

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



MODELO DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA PYME DE CALZADO APLICANDO TÉCNICAS DE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

Bryan Cristian Chino Salcedo

Código 20182465

Manuel Alejandro Palomino Negrón


Código 20181388

Asesor

Richard Nicholas Meza Ortiz

Lima – Perú

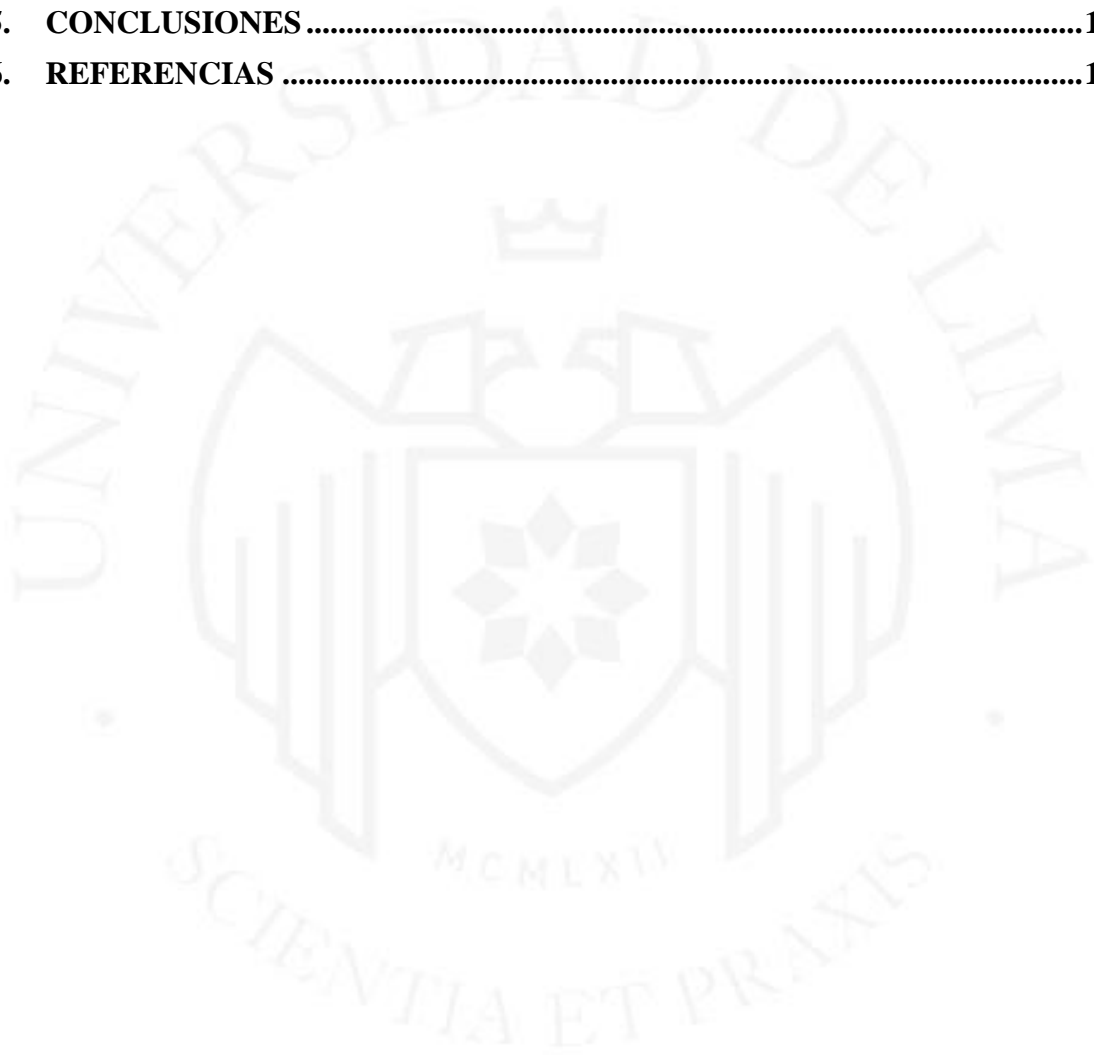
Junio de 2025



**IMPROVEMENT MODEL TO INCREASE
PRODUCTIVITY IN A FOOTWEAR SME BY
APPLYING SYSTEMATIC LAYOUT
PLANNING TECHNIQUES**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS.....	7
4. DISCUSION.....	12
5. CONCLUSIONES.....	13
6. REFERENCIAS.....	14



