

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



**Simulación del proceso de fabricación de calzado de una empresa para
incrementar su productividad**

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

AUTOR

Sandra Camila Lluen Ramos

ASESOR

Marcos Gregorio Baca López

<https://orcid.org/0003-4741-0122>

Chiclayo, 2021

Índice

Resumen	3
Abstract.....	4
Introducción.....	5
Referencias	16
Anexos.....	18

Resumen

Actualmente existen varios problemas en la fabricación de calzado. La presente investigación tomó como referencia a una empresa dedicada a la fabricación de calzado, la cual presentó problemas de baja productividad por retrasos en la producción, ocasionando pérdidas de ventas por pedidos no atendidos. Se identificó la existencia de cuello de botella en el área de armado con un tiempo de ciclo de 11,76 min/par, mayor al TAKE TIME. Frente a ello, se realizó un balance de línea, lo cual permitió disminuir el tiempo de ciclo del área de armado a 5,86 min/par, incrementar la producción en un 43,90% y la productividad en un 25,91%; dicha propuesta de mejora generó una utilidad de S/20 250,00 soles/mes y un costo de S/.52 870,00 el primer mes, y de S/.4 900,00 el resto de los meses.

Palabras clave: Productividad, producción, TAKT TIME, Simulación

Abstract

There are currently several problems in shoemaking. The present investigation took as a reference a company dedicated to the manufacture of footwear, which presented problems of low productivity due to delays in production, causing lost sales due to unmet orders. The existence of a bottleneck in the assembly area was identified with a cycle time of 11,76 min / pair, greater than the TAKE TIME. Faced with this, a line balance was made, which made it possible to reduce the cycle time of the assembly area to 5,86 min / pair, increase production by 43,90% and productivity by 25,91%; Said improvement proposal generated a profit of S/. 20 250,00 soles / month and a cost of S/. 52 870,00 the first month, and S/. 4 900,00 the rest of the months.

Keywords: Productivity, production, TAKT TIME, Simulation

Introducción

En 2018, el impacto de la industria peruana del calzado fue equivalente al 2,9% del Producto Bruto Interno (PBI) y al 4,1% de todo el empleo [1]. Actualmente existen varios problemas en la fabricación de calzado de pequeñas y medianas empresas, los cuales han dado lugar a una alta tasa de pedidos atrasados, que en consecuencia ha generado menos ingresos económicos, altos costos de producción y clientes insatisfechos.

La producción de fabricación de calzado en el 2019 tuvo una variación porcentual de -29,33%, y según los datos emitidos por el Ministerio de Producción, las microempresas productoras de calzado representan el 96,7% del mercado, mientras que las pequeñas empresas, medianas y grandes, representan el 3,2% y 0,1% respectivamente [2].

En el presente trabajo de investigación se ha tomado como referencia a una empresa dedicada a la fabricación de calzado. Para ello, se realizó el diagnóstico de la empresa, identificando que, dentro de las actividades del proceso de fabricación, se generan retrasos en la producción, ocasionando pérdidas de ventas por pedidos no atendidos que según registros de la empresa en el año 2018 y 2019 llegan a un número de 11 930 pares y 12 452, los cuales no pudieron ser despachados a tiempo, dejando de percibir S/. 46 201,00 y S/. 49 465,00 respectivamente; posteriormente se realizó la simulación de la situación actual y de la propuesta, y por último se realizó una evaluación económica de la propuesta de mejora.

Ante esta problemática, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo incrementar la productividad de una empresa de fabricación de calzado, mediante la simulación de mejora en el proceso de producción? Teniendo como objetivo general proponer una mejora en el proceso de fabricación de calzado de una empresa para incrementar su productividad, y como objetivos específicos diagnosticar la situación actual de la empresa de fabricación de calzado en estudio, simular una mejora del proceso productivo de una empresa de fabricación de calzado mediante el software ProModel, realizar una evaluación económica de la propuesta.

