



Facultad de Ingeniería

Ingeniería Textil y de Confecciones

Trabajo de Suficiencia Profesional

“Implementación del balance de línea para la mejora de la
productividad en las líneas de costura de una empresa de
confección - Lima 2020”

Emelyn Gonny Del Rosario Ramírez Figueroa

Para optar el Título de Ingeniero Textil y de Confecciones

Asesor: Cecilia Esther Luque Sanca

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

A DIOS: Por guiar siempre mi camino y darme fuerzas para superar dificultades y obstáculos en mi vida.

A mis queridos padres:

Que me han formado con valores, hábitos y buenos sentimientos que me ayudaron a salir adelante en las situaciones más difíciles.

A todas las personas que me apoyaron en realizar este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi total agradecimiento: A Dios por bendecirme, por brindarme sabiduría y por hacer realidad mis sueños.

A mi asesora la Ingeniera Cecilia Esther Luque Sanca, quien con su esfuerzo y paciencia me brindó las pautas para centrar mis ideas en el desarrollo de mi investigación.

En especial a mis seres queridos quienes siempre están a mi lado y me ofrecen su apoyo absoluto.

Y por último a mis queridos compañeros de mi trabajo que me apoyaron, motivaron y me facilitaron información para cumplir con los objetivos de esta tesis.

RESUMEN

En el presente trabajo se implementó el balance de línea, debido a los bajos niveles de productividad de las líneas de costura, las cuales generan mayores costos por minuto trabajado de la mano de obra directa. El objetivo principal fue determinar en qué medida la implementación del balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020; se trabajó con dos variables entre ellas balance de línea, con sus dimensiones mano de obra y tiempo estándar; la segunda variable productividad, con sus dimensiones eficiencia y recursos económicos. La metodología planteada fue de enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasi experimental. En el desarrollo de la investigación se determinó las causas de los bajos niveles de productividad con el diagrama de Ishikawa y Pareto, luego se utilizó el formato de capacidades y la ficha de observación para determinar la mejora de la productividad; el balance de línea se implementó en la producción de prendas box en 4 líneas de costura por 7 días y el periodo de observación con y sin balance de línea fue de 14 días. En los resultados se demuestra que los bajos niveles de productividad se dan por la ausencia de mano de obra calificada

y curvas de aprendizaje; luego de implementar el balance de línea se logró disminuir el tiempo estándar de 25.4 a 22.4 minutos/prenda, se mejoró la eficiencia de 75% a 88% y se optimizó los recursos económicos de 0.063 a 0.055 dólares/minuto; finalmente la productividad mejoró en 15%.

Palabras clave: Balance de línea, productividad, eficiencia.

ABSTRACT

In the present work, the line balance was implemented, due to the low levels of productivity of the sewing lines, which generate higher costs per minute worked from direct labor. The main objective was to determine to what extent the implementation of the line balance improves the productivity of the sewing lines of a clothing company - Lima 2020; Two variables were used, including line balance, with its dimensions of labor and standard time; the second variable productivity, with its dimensions efficiency and economic resources. The proposed methodology was quantitative approach, explanatory level and quasi-experimental design. In the development of the research, the causes of low productivity levels were determined with the Ishikawa and Pareto diagram, then the capabilities format and the observation card were used to determine the productivity improvement; The line balance was implemented in the production of box garments in 4 sewing lines for 7 days and the observation period with and without line balance was 14 days. The results show that the low levels of productivity are due to the absence of qualified labor and learning curves; After implementing the line balance, the standard time was reduced from 25.4 to

22.4 minutes / garment, efficiency was improved from 75% to 88% and economic resources were optimized from 0.063 to 0.055 dólares / minute; finally productivity improved by 15%.

Keywords: Line balance, productivity, efficiency.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO 1	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Situación Problemática	1
1.2. Preguntas de Investigación.....	3
1.3. Objetivos de la Investigación	3
1.4. Hipótesis.....	4
1.5. Alcance y limitaciones	4
1.6. Justificación.....	5
CAPÍTULO 2	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de la Investigación	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	10

2.2.	Bases Teóricas.....	12
2.2.1.	Balance de línea.....	12
2.2.2.	Productividad	21
CAPÍTULO 3		27
METODOLOGÍA.....		27
3.1.	Enfoque, alcance y diseño de la investigación.....	27
3.2.	Matrices de Alineamiento	29
3.2.1.	Matriz de consistencia	29
3.2.2.	Matriz de operacionalización de variables	30
3.3.	Población y muestra	31
3.4.	Técnica e instrumento	31
3.5.	Aplicación del instrumento	33
3.6.	Procedimientos de la investigación	34
CAPÍTULO 4		35
DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....		35
4.1.	Diagnóstico de la empresa	35
4.1.1.	Información de la empresa	35
4.1.2.	Descripción del área de costura	38
4.1.3.	Causas del problema	48
4.2.	Preprueba grupo de control y grupo experimental	54
4.3.	Aplicación del estímulo	57
4.3.1.	Cronograma de ejecución	57
4.3.2.	Desarrollo de la propuesta	57

4.4.	Posprueba y presentación de los resultados	69
CAPÍTULO 5		80
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		80
5.1.	Análisis.....	80
5.2.	Resultados y análisis de la variable productividad	81
5.3.	Resultados y análisis de la variable balance de línea	83
5.4.	Productividad.....	84
5.5.	Análisis entre las variables balance de línea y productividad.....	86
5.6.	Contrastación de hipótesis.....	86
5.7.	Análisis y discusión.....	93
5.8.	Evaluación económica.....	95
CONCLUSIONES.....		99
RECOMENDACIONES		101
BIBLIOGRAFÍA		102
ANEXOS		105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1	Balaneo de línea.....	14
Tabla2	Tabla de categoría de maquinista.....	16
Tabla3	Tabla de categoría de operación.....	16
Tabla4	Hoja de ingeniería.....	25
Tabla5	Matriz de consistencia.....	29
Tabla6	Matriz de operacionalización.....	30
Tabla7	Minutos y eficiencia para el cálculo del valor minuto directo.....	45
Tabla8	Calculo eficiencia proyectada.....	46
Tabla9	Proyección de incentivo semanal.....	47
Tabla10	Cálculo meta del valor minuto directo.....	47
Tabla11	Causas de los bajos niveles de productividad de las líneas de costura.....	49
Tabla12	Frecuencia de Pareto.....	50
Tabla13	Categorías de los maquinistas de balance línea.....	58
Tabla 14	Ejemplo de categoría de operaciones según tipo de máquina.....	58
Tabla15	Líneas atendidas por maquinista de balance.....	59
Tabla16	Requerimiento de maquinistas calificados para el balance de línea.....	60
Tabla17	Balaneo de línea (15-16).....	64
Tabla18	Balaneo de línea (23-24).....	66
Tabla19	Programación de maquinista balance de línea.....	67
Tabla20	Comparativo Indicador % cumplimiento de la eficiencia.....	72
Tabla21	Comparativo indicador valor minuto directo.....	73
Tabla22	Comparativo productividad de recursos económicos.....	74
Tabla 23	Comparación del tiempo sin balance y con balance.....	79
Tabla24	Eficiencia de línea.....	81
Tabla25	Valor minuto directo.....	82
Tabla26	Tiempo estándar de prenda en minutos.....	83

Tabla27 Gráfico productividad	85
Tabla28 Prueba normalidad de eficiencia	87
Tabla29 Prueba T-student de la eficiencia.....	88
Tabla30 Prueba de normalidad recursos económicos	89
Tabla31 Prueba T-student recursos económicos.....	90
Tabla32 Prueba de normalidad productividad.....	91
Tabla33 Prueba T-student productividad	92
Tabla34 Beneficio costo	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1 Curva de aprendizaje por cambio de operación ejemplo (01)	17
Figura2 Curva de aprendizaje por cambio de operación ejemplo (02)	17
Figura3 Suplemento de la Organización Internacional del Trabajo.....	20
Figura4 Método de investigación.....	28
Figura5 Ficha de observación	32
Figura6 Formato de capacidades.....	33
Figura7 Certificaciones	36
Figura8 Imágenes tipos de prenda.....	37
Figura9 Líneas de producción de prendas de box.....	39
Figura10 Máquinas de costura para confección de prendas box.....	40
Figura11 Hoja de ingeniería prenda box	43
Figura12 Hoja de ingeniería prenda tshirt	44
Figura13 Diagrama Causa-Efecto.....	48
Figura14 Gráfico Diagrama de Pareto.....	51
Figura15 Porcentaje de ausentismo de maquinistas de costura.....	53
Figura16 Periodo de curva de aprendizaje	53
Figura17 Curva de aprendizaje real del personal de costura.....	54
Figura18 Ficha de observación preprueba grupo de control.....	55
Figura19 Ficha de observación preprueba grupo experimental	56
Figura20 Cronograma de ejecución	57
Figura21 Capacitación maquinistas calificados	60
Figura22 Programación del maquinista calificado con la herramienta balance de línea ..	61
Figura23 Resultados del balance de línea con maquinista calificado	62

Figura24 Layout costura (15-16)	63
Figura 25 Layout costura (23-24)	65
Figura26 Balance de línea con maquinista calificado (línea 23-24)	68
Figura27 Balance de línea con maquinista calificado (línea 15-16)	68
Figura28 Ficha de observación grupo experimental con balance de línea (15 - 16 – 23 - 24)	70
Figura29 Ficha de observación grupo de control sin balance de línea (19-20-21-22).....	71
Figura30 Formato de capacidades por operación sin balance de línea (19-20) grupo de control.....	75
Figura31 Formato de capacidades por operación sin balance de línea (21-22) grupo de control.....	76
Figura32 Formato de capacidades por operación con balance de línea (15-16) grupo experimental	77
Figura33 Formato de capacidades por operación con balance de línea (23-24) grupo experimental	78
Figura34 Gráfico de eficiencia de línea	81
Figura35 Gráfico de valor minuto directo.....	82
Figura36 Gráfico de tiempo estándar de prenda	84
Figura37 Gráfico productividad	85

INTRODUCCIÓN

En la investigación, se aborda el tema de balance de línea que es una herramienta de gran importancia para minimizar el desequilibrio de la mano de obra directa, en el desarrollo del trabajo se demuestra que su aplicación conlleva a disminuir el tiempo de la prenda, a mejorar la eficiencia, a optimizar el valor minuto y en consecuencia la productividad.

Muchas empresas del sector confecciones de nuestro país presentan bajos niveles de productividad, el cual genera incremento del costo de la mano de obra directa a comparación de países de Centroamérica y países Asiáticos que presentan bajos costos laborales. En este panorama se define la pregunta general ¿En qué medida la implementación del balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020?; del mismo modo se plantea la hipótesis, la implementación del balance de línea mejora en 15% la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

En tal sentido el objetivo general es: Determinar en qué medida la implementación del balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020. Para ello la investigación desarrolla los siguientes capítulos:

Capítulo 1 planteamiento del problema donde se detalla la situación problemática, las preguntas, los objetivos, las hipótesis y justificación; capítulo 2 marco teórico contiene los antecedentes y las bases teóricas; capítulo 3 metodología donde se menciona el enfoque, alcance, diseño de la investigación, matriz de alineamiento, población, muestra, técnicas e instrumento de investigación; capítulo 4 diagnóstico donde se explica las causas del problema y propuesta de solución; capítulo 5 resultados y análisis donde se detalla los resultados, contrastación de la hipótesis, discusión y finalmente el análisis económico.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación Problemática

Los Estados Unidos es uno de los países más consumistas del mundo, por eso se considera el mercado perfecto para cualquier país que tiene un acuerdo comercial con ellos, como es el caso de Perú; en tal sentido es importante incrementar las exportaciones, pero los bajos costos laborales de países Asiáticos como por ejemplo el costo/hora en China es US\$2.65, en la India US\$1.12, en Vietnam US\$0.74 y en nuestro país US\$2.78 este escenario nos obliga a implementar estrategias para incrementar la productividad y disminuir el costo laboral (Posada, 2020).

Según la base de datos de Oficina de Textiles y Confecciones OTEXA (2020) informa que, al mes de mayo del 2020 los Estados Unidos ha disminuido en 28% sus importaciones de China,

es decir, este país ya no es considerado como el principal proveedor de confecciones de los Estados Unidos, ahora Vietnam ocupa su lugar como nuevo líder en exportaciones de prendas de vestir con un total de US\$ 4810 millones. El Perú debe aprovechar la situación para competir con el resto de los países e incrementar sus exportaciones a los Estados Unidos.

El Ministerio de la Producción PRODUCE (2018) refiere que, el sector de confecciones del Perú se ve influenciado por países como Honduras y Guatemala que son sus principales competidores porque sus precios son menores; es así que Centroamérica y los países Asiáticos optimizan sus procesos productivos y mejoran su eficiencia. En este panorama el principal reto para el sector de confecciones del Perú es mejorar la productividad para ello se debe: adquirir nueva tecnología para modernizar los procesos, implementar herramientas de ingeniería, brindar capacitación constante al personal, asimismo las prendas de vestir deben confeccionarse con un valor agregado y diseños innovadores para promocionarlos en los principales mercados.

El Instituto de Estudios Económicos y Sociales IEES (2021) indica que, el sector confecciones es importante para el Perú ya que representa el 6.4% del PBI del sector manufactura y también porque genera 400,000 puestos de trabajo. Entre enero a mayo del 2020 las exportaciones han disminuido en 40.93% a causa de la crisis de la pandemia del Covid 19. Estamos viviendo en un mundo globalizado por lo que la problemática actual afecta a nuestro país por ende las empresas están en la necesidad de cambiar su enfoque y redefinir sus estrategias de modo que les ayude a fortalecer la productividad.

En el ámbito local las empresas de confecciones presentan sobrecosto en la producción y bajos niveles de productividad, por ejemplo, un inspector de prendas en Perú revisa 300 prendas por hora mientras que en Honduras 400 prendas por hora, por lo tanto, las empresas

peruanas necesitan mejorar sus métodos de trabajo para incrementar la eficiencia en las áreas de manufactura; en tal sentido el trabajo de ingeniería es fundamental (Córdoba, 2019).

La empresa en estudio no es ajena a esta problemática y presenta bajos niveles de productividad en el área de confecciones. Un ejemplo son las bajas eficiencias de las líneas de producción de prendas box, por este motivo la necesidad de realizar el presente trabajo radica en mejorar los principales indicadores de productividad como la eficiencia y el valor minuto de la mano de obra directa; es así que el aporte de la investigación consiste en implementar el balance de línea que es una herramienta de gran importancia para la solución de la problemática planteada.

1.2. Preguntas de Investigación

Pregunta general

¿En qué medida la implementación del balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020?

Preguntas específicas

¿En qué medida la implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020?

¿En qué medida la implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020?

1.3. Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Determinar en qué medida la implementación del balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

Para cumplir con lo indicado, se describe los siguientes objetivos específicos:

Determinar en qué medida la implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

Determinar en qué medida la implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

1.4. Hipótesis

Hipótesis general

La implementación del balance de línea mejora en 15% la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

Hipótesis específica.

La implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

La implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

1.5. Alcance y limitaciones

Se define el alcance del presente trabajo en todas líneas de producción de prendas box donde se desarrolla la propuesta de la implementación de la herramienta balance de línea. En la investigación se presentaron limitaciones en la recolección de datos por las políticas de seguridad de información de la empresa. Sin embargo, con el propósito de aportar con la mejora de la productividad para el beneficio de la empresa y los trabajadores se hizo las coordinaciones y solicitud de los permisos correspondientes, de esta manera se logró obtener datos confiables y objetivos que sirvieron para analizar la mejora de los indicadores de productividad.

1.6. Justificación

La empresa en estudio presenta bajos niveles de productividad que genera sobre costo de la mano de obra a consecuencia de la falta del balance de línea con personal calificado, es así que la producción de prendas box en las líneas de costura presentan 75% de eficiencia siendo la meta 84% y el indicador valor minuto de la mano de obra directa asciende a 0.063 dólares/minuto siendo la meta 0.060 dólares/minuto. Por este motivo es de gran importancia mejorar la eficiencia y optimizar el valor minuto que conlleva a la mejora de la productividad. La investigación es viable porque se dispone de las fuentes de información objetivas que son necesarias para el desarrollo del estudio. Además, la investigación pretende contribuir a los estudios realizados sobre el balance de línea como solución para la mejora de la productividad y se justifica de la siguiente manera:

Justificación social

En el aspecto social, la implementación del balance de línea con maquinistas calificados es de gran importancia porque mejorará los incentivos económicos del personal de costura con la mejora de la eficiencia, asimismo mejora la calidad de vida del personal de costura porque tendrá mayores ingresos económicos el cual beneficiará a toda su familia. Se aplica el ganar-ganar que es el beneficio mutuo personal y empresa. Para el personal porque tendrá la opción de ganar mayor incentivo y la empresa porque mejorará la productividad. La presente investigación es aplicable a todas las empresas del sector confección.

Justificación práctica

El balance de línea con maquinistas calificados es útil para equilibrar las líneas de costura y mejorar la eficiencia actual de 75% que está por debajo de la meta de 84% y sirve para dar solución a los bajos niveles de productividad que se presentan por el desbalance en las líneas de costura generados por la falta de personal calificado. La propuesta beneficiará a las

empresas del sector porque permitirá optimizar sus costos de la mano de obra directa e incrementar su productividad.

Justificación económica

La investigación tiene importancia económica porque se optimizará el valor minuto y en consecuencia disminuirá el costo de la mano de obra que actualmente está en 0.063 dólares/minuto siendo la meta 0.060 dólares/minuto. Se demuestra con la evaluación económica en base al método beneficio costo que indica la ganancia por cada dólar invertido.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Entre las últimas investigaciones relacionadas al tema destacan las siguientes:

2.1.1. Antecedentes Internacionales

García (2020). *Propuesta de mejoramiento de la productividad en el departamento de producción de la empresa Remodularsa S.A mediante la aplicación de la Teoría De Restricciones (TOC)*. [Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional - Ecuador]. El objetivo fue presentar una estrategia y mejorar la productividad mediante la aplicación de la teoría de restricciones; la metodología aplicada fue diseño de investigación experimental, en el resultado demostró que la productividad del proceso de laminado fue de 0.56 und/dólar y con

la implementación incrementó a 1 und/dólar, que representa un aumento en la productividad de 79% y la productividad del armado fue de 0.43 und/dólar y con la implementación incrementó a 0.54 und/dólar, que representa un aumento de la productividad de 25%; finalmente concluyó que la aplicación de la TOC permitió conocer los cuellos de botella que retrasaban el proceso y tomó las medidas correctivas para mejorar los indicadores de productividad en el proceso de laminado y armado. Se toma como referencia porque el investigador toma la productividad como variable dependiente y porque el análisis de los resultados lo presentó en función a costos, del mismo modo el presente trabajo analiza la productividad en función a la producción y costos incurridos de la mano de obra directa.

Peña y Jiménez (2019). *Problemas de balanceo de una línea del tipo SALBP caso de una línea de confecciones de prendas. Revista Logos, Ciencia & Tecnología. 11(2):176-196.* <https://revistalogos.policia.edu.co:8443/index.php/rlct/article/view/866>. Tuvo como objetivo aplicar un método analítico de solución SALBP usando el lenguaje de programación AMPL para determinar los resultados óptimos. Los mejores resultados se lograron con el SALBP-2 ya que se obtuvo 6 estaciones de 5 estaciones, eficiencia global de 84.4% a 95.2% y una sobreasignación de personas de 2.7 a 1.7. Llegó a la conclusión que existe múltiples configuraciones de líneas que se deben estudiar para ofrecer soluciones óptimas, sin embargo, el aporte de la investigación propuso el uso del SALBP2 porque logró una mayor eficiencia y una menor sobreasignación de personal. Se toma como referencia porque esta tesis nos da a conocer la mejora de la eficiencia, mientras que en la presente investigación además de mejorar la eficiencia brinda una solución para los bajos niveles de productividad que presentan las líneas de costura por falta de mano de obra calificada que es clave en la implementación del balance de línea.

Muñoz (2018). *Balance de línea para mejorar el flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

El objetivo fue la implementación del balance de línea y la mejora del flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS. En el resultado demostró que con la herramienta balance de línea se logró aumentar un 7% la producción de vehículos, el tiempo de fabricación de carrocería disminuyó en 18% respecto al año 2016 y la mano de obra se redujo en 22 colaboradores. Llegó a la conclusión que los indicadores evaluados mejoraron en comparación al periodo anterior, donde la herramienta no se encontraba aplicada, lo que demuestra que es positivo su aplicación para aumentar la eficiencia de las líneas de producción. En esta investigación el autor demuestra que con el balance de línea se obtiene muchos beneficios, sin embargo, en el presente trabajo no solo presenta la mejora de la productividad si no también da a conocer la ganancia con el método beneficio/costo.

Medina y Illada (2015). *Heurística para el balance de líneas de ensamble con consideraciones ergonómicas*. *Revista Ingeniería Industrial*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5163629.pdf>. En sus resultados demostraron que el balance de línea considerando el índice de ergonomía, obtuvo menor tiempo de 37.6 minutos/unidad a 34.7 minutos/unidad. Llegó a la conclusión que con la aplicación del método propuesto se obtiene un balance de línea que proporciona un equilibrio entre el tiempo y la carga de trabajo teniendo en cuenta la productividad y la salud del trabajador. Se toma como referencia porque en los resultados obtuvo menor tiempo, es así que sirvió de guía para el análisis de resultados del presente trabajo donde se mejoró los tiempos y además se presenta una mejora completa que incluye costos.

Peña et al. (2016). Aplicación de técnica de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Universidad del Valle, Guadalajara de Buga, Colombia*. <https://doi.org/10.22517/23447214.11251>. Tuvo como objetivo aplicar la técnica de balanceo de línea en el área de almacenaje de una bodega. Como resultado se minimizó los costos totales logísticos en 4 centros de distribución con un tiempo

de ciclo por pedido de 66.66 horas. Llegó a la conclusión que con la aplicación del modelo matemático de programación lineal de Baybars determinó el tiempo de ciclo óptimo. Esta investigación es importante porque sustenta los objetivos del balance de línea y se toma como referencia para el análisis del costo de la mano de obra directa.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Sánchez (2019). *Rediseño del proceso productivo de la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L. utilizando herramientas Lean para el incremento de la Productividad*. [Tesis de maestría, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Escuela de Posgrado - Perú]. Tuvo como objetivo el análisis y definición de un rediseño de los procesos productivos de la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L. La metodología utilizada fue enfoque cuantitativo, nivel inductivo-deductivo y diseño experimental; utilizó la técnica de entrevistas, revisión documental y observaciones. En los resultados demostró la disminución de los tiempos en la operación de preparación del licor de 1.22min/botella a 0.98min/botella, incrementó la producción de 7680 a 9630 botellas/mes y redujo el tiempo de transporte de 24.1 a 19.9 minutos. Llegó a la conclusión que al aplicar la técnica Lean aumentó la productividad de la industria de 1920 a 2408 cajas/trabajador al año. Se toma como referencia por la aplicación de la metodología experimental, enfoque cuantitativo y análisis de resultados ya que nos brinda un panorama claro para aplicar el método en la presente investigación.

Vertiz (2019). *Optimizar la producción del néctar mediante el método de balance de línea en la empresa Enrique Cassinelli e Hijos S.A.C.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Posgrado - Perú]. Tuvo como objetivo general mejorar la producción del néctar en la empresa Enrique Cassinelli e Hijos S.A.C. En el resultado disminuyó de 12 a 11 operarios e incrementó la producción de 2500 botellas/día-operario a 2727 botellas/día-operario. Llegó a la conclusión que la producción del área de almacenamiento incrementó en

50% de 12 a 18 lotes. Se toma como referencia por la aplicación de la técnica observación directa que brindo una mejor perspectiva en la aplicación de la técnica de investigación y para obtener datos confiables.

Quispe (2019). *Aplicación de control de operaciones para mejorar la productividad en la empresa Industrial Metálico S.R.L. Lima 2019*. [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo - Perú]. Su objetivo fue determinar cuánto mejora la productividad con la implementación del control de operaciones; la metodología utilizada fue investigación descriptiva, diseño pre experimental y enfoque cuantitativo, en los resultados mejoró la productividad de la materia prima, mano de obra, insumos y en general logró un incremento del 25%, llegando a la conclusión que con la aplicación del control de operaciones mejoró la productividad de la industria. Esta tesis es relevante porque toma a la productividad como variable dependiente y ofrece un horizonte más claro para la presentación de la mejora de los indicadores de productividad.

Cabrera et al. (2018). *Propuesta de mejora de una línea de bebidas para incrementar su productividad*. [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas- Perú]. Tuvo como objetivo general plantear un sistema de control conformado con indicadores diseñados para definir el éxito de un determinado proyecto; la metodología utilizada es diseño no experimental; en los resultados explicó que la aplicación de las 5s y el SMED redujo los tiempos en 47% e incrementó la productividad con un ahorro mensual de 10.11 euros; llegando a la conclusión que la propuesta obtuvo un ahorro de 510 686 dólares. Se toma como referencia por la aplicación de la variable productividad y por la presentación de los resultados monetarios.

Camones y Yapu (2018). *El valor minuto y su importancia en la competitividad de una empresa de confecciones*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de

Ingeniería Química y Textil - Perú]. Tuvo como objetivo general demostrar la importancia del valor minuto como indicador en una empresa de confecciones y su impacto en la competitividad. En los resultados demostraron la mejora de la eficiencia de las líneas de costura de 63% a 74% y la disminución del valor minuto de 0.2701 soles/minuto a 0.2486 soles/minuto. Llegó a la conclusión que el valor minuto es un indicador que engloba todos los costos del área de confecciones y medirlo permitirá conocer cuánto cuesta a la empresa el área de confecciones, de esta manera se podrá controlar y gestionar con la finalidad de reducir el valor minuto y ser más competitivo. Esta tesis se relaciona con el presente trabajo por la optimización del valor minuto y se toma como referencia para su aplicación como indicador que mejora la productividad del área de confecciones.