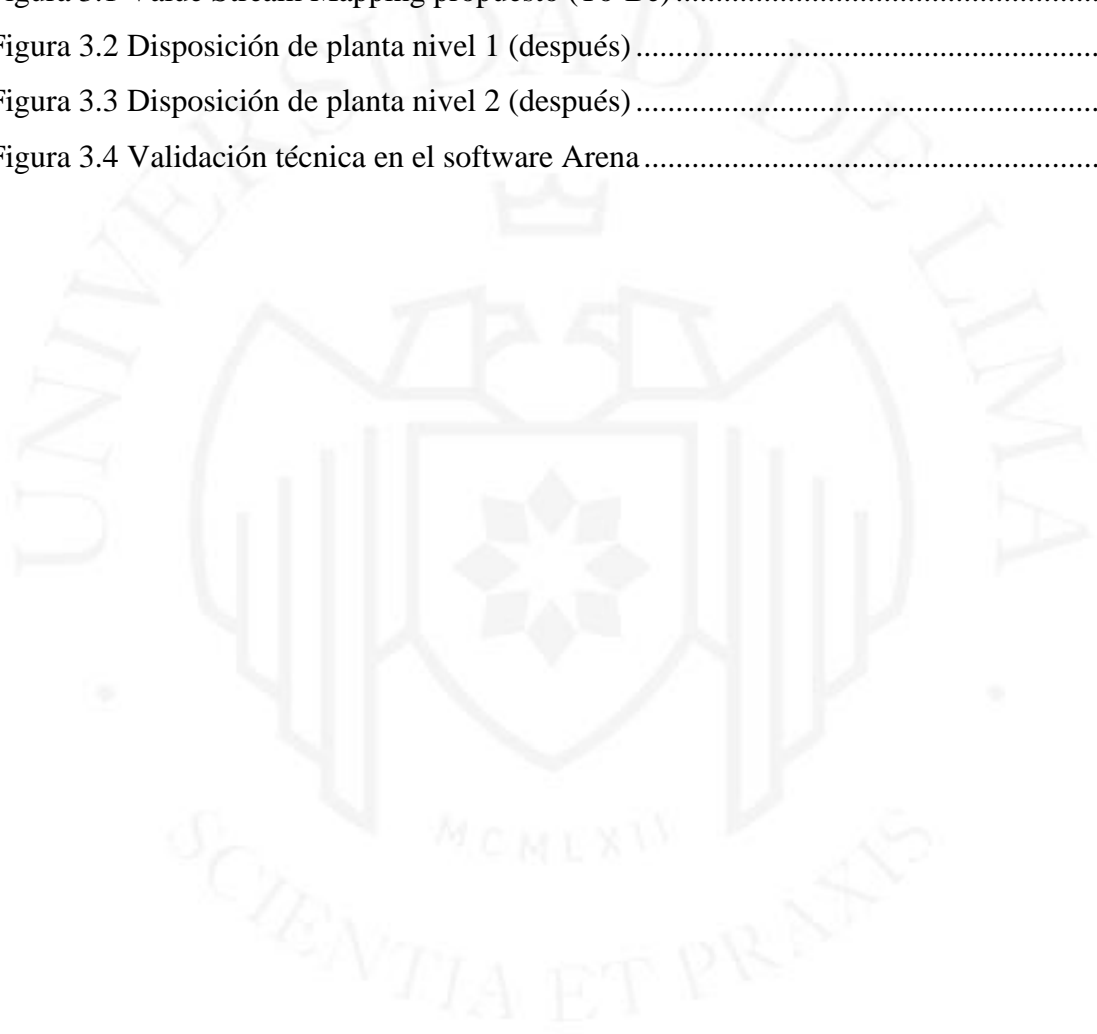
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tabla de productividad	4
Tabla 2.2 Tiempos y distancias de producción.....	6
Tabla 3.1 Comparación de escenarios	7
Tabla 3.2 Resultados finales de indicadores	10
Tabla 3.3 Estado de resultados propuesto.....	10
Tabla 3.4 Análisis económico del impacto de la solución.....	11
Tabla 3.5 Resultados del análisis económico	11
Tabla 3.6 Flujo de efectivo optimista modificado	11
Tabla 4.1 Comparación de resultados con antecedentes de la literatura	12



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Método Prisma para revisión de literatura	2
Figura 2.1 Metodología PHVA para desarrollo de propuesta de solución	3
Figura 2.2 Árbol de problemas	4
Figura 2.3 Value Stream Mapping de la línea de calzado confort.....	5
Figura 3.1 Value Stream Mapping propuesto (To-Be).....	7
Figura 3.2 Disposición de planta nivel 1 (después).....	8
Figura 3.3 Disposición de planta nivel 2 (después).....	9
Figura 3.4 Validación técnica en el software Arena.....	9



Modelo de mejora para incrementar la productividad en una pyme de calzado aplicando técnicas de Systematic Layout Planning

Bryan Cristian Chino Salcedo y Manuel Alejandro Palomino Negron

20182465@aloe.ulima.edu.pe, 20181388@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen:

Este proyecto de mejora que se establece en la planta de calzados de la empresa Hawerl tiene como finalidad proponer herramientas basadas en la metodología SLP, que ayudara a mejorar los tiempos de los procesos, mediante la aplicación de varias herramientas ya sea de simulaciones, distribución de planta y mejora continua. Donde el principal factor que lograra la mejora de tiempos, es la nueva distribución de planta que consiste en la nueva distribución de las zonas de trabajo. En el contexto actual es importante hacer énfasis en la mejora de las empresas de calzado ya que hay una alta competitividad con empresas más grandes ya establecidas que tienen unos costos altamente reducidos y líneas de fabricación altamente eficientes.

Para la identificación de la herramienta de disposición de planta se hizo un análisis previo utilizando el modelo PHVA, una vez elegida la herramienta de distribución de planta se pudo determinar los nuevos tiempos mejorados de cada zona de trabajo utilizando el simulador Arena. Finalmente se puede apreciar la viabilidad del proyecto gracias a un análisis económico de los costos de la propuesta de mejora. Con ello se logró un aumento de la productividad en un 5,45% y una reducción de productos defectuosos en un 3,15%.

Palabras Clave:

Metodología SLP, distribución de planta, Value Stream Mapping, productividad, propuesta de mejora.

Abstract:

This improvement project, being established at the Hawerl footwear plant, aims to propose tools based on the SLP methodology that will help improve process times

through the application of various tools: simulations, plant layout, and continuous improvement. The main factor that will achieve time improvement is the new plant layout, which consists of the new distribution of work areas. In the current context, it is important to emphasize the improvement of footwear companies, as there is high competition with larger, established companies that have significantly reduced costs and highly efficient manufacturing lines.

To identify the plant layout tool, a preliminary analysis was conducted using the PDCA model. Once the plant layout tool was selected, the new improved times for each work area could be determined using the Arena simulator. Finally, the project's viability can be assessed through an economic analysis of the costs of the improvement proposal. This resulted in a 5,45% increase in productivity and a 3,15% reduction in defective products.

Keywords:

SLP methodology, plant layout, Value Stream Mapping, productivity, improvement proposal.

1. INTRODUCCIÓN

Refiriéndonos al sector de calzado a nivel mundial se sabe que es una industria multimillonaria que tiene al mercado peruano como comprador ya sea de producto terminado como de insumos, esto debido a que los países asiáticos lideran gran parte del sector ya que tienen costos muy bajos.