Antecedentes

Marco teórico

A través de una rigurosa literatura se han encontrado trabajos y artículos similares al presente trabajo de investigación, los cuales serán descritos en detalle a continuación:

Tesis

Alayo [3], en su tesis titulada *Aplicación del ciclo PHVA en el área de producción para incrementar la productividad de la empresa de calzado Inversiones Ross Karito S.A.C (2020)*, menciona que el principal problema es la baja productividad en las líneas de producción, causada por un desequilibrio y un control insuficiente, y una mala administración. Para ello, se tuvo como objetivo implementar el ciclo de mejora continuo en la empresa, para aumentar la productividad; finalmente, se obtuvo como resultado una mejora en todas las áreas de trabajo, reduciéndose las fallas de producción en un 49%, asimismo, un aumento de la eficiencia en un 50%; logrando obtener S/. 2,62 por cada S/. 1,00 invertido.

En este sentido, Ruíz [4] en su tesis titulada *Plan de mejora utilizando herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad en los procesos críticos de la empresa de Calzado FSHOES (2020)*, se tuvo como objetivo proponer la mejora de la productividad de la empresa; en primer lugar, se realizó un diagnóstico donde se encontró que los procesos críticos se encuentran en el área de habilitado y forrado, compuesto por el 37% de actividades que agregan valor. Para ello, se aplicó la metodología de Lean manufacturing; donde se obtuvo como resultado un incremento en la productividad de los procesos de un 36,33% con respecto al 20,10% del valor inicial, asimismo, una reducción de tiempo y de actividades que no añaden valor al proceso de producción, logrando una mejora del 11%, es decir, un aumento del 48% de actividades que añaden valor al proceso.

Por otro lado, en la tesis de Pérez [5] *Mejora de la productividad del área de pulido en la empresa Gusmar mediante la implementación de un sistema automatizado a bajo costo en la fabricación de calzado (2019)*, se indica que la empresa Gusmar, destinada a la fabricación de calzado, presenta deficiencias en la etapa de pulido por actividades que no agregan valor, como es el caso de la demora en la preparación de máquina con un 4,3 min de tiempo muerto, lo que genera un retraso en la producción. En dicho estudio, se tuvo como objetivo la mejora de la productividad a través de la implementación de un sistema automatizado en el área de pulido, con la finalidad de optimizar los tiempos de operación de dicha estación. Para ello, se aplicó la metodología de disminución de tiempos muertos, y se implementó un variador de frecuencia en la máquina, logrando un incremento del 53% de producción (de 20,4 a 31,25 docenas de zapatos).

Así pues, en el trabajo de investigación de Guzmán [6] titulado *Propuesta de mejora en el área de producción de calzado de cuero para aumentar la productividad en la empresa Segusa SAC-Trujillo (2018)*, se tuvo como objetivo incrementar la productividad en la empresa en estudio, mediante la propuesta de mejora en el área de producción de calzado de cuero. Para ello, se diagnosticó el área, donde se encontró una ausencia de estaciones de trabajo balanceadas, falta de estandarización, paradas no programadas de máquinas; posteriormente, se aplicó un balance de línea, metodología 5S, capacitaciones al personal, y mantenimiento productivo total (TPM); teniendo como resultado un aumento en la productividad del 50% y un beneficio de S/. 321, 525.01 en un año.

Finalmente, en el informe de Tamashiro y Yacarini [7] titulado *Propuesta de mejora de la productividad mediante la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de una fábrica de calzado para damas (2018)*, se indica que la empresa de Calzado Jah's Company S.A.C presenta un alto índice de pedidos no atendidos; para ello se tuvo como objetivo mejorar la productividad y disminuir los retrasos en el área de producción, mediante la aplicación de la metodología de la Manufactura Esbelta; obteniéndose como resultado un aumento de la productividad de 1,80 pares de zapatos/hh a 2,01 pares de zapatos/hh.

