

Design of a Model based on Lean Manufacturing for Productivity of an SME in the Footwear Sector

Odar R. Florían-Castillo, MBA¹, Ramiro A. Moreno-Henriquez, Ing.¹ and Odar Daniel Florian-Sanchez, Ing.²

¹Universidad Privada del Norte, Perú, odar.florian@upn.edu.pe, N00112825@upn.pe

²Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Perú, oflorians@unitru.edu.pe

Abstract– The research aimed to design a model based on Lean Manufacturing for the productivity of an SME in the Footwear Sector. The methodology used was quantitative, prospective and transversal. The production area was analyzed situationally, determining that the shoe line is the most demanded with 60% of the total produced, and the current productivity is 0.02293 Doc/h-h. Identifying 13 causes as the most influential in low productivity. The Lean tools 5S, SMED, supplier management, and new work methods were structured. Concluding that the company is weak internally and externally, with a weighted of 2.33 and 2.29 in the matrix EFI and EFE respectively, and the time that does not add value in production is 1874 minutes. The current 5s compliance level is 16%, the index of unnecessary materials is 91%, the current set up method lasts 17 minutes, the delivery delay of the profiling process is 383 hours, and current methods of assembly and enlistment work last 213 and 103 minutes respectively. The costs of implementation are S/ 11,051, and the socioenvironmental impact was determined.

Keywords– Lean Manufacturing, Productivity, SMED, 5S, Footwear sector.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).

DO NOT REMOVE

Diseño de un Modelo basado en Lean Manufacturing para la Productividad de una MyPE del Sector Calzado

Odar R. Florían-Castillo, MBA¹, Ramiro A. Moreno-Henriquez, Ing.¹ and Odar Daniel Florian-Sanchez, Ing.²

¹Universidad Privada del Norte, Perú, odar.florian@upn.edu.pe, N00112825@upn.pe

²Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Perú, oflorians@unitru.edu.pe

Resumen— La investigación tuvo como objetivo diseñar un Modelo basado en Lean Manufacturing para la productividad de una MyPE del Sector Calzado. La metodología empleada fue cuantitativa, prospectiva y transversal. Se analizó situacionalmente el área de producción, determinando que la línea de zapatillas es la más demandada con el 60% del total producido, y la productividad actual es 0.02293 Doc/h-h. Identificándose 13 causas como las más influyentes en la baja productividad. Se estructuraron las herramientas Lean 5s, SMED, gestión de proveedores y nuevos métodos de trabajo. Concluyendo que la empresa se encuentra débil interna y externamente, con un ponderado de 2.33 y 2.29 en la matriz EFI y EFE respectivamente, y el tiempo que no agrega valor en la producción es 1874 minutos. El nivel de cumplimiento actual de las 5s es 16%, el índice de materiales innecesarios es 91%, el método de set up actual dura 17 minutos, el tiempo de retraso de entrega del proceso de perfilado es de 383 horas, y los métodos de trabajos actuales de armado y alistado duran de 213 y 103 minutos respectivamente. Los costos de implementación son S/ 11 051, y se determinó su impacto socioambiental.

Palabras clave—Lean Manufacturing, Productividad, SMED, 5S, Sector calzado.

I. INTRODUCCIÓN

Los inconvenientes de la disminución de la productividad y calidad no se originaron en el siglo XXI como muchos expertos comentan, sino que tiene su inicio en el siglo XX, específicamente, en la segunda revolución industrial, marcada por sistemas de producción eficientes, que dieron como resultado la famosa “producción en masa”. Aunque, si bien este sistema fue un proceso revolucionario que brindaba muchos beneficios, presentaba problemas, tales como desperdicios en los tiempos de producción y materiales, falta de control en los procesos, innumerables cuellos de botella, mala utilización de la maquinaria y constante desorganización del personal, perjudicando en gran manera a las organizaciones [1].

Las empresas deben optimizar sus operaciones para alcanzar el éxito económico [2] inclusive más ahora con la globalización que las obliga a ser flexibles y competitivas ante un mercado caracterizado por la incertidumbre. Sin embargo, ser competitivos no solo significa desarrollar productos de alta calidad e innovadores, también es mejorar constantemente la efectividad y eficiencia de todas las operaciones [3]. Frente a

dicha situación, las organizaciones requieren de metodologías, técnicas o herramientas que logren que sus procesos sean efectivos y eficientes. Lean Manufacturing es una metodología que cumple con dichas exigencias, puesto que su enfoque está en eliminación y/o reducción de todo tipo de desperdicios [2] [4] [5]. Los desperdicios son aquellas actividades que no aportan valor a las operaciones de una organización [6]. Existen siete desperdicios los cuales son sobreproducción, esperas innecesarias, transporte innecesario, exceso de procesamiento, sobre inventario, movimiento innecesario y defectos [7] [8].