Es por esto por lo que estudiar y mejorar una industria de calzado local es importante para que pueda sobreponerse a la alta competitividad del sector. En cuanto a indicadores el sector calzado aporta el 0,8% del PBI manufacturero lo que serían 554 millones de soles y un 0,4% de la PEA ocupada en el Perú (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2025).

Un problema evidente también sería el empleo informal en este sector ya que según INEI (2025) indica que es del 75% esta cifra lo que resalta que 8 de cada 10 trabajadores son informales. La presente propuesta de mejora se realizará en una planta de calzados en el área de producción, donde el principal objetivo es optimizar tiempos y lograr una producción en línea más eficiente.

La empresa mencionada en la investigación es una empresa pyme dedicada a la producción y distribución de calzado enfocado principalmente en productos de cuero. Está ubicada en el distrito de Carabayllo, en una planta de dimensiones reducidas a comparación del sector, puesto que no trabajan en un nivel sino en varios niveles.

El proyecto de mejora está enfocado en el área de producción, la cual opera 51 horas semanales y cuenta con 21 operarios para los procesos de fabricación. La empresa cuenta con 4 líneas de producción: vestir, casual (comfort), urbano y sport.

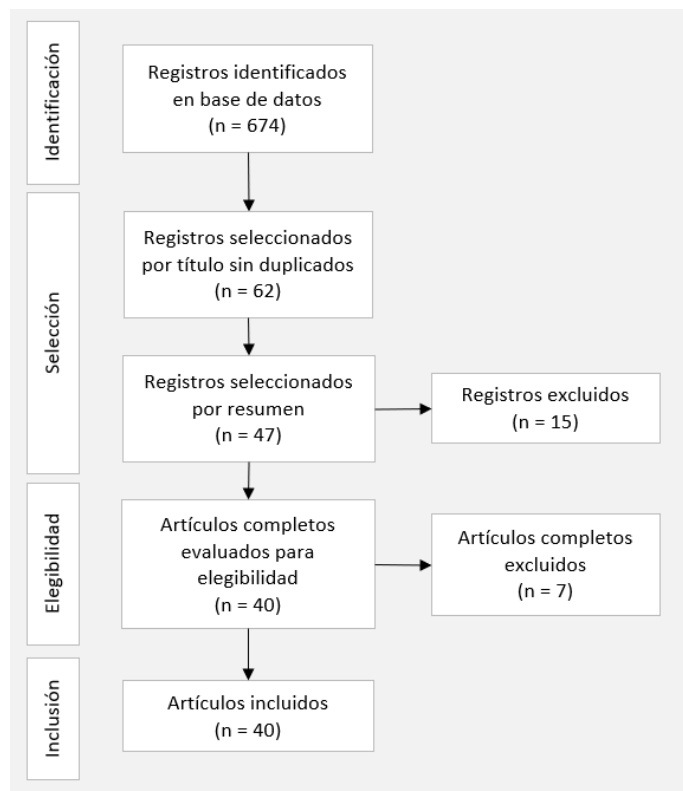
Para la revisión de literatura se consideraron varios artículos pertenecientes a revistas indexadas. Para la búsqueda de ellos se consideraron artículos relacionados con las siguientes palabras clave:

- Productividad
- Sector calzado
- Lean Manufacturing

Para la selección de los artículos se utilizó el método prisma, donde al final se incluyeron 40 artículos para la revisión de literatura.

Figura 1.1

Método Prisma para revisión de literatura



Debido a la poca cantidad de casos relacionados al sector calzado, una gran parte de los artículos incluidos son casos de estudio a empresas de manufactura, priorizando a las empresas de fabricación de calzado para la investigación. La herramienta Lean más utilizada en la implementación de Lean Manufacturing es el Value Stream Mapping (VSM), ya que esta herramienta de diagnóstico abarca un análisis general en gran parte de los procesos con un mayor enfoque a los tiempos de ciclo.

Para la identificación de la herramienta de disposición de planta se hizo un análisis previo utilizando el modelo PHVA que brindó un panorama claro de mejora, una vez elegida la herramienta de distribución de planta se puede determinar los nuevos tiempos mejorados de cada zona de trabajo utilizando el simulador Arena. Según Quispe (2020) En diferentes partes del mundo, se han planteado diversas técnicas para poder dar solución a la baja eficiencia de producción en este tipo de empresas y otras de diferente rubro que presenten el mismo problema, en general estas técnicas al aplicarse de manera aislada se enfocan en un solo factor, ya sea la máquina, en el caso del TPM (Total Production Maintenance), o en el operario, en el caso del SLP (Systematic Layout

Planning). Estas herramientas han logrado buenos resultados, sin embargo, si se quiere mejorar un proceso que involucre tanto operarios como máquinas, es necesario pensar en el uso de una metodología combinada en la que se tenga una visión integral de estos dos factores.