Artículos de Investigación

De acuerdo con la investigación de Hernández et al [8] titulada *Analysis of the Productivity of a Shoe Production Line—Application of Queueing Theory and Lean Manufacturing (2019)*, indican que la producción de calzado es un proceso complejo. En dicho trabajo se analizó una línea de producción de calzado de una fábrica, teniendo como objetivo la combinación de dos enfoques: Enfoque Factory Physics y Manufactura Esbelta. En primer lugar, se aplicó el modelo de teoría de colas y se realizaron 5 simulaciones de 8 h cada una, mediante el software Arena, para la validación de los resultados; finalmente, se obtuvo como resultado la cantidad de trabajadores adicionales necesarios para obtener la producción requerida, logrando un ahorro del 16,73% en los costos de operación de la línea.

Asimismo, en el trabajo de investigación de Calderón et al [9] titulado *Productivity Improvement through Reengineering and Simulation: A Case Study in a Footwear-Industry (2020)*, se menciona que la empresa en estudio presenta problemas relacionados con falta de trabajo, tiempos muertos, movimientos no deseados de operarios; para ello, se tuvo como objetivo la aplicación de la reingeniería en la línea de producción de la industria de calzado, para incrementar el nivel de productividad. En primer lugar, se realizó modelos de simulación con el Software Arena, y se propuso la fusión de 2 líneas de producción, para realizar una comparación; obteniendo como resultado un aumento del 29% en la tasa de producción con el nuevo diseño (de 734 a 764 pares/día), con el uso los mismos recursos; asimismo se redujo el tiempo estándar de 22,23 min a 21,358 min.

Del mismo modo, en el trabajo de investigación de Sisay [10] titulado *Line Balancing and Layout Model for Productivity Improvement in Leather Footwear Industry* (2020). El principal objetivo de este estudio fue mejorar la eficiencia de la línea de producción mediante la técnica de balanceo de línea de producción. Se utilizaron plantillas bien preparadas y un cronómetro para los datos. El análisis se realizó mediante la lógica del sistema modular. Se propuso un modelo de diseño para equilibrar la línea de producción, obteniendo como resultado una eficiencia de la línea de producción con una mejora de 68,89% a 87,60%, asimismo se incrementó la productividad de mano de obra de 16,67% a 23,44%.

En el trabajo de investigación de Wogiye [11] titulado *Reduction of production disturbances of a shoe making industry through discrete event simulation approach* (2019) se realizó un estudio en una fábrica de calzado en Etiopía, la cual enfrenta problemas en su línea de producción, principalmente en las líneas de montaje. El presente trabajo, tuvo como objetivo reducir el nivel de perturbación de la producción (cuello de botella) del área de cosido, líneas de montaje y de acabado. Para ello, se realizó la simulación de la situación actual y se plantearon diferentes escenarios, mediante el software de simulación Arena. Como resultado, se obtuvo una mejora en la eficiencia y en la producción del 54,57% al 87,59%, y 76,08% a 86,43% respectivamente, logrando un aumento de 563 pares a 652,5 pares durante las 8 horas de trabajo.

Por último, Reyes et al. [12] en su trabajo de investigación titulado *The Factory Physics for the Scheduling: Application to Footwear Industry* [12], realizaron un análisis de variables: inventario en proceso, tiempo de ciclo y tasa de producción, mediante un escenario de simulación con Promodel, obteniendo como resultados que las cantidades óptimas de producción para un ciclo de trabajo se logran agregando 8,1% a la tasa de unidades que se pueden vender por unidad y reduciendo el tiempo de ciclo en un 6,5%.

Conceptual

Producción

Es el número de artículos que han sido fabricados en un determinado periodo de tiempo.

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{ciclo}$$

Productividad

Venega [13] define a la productividad como la mejora efectiva de las capacidades productivas de una organización. De acuerdo con Bohórquez et al [14], indican que la productividad significa realizar las mismas actividades mejor que la competencia.

