

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA DE LA LÍNEA DE CAMISAS EMPLEANDO
LEAN MANUFACTURING Y SLP PARA AUMENTAR LA
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA**

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

AUTOR

OLGA DEL CARMEN HUAMBO ABAD

ASESOR

SANTOS CONFESOR GABRIEL BLAS

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

Chiclayo, 2022

TIB HUAMBO ABAD OLGA

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	L. A. Salazar, M. P. Revuelta. "Simulation Paper Planes a Way to Teach Lean Production", 2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2020 Publicación	1%
7	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Índice

Resumen	3
Abstract	4
I. Introducción	5
II. Marco Teórico	5
III. Metodología	8
IV. Resultados.....	8
V. Discusión	16
VI. Conclusiones	17
VII. Referencias Bibliográficas.....	18

Resumen

La empresa en textil al cual se empleó para la elaboración de la presente, posee diversas líneas de producción; sin embargo, se eligió la de mayor impacto, línea de camisas, misma que, presenta problemas de productividad, teniendo tiempo total 403,69 minutos, producción diaria de 144 camisas/día, producción mensual de 3750 camisas/mes, eficiencia de línea 49,67%, tiempo ocioso de 335,07 minutos, y el porcentaje de utilización mayor ubicado en la estación de planchado a vapor de 8.67%.

Por tal motivo es que se decidió desarrollar una propuesta de mejora en la línea de camisas empleando Lean Manufacturing y SLP para maximizar su producción; para ello se utilizó como metodología, el diagnóstico de la situación actual de la empresa textil, posteriormente se desarrolló la propuesta de mejora, mediante la estandarización de los tiempos promedios con su suplemento pertinente, así también una redistribución mediante la metodología SLP, para finalizar con un análisis comparativo en donde se verificó el porcentaje de ganancias.

Tras ello, se obtuvieron como resultados, una producción diaria de 174 camisas, la reducción del tiempo total del proceso en un 16,22%, minimizando los tiempos de traslado y generando un aumento en la producción diaria del 20,83%, así como un incremento en la eficiencia de línea a 66,23%, disminuyendo el tiempo ocioso en un 14, 21%; validado también en el ProModel obteniendo una utilización máxima de 9,75% en el área de planchado a vapor

Palabras claves: Lean Manufacturing, estandarización de tiempos, método SLP, suplementos

Abstract

The textile company which was used for the elaboration of the present, has several production lines; however, the one with the greatest impact was chosen, the shirt line, which presents productivity problems, with a total time of 403.69 minutes, daily production of 144 shirts/day, monthly production of 3750 shirts/month, line efficiency 49.67%, idle time of 335.07 minutes, and the highest utilization percentage located in the steam ironing station of 8.67%.

For this reason, it was decided to develop a proposal to improve the line of shirts using Lean Manufacturing and SLP to maximize their production; For this, the diagnosis of the current situation of the textile company was used as a methodology, later the improvement proposal was developed, through the standardization of the average times with its pertinent supplement, as well as a redistribution through the SLP methodology, to finish with a comparative analysis where the percentage of gains was verified.

After that, the results obtained were a daily production of 174 shirts, the reduction of the total process time by 16.22%, minimizing transfer times and generating an increase in daily production of 20.83%, as well as an increase in line efficiency to 66.23%, reducing idle time by 14.21%; also validated on the ProModel, obtaining a maximum utilization of 9.75% in the steam ironing area

Keywords: Lean Manufacturing, time standar, Method SLP, supplement

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la implementación de Lean Manufacturing se ha convertido en la preferida de toda empresa que requiere de mejora continua en sus procesos [1], debido a la diversidad de herramientas que posee para realizar la mejora de acuerdo con la problemática a la que enfrenta. Una de estas herramientas es el balance de línea, el cual emplea a su vez el estudio de tiempo y movimiento, que es una herramienta mediante se estandarizan tiempos para cada operación o estación generada en el proceso productivo, del mismo modo, evalúa los movimientos de los operarios en cada puesto de trabajo, y de esta manera se logra identificar las actividades innecesarias realizadas durante el proceso [2].

De igual manera, cuando dentro del proceso existen tiempos elevados de transportes, se emplea el uso de la metodología Systematic Layout Planning (SLP), el cual permitirá generar un rediseño de la planta, de acuerdo con la jerarquía de cada una de las áreas e identificando la relación existente entre ellas [3].

La empresa de confecciones en la cual se realizó la investigación elaborada por Álvarez [4], cuenta con una amplia línea de productos tanto para damas como para caballeros, desde blusas y camisas hasta short y faltas; sin embargo, cuenta con una baja productividad, principalmente en la línea de camisa de varones, la cual será estudiada en la presente.

La eficiencia de esta línea de producción es de 49,67%, teniendo un tiempo ocioso de 335,07 minutos, y un tiempo total de producción de igual manera 403,69 minutos para una producción diaria de 144 camisas, además de la existencia de elevados tiempos de transporte de área a área. Por lo antes mencionado, se hace la pregunta de investigación ¿De qué manera se incrementará la producción en la línea de camisas de una textilera, empleando lean manufacturing y el método SLP?

Para ello, se planeó como objetivo general de la investigación, proponer la mejora de la línea de camisas empleando Lean Manufacturing y SLP para incrementar su producción; para ello, se tienen como objetivos específicos, diagnosticar la situación actual de la empresa textil, realizar el modelo de la propuesta de mejora de la línea de camisas empleando el balance de línea de Lean Manufacturing y el método SLP; por último, realizar un análisis comparativo entre las ganancias de la situación actual de la empresa y la propuesta de mejora.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Según Andrade, Del Río y Alvear [5] en su artículo “*Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado*” encontró como problemática una baja productividad en una empresa de calzado ecuatoriana, en la que se produce solo el 4,21% de la producción planeada; por tal motivo, se elaboró un estudio de tiempos y movimientos con la finalidad de aumentar dicha productividad, optimizando las tareas necesarias de los operarios, el estudio se realizó en el calzado tipo mocasín talla 40. Se evaluaron los tiempos promedios de cada estación con la que contaba el proceso, estandarizando los tiempos en cada una de ellas, mediante un balance de línea el cual le permitió disminuir el porcentaje de suplementos a los que estaba siendo expuesta el proceso productivo; del mismo modo, el estudio de movimientos ayudó a la identificación de los movimientos innecesarios los cuales fueron eliminados, permitiendo así que se requiere de menor esfuerzo por parte de los operarios y aminorando también las probabilidades de errores dentro del proceso. Para finalizar el estudio se obtuvo que la producción y productividad aumentaron en un 96,78% logrando cumplir con su producción programada mensual en solo 18 días.