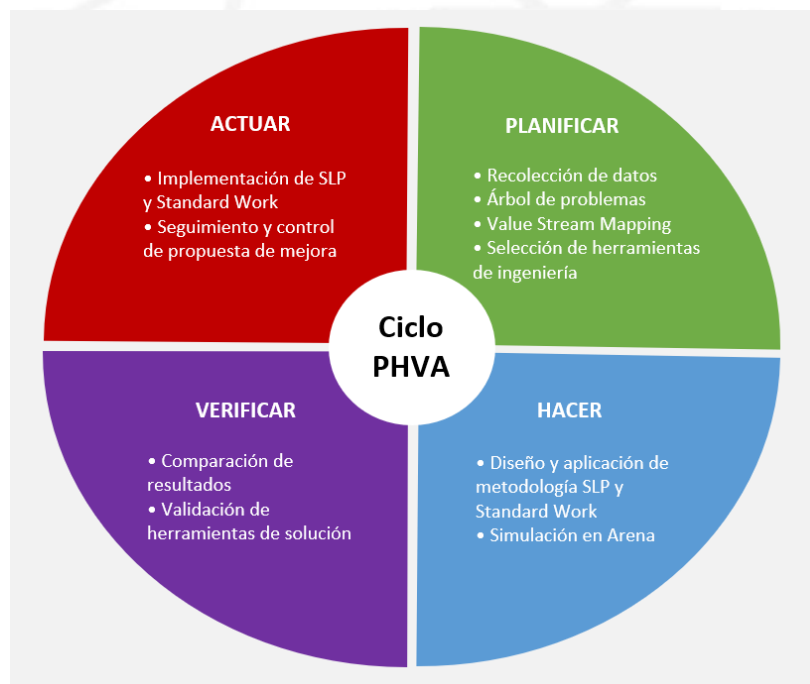
2. METODOLOGÍA

El tipo de diseño al que pertenece el trabajo de investigación es un estudio de caso, ya que la investigación se realizó en una pequeña empresa dedicada a la fabricación y comercialización de calzado.

Para el uso de los datos se utilizó un enfoque cuantitativo. La metodología que se utilizó para el desarrollo de la propuesta de solución es la metodología PHVA, donde se dividió el modelo en 4 etapas: planificar, hacer, verificar y actuar.

Figura 2.1

Metodología PHVA para desarrollo de propuesta de solución



Etapa 1, planificar: se recopiló información sobre la situación actual de la empresa y se identificó los principales problemas, así como los motivos y las causas raíces que generan estos problemas en el área de producción. Para ello se elaboró un árbol de problemas donde se establecieron los indicadores respectivos para medir su impacto.

De las 4 líneas de fabricación, la investigación se desarrolló en la principal línea de fabricación de calzado masculino, la cual es la línea de fabricación de calzado confort ya que esta representa el 40% de las ventas generadas al año. A lo largo del año se incurren en costos adicionales que afectan la productividad de la empresa. En este caso el problema en cuestión es la baja productividad de la línea de calzado casual (0,0236 pares/sol), ya que esta productividad se encuentra por debajo de la productividad promedio del sector (0,0327 pares/sol).

Tabla 2.1

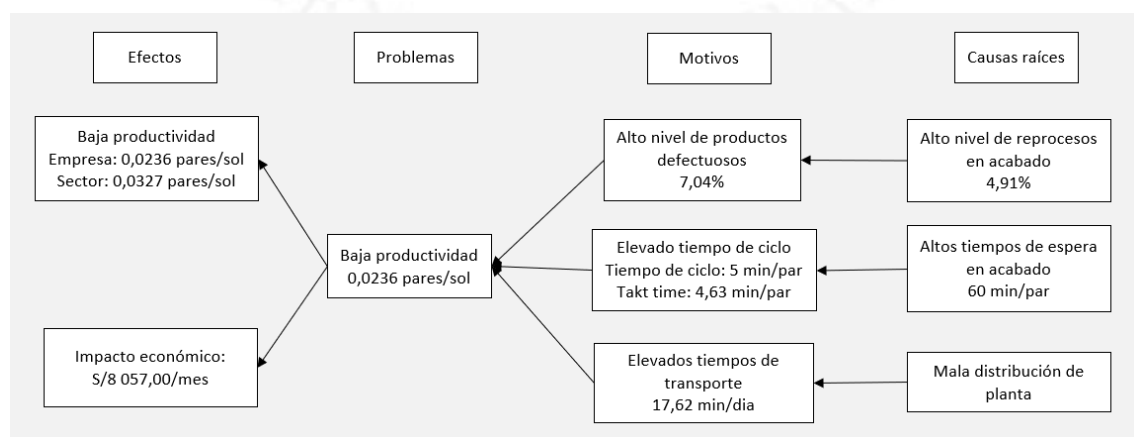
Tabla de productividad

	Productividad MP (par/sol)	Productividad MO (par/sol)	Productividad Total (par/sol)
Producción actual	0,0345	0,0752	0,0236
Producción del mercado	0,0423	0,1439	0,0327
Producción mejorada	0,0361	0,0807	0,0249

Para ello se realizó un árbol de problemas para determinar los motivos y las causas raíces, donde los principales factores fueron los reprocesos en acabado (4,91%) y la mala distribución de planta. Ante ello se identificarán las herramientas más adecuadas para abordar estos problemas. Por eso se utilizará principalmente la herramienta de Systematic Layout Planning para solucionar las causas raíces que afectan la productividad de la empresa.

Figura 2.2

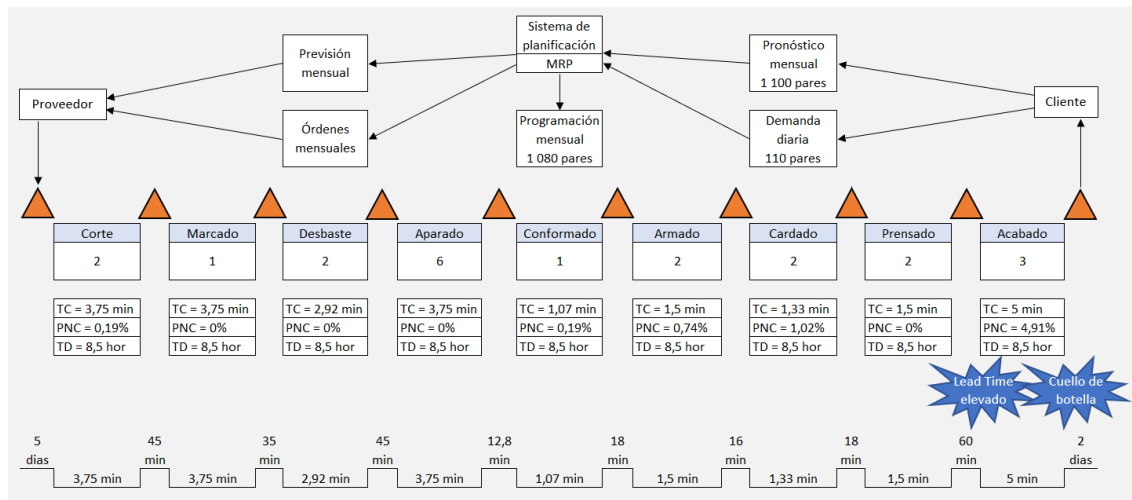
Árbol de problemas



Con la información obtenida también se procedió a elaborar un Value Stream Mapping (VSM) para determinar los parámetros de toda la línea de producción. Para ello la información se obtuvo por medio de entrevistas directas con los operarios de cada área de la planta de producción.

