de costura	5.11		
Área de ojalado y botonado	3.95	B	9.06
Inspección 1	1.52		
Transporte 2	0.16		
Bordado y planchado	5.01	C	6.70
Costura y etiquetado	3.40		
Inspección 2	1.43	D	5.36
Almacén de PT	0.53		
TOTAL	29.46	5	29.46

Fuente: Elaboración propia

Indicadores de productividad con la mejora:

Para calcular los resultados de los indicadores con la mejora se identifica el nuevo cuello de botella, el cual tiene un valor de 13.33 minutos.

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{Cuell\ de\ botella} = \frac{12480 \frac{min}{mes}}{9,06 \frac{min}{camisa}} = 1377,48 \cong 1378 \frac{camisas}{mes}$$

$$Productividad = \frac{Producción}{Horas\ trabajadas} = \frac{1378 \frac{camisas}{mes}}{208 \frac{hrs}{mes}} = 6,625 \frac{camisas}{hora}$$

$$Productividad\ de\ MO = \frac{Producción}{Operarios} = \frac{1378 \frac{camisas}{mes}}{4 \frac{operar.}{mes}} = 344,5 \frac{camisas}{operario} \cdot mes$$

En el caso de la productividad económica, se considera una reducción en los costos de los operarios, por ende, el costo de MO directa disminuye.

Tabla 6. Costo de producción al día

Costo	Cantidad	Subtotal
Costo de materiales	9,46 soles/unidad	S/ 435.16
Costo de mano de obra	5	S/ 157.69
TOTAL		S/ 592.85

Fuente: Elaboración propia

$$Productividad\ económica = \frac{producción}{costos} = \frac{53\ und/día}{592,85\ soles/día} = 0,09\ camisas/sol$$

Según el resultado obtenido, la productividad económica es de 0,09 camisas/sol, es decir que por cada sol que se invierte se fabrica un 9% de una camisa escolar.

Para poder evidenciar la mejora, se elaboro un cuadro en donde se comparan los indicadores con la propuesta y antes de la propuesta, como se puede evidenciar en la Tabla N°7.

Tabla 7. Comparación de indicadores

Indicadores	Sin la propuesta	Con la propuesta	Variación
Producción	46 camisas/día	53 camisas/día	15%
Productividad	5.75 camisas/hra	6.62 camisas/hra	15%
Productividad de MO	9.2 camisas/trabajador.día	13.25 camisas/trabajador.día	44%
Productividad económica	0.07 camisas/sol	0.09 camisas/sol	29%

Fuente: Elaboración propia

Simulación de la mejora en ProModel:

Determinados los nuevos tiempos por etapas, además de la asignación de cada operario, se procede a desarrollar el diseño de la propuesta en el software ProModel, para el tiempo de simulación se tomaron en cuenta las 8 horas de trabajo por día, teniendo un trabajo de 26 días al mes. En la Figura N°6 se muestran los resultados del software, en el cual se observa que se obtienen 52 camisas, valor cercano al calculado en la producción diaria (53 camisas), asimismo, se observa que el %de utilización de las áreas de corte y planchado incrementaron respecto a la situación actual. También, en la Figura N°7 se observa que hay piezas que se quedaron en las distintas áreas, siendo 5 en la recepción de materia prima, 4 en las partes de la camisa, 2 en las camisas de costura y así con las demás variables.

Figura 6. Locaciones a utilizar

Nombre	Tiempo Program...	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Recepción de MP	16.00	1.00	58.00	15.50	0.94	1.00	1.00	93.63
Área de corte	16.00	1.00	57.00	16.63	0.99	1.00	1.00	98.75
Área de planchado	16.00	1.00	56.00	16.20	0.94	1.00	1.00	94.49
Cola de hilo	16.00	1.00	56.00	15.98	0.93	1.00	1.00	35.55
Área de costura	16.00	1.00	55.00	17.43	1.00	1.00	1.00	99.84
Cola de botones	16.00	1.00	55.00	16.60	0.95	1.00	1.00	35.17
Área de botonado	16.00	1.00	54.00	17.60	0.99	1.00	1.00	98.98
Inspección 1	8.00	1.00	53.00	1.47	0.16	1.00	0.00	16.27
Bordado y planchado	8.02	1.00	53.00	3.69	0.41	1.00	0.00	40.68
Cola de insignias	16.00	1.00	54.00	16.96	0.95	1.00	1.00	35.66
Cola de etiquetas	8.02	1.00	53.00	8.19	0.90	1.00	0.00	33.39
Costura y etiquetado	16.00	1.00	53.00	17.95	0.99	1.00	1.00	99.11
Inspección 2	8.00	1.00	52.00	1.59	0.17	1.00	0.00	17.27
Almacén de PT	8.00	1.00	52.00	1.77	0.19	1.00	0.00	19.22