Los antecedentes mencionados nos brindan importante información de lo que se viene aplicando para la mejora de la productividad, además nos presenta la herramienta balance de línea como alternativa de solución, el cual es aplicable en diferentes sectores como confecciones, bebidas y automóvil. El presente trabajo toma aspectos importantes de los antecedentes para la implementación del balance de línea y presentación de resultados, además contribuye en explicar las causas que generan los bajos niveles de productividad y la importancia de la mano de obra calificada en el sector confecciones, complementándola con la evaluación económica.

2.2. Bases Teóricas

Se detallan las siguientes bases teóricas para las variables en estudio:

2.2.1. Balance de línea

Heizer y Render (2009) afirman que, el balanceo de líneas se aplica para minimizar el desequilibrio entre máquinas y mano de obra para cumplir con la producción requerida de la

línea, con la finalidad de producir a una tasa específica, la administración debe estar al tanto de los equipos, las herramientas, los métodos de trabajo y los tiempos para cada tarea.

De igual forma Dzulkarnain y Rahaman (2017) mencionan que, el balance de línea consiste en la distribución óptima de la carga de trabajo de una línea de producción en base al tiempo de ciclo, de esta manera se logrará la utilización máxima de la mano de obra y la disminución de los costos del producto; el cual conduce a mejorar la productividad. Mientras que Zeltzer et al (2016) indica que, es la agrupación de operaciones que permite alcanzar una asignación óptima y equilibrada en las líneas de ensamble en relación al objetivo de la línea de producción que involucra la asignación efectiva de operaciones. Considerando las restricciones de las operaciones por precedencia, los tiempos y la calificación del trabajador. Finalmente Krajewski y Ritzman (2008) considera que, el balance de línea es la correcta asignación de trabajo a los puestos de una línea, para lograr la producción planificada.

Agrupando los conceptos presentados se concluye que el balance de línea se aplica para minimizar el desequilibrio entre máquinas y la mano de obra, por lo tanto, se debe tener en cuenta los tiempos, métodos y calificación del operador. La finalidad es cumplir con la producción requerida, eliminar cuellos de botella, optimizar la mano de obra y mejorar la productividad.

Los principales objetivos del balance de línea son:

- ✓ Asignación de carga de trabajo.
- ✓ Calcular la cantidad de trabajadores para cada actividad basándose en los tiempos de las operaciones.
- ✓ Reducir la cantidad de puestos de trabajo conociendo los tiempos de las operaciones.
- ✓ Optimizar la productividad.

- ✓ Disminuir tiempo de los procesos.
- ✓ Administrar la producción.
- ✓ Incentivos de pago por productividad.

Balanceo de línea

Para Niebel y Freivalds (2009) indica que, la situación más elemental del balanceo de línea depende del operador más lento, por ejemplo:

Tabla1

Balanceo de línea

Operador	Minutos estándar para llevar a cabo la operación	Tiempo de espera con base en el operador más lento	Tiempo estándar (minutos)
1	0.52	0.13	0.65
2	0.48	0.17	0.65
3	0.65	—	0.65
4	0.41	0.24	0.65
5	<u>0.55</u>	0.10	<u>0.65</u>
Totales	<u>2.61</u>		<u>3.25</u>

Fuente: Niebel y Freivalds (2009)

Entonces la eficiencia del módulo se calcula dividiendo los minutos reales entre los minutos estándares y resulta 80%

$$Eficiencia = \frac{2.61}{3.25} \times 100 = 80\%$$

Después de analizar las diferentes teorías del balance de línea, se define a la mano de obra y tiempo estándar como las dimensiones porque detalla el comportamiento de la variable de estudio y su medición en el desarrollo de la investigación.

2.2.1.1 Mano de obra

García (2008) refiere que, la mano de obra se define como la capacidad humana que se requiere en el proceso de convertir en productos terminados la materia prima, por este motivo una mejora en la mano de obra contribuirá en la mejora de la productividad.

Polivalencia

Gomar et al (2002) menciona que, la polivalencia del trabajador se refiere a una amplia capacidad para laborar en diferentes tareas. En la investigación los maquinistas polivalentes representan a la mano de obra calificada que es una mano de obra escasa porque es aquella que posee habilidades y destrezas que se adquieren con la especialización en un tiempo determinado.

Maquinistas Polivalentes

Los costureros polivalentes o maquinistas calificados son aquellos que tienen la capacidad de manejar diferentes máquinas de costura y realizan operaciones con mayor grado de dificultad. De acuerdo al análisis se define como indicador de la dimensión mano de obra al maquinista calificado porque es importante para lograr un buen balance de línea. Para medir la mano de obra se define al indicador maquinista calificado.

Indicador: Maquinista calificado

Maquinista calificado

En la empresa de estudio el maquinista calificado es aquel que tiene la categoría "A" o "B". Un maquinista calificado tiene dominio mínimo de 2 máquinas con eficiencias desde 85%. En la siguiente tabla se muestra los requisitos que debe cumplir un maquinista según su categoría.

Tabla2

Tabla de categoría de maquinista

Categoría de maquinista	Cantidad de máquinas	Categoría de operación	% de eficiencia
A	3	"A" o "B"	> 85%
B	2	"A" o "B"	> 85%
C	1	"C"	> 80%

Fuente: Elaboración propia

Las operaciones de costura se califican en A, B, C, D y E, según la dificultad de cada operación.

En la siguiente tabla se muestra la definición de las categorías de las operaciones de costura.

Tabla3

Tabla de categoría de operación

Categoría	Definición	Ejemplos
"A" y "B"	Son aquellas operaciones con alto grado de dificultad y toma más tiempo dominarla.	Preparado de pechera, pegado de cuello, pegado de manga, cerrado de costados, etc.
"C"	Son operaciones sencillas que es rápido de aprender.	Unión de hombros, preparado de etiquetas, atraques, etc.
"D" y "E"	Son operaciones sencillas que realiza el personal manual de costura.	Voltear prendas, marcados, etc.

Fuente: Elaboración propia

También se define la curva de aprendizaje porque es el periodo de tiempo que pasa un maquinista de costura cuando se le asigna una operación nueva.

Curva de aprendizaje

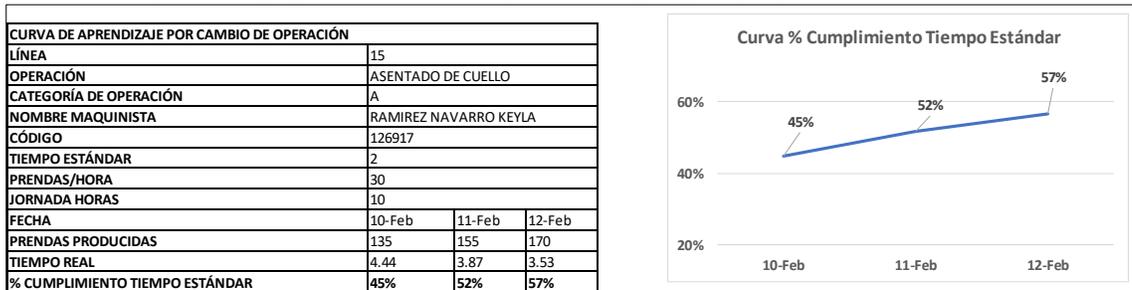
Krajewski y Ritzman (2000) afirma que, la curva de aprendizaje es el efecto del aprendizaje que muestra la relación entre la mano de obra directa y la producción, es decir, el tiempo para producir una unidad disminuye a medida que el operario o la compañía producen más

unidades. A continuación, se muestra la curva de aprendizaje de los maquinistas cuando cambian de operación.

Ejemplo 01, el maquinista pasa a realizar una operación de categoría “A”, y en el cuadro se muestra que el primer día alcanza una eficiencia real de 45%.

Figura1

Curva de aprendizaje por cambio de operación ejemplo (01)

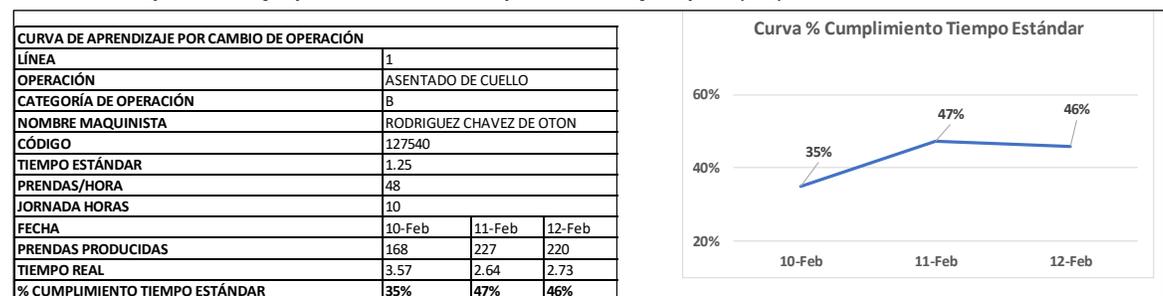


Fuente: Elaboración propia, tomado de la empresa en estudio 2020.

Ejemplo 02, el maquinista pasa a realizar una operación de categoría “B”, y en el cuadro se muestra que el primer día alcanza una eficiencia real de 35%.

Figura2

Curva de aprendizaje por cambio de operación ejemplo (02)



Fuente: Elaboración propia, tomado de la empresa en estudio 2020.

La curva de aprendizaje depende de la experiencia del maquinista y como se evidencia puede ser más de un día para lograr la eficiencia requerida. Ahora se define la segunda dimensión el tiempo estándar.

2.2.1.2 Tiempo Estándar

Díaz (2014) indica que, es el tiempo que requiere un trabajador de tiempo medio, absolutamente cualificado, instruido y laborando a un ritmo uniforme realice una operación. Actualmente muchas empresas presentan bajos niveles de productividad que disminuyen la rentabilidad y competitividad; porque no se controla correctamente el tiempo estándar. Los tiempos estándares sirven para determinar el costo real de los trabajadores directos, equilibrar la línea de producción, implementación de incentivos y determinar las fechas de entrega.

Fórmula:

$$\text{Tiempo estandar} = TN(1 + \%suplemento)$$

Donde:

Tiempo normal (TN)

Es el tiempo que emplea un operario para llevar a cabo una actividad, trabajando a ritmo continuo. El TN está afectado por la calificación de la acción de un trabajador.

$$TN = TM * FV$$

Donde:

FV = Factor de valoración

TM = Tiempo medio

Factor de valoración

Es el desempeño del operario el cual es calificado por el analista que realiza el estudio.

Tiempo medio

Heizer y Render (2009) menciona que, el tiempo medio es el promedio de la media aritmética de los tiempos observados para cada uno de los elementos medidos.

$$\textit{Tiempo medio} = \frac{\textit{Suma de tiempos registrados para realizar cada elemento}}{\textit{Número de observaciones}}$$

Suplementos del estudio de tiempos

Díaz (2014) refiere que, es la asignación de un suplemento de tiempo para cubrir las necesidades personales y fatiga del trabajador. Es importante asignar el suplemento, de lo contrario no lograremos cumplir con los objetivos propuestos de la línea de producción. La actividad o tarea en estudio se dividen en elementos medibles. El % de suplemento está en función a la Tabla de la Organización Internacional del Trabajo.

Figura3

Suplemento de la Organización Internacional del Trabajo

SUPLEMENTOS CONSTANTES			HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES			HOMBRE	MUJER
Necesidades personales			5	7	e) Condiciones atmosféricas				
Básico por fatiga			4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)				
SUPLEMENTOS VARIABLES			HOMBRE	MUJER					
a) Trabajo de pie					16			0	
Trabajo se realiza sentado(a)			0	0	14			0	
Trabajo se realiza de pie			2	4	12			0	
b) Postura normal					10			3	
Ligeramente incómoda			0	1	8			10	
Incómoda (inclinación del cuerpo)			2	3	6			21	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)			7	7	5			31	
					4			45	
					3			64	
					2			100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)					f) Tensión visual				
Peso levantado por kilogramo					Trabajos de cierta precisión			0	0
2,5			0	1	Trabajos de precisión o fatigosos			2	2
5			1	2	Trabajos de gran precisión			5	5
7,5			2	3	g) Ruido				
10			3	4	Sonido continuo			0	0
12,5			4	6	Sonidos intermitentes y fuertes			2	2
15			5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes			5	5
17,5			7	10	Sonidos estridentes			7	7
20			9	13	h) Tensión mental				
22,5			11	16	Proceso algo complejo			1	1
25			13	20 (máx)	Proceso complejo o de atención dividida			4	4
30			17		Proceso muy complejo			8	8
33,5			22		i) Monotonía mental				
d) Iluminación					Trabajo monótono			0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada			0	0	Trabajo bastante monótono			1	1
Bastante por debajo			2	2	Trabajo muy monótono			4	4
Absolutamente insuficiente			5	5	j) Monotonía física				
					Trabajo algo aburrido			0	0
					Trabajo aburrido			2	2
					Trabajo muy aburrido			5	5

Fuente: Organización Internacional del trabajo

Entonces para medir la dimensión tiempo estándar se establece el indicador porcentaje de cumplimiento de tiempo estándar que se calcula dividiendo el tiempo estándar y el tiempo real.

Porcentaje de Cumplimiento Tiempo Estándar

$$\% \text{ Cumplimiento tiempo estandar} = \frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{Tiempo Real}}$$

Donde:

Tiempo real

El tiempo real es el promedio de los tiempos observados por el 20% del suplemento según tabla de la Organización Internacional del trabajo.

2.2.2. Productividad

Gutiérrez (2014) afirma que, la productividad se define como los resultados que se logran en un proceso o sistema, por lo que incrementar la productividad es alcanzar mejores resultados tomando en cuenta los recursos disponibles para generarlos.

Heizer y Render (2009) define que, es la relación entre salidas (bienes fabricados) y entradas (recursos usados), los precios de los productos tienden a disminuir cuando se incrementa la productividad, ya que se produce más con la misma cantidad de recursos. Así mismo Krajewski y Ritzman (2008) refiere que, la productividad son los ingresos monetarios de los bienes y servicios (productos), dividido entre el valor monetario de los recursos utilizados (sueldos, salarios, costo social, etc.) que representan a los insumos empleados.

Prokopenko (1989) menciona que, es la correlación entre la producción alcanzada por una línea de producción de bienes o servicios y los recursos para obtenerla. La productividad se define como la utilización eficiente de recursos tales como el trabajo, el capital, la tierra, los materiales y la energía en la fabricación de bienes y servicios. La productividad es la relación

entre lo producido y el tiempo que se requiere para la fabricación. Por lo general el tiempo es un buen denominador, porque es una medida estándar. Mientras menos tiempo lleve alcanzar el resultado esperado el sistema será más productivo. De los análisis de diferentes autores la productividad se puede representar de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{Producto}{Insumo}$$

Los insumos son todos aquellos recursos tangibles y se pueden medir en: horas hombre llamados recursos humanos, en horas máquina llamados recursos mecánicos, en unidades llamados recursos materiales y en unidades monetarias llamados recursos económicos (Díaz Valladares, 2014). En la presente investigación se medirá la productividad con la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Recursos\ económicos}$$

Las unidades producidas se toman de la producción diaria y los recursos económicos se toma de los costos de la mano de obra directa.

Después de analizar las diferentes teorías de la variable productividad se define a la eficiencia y a los recursos económicos como las dimensiones de estudio y se precisa cada una de ellas:

2.2.2.1 Eficiencia

Según Gutiérrez (2014) define que, la eficiencia es la relación entre los resultados y recursos empleados. La mejora de la eficiencia se consigue al optimizar recursos y reducir tiempos improductivos que se generan por falta de maquinista calificados, falta de material, maquinaria, etc. Para determinar el porcentaje de cumplimiento de la eficiencia, se divide las unidades producidas entre las unidades programadas, este último representa la meta al 100%.

Por ejemplo: El tiempo de un polo box es 19.6269 minutos/prenda, en una línea se cuenta con 12 maquinistas que trabajan en una jornada de 480 minutos/día, entonces para calcular las unidades programadas o meta al 100% se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Unidades programadas} = \frac{12 \times 480}{19.6269}$$

$$\text{Unidades programadas} = 293$$

Para medir la dimensión eficiencia se establece como indicador al porcentaje de cumplimiento de eficiencia que se define con la siguiente fórmula: unidades producidas entre unidades programadas.

$$\% \text{ Cumplimiento de eficiencia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}}$$

Donde:

Unidades producidas, son las prendas que se producen en una jornada de trabajo.

Unidades programadas, son las unidades que se deben producir en una jornada de trabajo según los recursos disponibles.

2.2.2.2 Recursos económicos

Díaz (2014) señala que, los recursos económicos son aquellos bienes tangibles e intangibles que generan valor en el proceso productivo de una organización.

Costos de mano de obra directa (MOD)

Según Jiménez (2010) menciona que, estos costos incluyen los salarios, bonificaciones y los costos sociales que se pagan a los colaboradores que están vinculados directamente con la fabricación de los productos. Para el presente trabajo se considera los siguientes conceptos:

- Salarios, es el pago semanal y puede ser el mínimo vital 930 soles/mes.
- Horas extras, el 25% las 2 primeras horas y 35% a partir de la tercera hora.
- Asignación familiar, es el 10% del básico.
- Incentivos, se considera todos los incentivos que se le paga al personal directo.
- Costo social y aportes, es el sobre costo laboral que es el 50% de la remuneración bruta (Gastañeta, 2015).

Valor minuto

Camones (2018) explica que, el valor minuto es un indicador clave en confecciones el cual controla los costos empleados por cada minuto trabajado. Los costos empleados para la fabricación de los productos son: la mano de obra directa, la mano de obra indirecta y los costos indirectos de fabricación. Los minutos de producción se calculan en base a los tiempos que se requieren para elaborar una prenda.

Minutos producidos:

Los minutos producidos son la cantidad de prendas producidas en una jornada multiplicado por tiempo estándar de la prenda.

$$\text{Minutos producidos} = TS_{\text{prenda}} \times \text{cantidad de prendas}$$

TS Prenda: Tiempo estándar de una prenda.

En la tabla 4 se muestra los tiempos estándares de las operaciones que se requieren para la confección de una prenda y el tiempo total.

Tabla4*Hoja de ingeniería*

Ítem	Bloque	Operación	T.S.
1	FALDON	BAS/FAL/AB/TUM/REM+NIV+INSP+H	0.75
2	MEDIA LUNA ETIQUETAS	PREP/ETQ*2+H	0.21
3		PREP/ETQ/TALLA-C/ETQ/MARC+INSP+H	0.36
4	MEDIA LUNA	SIM+MR+PG/ETQ*2/EXTR/LAT A PARCHE	1.20
5		ORI/1/2LUNA+H	0.35
6		PREF/PARCH/TIPO/1/2 LUNA	0.73
7	MEDIA LUNA ESPALDA	PG/1/2 LUNA+FIJ/ESC+INSP+H	1.15
8	PECHERA SUPERIOR	BAST/PECH/SUP/1LD+H	0.36
9	DELANTERO	PG/PEC/STIN/AB+INSP@	0.79
10		EMB/PTA/CUE/RECT/STIN+INSP+H	0.71
11	ENSAMBLE	UNIR/HBRO/ABERT/PECH C/MOB+RCT	0.54
12		PG/CUE/RECT A CPO+INSP	0.85
13		PG/CUE/RECT C/TAP+RCT+VOL/PTAS+SIM+H	0.84
14		ASENT/TAP/CONT/CUE C/NDOS+INSP+H	1.10
15		PIQ+PREP/PECH/STIN+PESP	1.46
16		ATRQ/PECH/STIN/AL SOLY/CUAD+INSP+H	1.16
17		PG/MC	1.16
18		COST/MC C/BAS+ORI/PECH/ORI/VENTS/PRJO+ETQ	1.60
19		ATRQ/COL/REM/PECH+H	0.31
20		BAS/MC/CIRC+NIV+INSP+H	1.50
21		PZA+ASE/VENTS/2DB/RECTANG+H	1.97
22		ATRQ/VENTS*2+H	0.38
23		OJAL/PECH/HZ*1+VERT*2	0.51
24		MR/PTO*3/PECH P/BOT	0.28
25		PG/BOT/PECH*3	0.37
26		ABOT/PECH*2	0.20
27		ADHE+SAC+VOL/TSHIRT-BOX/MC	0.37
32	FIN DE COSTURA	SALIDA DE LINEA	
			21.21
TS PRENDA			21.21

Fuente: Elaboración propia diseñada en relación a la empresa de estudio 2020

Para medir la dimensión recursos económicos se establece como indicador al valor minuto, que se define con la siguiente fórmula: costos incurridos de la mano de obra directa (MOD) entre minutos producidos.

$$\text{Valor minuto directo} = \frac{\text{Costos incurridos MOD}}{\text{Minutos producidos}}$$

Por todo lo expuesto en el marco teórico se define que la implementación del balance de línea, implica equilibrar las líneas de costura con la asignación óptima del maquinista calificado, por lo tanto, mejora el cumplimiento de los tiempos estándares, tiempo de confección de la prenda y la eficiencia de las líneas de costura; logrando producir más prendas en menos tiempos, es decir, menor costo laboral. Con el cumplimiento de los indicadores de la variable dependiente se mejora la productividad de las líneas de costura y se mide con la mejora de la eficiencia y con la optimización del indicador valor minuto.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, alcance y diseño de la investigación

La investigación realizada es de enfoque cuantitativo porque se aplicó el estímulo o la variable independiente que es el balance de línea al grupo experimental, se recolectó datos por medio de los instrumentos para demostrar la hipótesis y responder las preguntas planteadas mediante el análisis estadístico y los cálculos numéricos para obtener los resultados que fueron sustentados con los antecedentes mencionados en las bases teóricas (Hernández, 2014).

El alcance o nivel de profundidad de la investigación es explicativo porque se da a conocer y se explica las causas potenciales que generan los bajos niveles de productividad (Hernández, 2014).

El diseño de investigación es cuasiexperimental porque fue necesario manipular la variable independiente balance de línea para observar su efecto sobre la variable dependiente productividad, también porque los grupos o muestras ya estaban formadas y definidas antes de la investigación, no se formaron al azar o de forma aleatoria (Hernández, 2014). El método de investigación se realizó con dos grupos: grupo de control al que se le aplicó la preprueba y posprueba y el grupo experimental al que se le aplicó la preprueba, luego el estímulo y finalmente la posprueba. Se explica en la siguiente figura.

Figura4

Método de investigación

	G ₁	O ₁	X	O ₂
	G ₂	O ₃	---	O ₄
G ₁	Grupo experimental		Indicadores de productividad	
O ₁	Preprueba		Indicadores de productividad sin balance de línea	
X	Estímulo o variable independiente		Balance de línea	
O ₂	Posprueba		Indicadores de productividad con balance de línea	
G ₂	Grupo de control		Indicadores de productividad	
O ₃	Preprueba		Indicadores de productividad sin balance de línea	
O ₄	Posprueba		Indicadores de productividad sin balance de línea	

Fuente: Adaptado de Metodología de investigación por Hernández et al, 2004, McGraw-Hill Interamericana.

En el gráfico indica que al grupo experimental se le toma una preprueba con el instrumento de investigación, se aplica el estímulo o la variable balance de línea para luego tomar una posprueba y observar su efecto en la variable productividad, finalmente se valida los resultados con el grupo de control en el mismo periodo de tiempo y se toma la preprueba y posprueba sin aplicar el estímulo.

3.2. Matrices de Alineamiento

3.2.1. Matriz de consistencia

Título: Implementación del balance de línea para la mejora de la productividad en las líneas de costura de una empresa de confección - Lima 2020.

Tabla5

Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
<p>Problema general: ¿En qué medida la implementación del balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020?</p>	<p>Objetivo general: Determinar en qué medida la implementación del balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.</p>	<p>Hipótesis general: La implementación del balance de línea mejora en 15% la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.</p>	<p>Independiente: Balance de línea</p>	<p>Mano de obra</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo. Alcance: Explicativo Diseño: Cuasi experimental.</p>
<p>Problemas específicos: ¿En qué medida la implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020?</p>	<p>Objetivos específicos: Determinar en qué medida la implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.</p>	<p>Hipótesis específica: La implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones – Lima 2020.</p>	<p>Dependiente: Productividad</p>	<p>Tiempo estándar</p> <p>Eficiencia</p>	<p>Población: Producción de prendas box en 16 líneas de costura. Muestra: Producción de prendas box en 4 líneas de costura en un periodo de 7 días. Técnica: Observación directa. Instrumento: Ficha de observación.</p>
<p>¿En qué medida la implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020?</p>	<p>Determinar en qué medida la implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.</p>	<p>La implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos de las líneas de costura de una empresa de confecciones – Lima 2020.</p>		<p>Recursos económicos</p>	

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Matriz de operacionalización de variables

Tabla6

Matriz de operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Ítem
Balance de línea	Heizer y Render (2009) afirman que, el balanceo de líneas se aplica para minimizar el desequilibrio entre máquinas y mano de obra para cumplir con la producción requerida de la línea, con la finalidad de producir a una tasa específica, la administración debe estar al tanto de los equipos, las herramientas, los métodos de trabajo y los tiempos para cada tarea.	La variable balance de línea será medida a través del formato de capacidades por operación la cual mostrará la asignación correcta de la mano de obra y la mejora del tiempo de la prenda	Mano de obra	Maquinista calificado	Categoría de maquinista
			Tiempo estándar	% Cumplimiento Tiempo Estándar	Tiempo estándar Tiempo real
Productividad	Gutiérrez (2014) afirma que, la productividad se define como los resultados que se logran en un proceso o sistema, por lo que incrementar la productividad es alcanzar mejores resultados tomando en cuenta los recursos disponibles para generarlos.	La variable productividad será medida con el instrumento ficha de observación la cual está conformada con las dimensiones eficiencia y recursos económicos.	Eficiencia	% cumplimiento eficiencia	Unidades producidas Unidades programadas
			Recursos económicos	Valor minuto directo	Costos incurridos mano de obra directa Minutos producidos

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población y muestra

En esta investigación la población lo conforman la producción de prendas box en 16 líneas de costura y coinciden con una serie de especificaciones como lugar y jornada laboral (Hernández, 2014). La muestra está conformada por la producción de prendas box en 4 líneas de costura por 7 días. En la producción de prendas box se requieren un número mayor de maquinistas calificados, además presentan menores niveles de productividad. La muestra de la investigación es no probabilística porque está en función al criterio del investigador.