Figura 2.3

Value Stream Mapping de la línea de calzado confort



Con esta herramienta se plasmó los datos del número de operarios, tiempos de fabricación, porcentaje de productos no conformes, etc.

Etapa 2, hacer: se diseñó las técnicas de Systematic Layout Planning (SLP) y Standard Work (SW) para luego aplicarlas como propuesta de solución. Para obtener los resultados de su implementación se realizó la simulación del nuevo diseño en Arena.

Para realizar la implementación de técnicas de SLP, se debe realizar el análisis de la disposición de planta actual para la línea de calzado. Para ello se utilizarán herramientas de análisis como diagramas de los procesos, donde se obtendrán las distancias, movimientos y tiempos de recorrido actuales. Luego se procederá a la elaboración de la propuesta de distribución de planta. Para ello se emplea el balance de línea, la tabla relacional de actividades y el diagrama relacional de espacios para determinar la secuencia óptima de las actividades de cada área. Una vez obtenida la nueva distribución de planta se utilizará el simulador Arena para validar la reducción de los movimientos de las operaciones y de los tiempos en el cuello de botella.

Tabla 2.2*Tiempos y distancias de producción*

Área	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	Distancia (%)	Tiempo (%)
Corte	9	8	6,90%	6,84%
Marcado	4	4	3,07%	3,42%
Desbaste	6	5	4,60%	4,27%
Aparado	13	12	9,96%	10,26%
Conformado	41	37	31,42%	31,62%
Armado	7	6	5,36%	5,13%
Cardado	8	7	6,13%	5,98%
Prensado	5.5	5	4,21%	4,27%
Acabado	37	33	28,35%	28,21%
Total	130,5	117	100%	100%

Para realizar la implementación de Standard Work se debe analizar los procesos donde se presentan rechazos de calidad por defectos, principalmente en los procesos de armado, cardado y acabado. Para ello primero se identificarán los problemas fundamentales de las estaciones, se analizará los métodos de trabajo actuales, luego se identificarán y eliminarán defectuosos para después diseñar sistemas optimizados y documentados que permitan el control de los procesos.

Etapa 3, verificar: se validó los resultados obtenidos con la simulación para verificar si hubo una mejora con respecto a la situación inicial. Para ello se realizó una comparación de los indicadores relacionados con la mejora, que son aquellos que fueron presentados en el árbol de problemas.

Etapa 4, actuar: si la propuesta de mejora cumple con los objetivos se realizará la implementación a gran escala de la nueva distribución en la planta de producción y se realizarán capacitaciones al personal de planta para la aplicación de la nueva metodología de trabajo. Para ello se realizará un plan de estandarización para controlar los nuevos métodos de trabajo en cada una de las operaciones del área de producción, así como de los recorridos por las diferentes áreas de la línea de fabricación.

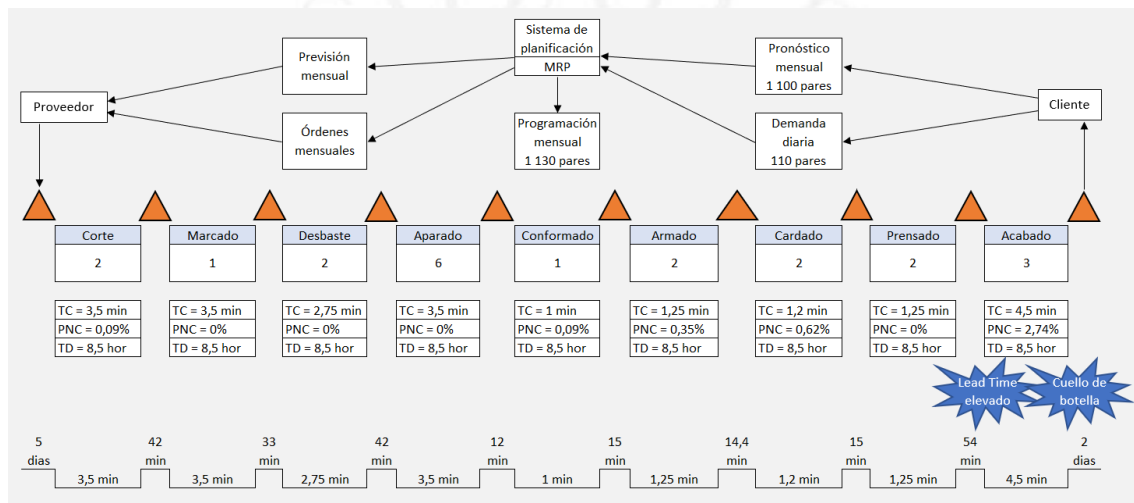
3. RESULTADOS

Para tener un estimado de los nuevos tiempos y así recopilar más información de los procesos, se procedió con elaborar un Value Stream Mapping de la línea de calzado confort.

Donde finalmente se obtuvo mejores tiempos de ciclo lo que indicaría una mejor producción más eficiente.