Por otra parte, Gómez [6] en su artículo de investigación “*Mejora de la productividad de calzado en la empresa Facalsa de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos*”, identificó como problema la baja productividad de la empresa “Facalsa”, misma que, tiene como tiempo estándar de producción 1879,42 minutos; debido a ello, se realizó un estudio de tiempos, para un lote de doces pares de zapatos, en donde se calcularon nuevos tiempos estándares los cuales generando una mejora del 4,8%, lo que equivale a una disminución del tiempo estándar ya mencionado con anterioridad; cabe destacar que, el proceso de elaboración de calzado es manual, por ello también, analizó la productividad actual de la mano de obra dando una productividad promedio de 130,014 en las condiciones reales y mediante el nuevo estudio de tiempo esta productividad aumento en un 30,59% equivalente a una productividad de 169,791.

Del mismo modo, Poves *et al.* [7] en el artículo “*Application of Lean Manufacturing Techniques in a Peruvian Plastic Company*”, buscó maximizar la eficiencia de la empresa productora de plástico mediante la reducción de tiempos muertos, mitigando de esta manera las partidas de la empresa mediante el empleo de simulación para analizar dicha información; dicha empresa contó con un incumplimiento de pedidos del 6%, 4% más de su límite permitido, generando principalmente por los altos tiempos improductivos, lo que produjo una pérdida a la empresa por tiempos improductivos de \$8 105 200.00. Se empleó una mejora mediante la combinación de la estandarización de los tiempos de las actividades; primero se identificaron y eliminaron actividades improductivas; posteriormente, se realizó el cálculo de los nuevos tiempos estándares, mismos que, fueron validados a través de la simulación del proceso por medio de software, lo que generó una comparación entre el sistema actual empleado y la mejora propuesta, dando como resultado una reducción de tiempos improductivos del 36%, pasando de 315,79 minutos a 196,14 minutos; además, la tasa de incumplimiento de pedidos disminuyó a 1,95% e incremento la productividad de línea a 85,63%, economizando a línea en \$871 940,81, generando una utilidad anual de \$5 812 938,72.

Así pues, de acuerdo con Coletti Y Riojas [8], emplearon en su artículo “*Balance de línea de producción en una empresa de calzado mediante la metaheurística búsqueda tabú*” el balance de línea para aumentar la eficiencia de la empresa de calzada, para ello, recolectaron los tiempos actuales de producción e identificaron los cuellos de botella, así como los indicadores de tiempos muertos, se estimaron los tiempos promedios con un intervalo de confianza de 95%; seguido de ello, se calculó los nuevos tiempos estándares, mismos que se introdujeron en un software de simulación y de este modo se determinó el estaciones, número de operarios y la eficiencia de la mejora, esta propuesta fue implementada en la tienda de calzado y se corroboraron los indicadores de la mejora evaluados por el software donde la eficiencia subió a un 75%, hubo una reducción de reprocesos al igual que las fallas, ahorrando 2 953,11 nuevos soles; por último, los tiempos de retraso disminuyeron en un 8,21%, pasando de 16,67% a 8,46%.

Por otro lado, Torres *et al.* [9], en su artículo “*SLP Methodology for Plant Distribution in Glue Laminated Guadua (GLG) manufacturing companies*”, empleó la metodología SLP para el rediseño de la planta, de esta manera logró reducir los costos de producción y desperdicios; así como maximizó la eficiencia del flujo de materiales a un 89% y el flujo adyacente de los mismos en un 62%; por medio de la priorización y la relación existente entre las áreas de producción, almacenamiento, respetando la seguridad de los operarios.

Para finalizar el con tesis de Tacuri [10], en la tesis “*Propuesta para el incremento de la productividad en los proceso de elaboración de terno jean en la empresa JB Worker mediante*

la estandarización de tiempos de operación”, en la cual tuvo como problemática el reproceso de las prendas defectuosas superior al 10% para realizar el diagnóstico de la situación problemática se empleó el diagrama de Pareto, confirmando que la falta de estandarización es la causa de las prendas defectuosas, se obtuvieron los tiempos promedios de cada proceso y subproceso de la confección del terminó teniendo 10 observaciones por cada una de ellas, para posteriormente identificar los suplementos por actividad realizada, relacionada con la fatiga y el performance del operario, dando como resultado un tiempo estándar para el proceso de corte - confección, empaque de 6,64 minutos y 4,15 minutos respectivamente; generando un aumento de productividad del 30%.

2.2. Base Teórica

Lean Manufacturing

Es una filosofía que lleva como objetivo crear una cultura de mejora constante por medio de la comunicación y trabajo en equipo, permitiendo así optimizar el sistema productivo; identificando y minimizando los tiempos perdidos, ociosos o improductivos; es decir, se elimina toda actividad que no genera valor al producto [4].

Estudio de tiempo y movimiento:

Es una técnica empleada constantemente para maximizar la productividad del proceso y eficacia de los recursos, se encuentra ligada principalmente los movimientos y el trabajo que realizan los operarios [2], es por ello que, al hacer un estudio de movimientos se deben evaluar también los movimientos de estos, ya que ambos permitirán generar nuevos cálculos para establecer una disminución de los tiempos muertos y cuellos de botella.

Tiempos estándar de línea:

Para realizar los cálculos de los tiempos estándar de la línea del proceso, es necesario considerar el tiempo promedio obtenido en cada una de las estaciones que, al multiplicarse con su factor de calificación, resulte el tiempo normal; mismo que, será dividido entre la resta de la unidad menos el suplemento encontrado [11].

Porcentaje de suplementos (tablas colocarlas en anexos)

- Sistema Westinghouse; en dicho sistema se valora el performance o desempeño del operario relacionándolo con 4 factores: habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia, cada uno de ellos se encuentra evaluado en 6 niveles (Anexo 1) [10].
- Tiempo de suplementario o tolerancia: Estos suplementos se encuentran relacionados con las mismas necesidades de cada operario, varían dependiendo el género del mismo; se identifican suplemento por necesidades personales, fatiga, retrasos especiales (calidad del aire, tensión visual o auditiva, monotonía, entre otros); estos suplementos son adicionados a los tiempos normales para el cálculo del tiempo estándar (Anexo 2) [12].

Método SLP

Esta metodología de distribución de planta cuenta con 3 partes: análisis, búsqueda y solución; su propósito es buscar el valor de proximidad que existe entre cada área de trabajo y jerarquizarla entre: A, E, I, O, U, X, denominados absolutamente necesario, especialmente importante, importante, ordinario, sin importancia y deseable, respectivamente; posterior a ello se realiza un layout mejorado con las relaciones encontradas [13].

III. METODOLOGÍA

Para la presente investigación se empleó el análisis documental, principalmente, el uso de fichas bibliográficas como tesis, de donde se extrajo la observación de cambio no experimental por medio del cual se pudo obtener la situación problemática, de donde se extrajo la data empleada. Dichos datos fueron, analizados, procesados y tratados, a través del filtro de información más importante relacionada con el tema de investigación de tiempos, caso de baja productividad, entre otros.