3.4. Técnica e instrumento

La técnica utilizada en la investigación es la observación directa y se aplicó en el área de costura, los datos recolectados corresponden a los indicadores de las dimensiones de la variable de estudio (Hernández, 2014).

En la investigación se aplicó el instrumento ficha de observación con el cual se realizó el seguimiento para registrar los datos que permitieron analizar la mejora de la productividad, la ficha de observación utilizada se diseñó con las dimensiones e indicadores eficiencia y recursos económicos; para analizar la variable balance de línea y la mejora del tiempo de la prenda se utilizó el formato de capacidades. Los instrumentos de investigación fueron validados con expertos en el tema según anexos N° 5. A continuación, se describe la ficha de observación y el formato de capacidades.

determinar el tiempo real de la prenda y se registró en el formato de capacidades: nombre de operación, tiempo estándar y tiempo real.

3.6. Procedimientos de la investigación

Se describe las fases o procedimientos del presente trabajo de investigación:

Diagnóstico de los bajos niveles de productividad de las líneas de producción de prendas box.

Se aplicará una lluvia de ideas, el Ishikawa y Pareto para identificar las principales causas del problema.

Preprueba grupo de control y grupo experimental

Se aplicará la ficha de observación como preprueba al grupo experimental y grupo de control para conocer los indicadores de productividad sin la implementación del estímulo o variable independiente.

Aplicación del estímulo y desarrollo de la implementación del balance de línea

Luego de conocer las principales causas del problema se plantea la solución y se desarrolla la implementación del balance de línea en el grupo experimental, el grupo de control permanece intacto.

Posprueba y presentación de los resultados

Finalmente se aplica la posprueba con la ficha de observación para conocer los resultados de la aplicación del estímulo o balance de línea al grupo experimental y luego se comparará los resultados con el grupo de control.

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Diagnóstico de la empresa

4.1.1. Información de la empresa

La empresa en estudio se fundó en 1995, en sus inicios solo se dedicó a la comercialización de tela, pero luego adquirió la autorización de la marca Alemana Monti y tuvo mucho éxito es así que actualmente Textiles Camones S.A se dedica a la fabricación y comercialización de tela y prendas de vestir de tejido de punto, para el mercado nacional e internacional.

Misión

“Vestir al mundo con propuestas innovadoras, de alta calidad a precios competitivos y con responsabilidad social y medio ambiental”

Visión

“Ser reconocidos globalmente como una empresa textil sustentable”

Certificaciones

Figura7

Certificaciones

		
<p>Alianza empresarial internacional que promueve un comercio seguro en cooperación con gobiernos y organismos internacionales.</p>	<p>Conjunto de normas que garantiza el cumplimiento de estándares laborales, bajo condiciones de seguridad, salud y ambiente de trabajo adecuado.</p>	<p>Acredita como mejor lugar para trabajar</p>

Fuente: Elaboración propia, tomada de la empresa en estudio

4.1.1.1 Productos

Telas; jersey, pique, interluck, franera, french terry, rib, etc.

Prendas de vestir; tshirt, box, tank, etc.

Figura8

Imágenes tipos de prenda



PRENDA BOX



PRENDA TSHIRT



PRENDA TANK

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2 Principales clientes

Brasil, C&A, Lojas Renner, Lojas Riachuelo.

EEUU, Target, Oakley, Guess, Armani.

4.1.1.3 Áreas De Producción

La empresa en estudio está compuesta por la parte textil y confecciones con las siguientes áreas de producción:

Textil

- Teñido de hilo
- Tejido
- Tintorería
- Acabado de tela
- Lavandería

Confecciones

- Corte
- Costura
- Acabado de prenda
- Estampado
- Bordado

La investigación se realiza en el área de costura por esta razón a continuación se presenta sus principales características:

4.1.2. Descripción del área de costura

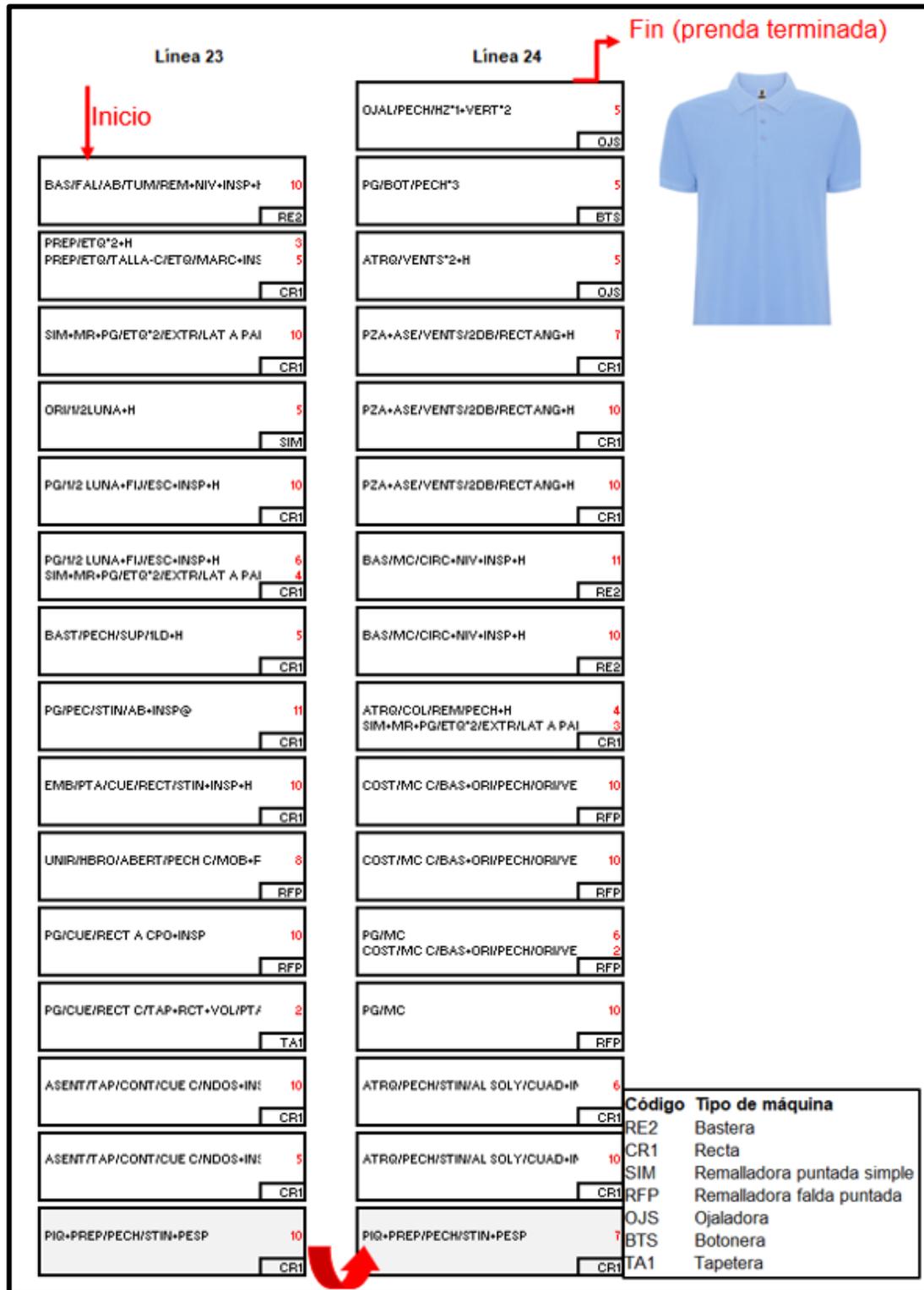
El área de costura cuenta con 34 líneas de producción especializadas en la confección de prendas de vestir de tejido punto como: box, tshirt, pantalones, short, etc. y desde el año 2020 ropa indumentaria como: chaquetas, mamelucos, mascarillas, etc. Las líneas están clasificadas en 2 grupos: 16 líneas de producción de prendas box y 18 líneas de producción de prendas tshirt; líneas de tshirt porque requiere mayor cantidad de máquinas remalladoras y líneas de box porque requiere mayor cantidad de máquinas rectas. Cada línea de costura está conformada por 11 maquinistas, 1 supervisor cada 4 líneas, 1 mecánico cada 2 líneas, 2 instructores y 1 analista de ingeniería. Las operaciones de la máquina recta tienen mayor complejidad y requiere más maquinistas calificados, por esta razón estas líneas presentan bajos niveles de productividad.

Líneas de costura

Las líneas de producción de prendas están formadas por una secuencia de máquinas o puestos de trabajo. Las líneas de producción se ordenan según hoja de ingeniería y en cada puesto se realiza determinadas operaciones para obtener el producto terminado. En el estudio se analiza la producción de prendas box. En la imagen siguiente se muestra dos líneas de producción; cada rectángulo representa a una máquina, el código indica el tipo de máquina y los números en rojo indica las horas que se requiere para cada operación.

Figura9

Líneas de producción de prendas de box



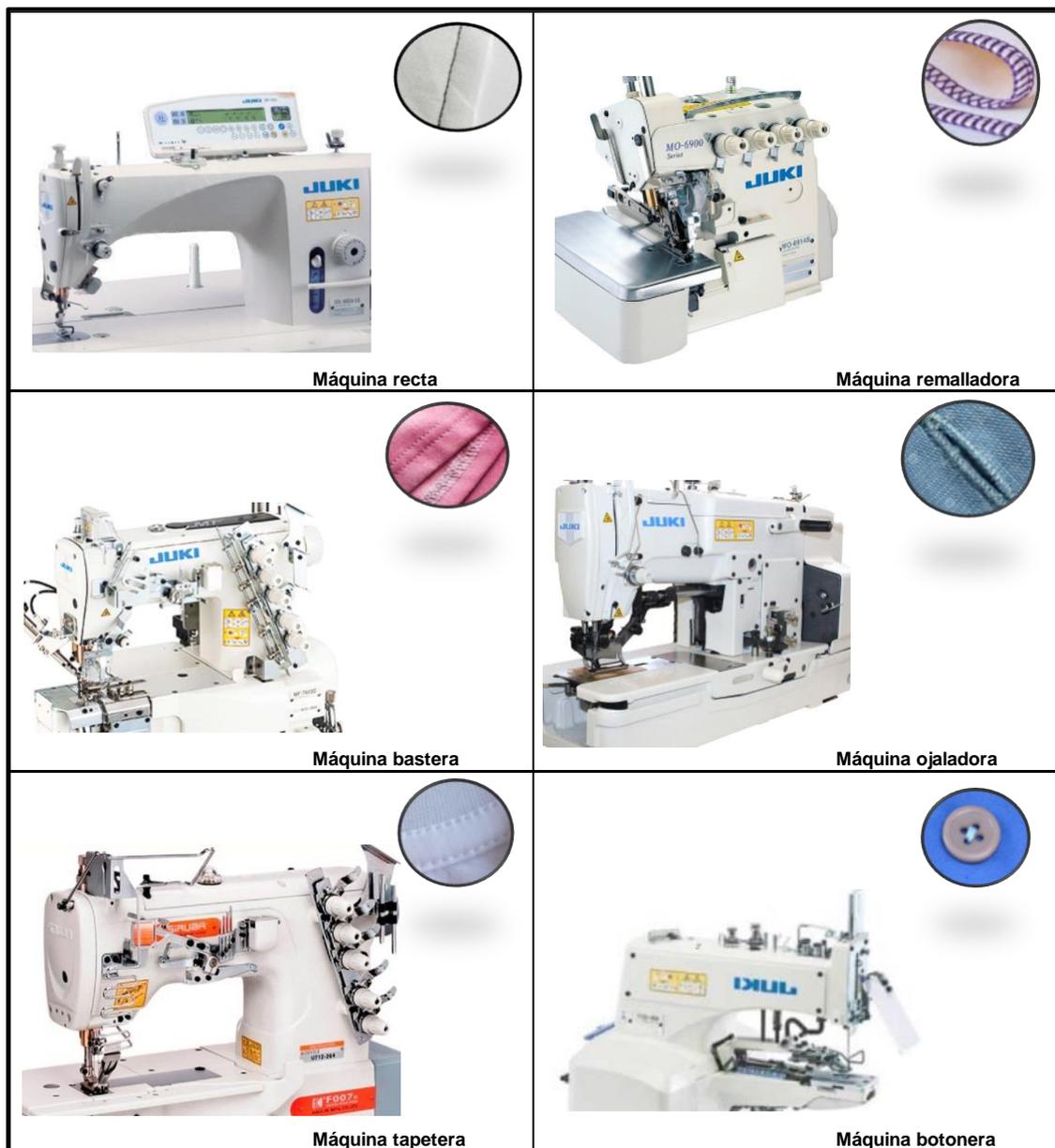
Fuente: Elaboración propia

Máquinas de costura

Las principales máquinas de costura que se requiere para la confección de prendas box son: máquina recta, máquina remalladora, máquina bastera, máquina tapetera, máquina ojaladora y máquina botonera.

Figura10

Máquinas de costura para confección de prendas box



Fuente: Elaboración propia

Máquina recta

La máquina recta es aquella máquina que puede ser mecánica o automática, mecánica porque requiere de una rodillera para levantar el prensatela y no corta hilo, sin embargo, en la máquina automática el prensatela se levanta con el mismo pedal y cuentan con un tablero donde se programa la velocidad, las puntadas, corte de hilo, etc. La máquina recta trabaja con 2 hilos uno en la aguja y la otra en la bobina; el tipo de puntada es el 301 y la aguja es DBX1.

Máquina remalladora

La máquina remalladora es aquella máquina que puede ser mecánica o automática, mecánica porque requiere de una rodillera para levantar el prensatela y no corta hilo a diferencia de la máquina automática el prensatela se levanta con el mismo pedal y corta hilo. La máquina remalladora trabaja hasta con 5 hilos, 2 garfios, el tipo de puntada clase 500 y la aguja es DMX13 o DCX27.

Máquina bastera

La máquina bastera puede ser mecánica o automática, mecánica porque requiere de una rodillera para levantar el prensatela y no corta hilo, sin embargo, en la máquina automática el prensatela se levanta con el mismo pedal y corta hilo. La máquina bastera trabaja hasta con 5 hilos, 2 garfios, el tipo de puntada es de clase 400 y la aguja es DBX27.

Máquina ojaladora

La máquina ojaladora trabaja con 2 hilos uno en la aguja y otro en la bobina, el tipo de puntada es de clase 300 y la aguja es DBX5.

Máquina tapetera

La máquina tapetera trabaja con 4 hilos, 2 garfios, el tipo de puntada es de clase 600 y la aguja es B63.

Máquina botonera

La máquina botonera trabaja con 1 hilo, el tipo de puntada es el 701 y la aguja es TQX1.

Hoja de ingeniería

La hoja de ingeniería indica la secuencia de operaciones, el tiempo estándar de cada operación, las máquinas que se requiere y la categoría de las operaciones siendo la categoría "A" la de mayor dificultad, seguido por la categoría "B" y la categoría "C" que representa a las operaciones más sencillas. La hoja de ingeniería de prenda box muestra que se requiere 7 máquinas rectas y 4 operaciones de categoría "A" de mayor dificultad a diferencia de la prenda tshirt que requiere 4 máquinas rectas y 1 operación categoría "A". Con lo mencionado se sustenta que para la confección de prendas box se requiere mayor cantidad de operaciones de alta dificultad, es decir, se necesitará mayor cantidad de maquinistas calificados que la producción de prendas tshirt. En la figura 11 y 12 se presentan las hojas de ingeniería de prendas box y tshirt.

Figura11

Hoja de ingeniería prenda box

Número de maquinistas	11				
Jornada	600				
Meta (prendas)	336				
Ítem	Operaciones	Categoría de operación	Máquinas	Tiempo estandar	Cantidad de máquinas
1	BAS/FAL/AB/TUM/REM+NIV+INSP+H	B	Bastera	0.7548	1
2	PREP/ETQ*2+H	C	Recta	0.2108	0
3	PREP/ETQ/TALLA-C/ETQ/MARC+INSP+H	C	Recta	0.3609	0
4	SIM+MR+PG/ETQ*2/EXTR/LAT A PARCHE	B	Recta	1.1992	1
5	ORI/1/2LUNA+H	C	Remalladora	0.3524	0
6	PG/1/2 LUNA+FIJ/ESC+INSP+H	B	Recta	1.1471	1
7	BAST/PECH/SUP/1LD+H	C	Recta	0.3557	0
8	PG/PEC/STIN/AB+INSP@	B	Recta	0.7923	1
9	EMB/PTA/CUE/RECT/STIN+INSP+H	B	Recta	0.7107	0
10	UNIR/HBRO/ABERT/PECH C/MOB+RCT	C	Remalladora	0.5432	0
11	PG/CUE/RECT A CPO+INSP	B	Remalladora	0.8505	1
12	PG/CUE/RECT C/TAP+RCT+VOL/PTAS+SIM+H	B	Tapetera	0.8417	1
13	ASENT/TAP/CONT/CUE C/NDOS+INSP+H	A	Recta	1.0968	1
14	PIQ+PREP/PECH/STIN+PESP	A	Recta	1.4570	1
15	ATRQ/PECH/STIN/AL SOLY/CUAD+INSP+H	A	Recta	1.1587	1
16	PG/MC	B	Remalladora	1.1562	1
17	COST/MC C/BAS+ORI/PECH/ORI/VENTS/PRJO+ETI	B	Remalladora	1.6010	1
18	ATRQ/COL/REM/PECH+H	C	Recta	0.3100	0
19	BAS/MC/CIRC+NIV+INSP+H	B	Bastera	1.4987	1
20	PZA+ASE/VENTS/2DB/RECTANG+H	A	Recta	1.9714	1
21	ATRQ/VENTS*2+H	C	Ojal	0.3787	0
22	OJAL/PECH/HZ*1+VERT*2	C	Ojal	0.5107	0
23	PG/BOT/PECH*3	C	Botonera	0.3700	0
Total tiempo ----->				19.6285	
Máquinas		Cantidad de máquinas	A	B	C
Recta		7	4	4	4
Remalladora		3		3	2
Bastera		2		2	
Ojal		1			2
Tapetera		1		1	
Botonera		1			1
Total		15	4	10	9

Fuente: Elaboración propia, diseñada en función a la empresa en estudio

Figura12

Hoja de ingeniería prenda tshirt

Número de máquini:	11		
Jornada	600		
Meta (prendas)	1012		

Ítem	Operaciones	Categoría de operación	Máquinas	Tiempo estandar	Cantidad de máquinas
1	CER/CUE	C	Recta	0.2500	1
2	PREP/ETQ*2+H	C	Recta	0.3000	1
3	BAS/MG-C	B	Bastera	0.6000	1
4	UN/HOM	C	Remalladora	0.5000	1
5	PG/CUE	A	Remalladora	0.9000	2
6	FIJ/ETIQ/ESC-ESP	C	Recta	0.4500	1
7	PG/TAP/H-H	B	Tapetera	0.6000	1
8	PG/MG	B	Remalladora	0.7900	1
9	COST+ETQ	B	Remalladora	0.8300	2
10	BAST/FAL	B	Bastera	0.6000	1
11	ATRAQ/MG-C	C	Recta	0.7000	1
Total tiempo ----->				6.5200	

Máquinas	Cantidad de máquinas	A	B	C
Remalladora	6	1	2	1
Recta	4			4
Bastera	3		2	
Tapetera	2		1	
Total	15	1	5	5

Fuente: Elaboración propia, diseñada en función a la empresa en estudio

Metas del área de costura

Es de gran importancia determinar las metas de los indicadores de eficiencia y el valor minuto, porque solo así se controla y mejora la productividad; por este motivo se detalla y explica el cálculo de las metas de los indicadores que se realiza en función a la información del plan de ventas anual y la información histórica de la empresa. Para el ejemplo las ventas cubren la capacidad de la planta, en consecuencia, se calcula con todo el personal; en cuanto a la información histórica se debe contar con los siguientes datos: Cantidad de cambios de modelo por semana, eficiencia de las líneas sin cambio de modelo, eficiencia con cambio de modelo,

eficiencia en el segundo día de cambio de modelo, cantidad de personal, jornada y cantidad de líneas de producción. Se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla7

Minutos y eficiencia para el cálculo del valor minuto directo

Datos	Personal/línea	Jornada horas/semana	Total líneas	Información histórica/	Detalle de cálculo	Total minutos
Minutos semana sin cambio de modelo	11	58	34		11x58x60x34	1,301,520
Minutos día/línea sin cambio de modelo				90%	(11x58x60xefic.)/6	5,742
Minutos día/línea segundo día cambio de modelo				80%	(11x58x60xefic.)/6	5,104
Minutos día/línea al 100%				100%	(11x58x60)/6	6,380
Cumplimiento de los cambios de modelo				90%		
Total, de línea sin cambio de modelo				10		
Total, de línea con cambio de modelo				24		

Fuente: Elaboración propia

Minutos producidos

Para calcular los minutos producidos se toma en cuenta la información histórica de la empresa como son: eficiencias sin cambio de modelo, eficiencia con cambio de modelo que se aplica en 2 días y son de diferente dificultad (3, 2, 1, 0 y CE), porcentaje de cumplimiento de los cambios de modelo, eficiencia en el segundo día de cambio de modelo y el total de cambios de modelo por semana. Finalmente se divide los minutos resultantes con las consideraciones antes mencionadas entre los minutos disponibles es así que la eficiencia proyectada resulta 84%.

Tabla8

Calculo eficiencia proyectada

Conceptos	Eficiencia cambio de modelo	Total cambios o líneas con cambio de modelo	Detalle de cálculo	Total de minutos/semana
Cambio de modelo tipo 3	65%	1	$6380 \times 65\% \times 2 \times 0.9 + 5104 + 5742 \times 3 \times 1$	22,330
Cambio de modelo tipo 2	70%	2	$6380 \times 70\% \times 2 \times 0.9 + 5104 + 5742 \times 3 \times 2$	60,738
Cambio de modelo tipo 1	75%	3	$6380 \times 75\% \times 2 \times 0.9 + 5104 + 5742 \times 3 \times 3$	92,829
Cambio de modelo tipo 0	80%	6	$6380 \times 80\% \times 2 \times 0.9 + 5104 + 5742 \times 3 \times 6$	189,103
Cambio de modelo tipo CE	85%	12	$6380 \times 85\% \times 2 \times 0.9 + 5104 + 5742 \times 3 \times 12$	385,097
Línea sin cambio de modelo			$5742 \times 6 \times 10$	344,520
Total minutos				1,094,616.6
Eficiencia proyectada			$1094616.6 / 1301520$	84%

Fuente: Elaboración propia

Costo de la mano de obra directa

Para calcular el costo de la mano de obra directa se proyecta el monto del incentivo y por la información de la empresa se cuenta con 4 incentivos con diferentes montos según categoría del maquinista de costura; el monto total se multiplica por los porcentajes de personal según categoría, luego se obtiene el monto promedio semanal de incentivo. También se considera el básico según el mínimo vital 217 soles/semana, 10 horas extras semanales de 25% y asignación familiar 10% del básico. A la remuneración total se le asigna el 50% más por sobre costo laboral, que está conformada por las gratificaciones, vacaciones, CTS y aportes patronales. Para obtener el costo en dólares, el resultado se divide entre el tipo de cambio que en febrero del año 2020 resultó 3.41 soles.

Tabla9*Proyección de incentivo semanal*

Categoría personal	A	B	C	Promedio
Eficiencia	100%	95%	90%	94%
Incentivo individual	S/ 11	S/ 9	S/ 8	
Incentivo categoría	S/ 11	S/ 9		
Incentivo salida	S/ 3	S/ 3	S/ 3	
Incentivo polivalencia	S/ 3	S/ 3	S/ 3	
Total incentivo/día	S/ 28	S/ 23	S/ 14	
Total incentivo/semanal	S/ 168	S/ 139	S/ 83	
% personal/categoría	15%	45%	40%	
Monto proyectado	S/ 25	S/ 62	S/ 33	S/ 121

Fuente: Elaboración propia

Tabla10*Cálculo meta del valor minuto directo*

Conceptos	Detalle	% proyectado	Monto Semanal
Básico	930/30x7	100%	S/ 217.00
Horas extras	(930/240x1.25x10h)%proy.	100%	S/ 48.44
Asignación familiar	930x0.1/30x7x%proy.	60%	S/ 13.02
Incentivo/semanal	Eficiencia proyectada	94%	S/ 121
Remuneración bruta			S/ 399
Total con sobre costo laboral	Remuneración brutax1.5	50%	S/ 599
Tipo de cambio febrero 2020	Monto/timpo de cambio(3.41 soles/dólar)		\$176
Eficiencia proyectada			84%
Minutos producidos/semanal	58h*60/efic proy.	84%	2927
Valor minuto meta \$	Costo \$/minutos		0.060

Fuente: Elaboración propia

Aplicando todo lo mencionado se obtiene el valor minuto meta que resulta de dividir el costo de la mano de obra entre los minutos producidos. Finalmente, con lo explicado se obtiene la meta de la eficiencia 84% y el valor minuto 0.060 dólares/minuto.