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Cantidad\ de\ recursos\ empleados}$$

Materiales y métodos

La metodología realizada para la presente investigación contempla principalmente una revisión de literatura de informes y artículos científicos.

Para realizar el diagnóstico de la empresa de fabricación de calzado, se recopiló información mediante la técnica del análisis documental y se elaboró un diagrama de Ishikawa con la finalidad de determinar las causas raíz que generan la baja productividad.

Posteriormente, se realizó la simulación del proceso de fabricación actual de calzado, mediante el Software ProModel. A su vez, se realizó la propuesta de mejora para incrementar la productividad.

Por último, se realizó una evaluación económica de la propuesta, para determinar su viabilidad.

Resultados

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

La empresa cuenta con un sistema de producción intermitente, debido que el servicio que brinda lo determina el mismo cliente.

- **Proceso de fabricación de calzado**



Figura 1: Proceso de fabricación de calzado

- **Productividad**

La productividad de la empresa es de 0,77 pares de zapatos/hh, tal como se muestra a continuación:

Tabla 1: Productividad

Producción diaria	Trabajadores	Horas diarias	Productividad Pares/HH
43	7	8,00	0,77

Elaboración: Propia.

- **Problema principal: Baja productividad en la empresa de fabricación de calzado**

Una de las causas que están directamente relacionadas con la baja productividad de la empresa, son los retrasos en la producción por la existencia de cuellos de botella.

Dichos retrasos han generado que la empresa deje de percibir utilidades por pares de pedidos no atendidos, con un monto de S/ 46,201.00 para el año 2018 y S/ 49,465.00 para el año 2019.

Para determinar el cuello de botella, se realizó el TAKT TIME, teniendo en consideración los siguientes datos:

Demanda esperada = 1 061 pares de zapatos en promedio mensual

Turno = 1 turno de 8 horas

Tiempo disponible por turno = 480 minutos

Tiempo disponible por mes (25 días) = 12 000 minutos

$$TAKT TIME = \frac{\text{Tiempo disponible/mes}}{\text{Demanda esperada (pares / mes)}}$$

$$TAKT TIME = \frac{12\ 000}{1\ 061} = 11,32 \text{ min/par}$$

Tabla 2: Tiempos de ciclo por área

Tiempos de ciclo	Min/par
Área de corte	10,80
Área de Pre-aparado	10,68
Área de aparado	10,92
Área de Sellado	10,92
Área de Armado	11,76
Acabado	10,56
Inspección	9,96
Tiempo Total	75,60

Elaboración: Propia.

Como se puede observar, el tiempo de ciclo del proceso de armado presenta un valor por encima del TAKT TIME, presentándose en esta área el cuello de botella.

- **Diagrama de Ishikawa**

A continuación, se mencionan las causas del problema principal: Baja productividad en la empresa de fabricación de calzado.