Paso 1: se realizó el diagnóstico actual del proceso productivo de confección de camisas, extrayendo los tiempos promedios de cada actividad, e indicadores de producción y productividad, esta información también, fue utilizada para la simulación en el software Promodel.

Paso 2: se empleó el balance de línea y metodología SLP, para desarrollar la propuesta de mejora, se realizó nuevamente los cálculos para la obtención de los nuevos tiempos estándares, de esta manera se identificó una reducción significativa de los tiempos maximizando la producción diaria; es por ello que post mejora se efectuaron nuevos cálculos para nuevos indicadores de producción y productividad; del mismo modo, los nuevos tiempos estándares sirvieron para el modelado y simulación de la mejora del proceso de confección de camisas mediante el software Promodel.

Paso 3: realizar un análisis comparativo entre las ganancias de la situación actual de la empresa y la propuesta de mejora.

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la situación actual de empresa

Tomando como base la investigación de Álvarez [4] se identificó una lista de las principales causas que provocan la baja productividad de la línea de camisas, se tomaron las frecuencias de cada una de estas causas para posteriormente plasmarlo en un diagrama de Pareto.

Tabla 1: Check list de causas que afectan la productividad de la línea de camisas

Codificación	Descripción de posibles causas	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Frecuencia Acumulada	%
C1	Ausencia de tiempos estándar	5	16,67%	16,67%	5	16,67%
C2	Movimientos improductivos	5	16,67%	33,33%	10	33,33%
C3	Deficiente distribución de planta	4	13,33%	46,67%	14	46,67%
C4	Fatiga del personal	3	10,00%	56,67%	17	56,67%
C5	Sobrecarga de trabajo	3	10,00%	66,67%	20	66,67%
C6	Trabajo repetitivo	2	6,67%	73,33%	22	73,33%
C7	Inadecuado mantenimiento de maquinas	2	6,67%	80,00%	24	80,00%
C8	Falla de maquinas	2	6,67%	86,67%	26	86,67%
C9	Falta de capacitación	2	6,67%	93,33%	28	93,33%
C10	Almacenamiento de maquinaria en desuso	1	3,33%	96,67%	29	96,67%
C11	Problemas de ergonómicos	1	3,33%	100,00%	30	100,00%
		30	100,00%			

Fuente: Elaboración propia basado en Álvarez [4]

Mediante el diagrama de Pareto se pudo identificar que el 20% de las causas que afectan la productividad, trascienden en el 80% de los resultados. Tomando en consideración lo

mencionado, se determinó que las cuatro causas principales de esta baja productividad son: la ausencia de tiempos estándares, movimientos improductivos, deficiente distribución de planta y la fatiga del personal de trabajo, acumulando un 56,67%.

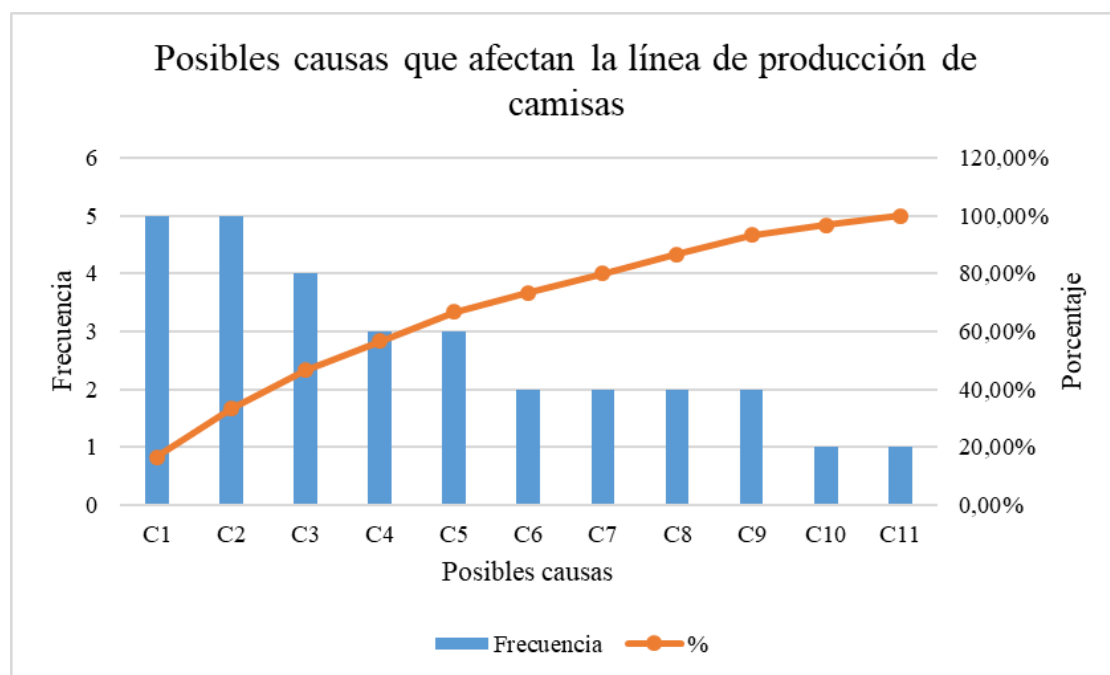


Figura 1: Diagrama de Pareto - posibles causas de baja productividad

Fuente: Elaboración propia

Mediante la tabla N°2 se muestran los tiempos normales y los tiempos estándar de la línea de producción, cabe destacar que para la obtención de los mismos se multiplicó cada tiempo normal con el suplemento, que según datos de Álvarez [4], fue de 0.27; además se puede identificar que existe un tiempo total estándar de 403,69 minutos, con un cuello de botella en la etapa de planchado a vapor de 41,61 minutos.