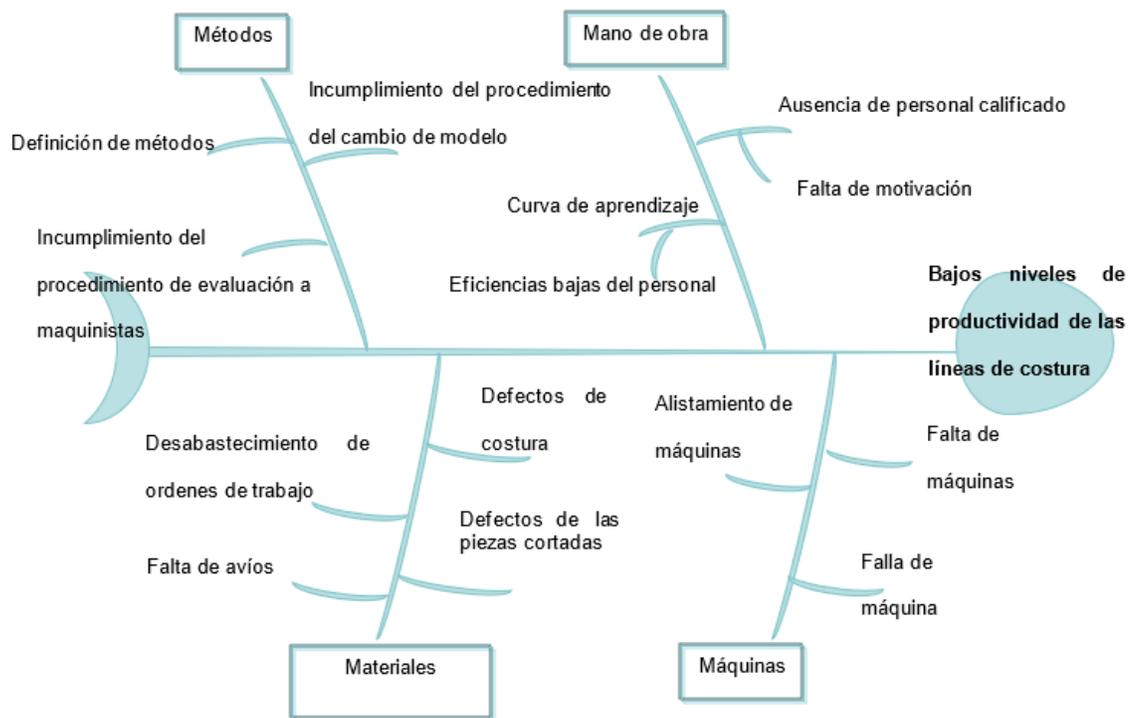
Teniendo en cuenta que el problema de la presente investigación radica en los bajos niveles de productividad que presentan las líneas de producción de prendas box se determinan las causas que lo genera.

4.1.3. Causas del problema

Para determinar las causas potenciales de los bajos niveles de productividad de las líneas de producción de prendas box se realizó una lluvia de ideas en el área de costura, participaron el jefe de ingeniería, jefe de costura, 5 supervisores y el instructor de ingeniería. Con la información obtenida en la lluvia de ideas se diseñó el diagrama de Causa-Efecto.

Figura13

Diagrama Causa-Efecto



Fuente: Elaboración propia

Se somete a votación las causas potenciales y se muestra el puntaje de cada una de ellas:

Tabla11

Causas de los bajos niveles de productividad de las líneas de costura

CAUSAS	PUNTAJE
Ausencia de personal calificado	33
Curva de aprendizaje	31
Desabastecimiento de ordenes de trabajo	3
Defectos en las piezas cortadas	3
Alistamiento de máquinas	2
Defectos de costura	2
Definición de métodos	2
Falla de máquina	2
Falta de máquinas	1
Falta de avíos	1
Incumplimiento del procedimiento del cambio de modelo	1
Incumplimiento del procedimiento de evaluación a maquinistas	1
Total, puntaje	81

Fuente: Elaboración propia

Para la identificación de las causas potenciales se aplica el principio de Pareto 80/20 y se presenta la tabla de acumulados para diseñar dicho diagrama.

Tabla12

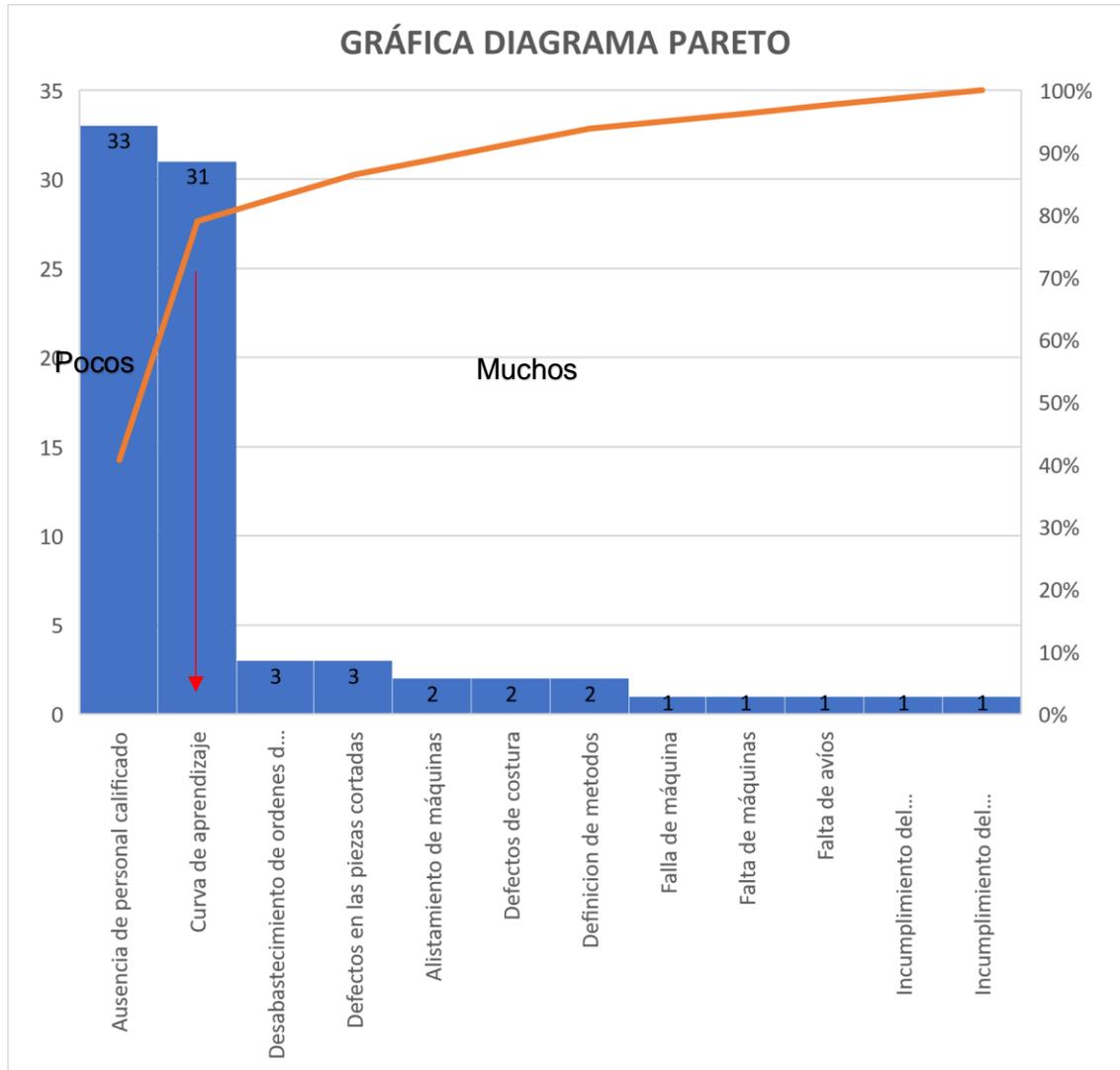
Frecuencia de Pareto

CAUSAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	% ACUMULADO
Ausencia de personal calificado	33	41%	41%
Curvas de aprendizaje	31	38%	79%
Desabastecimiento de ordenes de trabajo	3	4%	83%
Defectos en las piezas cortadas	3	4%	86%
Alistamiento de máquinas	2	2%	89%
Defectos de costura	2	2%	91%
Definición de métodos	2	2%	94%
Falla de máquina	2	2%	95%
Falta de máquinas	1	1%	96%
Falta de avíos	1	1%	98%
Incumplimiento del procedimiento del cambio de modelo	1	1%	99%
Incumplimiento del procedimiento de evaluación a maquinistas	1	1%	100%
	81	100%	

Fuente: Elaboración propia

Figura14

Gráfico Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Explicación de las causas del problema de investigación

El diagrama de Pareto muestra las dos causas potenciales o pocos vitales que son: ausencia de personal calificado y curva de aprendizaje, también se evidencia las otras causas que representan los muchos triviales, pero tomando en cuenta la teoría de principio de Pareto se analiza las causas potenciales y se presenta la propuesta de solución para cumplir con el objetivo de la investigación que es la mejora de la productividad.

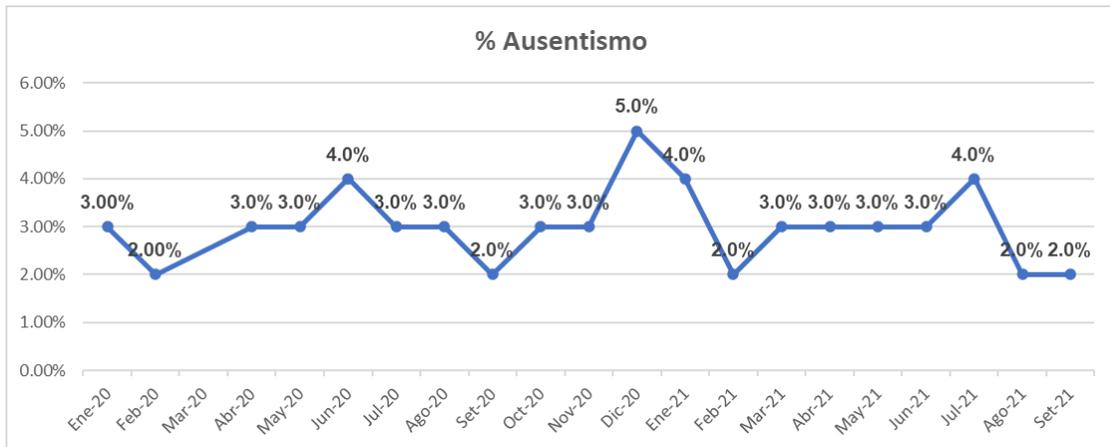
La ausencia de personal calificado es cuando un maquinista que realiza una operación de alta dificultad no asiste, esto genera el desequilibrio en la línea porque se tendrá que asignar a otro costurero que tome su lugar. En el caso de la curva de aprendizaje es cuando un maquinista realiza por primera vez una operación y hasta alcanzar la habilidad el maquinista no cumple con el tiempo estándar y causa desequilibrio en la línea. Entonces la ausencia de personal calificado y la curva de aprendizaje generan los bajos niveles de productividad, para la solución se implementa el balance de línea porque es una herramienta que minimiza el desequilibrio de las líneas de costura generados en este caso por la mano de obra tal como lo señala el autor (Heizer & Render, 2009).

Ausencia de personal calificado

De acuerdo a la información histórica de la empresa en estudio el porcentaje de ausentismo se incrementó a partir de la pandemia es así que los porcentajes más altos se presentó en 4% y 5%. El cual generó mayor desequilibrio en las líneas de costura y bajos niveles de productividad. Se evidencia en la figura 15.

Figura15

Porcentaje de ausentismo de maquinistas de costura



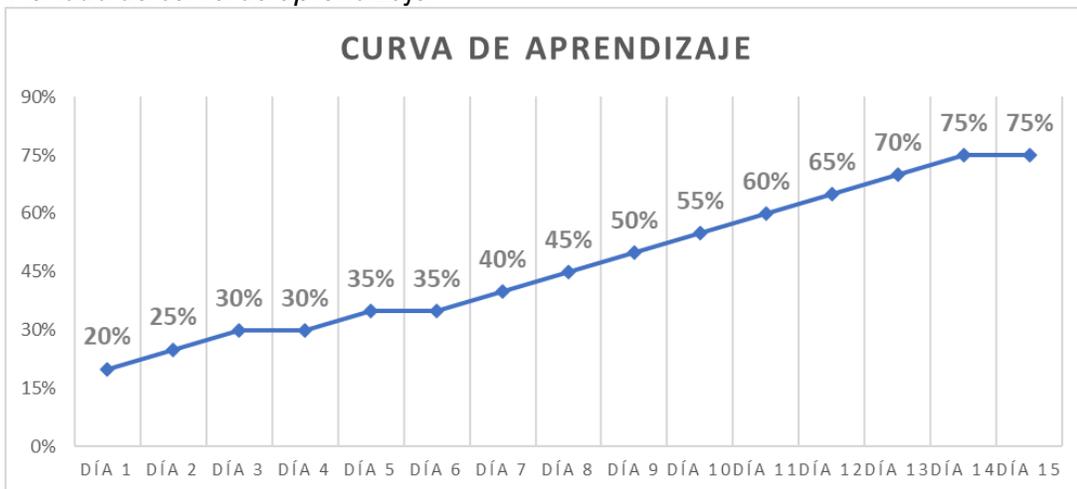
Fuente: Elaboración propia, tomada de la empresa en estudio

Curva de aprendizaje

Se definió el periodo de curva de aprendizaje que debe cumplir un maquinista cuando cambia a una operación nueva de mayor dificultad en tal sentido se determinó que en un máximo de 15 días llegará a más de 75% según figura 16.

Figura16

Periodo de curva de aprendizaje

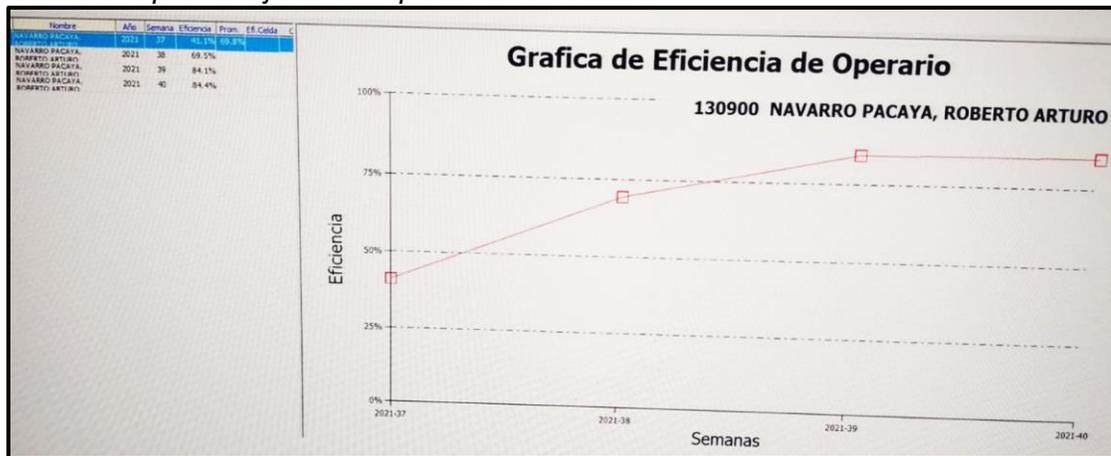


Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se observa la curva de aprendizaje del personal de costura cuando realiza por primera vez una operación. La primera semana obtiene 41% la segunda semana obtiene 70% y la tercera semana alcanza el 84%, como se puede ver se cumple el periodo de aprendizaje establecido en la presente investigación.

Figura17

Curva de aprendizaje real del personal de costura



Fuente: Elaboración propia, foto tomada de la empresa en estudio

4.2. Preprueba grupo de control y grupo experimental

Se definió como grupo de control a las líneas de producción de prendas box 19-20-21-22 y como grupo experimental a las líneas 15-16-23-24, son grupos formados antes de la investigación, no se eligieron al azar, se definió con el criterio de líneas con bajos niveles de productividad y no cumplen con las metas establecidas por la empresa (eficiencia 84% y valor minuto 0.060 dólares/minuto); se aplicó la preprueba con la ficha de observación y los dos grupos presentan 75% de eficiencia y 0.063 dólares/minuto como indicadores de productividad.

Figura18

Ficha de observación preprueba grupo de control

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD											
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
					$\% \text{ cumplimiento eficiencia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}}$			$\text{Valor minuto directo} = \frac{\text{Costos incurridos mano de obra directa}}{\text{Minutos producidos}}$			$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Costos incurridos mano de obra directa}}$
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
8/02/2020	LINEA 19	12	433	19.629	190	265	72%	1053	3729	0.28	0.18
8/02/2020	LINEA 20	13	429	19.629	205	284	72%	1141	4024	0.28	0.18
8/02/2020	LINEA 21	10	570	19.629	190	291	65%	878	3729	0.24	0.22
8/02/2020	LINEA 22	12	480	19.629	198	293	68%	1053	3886	0.27	0.19
10/02/2020	LINEA 19	11	561	19.629	210	314	67%	965	4122	0.23	0.22
10/02/2020	LINEA 20	13	561	19.629	240	372	65%	1141	4711	0.24	0.21
10/02/2020	LINEA 21	10	723	19.629	268	368	73%	878	5260	0.17	0.31
10/02/2020	LINEA 22	11	602	19.629	266	338	79%	965	5221	0.18	0.28
11/02/2020	LINEA 19	12	549	19.629	270	336	80%	1053	5300	0.20	0.26
11/02/2020	LINEA 20	13	537	19.629	265	356	74%	1141	5202	0.22	0.23
11/02/2020	LINEA 21	13	570	19.629	263	377	70%	1141	5162	0.22	0.23
11/02/2020	LINEA 22	11	588	19.629	250	329	76%	965	4907	0.20	0.26
12/02/2020	LINEA 19	13	552	19.629	288	366	79%	1141	5653	0.20	0.25
12/02/2020	LINEA 20	13	548	19.629	298	363	82%	1141	5849	0.20	0.26
12/02/2020	LINEA 21	13	569	19.629	291	377	77%	1141	5712	0.20	0.26
12/02/2020	LINEA 22	11	598	19.629	260	335	78%	965	5103	0.19	0.27
13/02/2020	LINEA 19	10	716	19.629	288	365	79%	878	5653	0.16	0.33
13/02/2020	LINEA 20	13	552	19.629	287	366	78%	1141	5633	0.20	0.25
13/02/2020	LINEA 21	13	570	19.629	290	378	77%	1141	5692	0.20	0.25
13/02/2020	LINEA 22	10	595	19.629	240	303	79%	878	4711	0.19	0.27
14/02/2020	LINEA 19	13	532	19.629	285	352	81%	1141	5594	0.20	0.25
14/02/2020	LINEA 20	13	549	19.629	288	364	79%	1141	5653	0.20	0.25
14/02/2020	LINEA 21	13	549	19.629	262	364	72%	1141	5143	0.22	0.23
14/02/2020	LINEA 22	10	571	19.629	230	291	79%	878	4515	0.19	0.26
15/02/2020	LINEA 19	13	443	19.629	233	293	79%	1141	4573	0.25	0.20
15/02/2020	LINEA 20	13	439	19.629	210	290	72%	1141	4122	0.28	0.18
15/02/2020	LINEA 21	13	443	19.629	220	293	75%	1141	4318	0.26	0.19
15/02/2020	LINEA 22	11	480	19.629	210	269	78%	965	4122	0.23	0.22

Tipo de cambio Feb. 2020	3.41
--------------------------	------

6995	9292	75%	29491	137301	0.21	0.24
6995			8648	137301	0.063	0.81

Fuente: Elaboración propia

Figura19

Ficha de observación preprueba grupo experimental

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD												
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS				
					$\% \text{ cumplimiento eficiencia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}}$			$\text{Valor minuto directo} = \frac{\text{Costos incurridos mano de obra directa}}{\text{Minutos producidos}}$			$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Costos incurridos mano de obra directa}}$	
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)	
8/02/2020	LÍNEA 15	13	480	19.629	235	318	74%	1141	4613	0.25	0.21	
8/02/2020	LÍNEA 16	13	480	19.629	205	318	64%	1141	4024	0.28	0.18	
8/02/2020	LÍNEA 23	13	480	19.629	240	318	75%	1141	4711	0.24	0.21	
8/02/2020	LÍNEA 24	12	480	19.629	255	293	87%	1053	5005	0.21	0.24	
10/02/2020	LÍNEA 15	13	600	19.629	301	397	76%	1141	5908	0.19	0.26	
10/02/2020	LÍNEA 16	13	600	19.629	254	397	64%	1141	4986	0.23	0.22	
10/02/2020	LÍNEA 23	13	600	19.629	289	397	73%	1141	5673	0.20	0.25	
10/02/2020	LÍNEA 24	13	600	19.629	282	397	71%	1141	5535	0.21	0.25	
11/02/2020	LÍNEA 15	13	608	19.629	334	403	83%	1141	6556	0.17	0.29	
11/02/2020	LÍNEA 16	14	558	19.629	326	398	82%	1229	6399	0.19	0.27	
11/02/2020	LÍNEA 23	13	525	19.629	171	348	49%	1141	3356	0.34	0.15	
11/02/2020	LÍNEA 24	13	542	19.629	171	359	48%	1141	3356	0.34	0.15	
12/02/2020	LÍNEA 15	13	611	19.629	343	405	85%	1141	6733	0.17	0.30	
12/02/2020	LÍNEA 16	14	555	19.629	330	396	83%	1229	6477	0.19	0.27	
12/02/2020	LÍNEA 23	12	578	19.629	270	353	76%	1053	5300	0.20	0.26	
12/02/2020	LÍNEA 24	13	601	19.629	270	398	68%	1141	5300	0.22	0.24	
13/02/2020	LÍNEA 15	13	616	19.629	330	408	81%	1141	6477	0.18	0.29	
13/02/2020	LÍNEA 16	14	554	19.629	330	395	84%	1229	6477	0.19	0.27	
13/02/2020	LÍNEA 23	12	564	19.629	300	345	87%	1053	5889	0.18	0.28	
13/02/2020	LÍNEA 24	13	588	19.629	270	390	69%	1141	5300	0.22	0.24	
14/02/2020	LÍNEA 15	13	590	19.629	330	391	84%	1141	6477	0.18	0.29	
14/02/2020	LÍNEA 16	13	541	19.629	300	358	84%	1141	5889	0.19	0.26	
14/02/2020	LÍNEA 23	11	562	19.629	240	315	76%	965	4711	0.20	0.25	
14/02/2020	LÍNEA 24	13	566	19.629	270	375	72%	1141	5300	0.22	0.24	
15/02/2020	LÍNEA 15	13	480	19.629	240	318	75%	1141	4711	0.24	0.21	
15/02/2020	LÍNEA 16	14	446	19.629	210	318	66%	1229	4122	0.30	0.17	
15/02/2020	LÍNEA 23	11	451	19.629	207	253	82%	965	4063	0.24	0.21	
15/02/2020	LÍNEA 24	12	475	19.629	210	290	72%	1053	4122	0.26	0.20	
					7513	10050	75%	31597	147469	0.21	0.24	
Tipo de cambio Feb. 2020					3.41	7513		9266	147469	0.063	0.81	

Fuente: Elaboración propia

4.3. Aplicación del estímulo

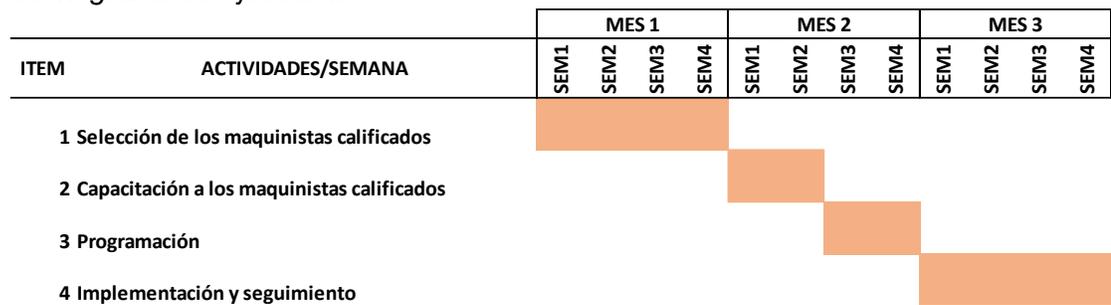
Con los datos de la preprueba se aplica el estímulo o variable independiente balance de línea al grupo experimental, para ello se determina el cronograma de implementación de la mejora.

4.3.1. Cronograma de ejecución

Para la ejecución de la mejora se explica cada una de las actividades: selección de maquinistas calificados, capacitación a los maquinistas de balance de línea donde se informa el objetivo y la importancia de su función, programación de los maquinistas calificados para el balance de líneas a cargo del analista de ingeniería según la necesidad de las líneas, finalmente se implementa la propuesta.

Figura20

Cronograma de ejecución



Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Desarrollo de la propuesta

4.3.2.1 Selección de los maquinistas calificados

Se realiza una selección de maquinistas calificados que serán parte del balance de línea que cumplan con los siguientes requisitos y especificaciones. En el siguiente cuadro se define las categorías de los maquinistas de balance “A+” y “A” y cada una de ellas indica ciertos requisitos como cantidad de máquinas a dominar, cantidad de operaciones por tipo de máquina y eficiencia.