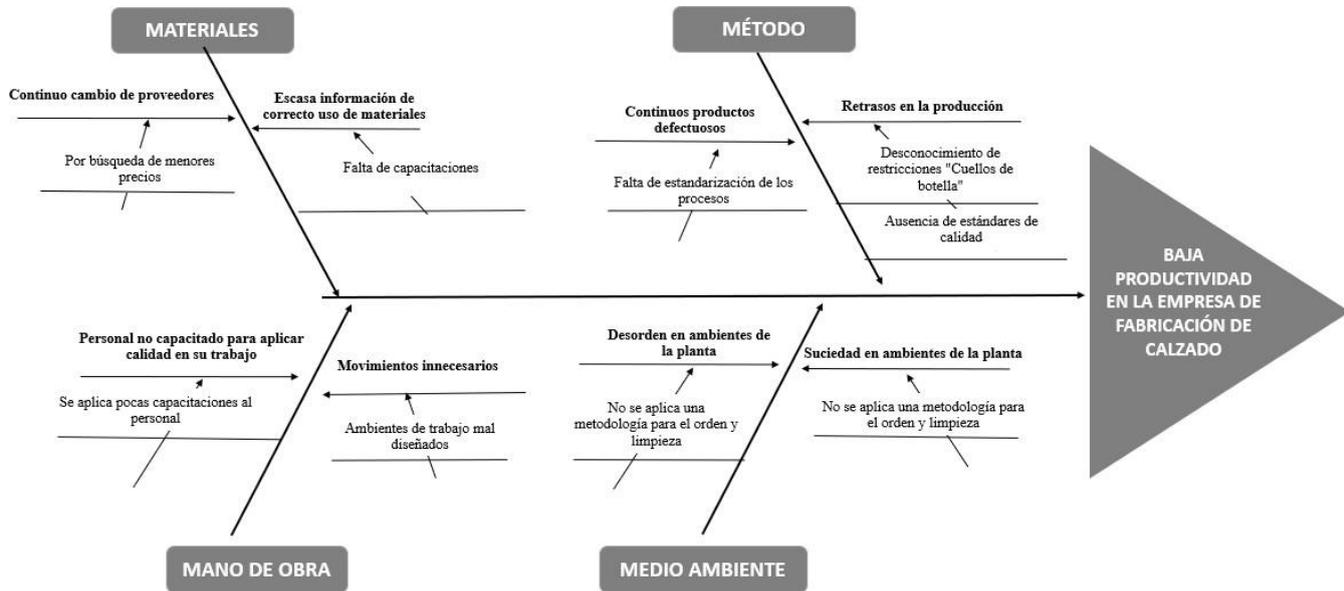


Figura 2: Diagrama de Ishikawa

Elaboración: Propia.

De acuerdo con Hernández et al [8] la producción de calzado es un proceso complejo. Esto se evidencia en el trabajo de Calderón et al [9], quien indica que la empresa en estudio presentó problemas relacionados a su productividad, por la presencia de tiempos muertos, y movimientos no deseados. Por el contrario, en el presente trabajo de investigación se realizó un diagnóstico de la empresa, encontrando la presencia de una baja productividad principalmente por retrasos en la producción.

Simulación del proceso de fabricación de calzado

Para realizar la simulación de la situación actual de la empresa, se ha considerado un tiempo de simulación de 8 horas, ya que ese es el tiempo de la jornada laboral; asimismo, se ha tenido en cuenta que la demanda promedio mensual es de 1 061 pares/mes, y se cuenta con 25 días laborables cada mes, lo que equivale a tener 43 pares al día, tal como se observa a continuación:

$$\text{Producción} = \frac{1\,061 \text{ pares/mes}}{25 \text{ días/mes}}$$

$$\text{Producción diaria} = 43 \text{ pares/día}$$

Tabla 3: Componentes del modelo de simulación

Locaciones	Cantidad	Capacidad de entrada	Tiempo de operación	Tiempo de movimiento
Almacén de MP	1	Capacidad de 1000 pares	-	2,94 min
Corte	2	Capacidad de 14 pares	WAIT 10,80	2 min
Pre-aparado	1	Capacidad de 84 pares	WAIT 10,68	2,28 min
Aparado	1	Capacidad de 120 pares	WAIT 10,92	1,82 min
Planchado	1	Capacidad de 24 pares	WAIT 10,92	2,12 min
Sellado	1	Capacidad de 24 pares	WAIT 10,92	2 min
Armado	1	Capacidad de 120 pares	WAIT 11,76	1,54 min
Acabado	1	Capacidad de 48 pares	WAIT 10,56	1,82 min
Inspección	1	Capacidad de 1000 pares	WAIT 9,96 minutos	2 min
Almacén de PT	1	Capacidad de 144 pares	-	-

Elaboración: Propia.