Tabla 2: Tiempos de línea de producción de camisas

N°	Actividad/ Etapa	Tiempo Normal (min)	Tiempo Estándar (min/día)	Tiempo Estándar (min/unid)
1	Recepción de MP en almacén			
2	Transporte de MP al área de diseño	20	14,6	0,10138889
3	Diseño	27	19,71	0,136875
4	Moldeado	14	10,22	0,07097222
5	Trazado en tela	20	14,6	0,10138889
6	Transporte al área de corte	20	14,6	0,10138889
7	Corte de tela	27	19,71	0,136875
8	Transporte al área de confección	15	10,95	0,07604167
9	Armado de cuello	32	23,36	0,16222222
10	Cortado y emparejado del cuello	22	16,06	0,11152778
11	Unión de hombros y remallado	20	14,6	0,10138889
12	Bastilla de mangas y remallado	10	7,3	0,05069444
13	Bastillado y remallado	12	8,76	0,06083333
14	Transporte al área de acabado	15	10,95	0,07604167
15	Confección ojales	38	27,74	0,19263889
16	Pegado de botones	46	33,58	0,23319444
18	Pegado de bolsillos	37	27,01	0,18756944
19	Despeluzado de prenda	22	16,06	0,11152778
20	Planchado a vapor	57	41,61	0,28895833
21	Transporte al área de empaquetado	15	10,95	0,07604167
22	Etiquetado de prenda	35	25,55	0,17743056
23	Embolsado de prenda	34	24,82	0,17236111
24	Transporte al área de producto terminado	15	10,95	0,07604167
25	Almacén de producto terminado			
	Total	553	403,69	2,80340278

Fuente: Elaboración propia basado en Álvarez [4]

La investigación indicó que existe una producción mensual de 3750 camisas, por consiguiente, se producen diariamente 144 camisas, en una jornada laboral de 8 horas, 26 días al mes, empleando 12 operarios, con una eficiencia de línea de 49,67% con un tiempo ocioso de:

$$\text{Tiempo ocioso} = (16 * 41,61) - 330,69$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 335,07 \text{ min}$$

Así mismo, cabe decir que según datos de la tabla N°2 existen tiempos de transporte entre áreas, muy elevado, debido principalmente y como se puede apreciar en la figura 2, a las distancias que existen entre las mismas.

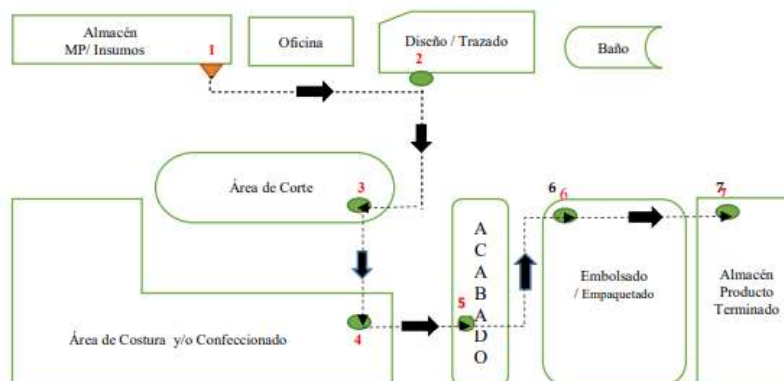


Figura 2: Diagrama de recorrido- actual

Fuente: Extraído de Álvarez [4]

A través del software ProModel se realizó la simulación de la situación actual de la línea de producción de camisas, tal y como se visualiza en el layout (Figura 3) haciendo uso de los cálculos adquiridos por la bibliografía, considerando 18 locaciones incluyendo el almacén de materias primas e insumos y de productos terminados, haciendo uso de 6 operarios y contando con 7 entidades (tela, tela cortada, camisa, etiqueta, camisa etiquetada, bolsa, camisa embolsada), la producción inició con la llega de tela al almacén de materia prima con un tiempo de arribo de 3,328 minutos. Los resultados de la simulación se encuentran en la figura 4 donde se aprecia que la localidad que tiene mayor porcentaje de utilización es la etapa de planchado a vapor con 8,67%.

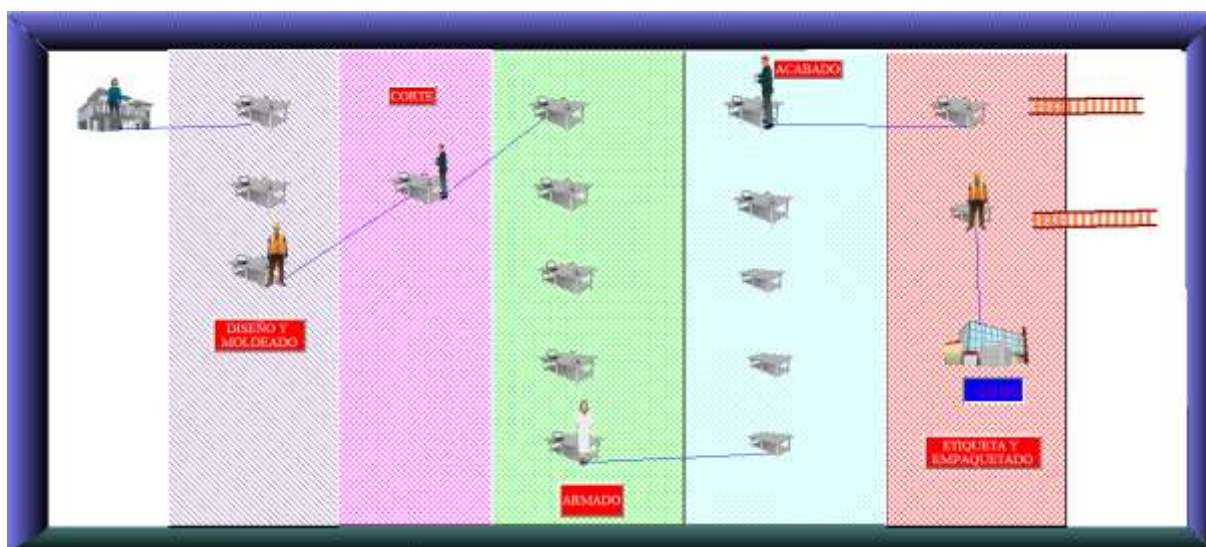


Figura 3: Layout del proceso actual de la línea de camisas promodel

Fuente: Elaboración propia

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (H)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
Almacén MP	8,00	999.999,00	145,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
Diseño	8,00	1,00	145,00	0,14	0,04	1,00	0,00	4,14	
Moldesado	8,00	1,00	145,00	0,07	0,02	1,00	0,00	2,14	
Trazado en tela	8,00	1,00	145,00	0,10	0,03	1,00	0,00	3,05	
Corte de tela	8,00	1,00	145,00	0,14	0,04	1,00	0,00	4,14	
Armado de cuello	8,00	1,00	145,00	0,16	0,05	1,00	1,00	4,87	
Cortado y emparejado	8,00	1,00	144,00	0,11	0,03	1,00	0,00	3,36	
Unión de hombros y remallado	8,00	1,00	144,00	0,10	0,03	1,00	0,00	3,03	
Bastilla de mangas y remallado	8,00	1,00	144,00	0,05	0,02	1,00	0,00	1,53	
Bastillado y remallado	8,00	1,00	144,00	0,06	0,02	1,00	0,00	1,83	
Confección ojales	8,00	1,00	144,00	0,19	0,06	1,00	0,00	5,79	
Pegado de botones	8,00	1,00	144,00	0,23	0,07	1,00	0,00	6,99	
Pegado de bolsillos	8,00	1,00	144,00	0,19	0,06	1,00	0,00	5,64	
Despeluzado de prenda	8,00	1,00	144,00	0,11	0,03	1,00	0,00	3,36	
Planchado a vapor	8,00	1,00	144,00	0,29	0,09	1,00	0,00	8,67	
Etiquetado de prenda	8,00	1,00	144,00	0,18	0,05	1,00	0,00	5,31	
Embolado de prenda	8,00	1,00	144,00	0,17	0,05	1,00	0,00	5,16	
Almacén de PT	8,00	999.999,00	144,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	

Figura 4: Reporte de simulación en las locaciones

Fuente: Elaboración propia

4.2. Proceso de mejora de la línea de producción de camisas

Considerando los tiempos promedios brindados en la tesis, se decidió estandarizarlos generando nuevos suplementos empleando la tabla de Westinghouse para el suplemento por actuación del operario, de donde se obtuvo el factor de calificación (Tabla 3) y el uso de la tabla de suplementos por descansado para las tolerancias (Tabla 4).