Tabla13*Categorías de los maquinistas de balance línea*

A+	A
Manejo de 3 máquinas al 100%	Manejo de 3 máquinas al 100%
Primera máquina, recta al 100% mínimo 3 operaciones categoría "A"	Primera máquina, recta o remalle al 100% mínimo 3 operaciones categoría "A"
Segunda máquina, al 100% mínimo 1 operación categoría "A"	Segunda máquina, al 100% mínimo 1 operación categoría "A"
Tercera máquina, al 100% mínimo 1 operación categoría "B"	Tercera máquina, al 100% mínimo 1 operación categoría "B"

Fuente: Elaboración propia

También se define las operaciones de categoría "A" y "B" por tipo de máquina que debe manejar un maquinista de balance de línea. El área de ingeniería considera las operaciones que debe manejar el maquinista de balance de línea.

Tabla 14*Ejemplo de categoría de operaciones según tipo de máquina*

Máquina	Operaciones categoría "A"	Operaciones categoría "B"
Recta	Preparado de pechera, cuadro de pechera y vents.	
Remalle	Pegado de cuello, basta de faldón invisible y dentado.	Pegado de manga y cerrado de costados
Bastera		Basta de faldón y basta de manga tubular
Tapetera		Tapete de hombro a hombro.
Recubridora		Recubierto de sisa

Fuente: Elaboración propia

Para calcular la cantidad de maquinistas de balance de línea se determinó que con 2 maquinistas calificados en un periodo de 25 días se logró atender a 6 líneas/día, es decir, cada maquinista calificado atiende mínimo 3 líneas/día.

Tabla15

Líneas atendidas por maquinista de balance

Días	líneas/atendidas
1/06/2021	7
2/06/2021	4
3/06/2021	8
4/06/2021	2
5/06/2021	4
7/06/2021	4
8/06/2021	4
9/06/2021	8
10/06/2021	6
11/06/2021	6
12/06/2021	5
14/06/2021	8
15/06/2021	6
16/06/2021	6
17/06/2021	6
18/06/2021	8
19/06/2021	8
21/06/2021	8
22/06/2021	6
23/06/2021	6
24/06/2021	6
25/06/2021	6
26/06/2021	8
28/06/2021	6
30/06/2021	8
Total: 25 días	154
Líneas atendidas/día	6
Maquinistas calificados	2
Líneas atendidas/día	3

Fuente: Elaboración propia

Considerando que cada maquinista calificado atiende 3 líneas/día y tomando en cuenta las faltas/mes en un periodo de 10 meses se determinó que se requiere 4 maquinistas calificados para implementar el balance de línea.

Tabla16

Requerimiento de maquinistas calificados para el balance de línea

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Total
Días/mes	25	27	26	26	25	24	21	23	25	26	248
Faltas/mes	250	306	279	503	398	208	212	264	302	269	2991
Faltas/día	10	11	11	19	16	9	10	11	12	10	12
Líneas atendidas/maquinista balance	3										
Rq. Maquinistas balance	3	4	4	6	5	3	3	4	4	3	4.0

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2 Capacitación a los maquinistas calificados

Se realizó la capacitación a los maquinistas calificados donde se le indicó la importancia de su función, el balance de línea y el nuevo incentivo. El incentivo del maquinista de balance consiste en un incentivo Individual y un incentivo por balance de línea que fue aprobado por gerencia según anexo 6. En la figura 22 se evidencia la capacitación realizada a los maquinistas calificados de balance de línea.

Figura21

Capacitación maquinistas calificados



Fuente: Elaboración propia, foto tomada de la empresa en estudio

4.3.2.3 Programación del maquinista calificado

Se definió la programación a cargo del analista de ingeniería y los instructores quien un día antes deben validar e identificar las líneas donde se requiere programación, teniendo en cuenta: la usencia de personal calificado y las curvas de aprendizaje, que son las causas principales que generan el problema de los bajos niveles de productividad. La validación se realiza con la implementación de la herramienta balance de línea que se explica a continuación. En casos especiales la programación puede variar siempre que se presente faltas injustificadas el mismo día, en estos casos se procede a la aplicación del balance de línea y el replanteo de la programación. En la figura 22 evidencia la validación con la herramienta balance de línea con el instructor y analista de ingeniería en la línea de producción de prendas box.

Figura22

Programación del maquinista calificado con la herramienta balance de línea



Fuente: Elaboración propia, foto tomada de la empresa en estudio

Los resultados de la programación se controlan diariamente y se envían a las jefaturas correspondientes, en la figura 23 se muestran los resultados del 22 de mayo del 2020 donde se implementó el balance de línea con personal calificado y las líneas de producción lograron una eficiencia de 91%, 89% y 84% y el maquinista de balance de línea obtuvo una eficiencia individual de 100%.

Figura23

Resultados del balance de línea con maquinista calificado

Del Grupo 02 Ingeniero (mailto:oscar2_ing@textilescamones.com)
 Enviado el sábado, 22 de mayo de 2021 14:35
 Para: 'oscar@textilescamones.com'
 CC: 'Luisa@textilescamones.com'; 'Luzi Gonzalez'; 'Valencia Flores'; 'Rubí Barreto'; 'mustras_ing@textilescamones.com'
 Asunto: RE: AUSENTISMO

Buenas noches:
 Sr. David envió resultado de balance del día 21/05 y programación de 24/05 ver el detalle adjunto.

Resultado de la programación maquinista balance de línea

Semana	Nombre del maquinista	Fecha	Tipo	Año	D/F	Descripción/Operación	% Efic. Individual	Categ./Operación	Línea/Programada	Horas/Programadas/Línea	% Efic. Línea
21	PUMAYALLI LLANCAY, EDGARDO	21/05/2021	p	2021	540	ASEM/T/A3/CONT/CLC+H	100	A	1_2	5	91%
21	PUMAYALLI LLANCAY, EDGARDO	21/05/2021	p	2021	512	PQ+PREP/PECH/STIR+1 PES+1A3ST+H	100	A	21_22	3	89%
21	PUMAYALLI LLANCAY, EDGARDO	21/05/2021	p	2021	537-535	PQ+PREP/PECH/STIR+1 PES+1A3ST+H	100	A	13_14	2	84%

Programación maquinista balance de línea

OBSERVACIÓN	Fecha	Línea/Programada	Nombre del maquinista	Descripción/Operación	Horas/Programadas/Línea	Motivo de programación
	24-May	19_20	PUMAYALLI LLANCAY, EDGARDO	PREPARADO DE PECHERA	5	CAPACIDAD DE OPERARIOS
	24-May	13_14	PUMAYALLI LLANCAY, EDGARDO	PREPARADO DE PECHERA	5	CAPACIDAD DE OPERARIOS

Fuente: Elaboración propia, tomada de la empresa en estudio

4.3.2.4 Implementación del balance de línea

Balance de línea

El 17 de febrero se tuvo ausencia de maquinistas calificados y curvas de aprendizaje en las líneas 15-16-23-24, para evitar bajos niveles de productividad se implementó el balance de línea en función a la operación más lenta que no cumple con meta de la línea y se utilizó el método del autor (Niebel & Freivalds, 2009). Se realizó lo siguiente:

- Layout del balance de línea.
- Calcular las horas requeridas del maquinista según tiempo estándar.
- Programar al maquinista calificado según requerimiento.

Figura24

Layout costura (15-16)

Ítem	Operación	Máquina	TS	Efic. Esp.	Puestos Teóricos	Prod. Hora	Horas Requeridas
1	BAS/FAL/AB/TUM/REM+NIV+INSP+H	RE2	0.7548	85%	1.0500	68	10
2	PREP/ETQ*2+H	CR1	0.2108	85%	0.2932	242	3
3	PREP/ETQ/TALLA-C/ETQ/MARC+INSP+H	CR1	0.3609	85%	0.5020	141	5
4	SIM+MR+PG/ETQ*2/EXTR/LAT A PARCH	CR1	1.1992	85%	1.6681	43	17
5	ORI/1/2LUNA+H	SIM	0.3524	85%	0.4902	145	5
6	PG/1/2 LUNA+FIJ/ESC+INSP+H	CR1	1.1471	85%	1.5957	44	16
7	BAST/PECH/SUP/1LD+H	CR1	0.3557	85%	0.4948	143	5
8	PG/PEC/STIN/AB+INSP@	CR1	0.7923	85%	1.1021	64	11
9	EMB/PTA/CUE/RECT/STIN+INSP+H	CR1	0.7107	85%	0.9886	72	10
10	UNIR/HBRO/ABERT/PECH C/MOB+RCT	RFP	0.5432	85%	0.7556	94	8
11	PG/CUE/RECT A CPO+INSP	RFP	0.8505	85%	1.1831	60	12
12	PG/CUE/RECT C/TAP+RCT+VOL/PTAS+SIM	TA1	0.8417	85%	1.1708	61	12
13	ASENT/TAP/CONT/CUE C/NDOS+INSP+H	CR1	1.0968	85%	1.5257	46	15
14	PIQ+PREP/PECH/STIN+PESP	CR1	1.4570	100%	1.7227	41	17
15	ATRQ/PECH/STIN/AL SOLY/CUAD+INSP+H	CR1	1.1587	85%	1.6118	44	16
16	PG/MC	RFP	1.1562	85%	1.6083	44	16
17	COST/MC C/BAS+ORI/PECH/ORI/VENTS/FRFP	RFP	1.6010	85%	2.2271	32	22
18	ATRQ/COL/REM/PECH+H	CR1	0.3100	85%	0.4312	165	4
19	BAS/MC/CIRC+NIV+INSP+H	RE2	1.4987	85%	2.0848	34	21
20	PZA+ASE/VENTS/2DB/RECTANG+H	CR1	1.9714	85%	2.7423	26	27
21	ATRQ/VENTS*2+H	OJS	0.3787	85%	0.5268	135	5
22	OJAL/PECH/HZ*1+VERT*2	OJS	0.5107	85%	0.7104	100	7
23	PG/BOT/PECH*3	BTS	0.3700	85%	0.5147	138	5
TOTAL MÁQUINA ----->			19.629	86%	27.0000		

MÁQUINA	TS	Req.	A solicitar	TS	Req.	A solicitar
BASTERA 2AG-3H	2.6512	3.13	4			
PESPUNTE 1Ag-2H	12.4142	14.68	15			
REMALLE SIMPLE 1Ag-3H	0.4146	0.49	1			
REMALLE FALSA PUNTADA 2Ag-4H	4.8834	5.77	6			
TAPETERA 1Ag-2H	0.9902	1.17	2			
OJALADORA AUTOMATICA 1Ag-2H	1.0464	1.24	2			
BOTONERA AUTOMATICA 1Ag-2H	0.4353	0.51	1			
TOTAL ----->	22.8352	27.000	31	0.0000	0.000	0



Fuente: Elaboración propia

Tabla17

Balance de línea (15-16)

Línea 15-16	
Total, maquinistas	27
Ts. máquina/prenda	19.629
Jornada (horas)	10
Meta/línea 100%	825
Meta/línea 85%	702
Operaciones	PQ/PREP/PECH/STIN/INF+H
Prendas/hora	41
Horas/requeridas	17
Maquinistas/requeridos	1.7

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Línea 15-16

Cálculo de prendas/jornada

$$\text{Meta línea 100\%} = \frac{(27 \times 10 \times 60)}{19.629}$$

$$\text{Meta línea 100\%} = 825 \text{ prendas/jornada}$$

$$\text{Meta línea 85\%} = 825 \times 0.85$$

$$\text{Meta línea 85\%} = 702 \text{ prendas/jornada}$$

Cálculo de horas requeridas

$$\text{Horas requeridas 85\%} = \frac{702}{41}$$

$$\text{Horas requeridas 85\%} = 17$$

Figura 25

Layout costura (23-24)

Ítem	Operación	Máquina	TS	Efic. Esp.	Puestos Teóricos	Prod. Hora	Horas Requeridas
1	BAS/FAL/AB/TUM/REM+NIV+INSP+H	RE2	0.7548	85%	0.9699	68	10
2	PREP/ETQ*2+H	CR1	0.2108	85%	0.2709	242	3
3	PREP/ETQ/TALLA-C/ETQ/MARC+INSP+H	CR1	0.3609	85%	0.4638	141	5
4	SIM+MR+PG/ETQ*2/EXTR/LAT A PARCHÉ	CR1	1.1992	85%	1.5410	43	15
5	ORI/1/2LUNA+H	SIM	0.3524	85%	0.4528	145	5
6	PG/1/2 LUNA+FIJ/ESC+INSP+H	CR1	1.1471	85%	1.4741	44	15
7	BAST/PECH/SUP/1LD+H	CR1	0.3557	85%	0.4571	143	5
8	PG/PEC/STIN/AB+INSP@	CR1	0.7923	85%	1.0181	64	10
9	EMB/PTA/CUE/RECT/STIN+INSP+H	CR1	0.7107	85%	0.9133	72	9
10	UNIR/HBRO/ABERT/PECH C/MOB+RCT	RFP	0.5432	85%	0.6980	94	7
11	PG/CUE/RECT A CPO+INSP	RFP	0.8505	85%	1.0929	60	11
12	PG/CUE/RECT C/TAP+RCT+VOL/PTAS+SIM	TA1	0.8417	85%	1.0816	61	11
13	ASENT/TAP/CONT/CUE C/NDOS+INSP+H	CR1	1.0968	85%	1.4094	46	14
14	PIQ+PREP/PECH/STIN+PESP	CR1	1.4570	85%	1.8723	35	19
15	ATRQ/PECH/STIN/AL SOLY/CUAD+INSP+H	CR1	1.1587	100%	1.2656	52	13
16	PG/MC	RFP	1.1562	85%	1.4858	44	15
17	COST/MC C/BAS+ORI/PECH/ORI/VENTS/F	RFP	1.6010	85%	2.0573	32	21
18	ATRQ/COL/REM/PECH+H	CR1	0.3100	85%	0.3984	165	4
19	BAS/MC/CIRC+NIV+INSP+H	RE2	1.4987	85%	1.9259	34	19
20	PZA+ASE/VENTS/2DB/RECTANG+H	CR1	1.9714	85%	2.5333	26	25
21	ATRQ/VENTS*2+H	OJS	0.3787	85%	0.4866	135	5
22	OJAL/PECH/HZ*1+VERT*2	OJS	0.5107	85%	0.6563	100	7
23	PG/BOT/PECH*3	BTS	0.3700	85%	0.4755	138	5
TOTAL MÁQUINA ----->			19.629	86%	25.0000		

MÁQUINA	TS	Req.	A solicitar	TS	Req.	A solicitar
BASTERA 2Ag-3H	2.6512	2.90	3			
PESPUNTE 1Ag-2H	12.4668	13.62	14			
REMALLE SIMPLE 1Ag-3H	0.4146	0.45	1			
REMALLE FALSA PUNTADA 2Ag-4H	4.8834	5.33	6			
TAPETERA 1Ag-2H	0.9902	1.08	2			
OJALADORA AUTOMATICA 1Ag-2H	1.0464	1.14	2			
BOTONERA AUTOMATICA 1Ag-2H	0.4353	0.48	1			
TOTAL ----->	22.8879	25.000	29	0.0000	0.000	0



Fuente: Elaboración propia

Tabla18

Balance de línea (23-24)

Línea 23-24	
Total maquinistas	25
Ts. máquina/prenda	19.629
Jornada (horas)	10
Meta/línea 100%	764
Meta/línea 85%	605
Operaciones	ATRQ/PECH/STIN/AL SOLY/CUAD+INSP+H
Prendas/hora	52
Horas/requeridas	13
Maquinistas/requeridos	1.3

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Línea 23-24

Cálculo de prendas/jornada

$$\text{Meta línea 100\%} = \frac{(25 \times 10 \times 60)}{19.629}$$

Meta línea 100% = 764 prendas/jornada

Meta línea 85% = 764x0.85

Meta línea 85% = 650 prendas/jornada

Cálculo de horas requeridas

$$\text{Horas requeridas 85\%} = \frac{764}{52}$$

Horas requeridas 85% = 13

Programación

La programación de los maquinistas calificados se hace en función al balance de línea y está a cargo del analista de ingeniería. De acuerdo al balance de línea se requiere 7 horas para la línea 15-16 y 3 horas para la línea 23-24. Se evidencia que con un maquinista calificado se logra atender a 4 líneas y se cubre el motivo ausencia de maquinista y curva de aprendizaje. Se evidencia en la figura 26-27.

Tabla19

Programación de maquinista balance de línea

Línea	Requerido	Horas programadas	Estado	Programación
15-16	Costureros 1 al 100%	10	Presente	
15-16	Costurero 2 al 100%	7	Ausente	Balance de línea con maquinista calificado
23-24	Costureros 1 al 100%	10	Presente	
23-24	Costurero 2 al 100%	3	Ausente	Balance de línea con maquinista calificado

Fuente: Elaboración propia

Figura26

Balace de línea con maquinista calificado (línea 23-24)



Fuente: Elaboración propia, foto tomada de la empresa en estudio

Figura27

Balace de línea con maquinista calificado (línea 15-16)



Fuente: Elaboración propia, foto tomada de la empresa en estudio

4.4. Posprueba y presentación de los resultados

Culminada la implementación del estímulo o balance de línea se realiza la posprueba con el instrumento ficha de observación al grupo experimental y al grupo de control. Como se demuestra el grupo experimental presenta mejores resultados y el grupo de control se mantiene intacto.

Figura28

Ficha de observación grupo experimental con balance de línea (15 - 16 – 23 - 24)

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD													
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS					
					$\% \text{ cumplimiento eficiencia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}}$			$\text{Valor minuto directo} = \frac{\text{Costos incurridos mano de obra directa}}{\text{Minutos producidos}}$			$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Costos incurridos mano de obra directa}}$		
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)		
17/02/2020	LÍNEA 15	13	573	19.629	330	379	87%	1160	6477	0.179	0.28		
17/02/2020	LÍNEA 16	14	528	19.629	330	377	88%	1249	6477	0.193	0.26		
17/02/2020	LÍNEA 23	12	485	19.629	266	297	90%	1071	5221	0.205	0.25		
17/02/2020	LÍNEA 24	13	526	19.629	299	349	86%	1160	5869	0.198	0.26		
18/02/2020	LÍNEA 15	13	578	19.629	330	383	86%	1160	6477	0.179	0.28		
18/02/2020	LÍNEA 16	13	521	19.629	270	345	78%	1160	5300	0.219	0.23		
18/02/2020	LÍNEA 23	13	485	19.629	292	321	91%	1160	5732	0.202	0.25		
18/02/2020	LÍNEA 24	11	519	19.629	312	291	107%	981	6124	0.160	0.32		
19/02/2020	LÍNEA 15	13	545	19.629	332	361	92%	1160	6517	0.178	0.29		
19/02/2020	LÍNEA 16	14	545	19.629	328	389	84%	1249	6438	0.194	0.26		
19/02/2020	LÍNEA 23	14	448	19.629	292	319	91%	1249	5732	0.218	0.23		
19/02/2020	LÍNEA 24	12	493	19.629	297	301	99%	1071	5830	0.184	0.28		
20/02/2020	LÍNEA 15	13	571	19.629	317	378	84%	1160	6222	0.186	0.27		
20/02/2020	LÍNEA 16	13	576	19.629	314	382	82%	1160	6163	0.188	0.27		
20/02/2020	LÍNEA 23	12	507	19.629	244	310	79%	1071	4789	0.224	0.23		
20/02/2020	LÍNEA 24	10	561	19.629	228	286	80%	892	4475	0.199	0.26		
21/02/2020	LÍNEA 15	13	577	19.629	350	382	92%	1160	6870	0.169	0.30		
21/02/2020	LÍNEA 16	13	572	19.629	349	379	92%	1160	6850	0.169	0.30		
21/02/2020	LÍNEA 23	12	555	19.629	291	340	86%	1071	5712	0.187	0.27		
21/02/2020	LÍNEA 24	11	531	19.629	285	297	96%	981	5594	0.175	0.29		
22/02/2020	LÍNEA 15	12	480	19.629	245	293	83%	925	4809	0.192	0.26		
22/02/2020	LÍNEA 16	13	480	19.629	270	318	85%	1002	5300	0.189	0.27		
22/02/2020	LÍNEA 23	12	480	19.629	256	293	87%	925	5025	0.184	0.28		
22/02/2020	LÍNEA 24	11	469	19.629	221	263	84%	848	4338	0.196	0.26		
24/02/2020	LÍNEA 15	13	625	19.629	375	414	91%	1160	7361	0.158	0.32		
24/02/2020	LÍNEA 16	14	625	19.629	370	446	83%	1249	7263	0.172	0.30		
24/02/2020	LÍNEA 23	13	591	19.629	341	391	87%	1160	6693	0.173	0.29		
24/02/2020	LÍNEA 24	13	579	19.629	337	384	88%	1160	6615	0.175	0.29		
Tipo de cambio Feb. 2020				3.41	8471			9667	88%	30910	166273	0.19	0.27
					8471				9064	166273	0.055	0.93	

Fuente: Elaboración propia

Se demuestra en la ficha de observación del grupo experimental la mejora del indicador % de cumplimiento de eficiencia de 75% a 88% y el valor minuto se optimiza de 0.063 dólares/minuto a 0.055 dólares/minuto, a comparación del grupo de control que se mantiene con los mismos resultados de la preprueba, por lo tanto, el efecto que se observa es la mejora de la productividad.

Tabla20

Comparativo Indicador % cumplimiento de la eficiencia

Fecha	Lineas	Grupo de control sin balance	Grupo experimental con balance
		Línea (19-20-21-22)	Línea (15-16-23-24)
17/02/2020	LINEA 19	69%	87%
17/02/2020	LINEA 20	71%	88%
17/02/2020	LINEA 21	70%	90%
17/02/2020	LINEA 22	74%	86%
18/02/2020	LINEA 19	76%	86%
18/02/2020	LINEA 20	72%	78%
18/02/2020	LINEA 21	80%	91%
18/02/2020	LINEA 22	79%	107%
19/02/2020	LINEA 19	78%	92%
19/02/2020	LINEA 20	79%	84%
19/02/2020	LINEA 21	75%	91%
19/02/2020	LINEA 22	83%	99%
20/02/2020	LINEA 19	77%	84%
20/02/2020	LINEA 20	79%	82%
20/02/2020	LINEA 21	79%	79%
20/02/2020	LINEA 22	78%	80%
21/02/2020	LINEA 19	76%	92%
21/02/2020	LINEA 20	74%	92%
21/02/2020	LINEA 21	65%	86%
21/02/2020	LINEA 22	71%	96%
22/02/2020	LINEA 19	78%	83%
22/02/2020	LINEA 20	74%	85%
22/02/2020	LINEA 21	83%	87%
22/02/2020	LINEA 22	83%	84%
24/02/2020	LINEA 19	64%	91%
24/02/2020	LINEA 20	70%	83%
24/02/2020	LINEA 21	70%	87%
24/02/2020	LINEA 22	74%	88%
Promedio		75%	88%

Fuente: Elaboración propia

Tabla21*Comparativo indicador valor minuto directo*

Fecha	Líneas	Grupo de control sin balance	Grupo experimental con balance
		Línea (19-20-21-22)	Línea (15-16-23-24)
17/02/2020	LINEA 19	0.22	0.18
17/02/2020	LINEA 20	0.23	0.19
17/02/2020	LINEA 21	0.18	0.21
17/02/2020	LINEA 22	0.21	0.20
18/02/2020	LINEA 19	0.21	0.18
18/02/2020	LINEA 20	0.22	0.22
18/02/2020	LINEA 21	0.20	0.20
18/02/2020	LINEA 22	0.20	0.16
19/02/2020	LINEA 19	0.21	0.18
19/02/2020	LINEA 20	0.21	0.19
19/02/2020	LINEA 21	0.22	0.22
19/02/2020	LINEA 22	0.18	0.18
20/02/2020	LINEA 19	0.21	0.19
20/02/2020	LINEA 20	0.21	0.19
20/02/2020	LINEA 21	0.21	0.22
20/02/2020	LINEA 22	0.20	0.20
21/02/2020	LINEA 19	0.22	0.17
21/02/2020	LINEA 20	0.24	0.17
21/02/2020	LINEA 21	0.25	0.19
21/02/2020	LINEA 22	0.21	0.18
22/02/2020	LINEA 19	0.23	0.19
22/02/2020	LINEA 20	0.24	0.19
22/02/2020	LINEA 21	0.21	0.18
22/02/2020	LINEA 22	0.19	0.20
24/02/2020	LINEA 19	0.23	0.16
24/02/2020	LINEA 20	0.22	0.17
24/02/2020	LINEA 21	0.23	0.17
24/02/2020	LINEA 22	0.21	0.18
Promedio soles		0.21	0.19
Tipo de cambio Feb.20 ...> 3.41		0.063	0.055

Fuente: Elaboración propia

Tabla22*Comparativo productividad de recursos económicos*

Fecha	Líneas	Grupo de control sin balance	Grupo experimental con balance
		Línea (19-20-21-22)	Línea (15-16-23-24)
17/02/2020	LINEA 19	0.23	0.28
17/02/2020	LINEA 20	0.22	0.26
17/02/2020	LINEA 21	0.29	0.25
17/02/2020	LINEA 22	0.24	0.26
18/02/2020	LINEA 19	0.24	0.28
18/02/2020	LINEA 20	0.23	0.23
18/02/2020	LINEA 21	0.25	0.25
18/02/2020	LINEA 22	0.26	0.32
19/02/2020	LINEA 19	0.24	0.29
19/02/2020	LINEA 20	0.24	0.26
19/02/2020	LINEA 21	0.23	0.23
19/02/2020	LINEA 22	0.28	0.28
20/02/2020	LINEA 19	0.24	0.27
20/02/2020	LINEA 20	0.25	0.27
20/02/2020	LINEA 21	0.25	0.23
20/02/2020	LINEA 22	0.26	0.26
21/02/2020	LINEA 19	0.23	0.30
21/02/2020	LINEA 20	0.21	0.30
21/02/2020	LINEA 21	0.21	0.27
21/02/2020	LINEA 22	0.24	0.29
22/02/2020	LINEA 19	0.22	0.26
22/02/2020	LINEA 20	0.21	0.27
22/02/2020	LINEA 21	0.24	0.28
22/02/2020	LINEA 22	0.26	0.26
24/02/2020	LINEA 19	0.22	0.32
24/02/2020	LINEA 20	0.23	0.30
24/02/2020	LINEA 21	0.22	0.29
24/02/2020	LINEA 22	0.25	0.29
Promedio		0.24	0.27
Tipo de cambio Feb.20 ...>	3.41	0.812	0.935

Fuente: Elaboración propia

El comparativo de la productividad indica que con el balance de línea se mejora la productividad de 0.812 a 0.935 unidades por cada dólar invertido, es decir, el costo de la mano de obra de 1 prenda es 1.07 dólares.

$$\text{Costo mano de obra directa/prenda} = \frac{1}{0.935} = 1.07 \text{ dólares}$$

También se realizó la toma de tiempos a todas las operaciones de la prenda con el formato de capacidades al grupo de control y al grupo experimental después se determinó el tiempo real de la prenda, finalmente se comparó los resultados con balance y sin balance de línea.