Fuente: ProModel

Figura 7. Variables a medir

Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
VNmateria prima	57.00	16.60	0.00	57.00	57.00	28.81
VNpartes de la camisa	56.00	17.11	0.00	56.00	56.00	27.91
VNcamisas con costura	54.00	17.73	0.00	54.00	54.00	26.62
VNcamisas botonada	53.00	17.95	0.00	53.00	53.00	26.09
VNcamisa bordada	53.00	18.13	0.00	53.00	53.00	25.89
VNcamisa con etiqueta	52.00	18.32	0.00	52.00	52.00	25.40
VNproducto terminado	52.00	18.37	0.00	52.00	52.00	25.28

Fuente: ProModel

Evaluación beneficio-costos de la propuesta de mejora:

Tabla 8. Flujo de caja

Ítems	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
INGRESOS													
Ventas		1,348	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348
Precio por unidad		S/ 23.00											
T. INGRESOS		S/ 30,992.50											
EGRESOS													
Cortadora Saida	S/ 7,264.32												
Imprevistos (5%)	S/ 363.22												
Depreciación		S/ 605.36											
Operarios		S/ 5,125.00											
Costos de MD		S/ 12,747.35											
GAV		S/ 5,680.00											
T. EGRESOS	S/ 7,627.54	S/ 24,157.71											
Util. antes de I.		S/ 6,834.79											
Impuestos		S/ 2,016.26											
FLUJO DE FONDOS	-S/7,627.54	S/ 4,818.53											

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Evaluación de indicadores según el flujo de caja

Indicador	Resultado	Unidad	Análisis
VAN	S/ 13,762.95	soles	Sí es viable, porque $VAN > 0$
TIR	62.99%	porcentaje	Sí es viable, porque $TIR > TMAR$
B/C	1.20	-	Sí es viable, porque $B/C > 1.05$
PRI	4.28	meses	Sí es viable, porque $PRI < 12$ meses

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis beneficio-costo se tomo en cuenta la tasa mínima de aceptación de rentabilidad (TMAR) que tiene la empresa, la cual es del 20%, esto para poder comparar con el TIR. Además, como se aprecia en la Tabla N°9, el valor actual neto (VAN) resulto un saldo positivo, lo que hace viable la inversión, además, la tasa interna de retorno (TIR) tiene un valor mayor al TMAR, por lo que por esa parte también lo hace viable, asimismo, se tiene un beneficio-costo (B/C) mayor que 1.05, indicado que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 20 céntimos, finalmente se tiene que el periodo de retorno de inversión (PRI) es de 4,28 meses. Como se puede apreciar, todos los indicadores del flujo de caja, dan una viabilidad a la inversión, por lo que la propuesta sería rentable.

Discusión

Referente a la propuesta de mejora, se tuvo en consideración la investigación realizada por Castillo y Shimabukuro [21], en la cual emplea la metodología 5'S y balance de línea, de tal manera que aumente la productividad en el área de estampado. Con esta metodología, los investigadores obtuvieron un aumento de la productividad en 15% y aumento en la productividad de MO en un 39,94%. Por parte de la presente de investigación, la productividad aumento en un 15% pasando de un valor de 5,75 camisas/hra a 6,62 camisas/hra, asimismo la productividad de mano de obra aumentó en un valor del 44%, pasando de 9,2 camisas/trabajador.día a 13,25 camisas/trabajador.día. Así, se puede evidenciar que por parte de la productividad se obtuvo un resultado similar y por parte de la productividad de mano de obra se obtuvo un resultado mayor.

Por otra parte, Pérez [25], en su trabajo de master, para ello aplico balance de línea, identificando las causas con un Ishikawa, dando como resultado un incremento de la producción del 20%, siendo un resultado equiparable a la producción que se incremento en la presente investigación, pasando de un valor de 46 camisas/día a 53 camisas/día, incrementando la producción en un 15%, siendo un valor cercano al obtenido por Pérez en su investigación.

III. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Se propuso la mejora del proceso productivo de prendas de vestir en una empresa textil, el cual tiene como finalidad aumentar la productividad, productividad de mano de obra y por ende la producción, llegando así a satisfacer toda su demanda. Dichos indicadores se encontraban en un nivel bajo dado que no había implementando ninguna mejora desde su apertura, por lo que no podían satisfacer su demanda, sin embargo, gracias a la propuesta de mejora se aumenta cada uno de los indicadores anteriormente mencionados.

Se diagnóstico la situación actual de la empresa textil, identificando el proceso productivo, con la ayuda de un DOP y DAP para identificar los procesos y los tiempos. Así, se encontraron indicadores bajos, los cuales no les permitía satisfacer la demanda en su producto más vendido, las camisas escolares. Para lo cual, se hizo una toma de tiempo por etapa, para poder hallar la distribución de cada uno de las etapas y así poder simular la situación actual en el software ProModel.

Se elaboró una propuesta de mejora del proceso productivo de camisas en una empresa textil con la simulación en el software ProModel, la cual se hizo mediante el balance de línea, incluyendo la unión de etapas y de una cortadora, la cual disminuiría el tiempo de corte de la tela. Así, se lograron mejorar los indicadores identificados en el diagnóstico. Los cuales aumentaron en un 15%, 15%, 44% y 29% la producción, productividad, productividad de mano de obra y la productividad económica respectivamente, evidenciando así una mejora del proceso productivo.

Se evaluó el beneficio-costo de la propuesta de mejora del proceso productivo en una empresa textil, para lo cual, primero se realizó el flujo de caja, para luego evaluar cada uno de los indicadores de este flujo. El VAN obtuvo un valor de S/13 762,95, la TIR un valor de 62,99%, el B/C un valor de 1,20 y el PRI un dato de 4,28 meses; siendo estos valores los que demuestran la viabilidad de la propuesta de mejora desde el aspecto económico.

Recomendaciones

Se recomienda realizar nuevas mediciones de tiempo con la propuesta de mejora ya implementada, de tal manera que se obtengan datos más reales y así obtener un resultado más certero de la producción y el tiempo de ciclo con la mejora ya implementada. Para ello se deberá tomar en cuenta las acciones que realicen los operarios y el desenvolvimiento en cada locación o etapa.

Se recomienda evaluar la aplicación de la metodología 5's, la cual servirá para aumentar la eficiencia de la empresa textil, dado que asegura el rendimiento y reduce los desperdicios, dándole utilidad a los desperdicios generados en el área de corte, tales como los retazos, lo que a su vez incrementará la productividad.

Referencias

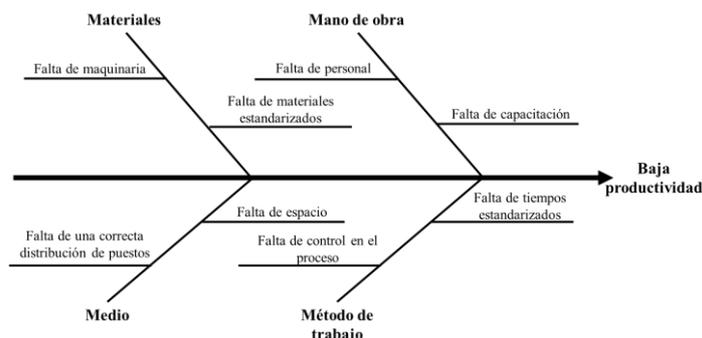
- [1] M. Martín Martínez, «RepositorioComillas,» abril 2020. [En línea]. Available: <https://acortar.link/O4ayK1>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [2] E. Carrera Gallissa, «Los retos sostenibilistas del sector textil,» 2017. [En línea]. Available: <https://acortar.link/iSjPw5>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [3] PROMPERÚ, «INFORMES ESPECIALIZADOS,» abril 2018. [En línea]. Available: <https://acortar.link/IHcXnb>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [4] Mordor, «Mordor,» 2022. [En línea]. Available: <https://acortar.link/5bP6Fl>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [5] H. Huallpa Paz, «RepositorioUPC,» 2016. [En línea]. Available: <https://acortar.link/CoBUgX>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [6] C. Posada, «COMERCIO EXTERIOR,» 13 julio 2020. [En línea]. Available: <https://acortar.link/L2aokT>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [7] IEES, «SNI,» marzo 2021. [En línea]. Available: <https://acortar.link/fPdybv>. [Último acceso: 25 mayo 2025].
- [8] EDS, «EDS ROBOTICS,» 27 agosto 2020. [En línea]. Available: <https://acortar.link/PyeTNT>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [9] V. García Valencia, «CORE,» [En línea]. Available: <https://acortar.link/BhBDOo>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [10] R. Carro y D. Gonzáles, «Productividad y competitividad,» 2020. [En línea]. Available: <https://acortar.link/rulKkG>. [Último acceso: 26 mayo 2023].
- [11] G. Ramírez Méndez, D. Megaña Medina y R. Ojeda López, «Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica,» agosto 2022. [En línea]. Available: <https://acortar.link/bQeMvi>. [Último acceso: 26 mayo 2023].