Tabla 3: Suplemento por actuación de operario

Factor	Condición	Valor	Escala
Habilidad	E2	-0,1	DECIFICIENTE
Esfuerzo	E1	-0,4	Excelente
Condiciones	A	0,06	Buenas
Consistencia	B	0,03	Regular
Total		-0,41	
FACTOR DE CALIFICACIÓN		0,59	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Suplemento por descanso

Suplementos por descanso		%	Valor
Constantes	Por necesidad	5%	0,05
	Por fatiga	4%	0,04
Variables	Por postura anormal	0%	0
	Uso de energía muscular	0%	0
	Mala iluminación	2%	0,02
	Concentración intensa	2%	0,02
	Tensión mental	1%	0,01
	Monotonía	0%	0
Total		14%	0,14

Fuente: Elaboración propia

Se emplearon los nuevos suplementos para determinar la mejora de los tiempos estándar, en donde se realizó la multiplicación del tiempo promedio por el factor de calificación hallando el tiempo normal, a éste se dividió con la resta de la unidad menos el nuevo suplemento por

descanso dando los resultados de la Tabla 8 ubicada en el Anexo 3, dando un tiempo tal de producción de 379,38 minutos.

No obstante, aún existían tiempos elevados en los transportes entre áreas y considerando la distribución de planta actual (Figura 2), se consideró realizar un rediseño de la línea de producción, mediante el empleo de la metodología SLP, se realizó la relación de las 10 áreas y se consideraron sus valores de proximidad

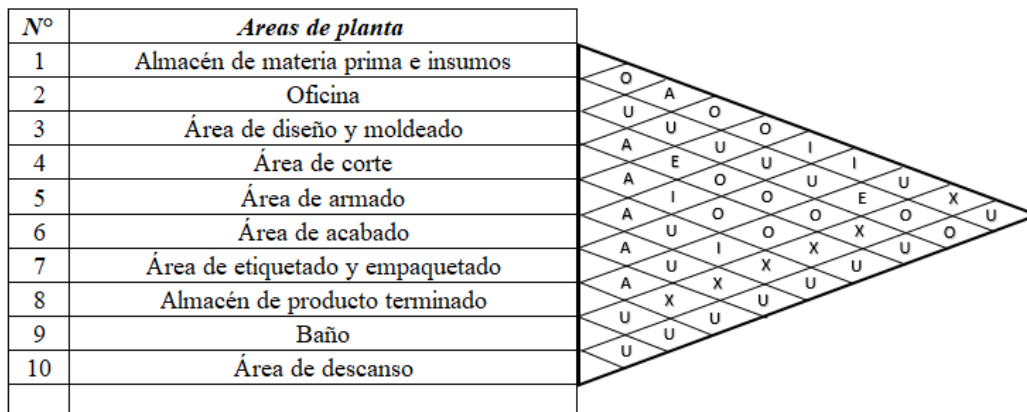


Figura 5: Relación de proximidad entre áreas de la planta

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se realizó un nuevo layout de la distribución de la planta (Figura 6), en donde cada número simboliza el área de la planta correspondiente y los colores de los trabajos se encuentran relacionados de la siguiente manera:

Tabla 5: Relación de cercanía por colores

Absolutamente necesario	A	Rojo
Especialmente importante	E	Amarillo
Importante	I	Verde
Ordinario	O	Azul
No importante	U	No hay
No deseable	X	Negro

Fuente: [13]

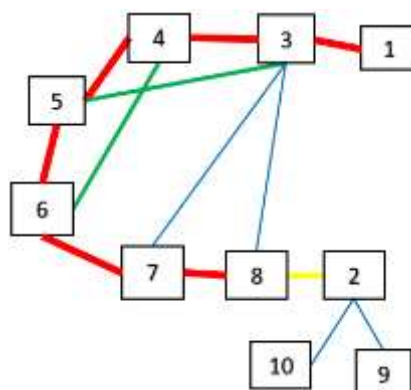


Figura 6: Distribución de planta-mejora

Fuente: Elaboración Propia

Por medio de esta nueva distribución de planta, la línea de producción de camisas disminuyó sus tiempos de transporte en un 60%; por tal motivo, al tiempo estándar de las actividades de

transporte, hallado la tabla 8 Anexo 3, se le resta el 60% para el cálculo de los nuevos tiempos estándar de transporte, lo que generó los siguientes resultados.

Tabla 6: Tiempos Estándares Finales de la mejora

N°	Actividad/ Etapa	TP	FC	TN	S	TS	TS (SLP)
1	Recepción de MP en almacén						
2	Transporte de MP al área de diseño	20	0,59	11,8	0,14	13,72	5,49
3	Diseño	27	0,59	15,93	0,14	18,52	18,52
4	Moldeado	14	0,59	8,26	0,14	9,60	9,60
5	Trazado en tela	20	0,59	11,8	0,14	13,72	13,72
6	Transporte al área de corte	20	0,59	11,8	0,14	13,72	5,49
7	Corte de tela	27	0,59	15,93	0,14	18,52	18,52
8	Transporte al área de confección	15	0,59	8,85	0,14	10,29	4,12
9	Armado de cuello	32	0,59	18,88	0,14	21,95	21,95
10	Cortado y emparejado del cuello	22	0,59	12,98	0,14	15,09	15,09
11	Unión de hombros y remallado	20	0,59	11,8	0,14	13,72	13,72
12	Bastilla de mangas y remallado	10	0,59	5,9	0,14	6,86	6,86
13	Bastillado y remallado	12	0,59	7,08	0,14	8,23	8,23
14	Transporte al área de acabado	15	0,59	8,85	0,14	10,29	4,12
15	Confección ojales	38	0,59	22,42	0,14	26,07	26,07
16	Pegado de botones	46	0,59	27,14	0,14	31,56	31,56
18	Pegado de bolsillos	37	0,59	21,83	0,14	25,38	25,38
19	Despeluzado de prenda	22	0,59	12,98	0,14	15,09	15,09
20	Planchado a vapor	57	0,59	33,63	0,14	39,10	39,10
21	Transporte al área de empaquetado	15	0,59	8,85	0,14	10,29	4,12
22	Etiquetado de prenda	35	0,59	20,65	0,14	24,01	24,01
23	Embolsado de prenda	34	0,59	20,06	0,14	23,33	23,33
24	Transporte al área de producto terminado	15	0,59	8,85	0,14	10,29	4,12
25	Almacén de producto terminado						
	Total (min)	553				379,38	338,22

Fuente: Elaboración Propia

Con los tiempos estándar actualizados, con un arribo de la tela de 2,79; se realizó el modelado de propuesta de mejora; empleando la misma estructura, pero con nuevos tiempos.