Figura30

Formato de capacidades por operación sin balance de línea (19-20) grupo de control

FORMATO CAPACIDADES POR OPERACIÓN										
CLIENTE:	TARGET									
OP:	33									
JORNADA MINUTOS	600									
Nº MAQUINISTAS	27									
TS MINUTOS	19.62									
META 100%	826									
LÍNEA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO REAL								
		TIEMPO ESTÁNDAR	17/02/2020	18/02/2020	19/02/2020	20/02/2020	21/02/2020	22/02/2020	24/02/2020	
19-20	BAS/FAL/AB/TUM/REM+NIV+INSP+H	0.75	0.96	0.88	0.90	0.86	0.81	0.91	0.99	
19-20	PREP/ETQ*2+H	0.21	0.41	0.30	0.37	0.27	0.40	0.39	0.45	
19-20	PREP/ETQ/TALLA-C/ETQ/MARC+INSP+H	0.36	0.53	0.45	0.39	0.50	0.49	0.47	0.52	
19-20	SIM+MR+PG/ETQ*2/EXTR/LAT A PARCHE	1.20	1.45	1.42	1.35	1.36	1.40	1.41	1.45	
19-20	ORI/1/2LUNA+H	0.35	0.43	0.42	0.39	0.50	0.51	0.49	0.62	
19-20	PG/1/2 LUNA+FUJ/ESC+INSP+H	1.15	1.33	1.33	1.41	1.39	1.39	1.42	1.39	
19-20	BAST/PECH/SUP/1LD+H	0.36	0.45	0.41	0.45	0.40	0.49	0.50	0.59	
19-20	PG/PEC/STIN/AB+INSP@	0.79	0.87	0.90	0.96	1.00	1.10	0.95	1.05	
19-20	EMB/PTA/CUE/RECT/STIN+INSP+H	0.71	0.85	0.81	0.84	0.90	0.83	0.82	0.90	
19-20	UNIR/HBRO/ABERT/PECH C/MOB+RCT	0.54	0.65	0.57	0.62	0.60	0.61	0.67	0.65	
19-20	PG/CUE/RECT A CPO+INSP	0.85	1.00	0.91	1.00	0.87	1.05	0.99	1.04	
19-20	PG/CUE/RECT C/TAP+RCT+VOL/PTAS+SIM+H	0.84	1.19	0.98	0.97	1.00	0.95	0.89	1.03	
19-20	ASENT/TAP/CONT/CUE C/NDOS+INSP+H	1.10	1.41	1.26	1.31	1.29	1.25	1.20	1.33	
19-20	PIQ+PREP/PECH/STIN+PESP	1.46	2.70	2.65	2.45	2.30	2.00	1.88	1.75	
19-20	ATRQ/PECH/STIN/AL SOLY/CUAD+INSP+H	1.16	1.40	1.33	1.35	1.36	1.29	1.25	1.22	
19-20	PG/MC	1.16	1.22	1.20	1.19	1.35	1.38	1.21	1.26	
19-20	COST/MC C/BAS+ORI/PECH/ORI/VENTS/PRJO+H	1.60	1.81	1.70	1.90	1.85	1.90	1.81	1.83	
19-20	ATRQ/COL/REM/PECH+H	0.31	0.46	0.39	0.45	0.32	0.35	0.36	0.32	
19-20	BAS/MC/CIRC+NIV+INSP+H	1.50	1.61	1.52	1.60	1.59	1.62	1.55	1.63	
19-20	PZA+ASE/VENTS/2DB/RECTANG+H	1.97	2.59	2.51	2.46	2.47	2.41	2.90	3.25	
19-20	ATRQ/VENTS*2+H	0.38	0.60	0.58	0.45	0.43	0.40	0.42	0.50	
19-20	OJAL/PECH/HZ*1+VERT*2	0.51	0.62	0.60	0.63	0.66	0.65	0.67	0.64	
19-20	PG/BOT/PECH*3	0.37	0.53	0.60	0.49	0.60	0.55	0.65	0.40	
TIEMPO REAL			25.1	23.7	23.9	23.9	23.8	23.8	24.8	
TIEMPO ESTÁNDAR			19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	
% Cumplimiento Tiempo Estándar			78%	83%	82%	82%	82%	82%	79%	
PROMEDIO TIEMPO REAL			24.1							

Fuente: Elaboración propia

Figura31

Formato de capacidades por operación sin balance de línea (21-22) grupo de control

FORMATO CAPACIDADES POR OPERACIÓN										
CLIENTE:	TARGET									
OP:	33									
JORNADA MINUTOS	600									
Nº MAQUINISTAS	27									
TS MINUTOS	19.62									
META 100%	826									
		TIEMPO REAL								
LÍNEA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR	17/02/2020	18/02/2020	19/02/2020	20/02/2020	21/02/2020	22/02/2020	24/02/2020	
21-22	BAS/FAL/AB/TUM/REM+NIV+INSP+H	0.75	0.90	0.91	1.00	1.05	0.98	1.06	1.00	
21-22	PREP/ETQ*2+H	0.21	0.40	0.40	0.52	0.49	0.52	0.55	0.51	
21-22	PREP/ETQ/TALLA-C/ETQ/MARC+INSP+H	0.36	0.45	0.50	0.51	0.56	0.50	0.51	0.51	
21-22	SIM+MR+PG/ETQ*2/EXTR/LAT A PARCHE	1.20	1.46	1.41	1.60	1.51	1.49	1.50	1.52	
21-22	OR/1/2LUNA+H	0.35	0.40	0.50	0.49	0.50	0.49	0.50	0.60	
21-22	PG/1/2 LUNA+FUJ/ESC+INSP+H	1.15	1.30	1.40	1.62	1.52	1.49	1.52	1.50	
21-22	BAST/PECH/SUP/1LD+H	0.36	0.41	0.50	0.59	0.58	0.46	0.55	0.60	
21-22	PG/PEC/STIN/AB+INSP@	0.79	0.85	0.90	1.10	1.05	1.00	1.10	1.05	
21-22	EMB/PTA/CUE/RECT/STIN+INSP+H	0.71	0.91	0.85	0.98	0.95	0.92	1.00	0.95	
21-22	UNIR/HBRO/ABERT/PECH C/MOB+RCT	0.54	0.65	0.59	0.70	0.75	0.70	0.71	0.68	
21-22	PG/CUE/RECT A CPO+INSP	0.85	1.00	0.95	1.05	1.15	1.09	1.10	1.15	
21-22	PG/CUE/RECT C/TAP+RCT+VOL/PTAS+SIM+H	0.84	0.99	1.05	1.15	1.14	1.15	1.10	1.13	
21-22	ASENT/TAP/CONT/CUE C/NDOS+INSP+H	1.10	1.44	1.31	1.45	1.38	1.32	1.37	1.35	
21-22	PIQ+PREP/PECH/STIN+PESP	1.46	2.30	2.25	2.10	1.80	1.90	1.81	1.83	
21-22	ATRQ/PECH/STIN/AL SOLY/CUAD+INSP+H	1.16	1.70	1.85	1.95	1.90	1.60	1.51	1.50	
21-22	PG/MC	1.16	1.45	1.50	1.60	1.50	1.43	1.50	1.46	
21-22	COST/MC C/BAS+OR/PECH/OR/VENTS/PRJO+H	1.60	2.00	2.15	2.35	2.25	1.99	2.01	1.99	
21-22	ATRQ/COL/REMPECH+H	0.31	0.51	0.45	0.61	0.67	0.60	0.67	0.69	
21-22	BAS/MC/CIRC+NIV+INSP+H	1.50	1.81	1.75	2.00	2.10	1.88	1.93	1.90	
21-22	PZA+ASE/VENTS/2DB/RECTANG+H	1.97	3.15	3.20	3.05	2.60	2.90	2.75	2.70	
21-22	ATRQ/VENTS*2+H	0.38	0.61	0.60	0.60	0.55	0.56	0.57	0.58	
21-22	OJAL/PECH/HZ*1+VERT*2	0.51	0.70	0.69	0.74	0.68	0.70	0.69	0.71	
21-22	PG/BOT/PECH*3	0.37	0.50	0.49	0.50	0.46	0.43	0.48	0.60	
TIEMPO REAL			25.9	26.2	28.3	27.1	26.1	26.5	26.5	
TIEMPO ESTÁNDAR			19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	
% Cumplimiento Tiempo Estándar			76%	75%	69%	72%	75%	74%	74%	
PROMEDIO TIEMPO REAL			26.7							

Fuente: Elaboración propia

Figura32

Formato de capacidades por operación con balance de línea (15-16) grupo experimental

CLIENTE: TARGET
 OP: 33
 JORNADA MINUTOS 600
 N° MAQUINISTAS 27
 TS MINUTOS 19.62
 META 100% 826

LÍNEA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR	TIEMPO REAL							
			17/02/2020	18/02/2020	19/02/2020	20/02/2020	21/02/2020	22/02/2020	24/02/2020	
15-16	BAS/FAL/AB/TUM/REM+NIV+INSP+H	0.75	0.90	0.90	0.83	0.90	0.83	0.93	0.91	
15-16	PREP/ETQ*2+H	0.21	0.51	0.52	0.48	0.50	0.30	0.61	0.61	
15-16	PREP/ETQ/TALLA-C/ETQ/MARC+INSP+H	0.36	0.40	0.42	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	
15-16	SIM+MR+PG/ETQ*2/EXTR/LAT A PARCHE	1.20	1.30	1.34	1.33	1.35	1.24	1.30	1.24	
15-16	ORI/1/2LUNA+H	0.35	0.50	0.40	0.45	0.45	0.40	0.45	0.40	
15-16	PG/1/2 LUNA+FIJ/ESC+INSP+H	1.15	1.35	1.30	1.30	1.40	1.20	1.40	1.30	
15-16	BAST/PECH/SUP/1LD+H	0.36	0.40	0.45	0.45	0.45	0.42	0.42	0.42	
15-16	PG/PEC/STIN/AB+INSP@	0.79	0.85	0.86	0.85	0.90	0.81	0.95	0.91	
15-16	EMB/PTA/CUE/RECT/STIN+INSP+H	0.71	0.83	0.84	0.83	0.85	0.85	0.90	0.89	
15-16	UNIR/HBRO/ABERT/PECH C/MOB+RCT	0.54	0.63	0.65	0.58	0.65	0.65	0.65	0.65	
15-16	PG/CUE/RECT A CPO+INSP	0.85	0.98	0.99	0.98	1.00	0.90	1.00	1.05	
15-16	PG/CUE/RECT C/TAP+RCT+VOL/PTAS+SIM+H	0.84	0.95	0.96	0.97	1.00	0.90	1.00	0.89	
15-16	ASENT/TAP/CONT/CUE C/NDOS+INSP+H	1.10	1.25	1.26	1.13	1.20	1.20	1.30	1.25	
15-16	PIQ+PREP/PECH/STIN+PESP	1.46	1.67	1.75	1.66	1.59	1.50	1.63	1.60	
15-16	ATRQ/PECH/STIN/AL SOLY/CUAD+INSP+H	1.16	1.33	1.36	1.30	1.35	1.20	1.43	1.39	
15-16	PG/MC	1.16	1.33	1.37	1.30	1.38	1.30	1.25	1.22	
15-16	COST/MC C/BAS+ORI/PECH/ORI/VENTS/PRJO+H	1.60	1.70	1.85	1.80	1.84	1.65	1.70	1.65	
15-16	ATRQ/COL/REM/PECH+H	0.31	0.40	0.50	0.40	0.40	0.38	0.45	0.45	
15-16	BAS/MC/CIRC+NIV+INSP+H	1.50	1.55	1.70	1.70	1.72	1.52	1.60	1.61	
15-16	PZA+ASE/VENTS/2DB/RECTANG+H	1.97	2.20	2.30	2.28	2.40	2.30	2.30	2.25	
15-16	ATRQ/VENTS*2+H	0.38	0.40	0.55	0.54	0.55	0.40	0.40	0.40	
15-16	OJAL/PECH/HZ*1+VERT*2	0.51	0.60	0.62	0.60	0.63	0.55	0.55	0.55	
15-16	PG/BOT/PECH*3	0.37	0.40	0.45	0.45	0.45	0.41	0.41	0.41	
TIEMPO REAL			22.4	23.3	22.6	23.4	21.4	23.1	22.5	
TIEMPO ESTÁNDAR			19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	
% Cumplimiento Tiempo Estándar			87%	84%	87%	84%	92%	85%	87%	
PROMEDIO TIEMPO REAL			22.7							

Fuente: Elaboración propia

Figura33

Formato de capacidades por operación con balance de línea (23-24) grupo experimental

FORMATO CAPACIDADES POR OPERACIÓN									
CLIENTE:	TARGET								
OP:	33								
JORNADA MINUTOS	600								
Nº MAQUINISTAS	27								
TS MINUTOS	19.62								
META 100%	826								
LÍNEA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO	TIEMPO REAL						
			17/02/2020	18/02/2020	19/02/2020	20/02/2020	21/02/2020	22/02/2020	24/02/2020
23-24	BAS/FAL/AB/TUM/REM+NIV+INSP+H	0.75	0.90	0.80	0.77	0.85	0.83	0.95	0.91
23-24	PREP/ETQ*2+H	0.21	0.51	0.25	0.24	0.35	0.61	0.61	0.61
23-24	PREP/ETQ/TALLA-C/ETQ/MARC+INSP+H	0.36	0.40	0.40	0.40	0.50	0.45	0.45	0.45
23-24	SIM+MR+PG/ETQ*2/EXTR/LAT A PARCHE	1.20	1.30	1.34	1.29	1.40	1.24	1.30	1.24
23-24	ORI/1/2LUNA+H	0.35	0.50	0.40	0.38	0.45	0.40	0.40	0.40
23-24	PG/1/2 LUNA+FUJ/ESC+INSP+H	1.15	1.35	1.30	1.30	1.40	1.20	1.40	1.30
23-24	BAST/PECH/SUP/1LD+H	0.36	0.40	0.38	0.39	0.45	0.42	0.42	0.42
23-24	PG/PEC/STIN/AB+INSP@	0.79	0.85	0.84	0.85	1.15	0.81	0.95	0.91
23-24	EMB/PTA/CUE/RECT/STIN+INSP+H	0.71	0.85	0.76	0.78	0.85	0.85	0.99	0.97
23-24	UNIR/HBRO/ABERT/PECH C/MOB+RCT	0.54	0.63	0.60	0.58	0.65	0.65	0.65	0.65
23-24	PG/CUE/RECT A CPO+INSP	0.85	1.00	0.90	0.87	1.20	0.90	1.00	1.05
23-24	PG/CUE/RECT C/TAP+RCT+VOL/PTAS+SIM+H	0.84	1.00	0.85	0.89	1.25	0.90	1.15	0.89
23-24	ASENT/TAP/CONT/CUE C/NDOS+INSP+H	1.10	1.25	1.15	1.13	1.40	1.20	1.40	1.25
23-24	PIQ+PREP/PECH/STIN+PESP	1.46	1.55	1.45	1.47	1.75	1.50	1.47	1.60
23-24	ATRQ/PECH/STIN/AL SOLY/CUAD+INSP+H	1.16	1.30	1.20	1.20	1.45	1.20	1.43	1.39
23-24	PG/MC	1.16	1.22	1.20	1.30	1.35	1.30	1.25	1.22
23-24	COST/MC C/BAS+ORI/PECH/ORI/VENTS/PRJO+H	1.60	1.70	1.60	1.60	1.70	1.60	1.70	1.65
23-24	ATRQ/COL/REMPECH+H	0.31	0.40	0.35	0.36	0.40	0.45	0.45	0.45
23-24	BAS/MC/CIRC+NIV+INSP+H	1.50	1.55	1.55	1.65	1.70	1.52	1.60	1.61
23-24	PZA+ASE/VENTS/2DB/RECTANG+H	1.97	2.20	2.00	2.00	2.50	2.20	2.00	2.10
23-24	ATRQ/VENTS*2+H	0.38	0.40	0.40	0.40	0.45	0.40	0.40	0.40
23-24	OJAL/PECH/HZ*1+VERT*2	0.51	0.60	0.53	0.53	0.61	0.55	0.55	0.55
23-24	PG/BOT/PECH*3	0.37	0.40	0.40	0.40	0.44	0.41	0.41	0.41
TIEMPO REAL			22.3	20.7	20.8	24.3	21.6	22.9	22.4
TIEMPO ESTÁNDAR			19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
% Cumplimiento Tiempo Estándar			88%	95%	94%	81%	91%	86%	87%
PROMEDIO TIEMPO REAL			22.1						

Fuente: Elaboración propia

El formato de capacidades demuestra que hay una mejora del tiempo de la producción de prendas box de 25.4 a 22.4 minutos.

Tabla 23

Comparación del tiempo sin balance y con balance

Fecha	Grupo de control sin balance		Grupo experimental con balance		Promedio tiempo real (mín)	
	Línea (19-20)	Línea (21-22)	Línea (15-16)	Línea (23-24)	Sin balance	Con balance
17/02/2020	25.1	25.9	22.4	22.3	25.5	22.3
18/02/2020	23.7	26.2	23.3	20.7	25.0	22.0
19/02/2020	23.9	28.3	22.6	20.8	26.1	21.7
20/02/2020	23.9	27.1	23.4	24.3	25.5	23.8
21/02/2020	23.8	26.1	21.4	21.6	25.0	21.5
22/02/2020	23.8	26.5	23.1	22.9	25.2	23.0
24/02/2020	24.8	26.5	22.5	22.4	25.7	22.5
Total	24.1	26.7	22.7	22.1	25.4	22.4

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1. Análisis

La presente investigación explica las causas que generan los bajos niveles de productividad y demuestra que al implementar el balance de línea se cumple con los objetivos específicos que son: determinar en qué medida la implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020 y determinar en qué medida la implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020; con el que se logró el objetivo general.

5.2. Resultados y análisis de la variable productividad

Se presenta los resultados de los indicadores de productividad eficiencia y valor minuto:

Dimensión eficiencia

Los resultados de la ficha de observación sin balance de línea indican que en promedio la producción de prendas box en 4 líneas de costura por 7 días presentan 75% de eficiencia y con balance de línea 88% de eficiencia, que representa una mejora del 17%.

Fórmula:

$$\% \text{ Cumplimiento de eficiencia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}}$$

Tabla24

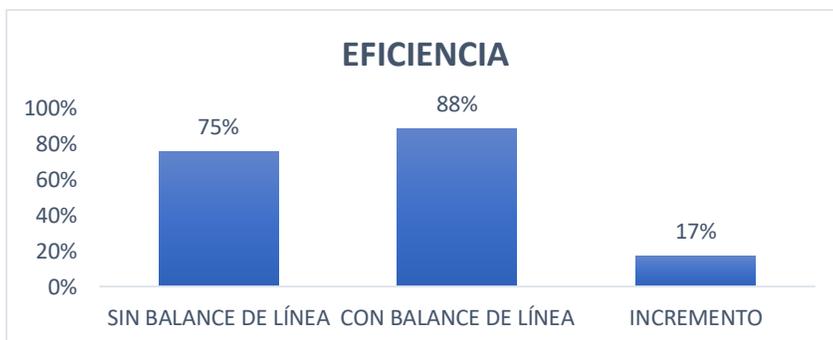
Eficiencia de línea

Eficiencia		
Sin balance	Con balance	% de mejora
75%	88%	17%

Fuente: Elaboración propia

Figura34

Gráfico de eficiencia de línea



Fuente: Elaboración propia

La implementación del balance de línea mejoró la eficiencia de 75% a 88%, esta tendencia coincide con lo citado por Peña y Jiménez (2019), en sus resultados mejoró la eficiencia de 84.4% a 95.2%.

Dimensión recursos económicos

Los resultados de la ficha de observación sin balance de línea muestra que el indicador valor minuto directo resultó 0.063 dólares/minuto y con balance de línea se optimizó a 0.055 dólares/minuto.

Fórmula:

$$\text{Valor minutos directo (soles/minuto)} = \frac{\text{Costos incurridos mano de obra directa}}{\text{Minutos producidos}}$$

Tabla25

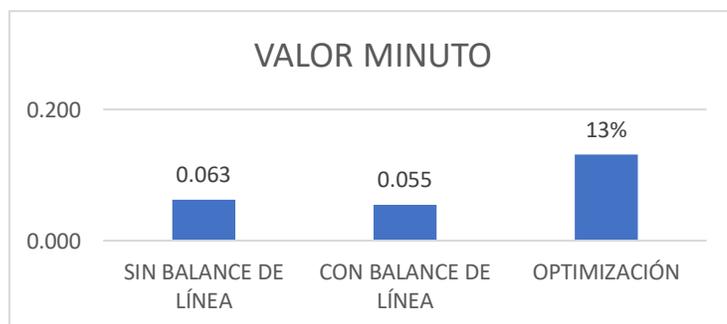
Valor minuto directo

Recursos económicos		
Sin balance	Con balance	Optimización
0.063	0.055	13%

Fuente: Elaboración propia

Figura35

Gráfico de valor minuto directo



Fuente: Elaboración propia

La implementación del balance de línea optimizó los recursos económicos de la mano de obra directa en 13% de 0.063 a 0.055 dólares/minuto, esta tendencia coincide con lo citado por Camones (2018), el valor minuto es un indicador clave en confecciones porque controla los costos empleados por minuto trabajado, mientras más bajo sea este indicador significa que se ha aprovechado mejor los recursos y se está produciendo minutos a menor costo.

5.3. Resultados y análisis de la variable balance de línea

La muestra estuvo conformada por la producción de prendas box en 4 líneas de costura por 7 días, los resultados del formato de capacidades indican que al implementar el balance de línea con un maquinista de categoría “A” que representa al maquinista calificado se logró mejorar el tiempo estándar de la prenda de 25.4 a 22.4 minutos/prenda. Los resultados mejoran la productividad porque a menor tiempo, mejor eficiencia y menor costo de la mano de obra directa.

Tabla26

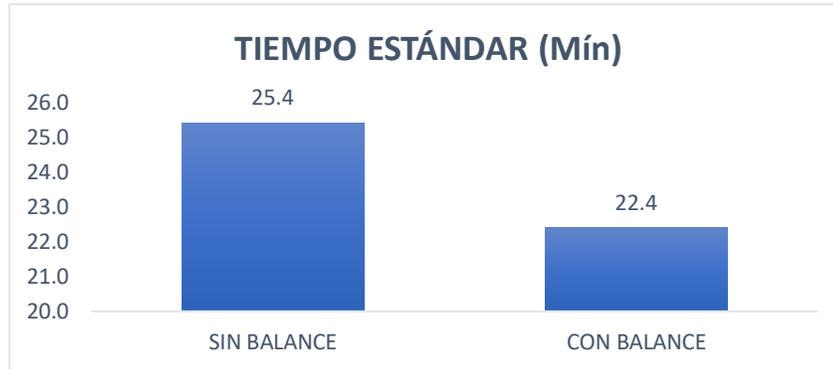
Tiempo estándar de prenda en minutos

Sin balance	Con balance
25.4	22.4

Fuente: Elaboración propia

Figura36

Gráfico de tiempo estándar de prenda



Fuente: Elaboración propia

La mano de obra calificada mejora los tiempos estándares de la prenda de 25.4 minutos/prenda a 22.4 minutos/prenda. Esta tendencia coincide con lo citado por Muñoz (2018), en su tesis de maestría sostuvo que la reasignación de tareas y la asignación correcta de la mano de obra disminuye el tiempo de ciclo.

5.4. Productividad

El valor minuto y la eficiencia mejoran la productividad, porque el valor minuto es inversamente proporcional a la eficiencia, si la eficiencia se incrementa el valor minuto directo se optimiza, por esta razón el valor minuto directo permite saber cuánto recurso se está utilizando y que tan eficiente es para producir minutos (Camones, 2018). Para demostrar la mejora de la productividad se dividió las unidades producidas y costo incurrido de la mano de obra directa siendo los valores alcanzados 15%, la fórmula aplicada se sustenta con lo definido por el autor (Díaz Valladares, 2014).

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Costos\ incurridos\ mano\ de\ obra\ directa\ (soles)}$$

Tabla27

Gráfico productividad

Productividad		
Sin balance	Con balance	Mejora
0.81	0.93	15%

Fuente: Elaboración propia

Figura37

Gráfico productividad



Fuente: Elaboración propia

Con la implementación del balance de línea se logró los objetivos trazados y otros beneficios que se explica a continuación:

- La eficiencia mejoró 17% de 75% a 88%.
- Se optimizó el valor minuto directo de 0.063 a 0.055 dólares/minuto, es decir, 13%.
- El tiempo estándar de la prenda mejoró de 25.4 a 22.4 minutos/prenda.
- En consecuencia, a mayor eficiencia menor valor minuto por lo tanto la productividad mejoró en 15%.
- Se logró incrementar la capacidad de minutos producidos del área de costura por la mejora de la eficiencia.