Figura 3.1

Value Stream Mapping propuesto (To-Be)



Takt time = 4,63 min/par

Tiempo de ciclo del cuello de botella = 4,5 min/par

Capacidad de producción = 1 130 pares/mes

Productividad mejorada = 0,0249 pares/sol

Tabla 3.1

Comparación de escenarios

Indicadores/componentes	VSM actual	VSM propuesto
Tiempo de ciclo del cuello de botella (min/par)	5	4,5
Capacidad de producción (pares/mes)	1 080	1 130
Productividad (pares/sol)	0,0236	0,0249

Luego para diseñar la solución y encontrar que herramientas emplear en la propuesta de mejora se utilizó la metodología PHVA ya que es una de las más relevantes para la elaboración de modelos de mejora. La metodología PHVA está dividida en cuatro etapas: planificar, hacer, verificar y actuar.

Una vez determinada la herramienta que se usara para mejorar los tiempos de producción, se procedió a hacer el diseño de planta nuevo enfocándolo a una producción en línea.

Figura 3.2

Disposición de planta nivel 1 (después)

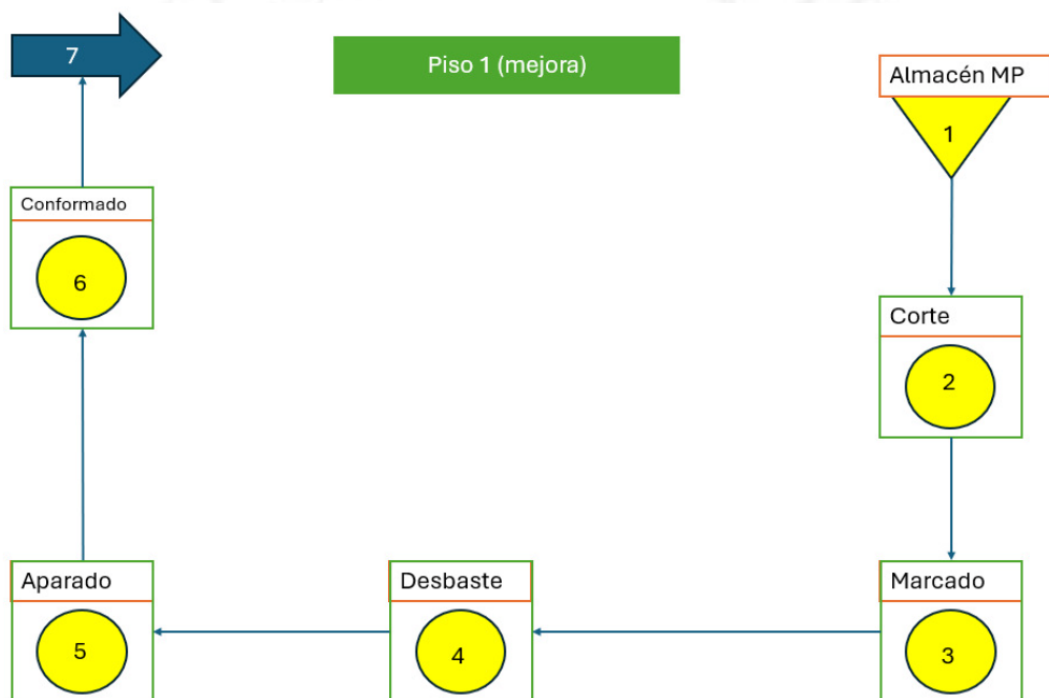
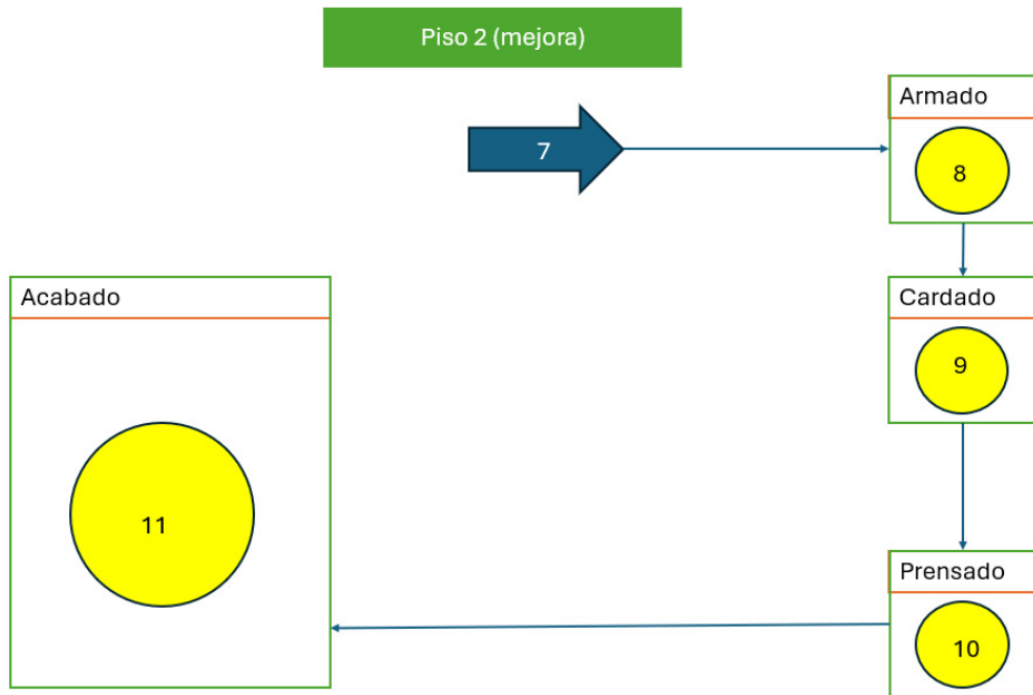