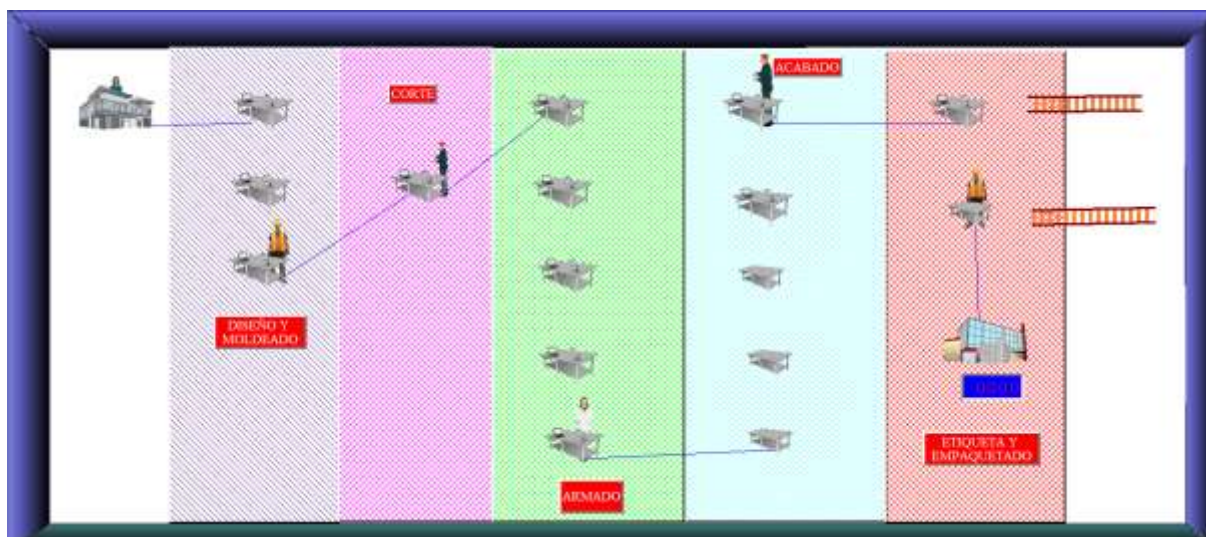


Figura 7: Layout del proceso de mejora de la línea de camisas ProModel

Fuente: Elaboración Propia

Mediante el reporte de locaciones se obtuvo que, la producción diaria bajo las mismas condiciones aumenta a 174 camisas, además del incremento del porcentaje de utilización en la fase de planchado a vapor a 9,75%.

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
Almacén MP	8.00	999.999.00	173.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
Diseño	8.00	1.00	173.00	0.13	0.05	1.00	0.00	4.65	
Moldeado	8.00	1.00	173.00	0.07	0.02	1.00	0.00	2.41	
Trazado en tela	8.00	1.00	173.00	0.10	0.03	1.00	0.00	3.42	
Corte de tela	8.00	1.00	173.00	0.13	0.05	1.00	1.00	4.64	
Armado de cuello	8.00	1.00	172.00	0.15	0.05	1.00	0.00	5.45	
Cortado y emparejado	8.00	1.00	172.00	0.11	0.04	1.00	0.00	3.76	
Unión de hombros y remallado	8.00	1.00	172.00	0.10	0.03	1.00	0.00	3.40	
Bastilla de mangas y remallado	8.00	1.00	172.00	0.05	0.02	1.00	0.00	1.72	
Bastido y remallado	8.00	1.00	172.00	0.06	0.02	1.00	0.00	2.04	
Confección ojales	8.00	1.00	172.00	0.18	0.06	1.00	0.00	6.49	
Pegado de botones	8.00	1.00	172.00	0.22	0.08	1.00	0.00	7.85	
Pegado de bolsillos	8.00	1.00	172.00	0.18	0.06	1.00	0.00	6.31	
Despluzado de prenda	8.00	1.00	172.00	0.11	0.04	1.00	0.00	3.76	
Planchado a vapor	8.00	1.00	172.00	0.27	0.10	1.00	0.00	9.75	
Etiquetado de prenda	8.00	1.00	172.00	0.17	0.06	1.00	0.00	5.98	
Embolado de prenda	8.00	1.00	172.00	0.16	0.06	1.00	0.00	5.81	
Almacén de PT	8.00	999.999.00	172.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	

Figura 8: Reporte por locaciones del propuesta de mejora

Fuente: Elaboración Propia

Es decir que por medio de la propuesta de mejora la producción diaria es de 174 camisas/día, generando así una producción mensual de 3830 camisas y una eficiencia de línea 66,23%, se tiene un cuello de botella en la fase de planchado a vapor a valor de 39,10 minutos, provocando un tiempo ocioso de:

$$\text{Tiempo ocioso} = (16 * 39,10) - 338,22$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 287,45 \text{ min}$$

4.3. Análisis comparativo de ganancias

Se realizó un análisis comparativo de las ganancias que genera en la actualidad la empresa textil en cuando a su línea de camisas y por otro lado la ganancia obtenida en la propuesta de mejora, se consideró en ambos casos se trabajaría 8 horas al día, 26 días al mes y con 12 operarios

interactuando en todo el proceso; en el proceso actual el tiempo total de producción es de 403,69 minutos, mientras que en la mejora se reduce un 16,22%, la producción mensual pasa de 3750 camisas al mes a 4524 camisas al mes, aumentando la producción en un 20,64%. Si el precio de venta de las camisas es de S/.35,00 entonces la diferencia entre la ganancia anual actual y el de la propuesta es de 20,64 lo que equivale a un aumento de S/.325 080,00; así como, un incremento en el porcentaje de satisfacción de la demanda mensual