- Se logró cumplir con las fechas de entrega ya que el programa se proyecta a un 84% de eficiencia y se logró mejorar a 88%.
- A pesar que el porcentaje de ausentismo subió de 2.5 % a 3.1% y con picos de 4 y 5% generado por la pandemia se cumplió con los objetivos de la mejora de la productividad.

La propuesta de mejora es sostenible porque se estableció el procedimiento de forma diaria con personal calificado, se analizó el problema en función a las causas que lo generan, la solución se sustenta con las teorías planteadas en el marco teórico y los resultados fueron contrastados con los antecedentes.

5.5. Análisis entre las variables balance de línea y productividad

Con los resultados obtenidos se logró el objetivo general del presente trabajo, el balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura en 15%, se logró con el incremento de la eficiencia de 75% a 88%, con la optimización de los recursos económicos de 0.063 a 0.055 dólares/minuto y con la disminución del tiempo estándar de 25.4 a 22.4 minutos y coincide con los resultados de Vertiz (2019), en su tesis de maestría sostuvo que el balance de línea incrementó la productividad en 9% en el área de pulpeo y la línea de envasado.

5.6. Contrastación de hipótesis

Para contrastar la hipótesis general de la investigación, se procede a evaluar las hipótesis específicas con ayuda del software SPSS V.26 que es un programa estadístico utilizado para el análisis de las investigaciones científicas y aplicadas. La muestra estuvo conformada por la producción de prendas box en 4 líneas de costura por 7 días, por ser menor a 30 se aplicó Shapiro-Wilk para la prueba de normalidad. Para la contratación de la hipótesis se utilizó T-student, porque se evaluó a dos grupos en situaciones diferentes, es decir, se evaluó con y sin la implementación del balance de línea.

Contrastación hipótesis específica eficiencia

Criterios para determinar la normalidad:

$$\alpha = 0.05$$

H_0 : La implementación del balance de línea no mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

H_1 : La implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

P-Valor $\Rightarrow \alpha$, los datos provienen de una distribución normal

P-Valor $< \alpha$, los datos NO provienen de una distribución normal

Tabla28

Prueba normalidad de eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia sin balance de línea	0.916	28	0.514
Eficiencia con balance de línea	0.982	28	0.911

Fuente: Elaboración propia

La significancia de la eficiencia con y sin balance de línea es mayor a 0.05, por lo tanto, se comprueba que los datos proceden de una distribución normal y se ajustan a una línea recta. A continuación, para evaluar si los datos de eficiencia demuestran una mejora se aplica el t-student.

Tabla29*Prueba T-student de la eficiencia*

	Media	N	Desviación estándar	Medio de error estándar	gl	Sig.
%cumplimiento eficiencia sin balance de línea	74.75	28	7.13559	3.56780	27	0.000
%cumplimiento eficiencia con balance de línea	87.50	28	2.50000	1.25000	27	0.000

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la media de la eficiencia sin balance de línea es 74.75% y con balance de línea 87.50% por lo tanto se demuestra la mejora de la eficiencia y se acepta la hipótesis alterna que afirma que “La implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones – Lima 2020”.

Con respecto al análisis de la significancia (P-valor) se evaluó con los siguientes criterios:

$\alpha=0.05$

Si el P-Valor $\leq \alpha$, rechace H_0 (Se acepta H_1)

Si el P-Valor $> \alpha$, rechace H_1 (Se acepta H_0)

El nivel de significancia en los dos escenarios es 0.000, siendo menor a 0.05, con estos resultados se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna “La implementación del balance de línea mejora la eficiencia de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020”.

Contrastación hipótesis específica recursos económicos

Criterios para determinar la normalidad:

$$\alpha = 0.05$$

H_0 : La implementación del balance de línea no optimiza los recursos económicos de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

H_1 : La implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

P-Valor $\Rightarrow \alpha$, los datos provienen de una distribución normal

P-Valor $< \alpha$, los datos NO provienen de una distribución normal

Tabla30

Prueba de normalidad recursos económicos

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Valor minuto directo sin balance de línea	0.993	27	0.972
Valor minuto directo con balance de línea	0.863	27	0.272

Fuente: Elaboración propia

La significancia del valor minuto directo con y sin balance de línea es mayor a 0.05 (α), por ello se comprueba que los datos proceden de una distribución normal. A continuación, para evaluar si los datos del valor minuto directo optimizan los recursos económicos se aplica el t-student.

Tabla31*Prueba T-student recursos económicos*

	Media	N	Desviación estandar	Medio de error estándar	gl	Sig.
Valor minuto directo sin balance de línea	0.214000	28	0.0258199	0.0129099	27	0.000
Valor minuto directo con balance de línea	0.185900	28	0.0095743	0.0047871	27	0.000

Fuente: Elaboración propia

La media del valor minuto directo sin balance de línea es 0.214000 y con balance de línea 0.185900, con estos resultados se demuestra que el valor minuto directo se optimiza con la implementación del balance de línea, por ello se acepta la hipótesis alterna que afirma que “La implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020”.

Con respecto al análisis de la significancia (P-valor) se evalúa con los siguientes criterios:

$\alpha=0.05$

Si el P-Valor $\leq \alpha$, rechace H_0 (Se acepta H_1)

Si el P-Valor $> \alpha$, rechace H_1 (Se acepta H_0)

El nivel de significancia en los dos escenarios es 0.000 el cual es menor a 0.05, con estos resultados se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna “La implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020”.

Contrastación hipótesis general

Criterios para determinar la normalidad:

$$\alpha = 0.05$$

H_0 : La implementación del balance de línea no mejora en 15% la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

H_1 : La implementación del balance de línea mejora en 15% la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.

P-Valor $\Rightarrow \alpha$, los datos provienen de una distribución normal

P-Valor $< \alpha$, los datos NO provienen de una distribución normal

Tabla32

Prueba de normalidad productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad sin balance de línea	0.157	28	0.112
Productividad con balance de línea	0.113	28	0.347

Fuente: Elaboración propia

La significancia de la productividad con y sin balance de línea es mayor a 0.05 (α), por ello se comprueba que los datos proceden de una distribución normal.

Tabla33*Prueba T-student productividad*

	Media	N	Desviación estandar	Medio de error estándar	gl	Sig.
Productividad sin balance de línea	0.238051	28	0.0196901	0.0037211	27	0.000
Productividad con balance de línea	0.274057	28	0.0240453	0.0045441	27	0.000

Fuente: Elaboración propia

La media de la productividad sin balance de línea es 0.238051 y con balance de línea 0.274057, con estos resultados se demuestra que la productividad mejora con la implementación del balance de línea, por ello se acepta la hipótesis alterna que afirma que “La implementación del balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020”. Con respecto al análisis de la significancia (P-valor) se evalúa con los siguientes criterios:

$\alpha=0.05$

Si el P-Valor $\leq \alpha$, rechace H_0 (Se acepta H_1)

Si el P-Valor $> \alpha$, rechace H_1 (Se acepta H_0)

La prueba t-student indica que el nivel de significancia en los dos escenarios es 0.000 el cual es menor a 0.05, con estos resultados se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna “La implementación del balance de línea mejora en 15% la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020.”.

5.7. Análisis y discusión

Considerando el objetivo de la investigación: Determinar cómo la implementación del balance de línea mejora la productividad de las líneas de costura de una empresa de confecciones - Lima 2020. La validez interna se comprueba con el método de investigación ya que se validó con dos grupos: de control y experimental, mientras que la hipótesis se contrasta con la prueba t-student en los dos escenarios sin y con balance de línea, el nivel de significancia resultó 0.000 que es menor a 0.05, esto quiere decir que se acepta la hipótesis. Cabe mencionar que en la investigación se presentaron algunas limitaciones para obtener la información por las políticas de la empresa, pero con la ayuda de las líneas involucradas se logró desarrollar la investigación, la muestra de la investigación es la producción de prendas box en 4 líneas de costura por 7 días, estas líneas contribuyeron con importante información que se utilizó para demostrar los resultados. Los instrumentos fueron validados por 3 especialistas en el tema de investigación.

Los resultados se respaldan con los conceptos teóricos utilizados por el investigador para desarrollar las variables de estudio balance de línea y productividad; el balance de línea se aplica para minimizar el desequilibrio de la mano de obra y se define con las dimensiones de mano de obra calificada y tiempo estándar; la productividad es la relación de los productos obtenidos entre los recursos utilizados y se define con las dimensiones de eficiencia y recursos económicos. En los resultados se evidencia la disminución del tiempo estándar, mejora de la eficiencia, optimización de los costos directos y la mejora de la productividad en 15%. Además, la investigación se puede aplicar en todas las empresas del rubro confecciones y demás empresas industriales, ya que el balance de línea es un tema general. Estos resultados son corroborados con las siguientes investigaciones:

Peña y Jiménez (2019), en Colombia aplicó cuatro modelos de balance de línea, los resultados más óptimos se logró con el SALBP-2, ya que se obtuvo 6 estaciones de 5 estaciones con

eficiencia global de 84.4% a 95.2%, el cual coincide con la presente investigación porque para la implementación del balance de línea se incrementó un maquinista calificado y se logró mejorar la eficiencia de la línea de 75% a 88%, analizando los resultados al programar un personal calificado se obtiene una mejora en la eficiencia.

Así mismo Muñoz (2018), en su tesis para magister realizada en Colombia planteó la implementación del balance de línea y la mejora del flujo de producción en la empresa BUSSTAR 360. En sus resultados demostró la disminución del tiempo de fabricación en 18% que representa 26 días menos y una disminución del 4% en el costo de fabricación mientras que en la investigación se logró disminuir el tiempo estándar y se optimizó el valor minuto directo en 13% de 0.063 a 0.055 dólares/minuto, los resultados se asemejan en la disminución de los tiempos y optimización de los costos, porque se aplica el concepto teórico de la utilización máxima de la mano de obra y reducción de costos del producto.

De igual forma Peña et al. (2016), en su artículo de investigación en Colombia aplicó la heurística de optimización y el balanceo de línea, donde se planteó modelos matemáticos para los dos tipos de problema simple mediante el algoritmo COMSOAL, el cual permitió encontrar varias soluciones posibles; en sus resultados demostró la disminución del tiempo de despacho de 76.29 horas a 66.66 horas y la reducción de costos en 4 centros de distribución; mientras que en la presente investigación se logró disminuir el tiempo de la prenda de 25.4 a 22.4 minutos/prenda y se optimizó el valor minuto directo en las 4 líneas de box, dando a conocer la importancia del balance de línea como herramienta para la mejora de los tiempos y optimización de costos de fabricación.

Según Vertiz (2019), en su tesis para magister aplicó el método de balance de línea en la empresa Enrique Casinelli e Hijos SAC, en sus resultados demostró que con la aplicación del balance de línea se pudo reducir de 12 a 11 operarios/operación e incrementó la productividad

de 2500 a 2727 botellas/día, mientras que la presente investigación se diferencia porque se programa 1 maquinista más para las 4 líneas de box y coinciden en la productividad ya que se mejoró en 15%. En tal sentido con estos resultados se comprueba la mejora de la productividad.

En base a lo referido anteriormente y al analizar los resultados se confirma que el aporte de la presente investigación, que es la implementación del balance de línea con maquinistas calificados mejora la eficiencia, optimiza los recursos económicos y mejora la productividad de las líneas de costura.

5.8. Evaluación económica

La evaluación económica es un proceso donde se da a conocer información objetiva que sirve para sustentar la aceptación, rechazo o replanteo de un proyecto, uno de los métodos es el beneficio/costo (Verdín, 2014). El presente trabajo se evalúa con dicho método y se aplica tomando en cuenta la siguiente teoría: “Beneficio/costo resulta de dividir el ingreso bruto entre el costo total” (Herrera et al., 1994).

El análisis económico se realiza en función al grupo experimental con balance de línea que está representado por las líneas de producción de prendas box 15-16-23-24 y el grupo de control sin balance de línea 19-20-21-22.

El beneficio o ingreso bruto es el monto producido que se obtiene multiplicando los minutos producidos por el valor minuto cotizado de la mano de obra directa, para el análisis se toma el valor minuto meta que equivale a 0.060 dólares/minuto dato que se explica en la tabla 10.

$$\text{Monto producido} = \text{Minutos producidos} \times \text{valor minuto cotizado mano de obra directa}$$

Los minutos producidos se obtiene multiplicando las prendas producidas por el tiempo estándar, como se evidencia en las fichas de observación con balance de línea y sin balance de línea de la figura 28 y 29.

Con balance de línea se mejoró la eficiencia a 88% y el monto producido asciende a \$1425.

$$\textit{Minutos producido} = \textit{Prendas producidas} \times \textit{Tiempo estandar de la prenda}$$

$$\textit{Minutos producidos 7días} = 8471 \times 19.629$$

$$\textit{Minutos producido 7días} = 166273$$

$$\textit{Minutos producido/días} = 23753$$

$$\textit{Monto producido/día} = 23753 \times 0.06$$

$$\textit{Monto producido/día} = \$1425$$

Sin balance de línea la eficiencia es 75% y el monto producido asciende a \$1215.

$$\textit{Minutos producido} = \textit{Prendas producidas} \times \textit{Tiempo estandar de la prenda}$$

$$\textit{Minutos producido 7días} = 7222 \times 19.629$$

$$\textit{Minutos producido 7días} = 141757$$

$$\textit{Minutos producido/días} = 20251$$

$$\textit{Monto producido/día} = 20251 \times 0.06$$

$$\textit{Monto producido/día} = \$1215$$

El costo total está conformado por la remuneración bruta más el 50% del sobre costo laboral (Gastañeta, 2015). El costo total se toma de las fichas de observación con y sin balance de línea de la figura 28 y 29. El tipo de cambio se considera 3.41 soles que corresponde a la última semana de febrero del 2020.

Con balance de línea

Costo mano de obra directa 7 días = S/ 30910

Costo mano de obra directa/día = S/ 4116

Costo total \$ = 4116 /3.41

Costo total \$ = 1295

Sin balance de línea

Costo mano de obra directa 7 días = S/ 30338

Costo mano de obra directa/día = S/ 4334

Costo total \$ = 4334 /3.41

Costo total \$ = 1271

Finalmente se calcula el beneficio/costo de la implementación del balance de línea según resultados del cumplimiento de la eficiencia, valor minuto y mejora de la productividad.

Tabla34

Beneficio costo

	SIN BALANCE DE LÍNEA	CON BALANCE DE LÍNEA
Producción prenda box líneas	19-20-21-22	15-16-23-24
% cumplimiento eficiencia	75%	88%
Minutos producidos/día	20251	23753
Valor minuto directo cotizado (dólares)	\$ 0.060	\$ 0.060
Beneficio monto producido/día	\$ 1,215	\$ 1,425
Costo mano de obra directa/día	\$ 1,271	\$ 1,295

Fuente: Elaboración propia

Beneficio/costo sin balance de línea

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = \frac{1215.06}{1270.97}$$

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = 0.96$$

Beneficio/costo con balance de línea

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = \frac{1425.20}{1294.93}$$

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = 1.10$$

El resultado del análisis del beneficio costo es mayor a 1 esto quiere decir que por cada dólar invertido se obtiene un ahorro de 0.1 dólares por lo tanto el proyecto es viable y debe ser considerado.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se determinó en qué medida la implementación del balance de línea mejoró la productividad, siendo el valor alcanzado 15% y se logró siguiendo el procedimiento establecido para la implementación del balance de línea.

En la investigación se determinó en qué medida la implementación del balance de línea mejoró la eficiencia de las líneas de costura, se concluye que la producción de prendas box mejoran sus eficiencias, porque se logra minimizar el desequilibrio de la mano de obra, siendo los valores alcanzados sin balance de línea 75% y con balance de línea 88% que representa una mejora del 17%.

En la investigación se determinó en qué medida la implementación del balance de línea optimiza los recursos económicos de las líneas de costura, se concluye que la producción de prendas box optimizan sus recursos económicos, porque se logra incrementar los minutos producidos de las líneas, siendo los valores alcanzados sin balance de línea 0.063 y con

balance de línea 0.055 dólares/minuto que representa una optimización del 13% de los costos de la mano de obra directa.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación de la herramienta balance de línea en todas las áreas de manufactura según procedimiento establecido.

Se recomienda establecer las metas de eficiencia para las líneas de costura y el control para su cumplimiento.

Se recomienda el control constante de los recursos económicos con el indicador valor minuto para evitar el sobre costo de la mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

- Baybars, J. (1986). *A survey of exact algorithms for the simple assembly line balancing problem*. EEUU.
- Cabrera Huancahuire, P. M., Carrillo Peredo, P. A., & Huaricancha Cristóbal, R. G. (2018). Propuesta de Mejora de una Línea de bebidas para Incrementar su Productividad. *Tesis de maestría*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Peru.
- Camones Guillermo, W. A. (2018). Valor minuto y competitividad: Pérdida de rentabilidad en el sector de confecciones. *Mundo Textil*, 38 - 40.
- Camones Guillermo, W. A., & Yapu Rivera, J. N. (2018). El valor minuto y su importancia en la competitividad de una empresa de confecciones. *Tesis de titulación*. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Chacón, E. M., & García, R. I. (2015). Heurística para el balance de líneas de ensamble con consideraciones ergonómicas. *Ingeniería Industrial*.
- Córdoba Benavides, J. J. (2019). El sector Textil necesita acompañamiento mas fuerte por parte del estado. *Mundo Textil*, 34-40.
- Díaz Valladares, C. A. (2014). *Ingeniería de Métodos*. Lima: Fondo editorial de la Universidad Continental.
- Dzulkamain, & Rahaman. (2017). *Productivity Improvement in Automotive Component Company using Line Balancing*. Malaysia.
- García Colín, J. (2008). *Contabilidad de Costos* (3º Edición ed.). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- García Sabater, J., Alarcón Valero, F., & Albarracín Guillem, J. (2004). *Problemas resueltos de diseño de sistemas productivos y logísticos*. México: Universidad Politécnica de Valencia.

- García, A. (2020). Propuesta de Mejoramiento de la Productividad en el Departamento de Producción de la Empresa Remodularsa SA Mediante la Aplicación de la Teoría De Restricciones (TOC). *Tesis de maestría*. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Gastañeta, V. (2015). *Costos de la cadena fibra, textil y confecciones*. Lima-Perú: Fondo editorial.
- Gomar, J., Haas Carl, T., & Morton, D. (2002). *Assignment and allocation optimization of partially multiskilled workforce*. EEUU.
- Gutiérrez Pulido, H. (2014). *Calidad y productividad* (4^o Edición ed.). Colombia: Mc Graw Hil.
- Hanash, E. A., Karim, A. N., Saravanan, T. T., & Mohiuddin, A. K. (2017). Mejora del rendimiento de la línea de fabricación de escape de automóviles mediante la aplicación MOST. *IOPscience - Departamento de Manufactura y materiales de Ingeniería*.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (Séptima edición ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de investigación* (6^o edición ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2004). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Herrera, F., Velasco, C., Denen, H., & Radulovich, R. (1994). *Fundamentos de Análisis Económico*. Costa Rica: Editorial CATIE.
- IEES. (2021). *Industria Textil y Confecciones*. Lima: Asociación de Exportadores Perú Textiles.
- Jimenez, W. (2010). *Contabilidad de Costos*. Bogota: Fundacion para la Educacion Superior San Mateo.
- Krajewski, L., & Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Krajewski, L., & Ritzman, L. (2008). *Administración de opearciones*. México: Pearson Educación.
- Muñoz, J. (2018). Balance de línea para mejorar el flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS. *Tesis de maestría*. Universidad Nacional, Colombia.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (Duodécima edición ed.). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- OIT. (2005). *Organización Internacional del Trabajo*.
- Peña Orozco, D. L., Neira García,, Á. M., & Ruiz Grisales, R. A. (2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Universidad del Valle, Guadalajara de Buga*.
- Peña, D., & Jiménez, J. (2019). Problemas de balanceo de una línea del tipo SALBP caso de una línea de confecciones de prendas. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*.

- Posada Ugaz, C. (2020). SECTOR TEXTIL DEBE APROVECHAR EL TLC PARA GANAR MERCADO EN LOS EE.UU. *Cámara de Comercio de Lima*, 16-18.
- PRODUCE. (2018). El Repunte de las Exportaciones Textiles. *COMEXPERÚ*.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad: manual práctico*. Ginebra - Suiza.
- Quispe, M. (2019). Aplicación de control de operaciones para mejorar la productividad en la empresa Industrial Metálico S.R.L. Lima 2019. *Tesis de maestría*. Universidad César Vallejo, Perú.
- Sánchez, R. (2019). Rediseño del Proceso Productivo de la Empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L. Utilizando Herramientas Lean para el Incremento de la Productividad. *Tesis de maestría*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Escuela de Posgrado, Perú.
- Valderrama Mendoza, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta*. Lima - Perú: Editorial San Marcos EIR.
- Verdín, V. M. (2014). *Ingeniería Económica: Nuevo Enfoque*. México: Grupo Editorial Patria.
- Vertiz, Y. (2019). Optimizar la Producción del Néctar Mediante el Método de Balance de Línea en la Empresa Enrique Cassinelli e Hijos S.A.C. *Tesis de maestría*. Universidad Nacional de Trujillo Escuela de Posgrado, Trujillo, Perú.
- Zeltzer, L., Aghezzaf, E., & Limere, V. (2016). *Workload balancing and manufacturing complexity levelling in mixed-model assembly lines*. Bélgica.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Ficha de observación preprueba grupo experimental.

FICHA 1

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD											
EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS						
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
8/02/2020	LÍNEA 15	13	480	19.629	235	318	74%	1141	4613	0.25	0.21
8/02/2020	LÍNEA 16	13	480	19.629	205	318	64%	1141	4024	0.28	0.18
8/02/2020	LÍNEA 23	13	480	19.629	240	318	75%	1141	4711	0.24	0.21
8/02/2020	LÍNEA 24	12	480	19.629	255	293	87%	1053	5005	0.21	0.24
					935	1247	75%	4476	18353	0.2439	0.2089

FICHA 2

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD											
EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS						
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
10/02/2020	LÍNEA 15	13	600	19.629	301	397	76%	1141	5908	0.19	0.26
10/02/2020	LÍNEA 16	13	600	19.629	254	397	64%	1141	4986	0.23	0.22
10/02/2020	LÍNEA 23	13	600	19.629	289	397	73%	1141	5673	0.20	0.25
10/02/2020	LÍNEA 24	13	600	19.629	282	397	71%	1141	5535	0.21	0.25
					1126	1590	71%	4564	22102	0.2065	0.2467

FICHA 3

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD											
EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS						
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
11/02/2020	LÍNEA 15	13	608	19.629	334	403	83%	1141	6556	0.17	0.29
11/02/2020	LÍNEA 16	14	558	19.629	326	398	82%	1229	6399	0.19	0.27
11/02/2020	LÍNEA 23	13	525	19.629	171	348	49%	1141	3356	0.34	0.15
11/02/2020	LÍNEA 24	13	542	19.629	171	359	48%	1141	3356	0.34	0.15
					1002	1507	66%	4652	19668	0.2365	0.2154

FICHA 4

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD											
EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS						
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
12/02/2020	LÍNEA 15	13	611	19.629	343	405	85%	1141	6733	0.17	0.30
12/02/2020	LÍNEA 16	14	555	19.629	330	396	83%	1229	6477	0.19	0.27
12/02/2020	LÍNEA 23	12	578	19.629	270	353	76%	1053	5300	0.20	0.26
12/02/2020	LÍNEA 24	13	601	19.629	270	398	68%	1141	5300	0.22	0.24
					1213	1551	78%	4564	23809	0.1917	0.2658

FICHA 5

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD											
EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS						
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
13/02/2020	LÍNEA 15	13	616	19.629	330	408	81%	1141	6477	0.18	0.29
13/02/2020	LÍNEA 16	14	554	19.629	330	395	84%	1229	6477	0.19	0.27
13/02/2020	LÍNEA 23	12	564	19.629	300	345	87%	1053	5889	0.18	0.28
13/02/2020	LÍNEA 24	13	588	19.629	270	390	69%	1141	5300	0.22	0.24
					1230	1537	80%	4564	24143	0.1890	0.2695

FICHA 6

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD											
EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS						
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
14/02/2020	LÍNEA 15	13	590	19.629	330	391	84%	1141	6477	0.18	0.29
14/02/2020	LÍNEA 16	13	541	19.629	300	358	84%	1141	5889	0.19	0.26
14/02/2020	LÍNEA 23	11	562	19.629	240	315	76%	965	4711	0.20	0.25
14/02/2020	LÍNEA 24	13	566	19.629	270	375	72%	1141	5300	0.22	0.24
					1140	1438	79%	4388	22376	0.1961	0.2598

FICHA 7

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD											
EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS						
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
15/02/2020	LÍNEA 15	13	480	19.629	240	318	75%	1141	4711	0.24	0.21
15/02/2020	LÍNEA 16	14	446	19.629	210	318	66%	1229	4122	0.30	0.17
15/02/2020	LÍNEA 23	11	451	19.629	207	253	82%	965	4063	0.24	0.21
15/02/2020	LÍNEA 24	12	475	19.629	210	290	72%	1053	4122	0.26	0.20
					867	1179	74%	4388	17018	0.2579	0.1976

ANEXO N° 2: Ficha de observación preprueba grupo de control.