Figura 3.3

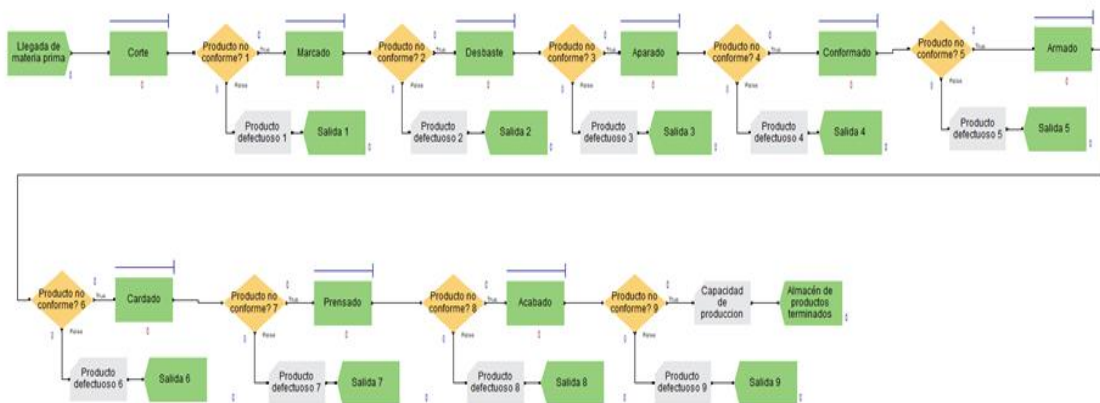
Disposición de planta nivel 2 (después)



Para la validación técnica de los cambios que generarían la implementación de las mejoras se optó por usar el software de simulación Arena. Para ello se consideraron la distribución de los tiempos de fabricación de cada una de las áreas de la planta de producción y el porcentaje de productos defectuosos de cada área.

Figura 3.4

Validación técnica en el software Arena



Una vez obtenido los resultados de la simulación, se contrastaron con los indicadores que operaba la planta de producción.

Tabla 3.2

Resultados finales de indicadores

Indicadores	Antes	Después	Mejora %
Capacidad de producción	1 080	1 136	5,18%
Tiempo de ciclo (cuello de botella)	5	4,375	12,5%
% Productos defectuosos	7,04%	3,89%	3,15%

Finalmente, para la validación económica y sustentar la viabilidad de la propuesta se empleó el software Risk y también un análisis económico del impacto de la propuesta.

Tabla 3.3

Estado de resultados propuesto

	Actual	Mejorado	Variación
Ingresos	S/ 166 320,00	S/ 174 020,00	S/ 7 700,00
Costos	S/ 45 677,00	S/ 45 320,00	-S/ 357,00
Utilidad	S/ 120 643,00	S/ 128 700,00	S/ 8 057,00
% Incremento de utilidad	—	—	7%
Acumulado en el año (Utilidad)	S/ 1 447 716,00	S/ 1 544 400,00	S/ 96 684,00

La utilidad mejorada hace que el primer mes se genere S/ 8 057,00 que representa un 7% de la utilidad inicial, que para una empresa pequeña es considerable. Y para que se vea un mayor impacto al año hay un acumulado de S/ 96 684,00 de ganancia a raíz de la mejora propuesta.

Tabla 3.4*Análisis económico del impacto de la solución*

Años	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión	S/ 32 850				
Ingresos adicionales		S/ 36 960	S/ 55 440	S/ 73 920	S/ 92 400
Costos		S/ 12 000	S/ 18 000	S/ 24 000	S/ 30 000
Flujo económico	-S/ 32 850	S/ 24 960	S/ 37 440	S/ 49 920	S/ 62 400
Flujo descontado		S/ 18 489	S/ 20 543	S/ 20 290	S/ 18 787
Flujo acumulado		-S/ 14 361	S/ 6 182	S/ 26 472	S/ 45 258

Aquí se está contemplando un modelo financiero que demuestra el impacto de la mejora de manera gradual, teniendo en cuenta que no está considerando lo que se generaba en un inicio, sino que toma en cuenta desde el incremento de la nueva producción y el estimado de pares adicionales con fines para el cálculo del VNA.

Tabla 3.5*Resultados del análisis económico*

Indicadores económicos	Valores
VNA	S/ 78 108,35
VAN	S/ 45 258,35
TIR	97%
B/C	2,38
PR	1,70

Tabla 3.6*Flujo de efectivo optimista modificado*

Años	0	1	2	3	4
INGRESOS		S/ 37 514,40	S/ 56 271,60	S/ 75 028,80	S/ 93 786,00
EGRESOS		-S/ 11 940,00	-S/ 17 910,00	-S/ 23 880,00	-S/ 29 850,00
INVERSION INICIAL	-S/ 32 850,00				
UTILIDAD	-S/ 32 850,00	S/ 25 574,40	S/ 38 361,60	S/ 51 148,80	S/ 63 936,00

En este análisis de riesgo se está tomando un escenario en el cual la inversión funciona y hay un incremento porcentual de los ingresos de 1,5% cada año y una disminución de los egresos de 0,50% al año.

4. DISCUSION

De acuerdo con los datos obtenidos de la simulación en Arena, con la implementación de las mejoras se presentaron los siguientes resultados: un incremento en la capacidad de producción del 5,18%, una reducción del porcentaje de productos defectuosos de 3,15% y un aumento de la productividad de 5,45%.

Sin embargo, al compararlo con otras empresas que aplicaron las mismas herramientas y técnicas, se observa que hubo una mejora mayor a lo presentado en este trabajo de investigación.

Tabla 4.1

Comparación de resultados con antecedentes de la literatura

Indicadores (% de mejora)	Resultados simulación	Empresa de calzado 1	Empresa de calzado 2
Capacidad de producción	5,18%	11,79%	
Productos defectuosos	3,15%	6%	3,09%
Productividad	5,45%		38%

Por lo tanto, si bien estas mejoras han mejorado el resultado de los indicadores de producción de la empresa, al ser una empresa pequeña la cual produce lotes medianamente pequeños no se refleja un impacto mayor de estas mejoras, a comparación de las otras empresas mencionadas en la anterior tabla que producen lotes más grandes. Eso quiere decir que la implementación de este tipo de mejoras tiene un resultado más favorable cuando se aplican a empresas medianas y grandes, que trabajan en la producción de lotes más grandes.