Tabla 7: Tabla comparativa situación actual vs propuesta de mejora

Indicador	Actual	Mejora	Diferencia %
Tiempo día total (min)	403,69	338,22	16,22%
Tiempo para una unidad(min)	2,803	2,349	16,20%
Arribo de tela	3,328	2,788	16,23%
Producción diaria	144	174	20,83%
Producción mensual	3750	4524	20,64%
Tiempo ocioso	335,07	287,45	14,21%
Eficiencia de línea	49,67	66,23	33,34%
Precio de venta	S/ 35,00		
Ganancia mensual	S/ 131 250,00	S/ 158 340,00	20,64%
Ganancia anual	S/ 1 575 000,00	S/ 1 900 080,00	20,64%
Demanda mensual promedio	6952		
% satisfacción de la demanda	53,94	65,07	20,63%

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Respecto al diagnóstico de la situación actual de la empresa se puede constatar que al igual que Tacuri [10], el uso del diagrama de Pareto ayuda a identificar las causales de la baja productividad; del mismo modo; de todas las líneas productivas de la empresa textil se eligió solo una de ellas para realizar la estandarización de los tiempos, similar a lo que plasmó Andrade, Del Río y Alvear [5] en su tesis, en donde los tiempos promedios de la empresa fueron mal estandarizados, debido a la mala elección de suplementos, generando una producción de solo el 4,21% de la producción diseñada; es por ellos que se puede afirmar que a pesar de realizar la estandarización de los tiempos, es indispensable calcular correctamente los suplementos de cada una de las actividades, caso contrario esto reducirá la producción diaria.

En cuanto al desarrollo de la propuesta de mejora, recalcularon los suplementos para la nueva estandarización logrando en el caso de Gómez [6] por ejemplo, una mejora del 4,8%, elevando la productividad en un 30,59% lo que equivale a 169,791 unidades; del mismo modo Torres *et al.*, rediseño la distribución de planta mediante el método SLP, maximizando su eficiencia en el flujo de materiales en un 89%; no obstante, en el presente trabajo se decidió emplear ambas técnicas en la propuesta de mejora, de esta manera no solo se disminuyeron los tiempos en las actividades y estaciones que generan valor, sino también en los tiempos de traslado, minimizándolos en un 60%, contribuyendo de manera doble a la reducción de tiempos ociosos, y tiempos totales del proceso.

Para finalizar, el emplear estas herramientas, se produjo el incremento de producción en un 20,83% pasando de 144 a 174 camisas/día lo que es equivalente a un incremento de ganancias mensuales de 20,64% llegando a ganar anualmente aproximadamente S/ 1 900 080; comparándolos con los resultados obtenidos por Poves [7] quien después de emplear y simular la mejora del proceso calculó que la empresa con la estandarización de los tiempos disminuyó su tasa de defectos y tiempos improductivos en 1,95% y 36% respectivamente, así como, la

economía de la línea en \$871 940,81, generando una utilidad anual de \$5 812 938,72; comprobando así que mediante el balance de línea y reducción de todos los tiempos posibles, generara que exista un incremento en las ganancias mensuales y anuales,

VI. CONCLUSIONES

- Mediante el empleo de la herramienta de balance de línea (lean manufacturing), y la metodología SLP, se logró maximizar en un 20,83% la producción diaria en la línea de confección de camisas y 20,64% en la producción mensual; así mismo, se incrementó la eficiencia de línea en un 33,34%.
- Se utilizó el diagrama de Pareto para identificar las posibles causas de la baja producción de la línea de camisas quejando demostrado que la ausencia de tiempos estándares, movimientos improductivos, deficiente distribución de planta y la fatiga del personal de trabajo, se encontraban dentro de las principales causales acumulando un 56,67%; del mismo modo, de determinaron los indicadores actuales de la línea de producción como el tiempo total de 403,69 minutos, producción diaria de 144 camisas/día, producción mensual de 3750 camisas/mes, eficiencia de línea 49,67%, tiempo ocioso de 335,07 minutos, y el porcentaje de utilización mayor ubicado en la estación de planchado a vapor de 8.67%.
- Haciendo uso de la estandarización de tiempos, se estandarizaron los tiempos en cada una de las actividades, siendo multiplicadas sus suplementos correspondientes (factor de calificación de 0.59 y la tolerancia 0.14); así mismo, se rediseño la distribución de la planta, mediante el uso del método de SLP, evaluando la prioridad y relación existente en cada una de las estaciones, teniendo como resultado la reducción del tiempo total del proceso en un 16,22%, minimizando los tiempos de traslado y generando un aumento en la producción diaria del 20,83%, así como un incremento en la eficiencia de línea a 66,23%, disminuyendo el tiempo ocioso en un 14, 21%; validado también en el promodel obteniendo un utilización máxima de 9,75% en el área de planchado a vapor.
- Por último, se realizó una comparación entre los indicadores resaltando el incremento de ganancias mensuales que genera la propuesta de mejora en un 20,64% pasando de una ganancia mensual de s/.131 250 a s/.158 340.

Recomendaciones

Para la elaboración que buscan una mejora continua mediante el balance de línea o estandarización de tiempos, es fundamental tener los tiempos promedios y saber el uso y manejo de las tablas de suplemento, así también para mayor confiabilidad, se pueden calcular dicho suplemento en función a la persona o trabajador que se quiera evaluar.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. G. Vargas Hernández, G. Muratalla Bautista y M. Jiménez Castillo, «Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?,» *Ingeniería industrial y nuevas tendencias*, vol. V, nº 17, pp. 153-174, 2016.
- [2] D. Bello Parra, F. Murrieta Domínguez y C. . A. Cortes Herrera, «Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de,» *Ciencia Administrativa*, vol. 1, nº 1, pp. 1870-1879, 2020.
- [3] A. Fernandez, «SLP para Distribucion en Planta 2017,» Lima, 2017.
- [4] L. E. Álvarez Gonzaga, «Propuesta de un plan de mejora de la producción en la empresa de confecciones Lalangue S.A. para reducir las devoluciones,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2018.
- [5] A. M. Andrade, C. A. Del Río y D. L. Alvear, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,» *Información Tecnológica*, vol. 30, nº 3, pp. 83-94, Junio 2019.
- [6] R. D. Gómez Coello, «Mejora de la Productividad en la producción de calzado en la empresa "Facalsa" de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos,» *Ciencia Latina*, vol. 5, nº 5, pp. 77-98, 2021.
- [7] I. G. Poves Calderno, J. A. Ramirez Mendoza, V. H. Nuñez Ponce y J. C. Alvarez Merino, «Application of Lean Manufacturing Techniques in a Peruvian Plastic Company,» *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, pp. 546-550, 2019.
- [8] E. Coletti Romero y A. C. Riojas Cañari, «Balance de línea de producción en una empresa de calzado mediante la metaheurística búsqueda tabú,» *Revista Peruana de Computación y Sistemas*, vol. 1, nº 1, pp. 9-22, 2018.
- [9] K. Torres Soto, L. Flórez Peña, C. Sanchez y N. Castañeda, «SLP Methodology for Plant Distribution in Glue Laminated Guadua (GLG) manufacturing companies,» *Revista de ingeniería*, vol. XXV, nº 2, pp. 103-116, 2020.
- [10] M. E. Tacuri Pilicita, «Propuesta para el incremento de la productividad en los procesos de elaboración de terno jean en la empresa JB Worker mediante la estandarización de tiempos de operación,» Escuela Politecnica Nacional, Quito, 2018.