FICHA 1					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
8/02/2020	LINEA 19	12	433	19.629	190	265	72%	1053	3729	0.28	0.18
8/02/2020	LINEA 20	13	429	19.629	205	284	72%	1141	4024	0.28	0.18
8/02/2020	LINEA 21	10	570	19.629	190	291	65%	878	3729	0.24	0.22
8/02/2020	LINEA 22	12	480	19.629	198	293	68%	1053	3886	0.27	0.19
					783	1132	69%	4125	15369	0.2684	0.1898

FICHA 2					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
10/02/2020	LINEA 19	11	561	19.629	210	314	67%	965	4122	0.23	0.22
10/02/2020	LINEA 20	13	561	19.629	240	372	65%	1141	4711	0.24	0.21
10/02/2020	LINEA 21	10	723	19.629	268	368	73%	878	5260	0.17	0.31
10/02/2020	LINEA 22	11	602	19.629	266	338	79%	965	5221	0.18	0.28
					984	1391	71%	3950	19314	0.2045	0.2491

FICHA 3					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
11/02/2020	LINEA 19	12	549	19.629	270	336	80%	1053	5300	0.20	0.26
11/02/2020	LINEA 20	13	537	19.629	265	356	74%	1141	5202	0.22	0.23
11/02/2020	LINEA 21	13	570	19.629	263	377	70%	1141	5162	0.22	0.23
11/02/2020	LINEA 22	11	588	19.629	250	329	76%	965	4907	0.20	0.26
					1048	1398	75%	4301	20571	0.2091	0.2437

FICHA 4					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
12/02/2020	LINEA 19	13	552	19.629	288	366	79%	1141	5653	0.20	0.25
12/02/2020	LINEA 20	13	548	19.629	298	363	82%	1141	5849	0.20	0.26
12/02/2020	LINEA 21	13	569	19.629	291	377	77%	1141	5712	0.20	0.26
12/02/2020	LINEA 22	11	598	19.629	260	335	78%	965	5103	0.19	0.27
					1137	1441	79%	4388	22318	0.1966	0.2591

FICHA 5					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
13/02/2020	LINEA 19	10	716	19.629	288	365	79%	878	5653	0.16	0.33
13/02/2020	LINEA 20	13	552	19.629	287	366	78%	1141	5633	0.20	0.25
13/02/2020	LINEA 21	13	570	19.629	290	378	77%	1141	5692	0.20	0.25
13/02/2020	LINEA 22	10	595	19.629	240	303	79%	878	4711	0.19	0.27
					1105	1412	78%	4037	21689	0.1861	0.2737

FICHA 6					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
14/02/2020	LINEA 19	13	532	19.629	285	352	81%	1141	5594	0.20	0.25
14/02/2020	LINEA 20	13	549	19.629	288	364	79%	1141	5653	0.20	0.25
14/02/2020	LINEA 21	13	549	19.629	262	364	72%	1141	5143	0.22	0.23
14/02/2020	LINEA 22	10	571	19.629	230	291	79%	878	4515	0.19	0.26
					1065	1371	78%	4301	20904	0.2057	0.2476

FICHA 7					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
15/02/2020	LINEA 19	13	443	19.629	233	293	79%	1141	4573	0.25	0.20
15/02/2020	LINEA 20	13	439	19.629	210	290	72%	1141	4122	0.28	0.18
15/02/2020	LINEA 21	13	443	19.629	220	293	75%	1141	4318	0.26	0.19
15/02/2020	LINEA 22	11	480	19.629	210	269	78%	965	4122	0.23	0.22
					873	1146	76%	4388	17136	0.2561	0.1989

ANEXO N° 3: Ficha de observación posprueba grupo experimental.

FICHA		DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD									
		EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS				
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
17/02/2020	LÍNEA 15	13	573	19.629	330	379	87%	1160	6477	0.18	0.28
17/02/2020	LÍNEA 16	14	528	19.629	330	377	88%	1249	6477	0.19	0.26
17/02/2020	LÍNEA 23	12	485	19.629	266	297	90%	1071	5221	0.21	0.25
17/02/2020	LÍNEA 24	13	526	19.629	299	349	86%	1160	5869	0.20	0.26
					1225	1401	87%	4639	24045	0.1929	0.2641

FICHA		DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD									
		EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS				
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
18/02/2020	LÍNEA 15	13	578	19.629	330	383	86%	1160	6477	0.18	0.28
18/02/2020	LÍNEA 16	13	521	19.629	270	345	78%	1160	5300	0.22	0.23
18/02/2020	LÍNEA 23	13	485	19.629	292	321	91%	1160	5732	0.20	0.25
18/02/2020	LÍNEA 24	11	519	19.629	312	291	107%	981	6124	0.16	0.32
					1204	1340	90%	4460	23633	0.1887	0.2699

FICHA		DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD									
		EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS				
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
19/02/2020	LÍNEA 15	13	545	19.629	332	361	92%	1160	6517	0.18	0.29
19/02/2020	LÍNEA 16	14	545	19.629	328	389	84%	1249	6438	0.19	0.26
19/02/2020	LÍNEA 23	14	448	19.629	292	319	91%	1249	5732	0.22	0.23
19/02/2020	LÍNEA 24	12	493	19.629	297	301	99%	1071	5830	0.18	0.28
					1249	1370	91%	4728	24516	0.1929	0.2642

FICHA		DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD									
		EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS				
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
20/02/2020	LÍNEA 15	13	571	19.629	317	378	84%	1160	6222	0.19	0.27
20/02/2020	LÍNEA 16	13	576	19.629	314	382	82%	1160	6163	0.19	0.27
20/02/2020	LÍNEA 23	12	507	19.629	244	310	79%	1071	4789	0.22	0.23
20/02/2020	LÍNEA 24	10	561	19.629	228	286	80%	892	4475	0.20	0.26
					1103	1356	81%	4282	21650	0.1978	0.2576

FICHA		DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD									
		EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS				
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
21/02/2020	LÍNEA 15	13	577	19.629	350	382	92%	1160	6870	0.17	0.30
21/02/2020	LÍNEA 16	13	572	19.629	349	379	92%	1160	6850	0.17	0.30
21/02/2020	LÍNEA 23	12	555	19.629	291	340	86%	1071	5712	0.19	0.27
21/02/2020	LÍNEA 24	11	531	19.629	285	297	96%	981	5594	0.18	0.29
					1275	1398	91%	4371	25026	0.1747	0.2917

FICHA		DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD									
		EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS				
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
22/02/2020	LÍNEA 15	12	480	19.629	245	293	83%	925	4809	0.19	0.26
22/02/2020	LÍNEA 16	13	480	19.629	270	318	85%	1002	5300	0.19	0.27
22/02/2020	LÍNEA 23	12	480	19.629	256	293	87%	925	5025	0.18	0.28
22/02/2020	LÍNEA 24	11	469	19.629	221	263	84%	848	4338	0.20	0.26
					992	1167	85%	3701	19471	0.1901	0.2681

FICHA		DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD									
		EFICIENCIA					RECURSOS ECONÓMICOS				
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
24/02/2020	LÍNEA 15	13	625	19.629	375	414	91%	1160	7361	0.16	0.32
24/02/2020	LÍNEA 16	14	625	19.629	370	446	83%	1249	7263	0.17	0.30
24/02/2020	LÍNEA 23	13	591	19.629	341	391	87%	1160	6693	0.17	0.29
24/02/2020	LÍNEA 24	13	579	19.629	337	384	88%	1160	6615	0.18	0.29
					1423	1635	87%	4728	27931	0.1693	0.3010

ANEXO N° 4: Ficha de observación posprueba grupo de control.

FICHA 1					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
17/02/2020	LINEA 19	12	582	19.629	245	356	69%	1071	4809	0.22	0.23
17/02/2020	LINEA 20	13	554	19.629	260	367	71%	1160	5103	0.23	0.22
17/02/2020	LINEA 21	10	720	19.629	255	367	70%	892	5005	0.18	0.29
17/02/2020	LINEA 22	11	578	19.629	240	324	74%	981	4711	0.21	0.24
					1000	1413	71%	4104	19629	0.2091	0.2437

FICHA 2					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
18/02/2020	LINEA 19	13	546	19.629	275	362	76%	1160	5398	0.21	0.24
18/02/2020	LINEA 20	13	553	19.629	263	366	72%	1160	5162	0.22	0.23
18/02/2020	LINEA 21	13	554	19.629	295	367	80%	1160	5790	0.20	0.25
19/02/2020	LINEA 22	11	573	19.629	255	321	79%	981	5005	0.20	0.26
					1088	1416	77%	4460	21356	0.2089	0.2439

FICHA 3					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
19/02/2020	LINEA 19	13	545	19.629	283	361	78%	1160	5555	0.21	0.24
19/02/2020	LINEA 20	13	526	19.629	275	349	79%	1160	5398	0.21	0.24
19/02/2020	LINEA 21	13	532	19.629	265	352	75%	1160	5202	0.22	0.23
19/02/2020	LINEA 22	11	590	19.629	275	330	83%	981	5398	0.18	0.28
					1098	1392	79%	4460	21552	0.2070	0.2462

FICHA 4					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
20/02/2020	LINEA 19	13	548	19.629	281	363	77%	1160	5516	0.21	0.24
20/02/2020	LINEA 20	13	545	19.629	285	361	79%	1160	5594	0.21	0.25
20/02/2020	LINEA 21	13	546	19.629	285	361	79%	1160	5594	0.21	0.25
20/02/2020	LINEA 22	11	583	19.629	255	327	78%	981	5005	0.20	0.26
					1106	1412	78%	4460	21709	0.2055	0.2480

FICHA 5					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
21/02/2020	LINEA 19	13	528	19.629	265	350	76%	1160	5202	0.22	0.23
21/02/2020	LINEA 20	13	502	19.629	245	332	74%	1160	4809	0.24	0.21
21/02/2020	LINEA 21	13	553	19.629	239	366	65%	1160	4691	0.25	0.21
21/02/2020	LINEA 22	12	587	19.629	255	359	71%	1071	5005	0.21	0.24
					1004	1407	71%	4550	19707	0.2309	0.2207

FICHA 6					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
22/02/2020	LINEA 19	13	426	19.629	220	282	78%	1002	4318	0.23	0.22
22/02/2020	LINEA 20	13	438	19.629	215	290	74%	1002	4220	0.24	0.21
22/02/2020	LINEA 21	13	437	19.629	240	289	83%	1002	4711	0.21	0.24
22/02/2020	LINEA 22	12	480	19.629	243	293	83%	925	4770	0.19	0.26
					918	1155	79%	3932	18019	0.2182	0.2335

FICHA 7					DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD						
					EFICIENCIA			RECURSOS ECONÓMICOS			
Fecha	Línea	Número costureros	Jornada (Minutos)	Tiempo estándar prenda (minutos)	Unidades producidas	Unidades programadas	Indicador: % cumplimiento eficiencia	Costos incurridos mano de obra directa (soles)	Minutos producidos	Indicador: valor minuto directo (soles/minuto)	Productividad recursos económicos (unidades/soles)
24/02/2020	LINEA 19	12	597	19.629	233	365	64%	1071	4573	0.23	0.22
24/02/2020	LINEA 20	12	583	19.629	250	356	70%	1071	4907	0.22	0.23
24/02/2020	LINEA 21	13	565	19.629	260	374	70%	1160	5103	0.23	0.22
24/02/2020	LINEA 22	12	584	19.629	265	357	74%	1071	5202	0.21	0.25
					1008	1452	69%	4371	19786	0.2209	0.2306

ANEXO N° 5: Validación del Instrumento de investigación.

FORMATO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDO Y NOMBRES DEL EXPERTO:	Yapu Rivera, Janisse Natividad
DNI:	43113175
TÍTULO/GRADOS:	Magister / Inge. Textil
CARGO E INSTITUCIÓN EN QUE LABORA:	Textiles Camones SAC.

Marcando con "x" en las columnas de Sí o NO.

ITEM	EVALUACION	
	SÍ	NO
1 ¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	✓	
2 ¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	✓	
3 ¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	✓	
4 ¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	✓	
5 ¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	✓	
6 ¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	✓	
7 ¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	✓	
8 ¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	✓	
9 ¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	✓	

Lima, 04 de 2020



 TEXTILES CAMONES SAC.

 YAPU RIVERA JANISSE NATIVIDAD

 JEFE DE INGENIERIA

FIRMA

FORMATO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDO Y NOMBRES DEL EXPERTO:	Bazan Paredes David Antonio
DNI:	10109255
TÍTULO/GRADOS:	Ingeniero Industrial
CARGO E INSTITUCIÓN EN QUE LABORA:	Jefe de Area.

Marcando con "x" en las columnas de Sí o NO.

	ITEM	EVALUACION	
		SÍ	NO
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	X	
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	X	
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X	
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	X	
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	X	
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	X	
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	X	
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	X	
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	X	

Lima, 24 de diciembre del 2020



 FIRMA

FORMATO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDO Y NOMBRES DEL EXPERTO:	Flores Enriquez Valencio Alfredo
DNI:	20605646
TÍTULO/GRADOS:	Bachiller Ing. Industrial
CARGO E INSTITUCIÓN EN QUE LABORA:	Responsable de Ingeniería

Marcando con "x" en las columnas de SÍ o NO.

	ITEM	EVALUACION	
		SÍ	NO
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	X	
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	X	
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X	
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	X	
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	X	
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	X	
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	X	
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	X	
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	X	

Lima, 03 de enero del 2021



 FIRMA

ANEXO N° 6: Incentivo maquinista de balance de línea



DPTO. DE INGENIERÍA

1. CONSIDERACIONES

Incentivo Individual

- Se otorga por día asistido.
- Con eficiencia individual a partir de 75%.
- Se paga a partir de 7 horas trabajadas
- Las operaciones realizadas tienen que ser A o B al menos al 75%

Incentivo Adicional por balance de línea:

- Se otorga por día asistido.
- Tabla 1: Se otorga si el N° de Operaciones = 2 y el N° de estilos trabajados =2
- Tabla 2: Se otorga si el N° de estilos trabajados >2, y se ha trabajado por lo menos 2 operaciones distintas. O Se otorga si el N° de Operaciones es >2, y se ha trabajado por lo menos 2 estilos diferentes.
- Con eficiencia individual a partir de 80%.
- Con 1 falta se considera la mitad del Incentivo semanal
- Con 2 faltas pierde incentivo.
- Las operaciones realizadas tienen que ser A o B al menos al 75%

2. TABLA DE INCENTIVO Y POTENCIAL DE INCENTIVO
Monto en Soles X Día

TABLA DE INCENTIVO

Soles por Día

TABLA INCENTIVO POR EFICIENCIA		
EST	A	B
75%	35.0	12.0
80%	35.0	12.0
85%	35.0	12.0
90%	35.0	12.0
95%	35.0	12.0
100%	35.0	12.0
105%	35.0	12.0
110%	35.0	12.0
115%	35.0	12.0
120%	35.0	12.0
125%	35.0	12.0
130%	35.0	12.0
135%	35.0	12.0
140%	35.0	12.0
145%	35.0	12.0
150%	35.0	12.0
155%	35.0	12.0
160%	35.0	12.0
165%	35.0	12.0
170%	35.0	12.0
175%	35.0	12.0
180%	35.0	12.0
185%	35.0	12.0
190%	35.0	12.0
195%	35.0	12.0
200%	35.0	12.0
205%	35.0	12.0
210%	35.0	12.0
215%	35.0	12.0
220%	35.0	12.0
225%	35.0	12.0
230%	35.0	12.0
235%	35.0	12.0
240%	35.0	12.0
245%	35.0	12.0
250%	35.0	12.0
255%	35.0	12.0
260%	35.0	12.0
265%	35.0	12.0
270%	35.0	12.0
275%	35.0	12.0
280%	35.0	12.0
285%	35.0	12.0
290%	35.0	12.0
295%	35.0	12.0
300%	35.0	12.0
305%	35.0	12.0
310%	35.0	12.0
315%	35.0	12.0
320%	35.0	12.0
325%	35.0	12.0
330%	35.0	12.0
335%	35.0	12.0
340%	35.0	12.0
345%	35.0	12.0
350%	35.0	12.0
355%	35.0	12.0
360%	35.0	12.0
365%	35.0	12.0
370%	35.0	12.0
375%	35.0	12.0
380%	35.0	12.0
385%	35.0	12.0
390%	35.0	12.0
395%	35.0	12.0
400%	35.0	12.0
405%	35.0	12.0
410%	35.0	12.0
415%	35.0	12.0
420%	35.0	12.0
425%	35.0	12.0
430%	35.0	12.0
435%	35.0	12.0
440%	35.0	12.0
445%	35.0	12.0
450%	35.0	12.0
455%	35.0	12.0
460%	35.0	12.0
465%	35.0	12.0
470%	35.0	12.0
475%	35.0	12.0
480%	35.0	12.0
485%	35.0	12.0
490%	35.0	12.0
495%	35.0	12.0
500%	35.0	12.0
505%	35.0	12.0
510%	35.0	12.0
515%	35.0	12.0
520%	35.0	12.0
525%	35.0	12.0
530%	35.0	12.0
535%	35.0	12.0
540%	35.0	12.0
545%	35.0	12.0
550%	35.0	12.0
555%	35.0	12.0
560%	35.0	12.0
565%	35.0	12.0
570%	35.0	12.0
575%	35.0	12.0
580%	35.0	12.0
585%	35.0	12.0
590%	35.0	12.0
595%	35.0	12.0
600%	35.0	12.0
605%	35.0	12.0
610%	35.0	12.0
615%	35.0	12.0
620%	35.0	12.0
625%	35.0	12.0
630%	35.0	12.0
635%	35.0	12.0
640%	35.0	12.0
645%	35.0	12.0
650%	35.0	12.0
655%	35.0	12.0
660%	35.0	12.0
665%	35.0	12.0
670%	35.0	12.0
675%	35.0	12.0
680%	35.0	12.0
685%	35.0	12.0
690%	35.0	12.0
695%	35.0	12.0
700%	35.0	12.0
705%	35.0	12.0
710%	35.0	12.0
715%	35.0	12.0
720%	35.0	12.0
725%	35.0	12.0
730%	35.0	12.0
735%	35.0	12.0
740%	35.0	12.0
745%	35.0	12.0
750%	35.0	12.0
755%	35.0	12.0
760%	35.0	12.0
765%	35.0	12.0
770%	35.0	12.0
775%	35.0	12.0
780%	35.0	12.0
785%	35.0	12.0
790%	35.0	12.0
795%	35.0	12.0
800%	35.0	12.0
805%	35.0	12.0
810%	35.0	12.0
815%	35.0	12.0
820%	35.0	12.0
825%	35.0	12.0
830%	35.0	12.0
835%	35.0	12.0
840%	35.0	12.0
845%	35.0	12.0
850%	35.0	12.0
855%	35.0	12.0
860%	35.0	12.0
865%	35.0	12.0
870%	35.0	12.0
875%	35.0	12.0
880%	35.0	12.0
885%	35.0	12.0
890%	35.0	12.0
895%	35.0	12.0
900%	35.0	12.0
905%	35.0	12.0
910%	35.0	12.0
915%	35.0	12.0
920%	35.0	12.0
925%	35.0	12.0
930%	35.0	12.0
935%	35.0	12.0
940%	35.0	12.0
945%	35.0	12.0
950%	35.0	12.0
955%	35.0	12.0
960%	35.0	12.0
965%	35.0	12.0
970%	35.0	12.0
975%	35.0	12.0
980%	35.0	12.0
985%	35.0	12.0
990%	35.0	12.0
995%	35.0	12.0
1000%	35.0	12.0

Soles por Día

TABLA INCENTIVO POR BALANCE			
N° OPERACIONES	Tabla 1		Tabla 2
	1	2	3
75%	0.0	0.0	0.0
80%	0.0	0.0	0.0
85%	0.0	0.0	0.0
90%	0.0	0.0	0.0
95%	0.0	0.0	0.0
100%	0.0	0.0	0.0
105%	0.0	0.0	0.0
110%	0.0	0.0	0.0
115%	0.0	0.0	0.0
120%	0.0	0.0	0.0
125%	0.0	0.0	0.0
130%	0.0	0.0	0.0
135%	0.0	0.0	0.0
140%	0.0	0.0	0.0
145%	0.0	0.0	0.0
150%	0.0	0.0	0.0
155%	0.0	0.0	0.0
160%	0.0	0.0	0.0
165%	0.0	0.0	0.0
170%	0.0	0.0	0.0
175%	0.0	0.0	0.0
180%	0.0	0.0	0.0
185%	0.0	0.0	0.0
190%	0.0	0.0	0.0
195%	0.0	0.0	0.0
200%	0.0	0.0	0.0
205%	0.0	0.0	0.0
210%	0.0	0.0	0.0
215%	0.0	0.0	0.0
220%	0.0	0.0	0.0
225%	0.0	0.0	0.0
230%	0.0	0.0	0.0
235%	0.0	0.0	0.0
240%	0.0	0.0	0.0
245%	0.0	0.0	0.0
250%	0.0	0.0	0.0
255%	0.0	0.0	0.0
260%	0.0	0.0	0.0
265%	0.0	0.0	0.0
270%	0.0	0.0	0.0
275%	0.0	0.0	0.0
280%	0.0	0.0	0.0
285%	0.0	0.0	0.0
290%	0.0	0.0	0.0
295%	0.0	0.0	0.0
300%	0.0	0.0	0.0
305%	0.0	0.0	0.0
310%	0.0	0.0	0.0
315%	0.0	0.0	0.0
320%	0.0	0.0	0.0
325%	0.0	0.0	0.0
330%	0.0	0.0	0.0
335%	0.0	0.0	0.0
340%	0.0	0.0	0.0
345%	0.0	0.0	0.0
350%	0.0	0.0	0.0
355%	0.0	0.0	0.0
360%	0.0	0.0	0.0
365%	0.0	0.0	0.0
370%	0.0	0.0	0.0
375%	0.0	0.0	0.0
380%	0.0	0.0	0.0
385%	0.0	0.0	0.0
390%	0.0	0.0	0.0
395%	0.0	0.0	0.0
400%	0.0	0.0	0.0
405%	0.0	0.0	0.0
410%	0.0	0.0	0.0
415%	0.0	0.0	0.0
420%	0.0	0.0	0.0
425%	0.0	0.0	0.0
430%	0.0	0.0	0.0
435%	0.0	0.0	0.0
440%	0.0	0.0	0.0
445%	0.0	0.0	0.0
450%	0.0	0.0	0.0
455%	0.0	0.0	0.0
460%	0.0	0.0	0.0
465%	0.0	0.0	0.0
470%	0.0	0.0	0.0
475%	0.0	0.0	0.0
480%	0.0	0.0	0.0
485%	0.0	0.0	0.0
490%	0.0	0.0	0.0
495%	0.0	0.0	0.0
500%	0.0	0.0	0.0
505%	0.0	0.0	0.0
510%	0.0	0.0	0.0
515%	0.0	0.0	0.0
520%	0.0	0.0	0.0
525%	0.0	0.0	0.0
530%	0.0	0.0	0.0
535%	0.0	0.0	0.0
540%	0.0	0.0	0.0
545%	0.0	0.0	0.0
550%	0.0	0.0	0.0
555%	0.0	0.0	0.0
560%	0.0	0.0	0.0
565%	0.0	0.0	0.0
570%	0.0	0.0	0.0
575%	0.0	0.0	0.0
580%	0.0	0.0	0.0
585%	0.0	0.0	0.0
590%	0.0	0.0	0.0
595%	0.0	0.0	0.0
600%	0.0	0.0	0.0
605%	0.0	0.0	0.0
610%	0.0	0.0	0.0
615%	0.0	0.0	0.0
620%	0.0	0.0	0.0
625%	0.0	0.0	0.0
630%	0.0	0.0	0.0
635%	0.0	0.0	0.0
640%	0.0	0.0	0.0
645%	0.0	0.0	0.0
650%	0.0	0.0	0.0
655%	0.0	0.0	0.0
660%	0.0	0.0	0.0
665%	0.0	0.0	0.0
670%	0.0	0.0	0.0
675%	0.0	0.0	0.0
680%	0.0	0.0	0.0
685%	0.0	0.0	0.0
690%	0.0	0.0	0.0
695%	0.0	0.0	0.0
700%	0.0	0.0	0.0
705%	0.0	0.0	0.0
710%	0.0	0.0	0.0
715%	0.0	0.0	0.0
720%	0.0	0.0	0.0
725%	0.0	0.0	0.0
730%	0.0	0.0	0.0
735%	0.0	0.0	0.0
740%	0.0	0.0	0.0
745%	0.0	0.0	0.0
750%	0.0	0.0	0.0
755%	0.0	0.0	0.0
760%	0.0	0.0	0.0
765%	0.0	0.0	0.0
770%	0.0	0.0	0.0
775%	0.0	0.0	0.0
780%	0.0	0.0	0.0
785%	0.0	0.0	0.0
790%	0.0	0.0	0.0
795%	0.0	0.0	0.0
800%	0.0	0.0	0.0
805%	0.0	0.0	0.0
810%	0.0	0.0	0.0
815%	0.0	0.0	0.0
820%	0.0	0.0	0.0
825%	0.0	0.0	0.0
830%	0.0	0.0	0.0
83			

ANEXO N° 7: Glosario

Cuello de botella: se denomina cuello de botella a la operación con baja capacidad que limita la producción.

Líneas de producción: se llama línea de producción a un sistema con múltiples estaciones que están ubicadas de forma secuencial, donde en cada estación se ubica un trabajador que realiza determinada operación.

Equilibrio: El tiempo para cada operación en una línea de producción debe ser relativamente iguales.

Desequilibrio de mano de obra: cuando la mano obra es escasa y limita el cumplimiento de eficiencia de las líneas de producción.

Salario: es aquel que establece la ley como retribución mínima para cualquier trabajador.

Aportes patronales: está conformada por Essalud, senati y SCTR.

BASC: Business Anti-Smuggling Coalition o Coalición Empresarial Anti contrabando.

WRAP: Worldwide Responsible Accredited Producción.