Simulación de la situación actual de la empresa

- Entorno gráfico del modelo actual



Figura 3: Entorno gráfico del modelo actual

- Resultados del diagnóstico

General Report (Normal Run - Rep. 1)						
General	Locations	Location States Multi	Entity Activity	Entity States	Variables	Location Costing
Fabricación de calzado Luen Ramos Sandra Camila.MOD (Normal Run - Rep. 1)						
Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down	
ALMACÉN DE MP	8,00	78,47	21,52	0,00	0,00	
ÁREA DE CORTE	8,00	60,51	20,93	18,56	0,00	
ÁREA DE PREPARADO	8,00	52,98	13,49	33,54	0,00	
ÁREA DE APARADO	8,00	41,99	23,15	34,87	0,00	
ÁREA DE SELLADO	8,00	49,95	2,28	47,77	0,00	
ÁREA DE ACABADO	8,00	51,60	48,40	0,00	0,00	
INSPECCION	8,00	54,35	45,65	0,00	0,00	
ALMACÉN DE PT	8,00	24,48	75,53	0,00	0,00	
ÁREA DE ARMADO	8,00	46,10	53,90	0,00	0,00	

Figura 4: Reporte de las locaciones

General Report (Normal Run - Rep. 1)							
General	Locations	Location States Multi	Entity Activity	Entity States	Variables	Location Costing	Entity Costing
Fabricación de calzado Luen Ramos Sandra Camila.MOD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
MATERIA PRIMA Cuero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPATO EN PROCESO	432,00	6,00	224,99	16,40	3,47	75,60	129,52
ZAPATO TERMINADO	41,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPATO DEFECTUOSO	18,00	0,00	206,08	14,40	0,00	75,60	116,08

Figura 5: Reporte de la actividad de las entidades

Como se puede observar, en el área de armado se genera un cuello de botella, el cual representa el 53,90%. Asimismo, en la Figura 5 se observa que se tienen 41 pares de zapatos terminados, por ende, la productividad real de la empresa es de 0,73.

Simulación de la propuesta de mejora: Disminuir el cuello de botella en el área de armado para aumentar la productividad

Para realizar la mejora se propuso un balance de línea, en donde se determinó que se requiere 1 operario extra en el área de armado, haciendo un total de 8 trabajadores en todo el proceso de fabricación, tal como se observa a continuación:

$$\text{Cantidad de pares/mes} = 1\,025 \text{ pares/mes}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de días disponibles} = 25 \text{ días}$$

$$\text{pares requeridos/día} = 41 \text{ pares/día}$$

$$\text{Nivel de confianza} = 95\%$$

$$\text{Índice de producción} = \frac{41}{480} = 0,085$$

Tabla 4: Cantidad de operarios por área

Procesos	TE min	Nº de operarios teórico	Nº de operarios real
Área de corte	10,80	0,97	1
Área de Pre-aparado	10,68	0,96	1
Área de aparado	10,92	0,98	1
Área de Sellado	10,92	0,98	1
Área de Armado	11,76	1,06	2
Acabado	10,56	0,95	1
Inspección	9,96	0,90	1
Total	75,60	6,80	8

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado de simular la propuesta de mejora, se obtuvo una disminución en los tiempos del área de armado (de 11,76 min a 5,86 min), los cuales generaban cuello de botella; asimismo, se obtuvo un aumento de la producción en un 43,90%, y, por ende, un incremento en la productividad en un 25,91% en la fabricación de zapatos, tal como se puede observar a continuación:

Tabla 5: Incremento de la producción y productividad

	<u>Antes</u>	<u>Después</u>	<u>Variación (%)</u>
Producción	41	59	43,90
Productividad	0,73	0,92	25,91

Fuente: Elaboración Propia.