- [12] G. Dunna, «Manual del ProModel,» 2103. [En línea]. Available: <https://jrvargas.files.wordpress.com/2010/02/manual-promodel.pdf>. [Último acceso: 25 junio 2023].
- [13] Biblioteca de España, «Biblus.Es,» 2018. [En línea]. Available: https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/50070/fichero/CAPITULO+2_Introducción+Lean+Manufacturing.pdf. [Último acceso: 26 mayo 2023].
- [14] A. Tejada, «Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos,» 2 junio 2011. [En línea]. Available: <https://acortar.link/e5qVOC>. [Último acceso: 26 mayo 2023].
- [15] D. Bello, F. Murrieta y C. Cortes, «Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias,» 16 junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [16] N. Tejada, V. Gisbert y A. Pérez, «Metodología de estudio de tiempo y movimiento,» 22 noviembre 2017. [En línea]. Available: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf. [Último acceso: 26 mayo 2023].
- [17] F. M. Carvajal Pineda, «Estudio de tiempo estándar en área de medición de cable para la empresa nacional de eléctricos,» noviembre 2013. [En línea]. Available: https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/2992/Pineda_Flor_2014.pdf?sequence=1#:~:text=El%20tiempo%20estándar%20para%20una,lleve%20a%20cabo%20la%20operación. [Último acceso: 26 mayo 2023].
- [18] A. Escalante y J. González, «Ingeniería Industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil,» 2017. [En línea]. Available: <https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/842/free/data/presentacion/cap8.pdf>. [Último acceso: 26 mayo 2023].
- [19] Y. R. Sacha Pérez, «Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en una empresa textil,» noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/826/Sacha%20Pérez%20Yasmina%20Rocío.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [20] A. I. Laureano Córdor y M. d. P. Mejía Micha, «Propuesta de mejora de la productividad en una empresa de confecciones mediante el uso de técnicas del Lean Manufacturing,» 26 noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://acortar.link/zpBa3D>. [Último acceso: 26 mayo 2023].

- [21] M. A. Castillo Valdez y A. H. Shimabukuro Makiyama, «Mejora del área de producción en la empresa Berr Textil Perú S.A.C. aplicando la metodología 5'S,» junio 2021. [En línea]. Available: https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/14020/Castillo-Shimabukuro_Mejora-área-producción.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 26 mayo 2023].
- [22] J. Gálvez y S. Zamora, «Propuesta de mejora para incrementar la productividad en el área de costura en PYMEs textiles mediante el uso de herramientas Lean,» 28 octubre 2022. [En línea]. Available: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/664317>. [Último acceso: 26 mayo 2023].
- [23] M. Benites, «Propuesta de mejora aplicando herramientas de ingeniería para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa de confección textil,» noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://acortar.link/i3XIVb>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [24] M. Bakator, D. Zivko y M. Vorkapic, «Principios lean manufacturing para mejorar la productividad en la industria textil,» noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://acortar.link/qUpxCg>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [25] E. Pérez Sánchez, «Análisis y propuestas de mejora del proceso productivo de una empresa del sector textil,» Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/167636/Pérez%20-%20ANÁLISIS%20Y%20PROPUESTAS%20DE%20MEJORA%20DEL%20PROCESO%20PRODUCTIVO%20DE%20UNA%20EMPRESA%20DEL%20SECTOR%20TEXTIL%20%28...pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [26] J. R. Paredes Torres, «Propuesta de mejora en la productividad para una empresa textil del Ecuador,» 30 agosto 2021. [En línea]. Available: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/19227>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [27] J. C. Gárate Aguirre, «Factores que contribuyen en el aumento de la productividad de las pequeñas y medianas empresas textiles de cuenca ecuador,» enero-febrero 2022. [En línea]. Available: <https://vinculategica.uanl.mx/index.php/v/article/view/300>. [Último acceso: 25 mayo 2023].
- [28] U. Krishna Saha, S. Das y M. Chandra Das, «Study on productivity improvement intextile industry,» *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, vol. 4, n° 7, pp. 3361-3365, julio 2022.