Una de las limitaciones que influyeron en el trabajo de investigación es la falta de data histórica por parte de la empresa, ya que esta no contaba con una parte de los datos que se requerían para el análisis del estudio. Por ello una parte de los datos utilizados fueron estimados para los efectos del estudio. Otra limitación fue la estimación de la

proyección de ventas, ya que la empresa aún no se recuperaba del todo del impacto del Covid-19 en sus ventas, por lo que el crecimiento de sus ventas era irregular en los últimos años.

5. CONCLUSIONES

- Con el uso del software de simulación Arena se obtuvo un aumento de la productividad de un 5,45%, superando la estimación inicial.
- Aunque según el flujo económico las ganancias no son tan grandes eso es solo teniendo en cuenta las ventas del modelo confort por lo que hay un ligero aumento ya que el cambio es en la planta en general lo cual no solo aumentará la productividad de los modelos confort sino aplicará para todos los modelos.
- La disposición de planta siempre bien ejecutada ya sea en cambios significativos como en este dónde se hizo prácticamente una nueva distribución siempre puede ayudar en la mayoría de las empresas ya que acorta tiempos, no obstante, a veces se debe contemplar que si el tiempo que se recuperará fundamenta en ganancias la inversión requerida para su implementación.
- La estandarización del trabajo no solo influye en la reducción de los tiempos de ciclo para cada proceso durante la etapa de fabricación de calzado, sino también afecta en la reducción del porcentaje de productos defectuosos que se generan en cada etapa del proceso por parte de los métodos de trabajo dispares entre los operarios de cada área.

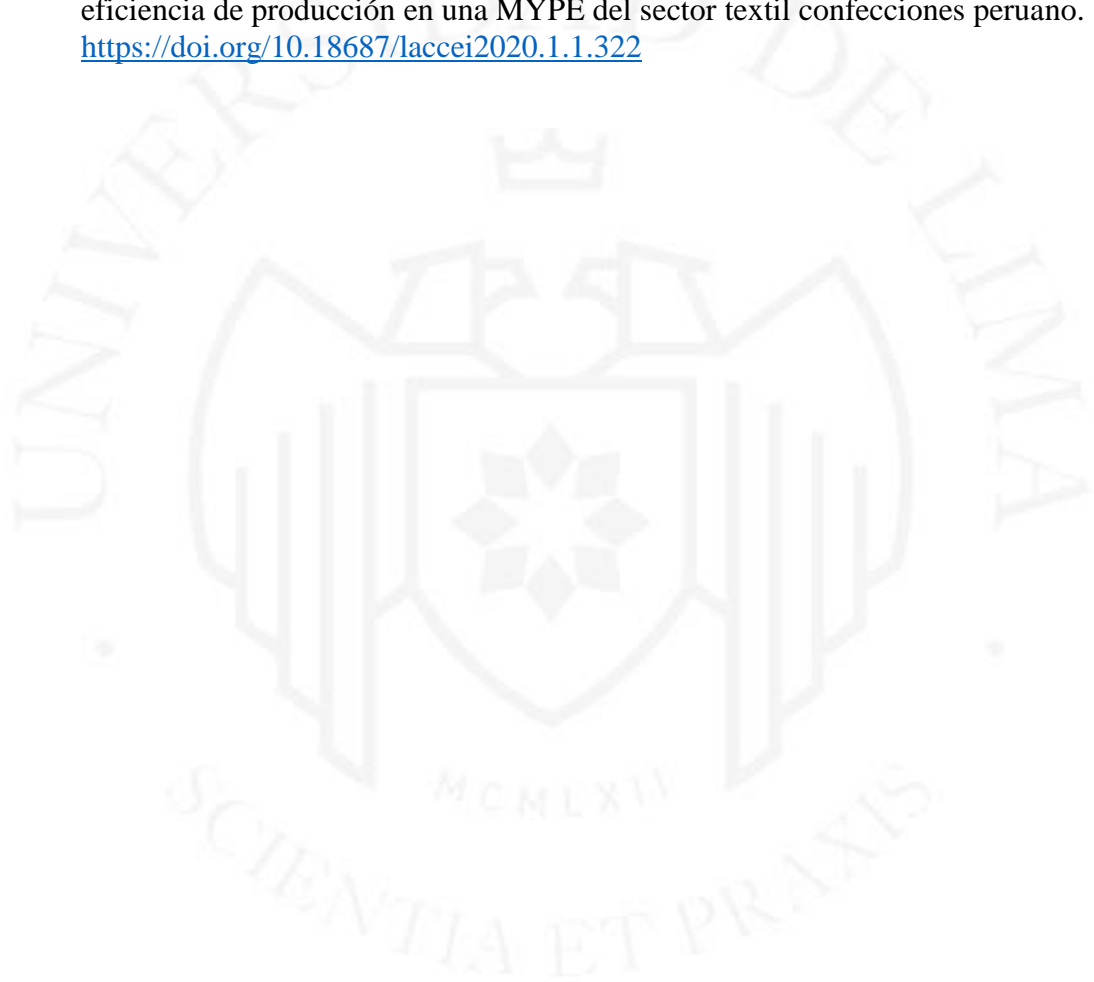
REFERENCIAS

Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos. (2025). Desempeño e importancia de la Industria de Cuero y Calzado.

https://www.producesempresarial.pe/wp-content/uploads/2025/02/226-PPT_Industria-Cuero-y-Calzado-2019_2024_06.02.2025-1.pdf

Quispe-Roncal, H., Takahashi-Gutierrez, M., Carvallo-Munar, E., Macassi-Jauregui, I., & Cardenas, L. (2020). Modelo combinado de SLP y TPM para la mejora de la eficiencia de producción en una MYPE del sector textil confecciones peruano.

<https://doi.org/10.18687/laccei2020.1.1.322>



4% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.




Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text

Exclusions

- ▶ 5 Excluded Sources
- ▶ 1 Excluded Match

Top Sources

- 4%  Internet sources
- 0%  Publications
- 3%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.