Aunado a los resultados, Ruíz [4] aplicó la metodología de Lean Manufacturing, la cual permitió incrementar la productividad en un 36,33% con respecto al 20,10% del valor inicial de una empresa de calzado; por el contrario, Pérez [5] propuso la implementación de un variador de frecuencia en la empresa de Calzado, logrando un incremento de 20,4 a 31,25 docenas de zapatos, el cual representa un 53%; no obstante, en el presente trabajo de investigación se realizó un balance de línea, el cual permitió disminuir los tiempos (de 11,76 min a 5,86 min) en el área de armado que generaban un cuello de botella, además se tuvo un incremento del 43,90% en la producción.

Evaluación económica de la propuesta

De acuerdo con el incremento de la nueva producción de 18 pares/día, se genera una utilidad adicional de S/20 250,00 soles/mes, logrando una utilidad total de S/ 66 375,00, tal como se puede observar a continuación:

Tabla 6: Utilidad de la nueva producción

Detalle	Antes	Después	Incremento
Producción	41	59	18
Utilidad por par	S/ 45,00	S/ 45,00	S/ 45,00
Utilidad total mensual	S/ 46 125,00	S/ 66 375,00	S/ 20 250,00

Fuente: Elaboración Propia.

Por otro lado, para poder implementar y ejecutar la propuesta de mejora, la empresa debe incurrir en ciertos costos, como es el costo del sueldo de contratar a un operario extra en el área de armado, adquisición de una máquina de armado y la energía que se requiere, tal como se detalla a continuación:

Tabla 7: Costos de la propuesta de mejora

Detalle	Costo	
Sueldo del área de armado	S/ 1 400,00	soles/mes
Máquina armadora	S/ 47 970,00	soles/máquina
Energía máquina armadora	S/ 3 500,00	soles/mes
TOTAL	S/ 52 870,00	soles/mes

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en la Tabla 7, el total de los costos que en los cuales debe incurrir la empresa es de S/ 52 870,00, presentando un valor alto por el precio de la máquina; no obstante, ese costo es por única vez, puesto que, a partir del segundo mes, sólo se incurrirán en costos de sueldo del operario y energía de la máquina, obteniendo un costo de S/ 4 900,00, el cual permite que se siga generando ingresos, puesto que se la utilidad generada es mayor:

$$\text{Costo} = S/52\ 870,00 - S/47\ 970,00$$

$$\text{Costo} = S/4\ 900,00$$

$$\text{Ingresos} = S/20\ 250,00 - S/4\ 900,00$$

$$\text{Ingresos} = S/15\ 350,00$$

Con respecto a los resultados, Guzmán [6] realizó un balance de línea y aplicó la metodología 5S en una empresa de calzado de cuero, lo cual le permitió un aumento en la productividad del 50% y un beneficio de S/. 321 525,01 en un año; sin embargo, en el presente trabajo de investigación, se obtuvo ingresos de S/. 15 350,00 por mes, lo que equivale a S/ 184 200,00 al año.

Conclusiones

En conclusión, se realizó el diagnóstico de la empresa de fabricación de calzado, y mediante un diagrama de Ishikawa se identificó que una de las causas de la baja productividad de la empresa debe a los retrasos en la producción, determinándose que el cuello de botella se encuentra en el área de armado con un tiempo de ciclo (11,76 min/par) mayor al TAKT TIME (11,32 min/par).

Asimismo, se simuló la situación actual de la empresa mediante el software ProModel y se obtuvo como resultado un total de 59 zapatos terminados. Por otra parte, como propuesta de mejora, se realizó un balance de línea, y se obtuvo una disminución en los tiempos del área de armado, el cual pasó de 11,76 min a 5,86 min. A su vez, se obtuvo un incremento del 43,90% en la producción de zapatos y un 25,91% en la productividad.

Por último, se realizó la evaluación económica de la propuesta y de acuerdo con la nueva producción se generó una utilidad total de S/20 250,00 soles/mes; por otro lado, se tuvo un costo único de S/.52 870,00 donde se incluye el sueldo del operario del área de armado, el costo de la máquina armadora y de la energía requerida; no obstante, a partir del segundo mes, se tiene un costo de S/.4 900,00.