Anexos

Anexo 1. Diagrama de Ishikawa de la empresa textil en estudio



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Toma de tiempos para cada etapa

N° de medición	ETAPAS (MIN.)										
	Almacén de MP	Área de corte	Área de planchado	Área de costura	Área de ojalado y b.	Inspección 1	Bordado y planchado	Costura y etiquetado	Inspección 2	Almacén de PT	Transporte entre etapas
1	0.10	10.58	2.63	5.22	3.97	1.02	4.82	3.50	1.10	0.47	0.15
2	0.15	9.97	3.33	5.57	3.48	1.03	5.63	3.18	1.57	0.50	0.15
3	0.22	10.43	3.35	5.40	3.68	1.88	4.32	3.83	1.20	0.62	0.12
4	0.08	9.52	3.02	4.25	3.88	1.85	5.00	3.95	1.03	0.47	0.10
5	0.20	10.37	2.55	5.48	4.43	1.30	5.65	3.20	1.35	0.48	0.15
6	0.25	10.62	2.75	5.17	3.83	1.13	4.52	3.32	1.55	0.47	0.08
7	0.22	9.77	3.05	5.82	4.43	1.98	5.18	3.15	1.55	0.50	0.20
8	0.08	9.38	2.55	4.60	3.62	1.37	5.30	3.12	1.02	0.47	0.10
9	0.12	10.83	2.87	5.45	3.35	1.55	4.58	3.62	1.05	0.48	0.13
10	0.17	10.48	3.33	5.65	4.02	1.40	4.90	3.55	1.35	0.60	0.12
11	0.08	9.50	3.23	5.65	4.02	1.43	5.70	3.28	1.43	0.43	0.18
12	0.08	9.97	2.90	5.60	4.12	1.97	5.27	3.58	1.68	0.65	0.13
13	0.17	9.42	3.27	5.78	4.37	1.28	4.28	3.52	1.65	0.47	0.20
14	0.17	10.72	3.15	4.73	4.10	1.35	5.17	3.85	1.25	0.40	0.20
15	0.10	9.80	2.98	4.60	3.75	1.00	5.17	3.28	1.85	0.60	0.08
16	0.10	10.30	2.93	5.50	3.93	1.30	5.03	3.62	1.77	0.65	0.13
17	0.23	9.67	2.95	5.00	3.57	1.48	5.08	4.00	1.28	0.50	0.17
18	0.22	9.70	3.45	5.55	4.53	1.98	5.30	3.15	1.48	0.58	0.15
19	0.13	9.82	3.17	5.75	3.68	1.12	4.58	3.13	1.90	0.63	0.25
20	0.12	9.90	2.72	5.65	4.35	1.62	5.77	3.58	1.58	0.50	0.25
21	0.23	9.27	3.30	4.25	4.18	1.18	5.80	3.62	1.32	0.35	0.13
22	0.13	10.63	3.10	4.17	3.93	1.82	4.62	3.18	1.68	0.33	0.23
23	0.10	9.57	2.93	4.45	3.40	1.95	4.25	3.07	1.38	0.58	0.15
24	0.10	9.27	3.20	5.13	3.53	1.02	5.30	3.68	1.05	0.63	0.20