- [11] J. A. Pineda, «Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fabrica casa blanca S.A.,» Universidad de San Carlos de Guatemala , Guatemala}, 2005.
- [12] R. Y. Delgado Villadeza, «Aplicación del estudio de tiempo y movimientos para mejorar la productividad, en el área de acabados en la empresa representaciones Martín S.A.C., Villa el Salvador, 2017,» Universidad César Vallejo, Lima, 2017.
- [13] H. Mejía, M. J. Wilches, M. Galofre y Y. Montenegro, «Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución,» *Scientia Et Technica*, vol. XVI, nº 49, pp. 63-68, 2011.
- [14] S. Plascencia, «Sistema Westinghouse(método de calificación para la actuación del operario),» Conalep Plantel León I, Ciudad de Mexico, 2014.
- [15] A. M. Andrade, C. A. Del Río y D. L. Alvear, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,» *Información Tecnológica*, vol. 30, nº 3, pp. 83-94, Junio 2019.

ANEXO 1

SISTEMA WESTINGHOUSE (MÉTODO DE CALIFICACIÓN PARA LA ACTUACIÓN DEL OPERARIO)					
TABLA DE DESTREZA O HABILIDAD			TABLA DE ESFUERZO O EMPÑO		
+0.15	A1	EXTREMA	+0.13	A1	EXCESIVO
+0.13	A2	EXTREMA	+0.12	A2	EXCESIVO
+0.11	B1	EXCELENTE	+0.10	B1	EXCELENTE
+0.08	B2	EXCELENTE	+0.08	B2	EXCELENTE
+0.06	C1	BUENA	+0.05	C1	BUENO
+0.03	C2	BUENA	+0.02	C2	BUENO
0.00	D	REGULAR	0.00	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE	-0.04	E1	ACEPTABLE
-0.10	E2	ACEPTABLE	-0.08	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE	-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE	-0.17	F2	DEFICIENTE
TABLA DE CONDICIONES			TABLA DE CONSISTENCIA		
+0.06	A	IDEALES	+0.04	A	PERFECTA
+0.04	B	EXCELENTES	+0.03	B	EXCELENTE
+0.02	C	BUENAS	+0.01	C	BUENA
0.00	D	REGULARES	0.00	D	REGULAR
-0.03	E	ACEPTABLES	-0.02	E	ACEPTABLE
-0.07	F	DEFICIENTES	-0.04	F	DEFICIENTE
<p>Fuente: S. M. Lowry, H. B. Maynard y G. J. Stegemerten, <i>Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives</i>, 3a. Ed. (Nueva York: McGraw-Hill, 1940), p. 233.</p>					

Figura 9: Tabla del sistema de Westinghouse para obtención de Suplementos

Fuente: Extraído de Plascencia [14]

ANEXO 2

	H	M		H	M
1. suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos inclusive)		
- suplemento por necesidades personales	5	7	- buena ventilación o aire libre	0	0
- suplementos básicos por fatiga	4	4	- mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	15
2. suplementos variables añadidas al suplemento básico por fatiga			F. tensión visual		
A. suplemento por trabajar de pie	2	4	- trabajos de cierta precisión	0	0
B. suplemento postura anormal			- trabajos de precisión o fatigosos	2	2
- Ligeramente incómoda	0	1	- trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
- Incómoda inclinado	2	3	G. Tensión auditiva		
- Muy incómoda (echado-estirado)	7	7	- Sonido continuo	0	0
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)			- Intermitente y fuerte	2	2
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg)			- Intermitente y muy fuerte	3	3
2,50	0	1	- Estridente y fuerte	5	5
5,00	1	2	H. Tensión mental		
7,50	2	3	- Proceso bastante complejo	1	1
10,00	3	4	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
12,50	4	6	- Muy complejo	8	8
15,00	6	9	I. Monotonía mental		
17,50	8	12	- Trabajo algo monótono	0	0
20,00	10	15	- Trabajo bastante monótono	1	1
22,50	12	18	- Trabajo monótono	4	4
25,00	14	---	J. Monotonía física		
30,00	19	---	- Trabajo algo aburrido	0	0
40,00	33	---	- Trabajo aburrido	2	1
50,00	58	---	- Trabajo muy aburrido	5	2
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

(H = Hombres; M = Mujeres)

Figura 10: Tabla de suplemento o tolerancias

Fuente: Extraído de Delgado [12]

ANEXO 3

Tabla 8: Calculo de tiempos estándar para la mejora 1

N°	Actividad/ Etapa	TP	FC	TN	S	TS
1	Recepción de MP en almacén					
2	Transporte de MP al área de diseño	20	0,59	11,8	0,14	13,72
3	Diseño	27	0,59	15,93	0,14	18,52
4	Moldeado	14	0,59	8,26	0,14	9,60
5	Trazado en tela	20	0,59	11,8	0,14	13,72
6	Transporte al área de corte	20	0,59	11,8	0,14	13,72
7	Corte de tela	27	0,59	15,93	0,14	18,52
8	Transporte al área de confección	15	0,59	8,85	0,14	10,29
9	Armado de cuello	32	0,59	18,88	0,14	21,95
10	Cortado y emparejado del cuello	22	0,59	12,98	0,14	15,09
11	Unión de hombros y remallado	20	0,59	11,8	0,14	13,72
12	Bastilla de mangas y remallado	10	0,59	5,9	0,14	6,86
13	Bastillado y remallado	12	0,59	7,08	0,14	8,23
14	Transporte al área de acabado	15	0,59	8,85	0,14	10,29
15	Confección ojales	38	0,59	22,42	0,14	26,07
16	Pegado de botones	46	0,59	27,14	0,14	31,56
18	Pegado de bolsillos	37	0,59	21,83	0,14	25,38
19	Despeluzado de prenda	22	0,59	12,98	0,14	15,09
20	Planchado a vapor	57	0,59	33,63	0,14	39,10
21	Transporte al área de empaquetado	15	0,59	8,85	0,14	10,29
22	Etiquetado de prenda	35	0,59	20,65	0,14	24,01
23	Embolsado de prenda	34	0,59	20,06	0,14	23,33
24	Transporte al área de producto terminado	15	0,59	8,85	0,14	10,29
25	Almacén de producto terminado					
	Total	553				379,38

Fuente: Elaboración propia