Referencias

- [1] INEI, «Peru Final version of OECD Review of Official Statistics and Statistical System,» Lima, 2017.
- [2] D. Dextre del Castillo, S. Urruchi Ortega y J. Peñafiel Carrera, «Lean Manufacturing Production Method using the Change Management Approach to Reduce Backorders at SMEs in the Footwear Industry in Peru,» *Materials Science and Engineering*, n° 012021, 2021.
- [3] P. A. Olortegui Núñez, «Aplicación del ciclo PHVA en el área de producción para incrementar la productividad de la empresa de calzado Inversiones Ross Karito S.A.C,» Trujillo, 2020.
- [4] E. J. Ruiz Gallo, «Plan de mejora utilizando herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad en los procesos críticos de la empresa de Calzado FSHOES,» Chiclayo, 2020.
- [5] J. D. Pérez Sánchez, «Mejora de la productividad del área de pulido en la empresa Gusmar mediante la implementación de un sistema automatizado a bajo costo en la fabricación de calzado,» Ambato, 2019.
- [6] F. J. Guzmán Aguilar, «Propuesta de mejora en el área de producción de calzado de cuero para aumentar la productividad en la empresa Segusa SAC-Trujillo,» Lima , 2018.
- [7] E. Tamashiro Tamashiro y C. J. Yacarini Vadillo, «Propuesta de mejora de la productividad mediante la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de una fábrica de calzado para damas,» Lima, 2018.
- [8] S. Hernández González, R. Ramírez Tapia y J. A. Jiménez García, «Analysis of the Productivity of a Shoe Production Line—Application of Queueing Theory and Lean Manufacturing,» *Best Practices in Manufacturing Processes*, pp. 367-388, 2019.
- [9] R. Calderón Andrade, E. S. Hernández Gress y M. A. Montufar Benítez, «Productivity Improvement through Reengineering and Simulation: A Case Study in a Footwear-Industry,» vol. 10, n° 5590, 2020.
- [10] A. Sisay, «Line Balancing and Layout Model for Productivity Improvement in Leather Footwear Industry,» *Industrial Engineering Letters*, vol. 10, n° 2, 2020.

- [11] W. W. Wogiye, «Reduction of production disturbances of a shoemaking industry through a discrete event simulation approach,» *Industrial and Systems Engineering*, vol. 12, nº 1, pp. 215-243, 2019.
- [12] J. Reyes, D. Aldas, K. Alvarez, M. García y M. Ruíz, «The Factory Physics for the Scheduling: Application to Footwear Industry,» *Technologies and Applications*, pp. 248-254, 2017.
- [13] M. Venegas, *Productividad Total*, México: Ediciones Castillo , 2001.
- [14] L. E. Bohórquez Arévalo, A. S. Caro Ballestas y N. David Morales, «Impacto de la capacitación del personal en la productividad empresarial: Caso hipermercado,» *Dimensión Empresarial*, vol. 15, nº 1, pp. 89-102, 2017.

Anexos

Anexo 01: Reporte de mejora de las locaciones

General Report (Normal Run - Rep. 1)							
General	Locations	Location States Multi	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables	L
Propuesta de mejora en la Fabricación de calzado-Lluen Ramos Sandra Can							
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents		
ÁREA DE ARMADO.1	8,00	140,00	816,00		5,86		
ÁREA DE ARMADO.2	8,00	140,00	0,00		0,00		
ÁREA DE ARMADO	16,00	280,00	816,00		5,86		

Anexo 02: Reporte de mejora de las entidades

General Report (Normal Run - Rep. 1)				
General	Locations	Location States Multi	Failed Arrivals	Entity Activity
Name	Total Exits			
MATERIA PRIMA Cuero	0,00			
ZAPATO EN PROCESO	708,00			
ZAPATO TERMINADO	59,00			
ZAPATO DEFECTUOSO	34,00			