25	0.08	10.78	2.92	5.65	3.38	1.55	4.52	3.40	1.98	0.48	0.18
26	0.08	9.17	3.43	5.37	3.50	1.87	5.37	3.82	1.85	0.42	0.15
27	0.13	9.27	2.67	4.20	4.42	1.67	5.82	3.02	1.85	0.60	0.18
28	0.15	9.25	3.20	5.10	3.75	1.07	4.77	3.42	1.55	0.60	0.23
29	0.08	10.43	3.43	4.92	3.47	1.45	4.70	3.02	1.55	0.55	0.08
30	0.25	10.32	3.45	4.48	4.20	1.07	4.17	3.15	1.95	0.60	0.10
31	0.18	9.85	3.33	4.63	4.05	1.93	4.92	3.00	1.00	0.67	0.18
32	0.13	9.58	2.98	4.23	4.48	1.82	4.42	3.17	1.03	0.55	0.12
33	0.20	10.18	2.75	5.65	4.05	1.62	5.12	3.63	1.08	0.37	0.18
34	0.10	9.58	3.02	4.20	3.73	1.28	4.68	3.18	1.70	0.63	0.10
35	0.08	9.92	3.05	5.52	4.17	1.17	4.75	4.00	1.50	0.42	0.23
36	0.18	9.78	2.95	5.15	3.73	1.90	4.55	3.75	1.25	0.52	0.18
37	0.10	9.88	2.55	5.70	3.88	1.82	4.55	3.07	1.62	0.48	0.25
38	0.17	10.58	3.10	4.20	3.72	1.53	5.82	3.33	1.10	0.63	0.12
39	0.22	9.55	2.62	5.78	4.20	1.85	5.28	3.03	1.18	0.43	0.18
40	0.08	10.35	3.27	5.47	4.08	1.23	5.45	3.30	1.55	0.48	0.22
41	0.23	9.95	2.62	4.57	3.48	1.82	4.38	3.02	1.98	0.62	0.25
42	0.15	10.48	3.47	4.23	4.23	1.98	5.68	3.00	1.08	0.43	0.13
43	0.18	9.30	3.48	5.30	3.88	1.35	4.63	3.33	1.23	0.55	0.15
44	0.15	10.55	3.17	4.60	4.45	1.45	5.40	3.05	1.18	0.60	0.17
45	0.13	10.65	3.27	5.53	3.87	1.87	5.52	3.35	1.45	0.65	0.17
46	0.15	9.87	3.13	5.32	4.48	1.23	4.75	3.70	1.17	0.58	0.08
47	0.22	9.77	2.67	5.52	3.98	1.60	5.00	3.57	1.80	0.42	0.22
48	0.12	9.45	2.75	5.33	3.80	1.65	4.70	3.18	1.72	0.60	0.20
49	0.20	9.60	3.28	5.02	4.53	1.75	5.70	3.80	1.05	0.60	0.08
50	0.18	10.67	3.33	5.65	3.80	1.62	4.78	3.62	1.12	0.47	0.12
PROMEDIO	0.15	9.96	3.05	5.11	3.95	1.52	5.01	3.40	1.43	0.53	0.16

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Distribución para cada etapa

Etapa	Distribución	Tiempos (min.)	Nombre
Almacén de MP	Normal	(0.149,0.0534)	N(0.149,0.0534)
Transporte 1	Normal	(0.16,0.05)	N(0.16,0.05)
Área de corte	Uniforme	(9.17,10.8)	U(9.17,10.8)
Transporte 2	Normal	(0.16,0.05)	N(0.16,0.05)
Área de planchado	Normal	(3.05,0.278)	N(3.05,0.278)
Transporte 3	Normal	(0.16,0.05)	N(0.16,0.05)
Área de costura	Normal	(5.11,0.54)	N(5.11,0.54)
Transporte 4	Normal	(0.16,0.05)	N(0.16,0.05)
Área de ojalado y botonado	Uniforme	(3.35,4.53)	U(3.35,4.53)
Transporte 5	Normal	(0.16,0.05)	N(0.16,0.05)
Inspección 1	Uniforme	(1,1.98)	U(1,1.98)
Transporte 6	Normal	(0.16,0.05)	N(0.16,0.05)
Bordado y planchado	Uniforme	(4.17,5.82)	U(4.17,5.82)
Transporte 7	Normal	(0.16,0.05)	N(0.16,0.05)
Costura y etiquetado	Normal	(3.4,0.295)	N(3.4,0.295)
Transporte 8	Normal	(0.16,0.05)	N(0.16,0.05)
Inspección 2	Normal	(1.43,0.298)	N(1.43,0.298)
Transporte 9	Normal	(0.16,0.05)	N(0.16,0.05)
Almacén de PT	Normal	(0.526,0.0878)	N(0.526,0.0878)

Fuente: Elaboración propia