Lean Manufacturing ofrece innumerables beneficios, pero, Ref. [9] sostiene que las más importantes son una mayor rentabilidad, valor de marca, y el aumento de la productividad, este último coincide con lo que menciona [10]. La productividad es conocida como la relación que hay entre el volumen total de producción y los bienes empleados para lograr dicho nivel de producción, es decir la razón entre las salidas y las entradas [11].

En el 2020, la COVID-19 colapsó globalmente todos los sistemas de salud, impactando todos los sectores económicos, y la industria del calzado no fue la excepción, esto se refleja en su producción mundial que alcanzó 20 500 millones de pares, 4 000 millones de pares menos con respecto al 2019 [12].

A nivel nacional, según el IDEXCAM, el sector del calzado fue uno de los más golpeados por la COVID-19, dado que, sus exportaciones durante el primer cuatrimestre del 2020 cayeron en 25%, tras sumar \$ 4,9 millones de dólares, en comparación con los \$ 6,6 millones de dólares conseguido en el mismo periodo del 2019. Sin embargo, durante los primeros cuatro meses del 2021, las exportaciones del calzado nacional alcanzaron los \$ 6,5 millones de dólares, lo que significó un aumento del 30,6%, en comparación con el mismo periodo del 2020 [13].

La industria del calzado en Perú está constituida por más de 5, 600 empresas, y el 93% de ellas son microempresas [14]. En Trujillo, la industria del calzado congrega a 3 800 empresas formales que producen un gran número de empleos de manera directa e indirecta para la población [15]. Por otro lado, el colapso económico originado por el coronavirus

obliga a las fábricas del calzado a reducir el 70% de su mano de obra por el descenso de las ventas [16].

Inversiones Solalma E.I.R.L es una MyPE con más de 10 años de experiencia en la fabricación y comercialización de calzado para damas y caballeros. No obstante, desde la aparición de la COVID-19 viene sufriendo de una etapa de baja productividad. Ante ello, se ha visto afectada económicamente, pues al presentar esta problemática, no se cumplía con los plazos de entrega, provocando la pérdida de clientes, lo que a su vez desencadenaba en una baja rentabilidad.

El objetivo general fue diseñar un Modelo basado en Lean Manufacturing para la productividad de la empresa, y como objetivos específicos:

- Diagnosticar la situación actual de la empresa.
- Estructurar herramientas de Lean Manufacturing para el Modelo.
- Estimar los costos del Modelo esquematizado.
- Determinar el impacto social y ambiental para el Modelo.

II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se determinó la siguiente secuencia: El diseño de la investigación, la revisión del estado del arte, y el diseño del Modelo basado en Lean Manufacturing.

A. Diseño de la investigación

A.1 Tipo de investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, aplicado, prospectivo, transversal, y observacional.

A.2 Población y muestra

La población estuvo constituida por los ocho procesos de la empresa, y la muestra por cuatro procesos productivos: Alistado, Perfilado, Armado y Alistado.

A.3 Procedimiento

Se realizó un diagnóstico organizacional mediante el análisis externo, interno y de los procesos productivos, lo cual permitió identificar la problemática, asimismo se priorizó sus principales causas. En base a lo anterior, se propuso la aplicación de las herramientas Lean y se estimaron los costos para su implementación. Finalmente, se determinó su impacto socioambiental.

B. Estado del arte

B.1 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una metodología de trabajo que se fundamenta en las personas, y cuyo enfoque está en la mejora continua de las operaciones de producción, centrándose en la identificación para su posterior eliminación de todo tipo de desperdicios, estos últimos definidos como aquellas actividades que solo consumen recursos y no aportan ningún valor [17].

B.2 Productividad

La productividad es el uso efectivo de los recursos y su innovación con el fin de poder incrementar el valor a cada producto y servicio [18]. Además Ref. [19] menciona que la productividad es el modo en que son aplicados los factores de producción en la fabricación de bienes y servicios para cumplir los requisitos de la sociedad. Por otro lado, Ref. [20] define a la productividad como la relación que existe entre la producción alcanzada y los recursos que fueron empleados. Asimismo, sostiene que la productividad también puede medirse como la relación entre los resultados y el periodo de tiempo que llevó para conseguir dichos resultados.

B.3 MyPE

Según Ref. [21] las microempresas conforman una parte importante de la economía, dado que son una importante fuente de empleos en muchos países y constituye en sí misma al centro de la actividad económica. De acuerdo con el Art. 2 de la Ley 28015, la Micro y Pequeña Empresa es la unidad económica establecida por una persona natural o jurídica, bajo cualquier forma de organización o gestión empresarial, contemplada en la legislación vigente.

C. Diseño del Modelo basado en Lean Manufacturing

El Modelo basado en Lean Manufacturing está conformado por cuatro fases. En la Fig. 1 se presenta un esquema de la Fase 1: Diagnóstico de la organización.

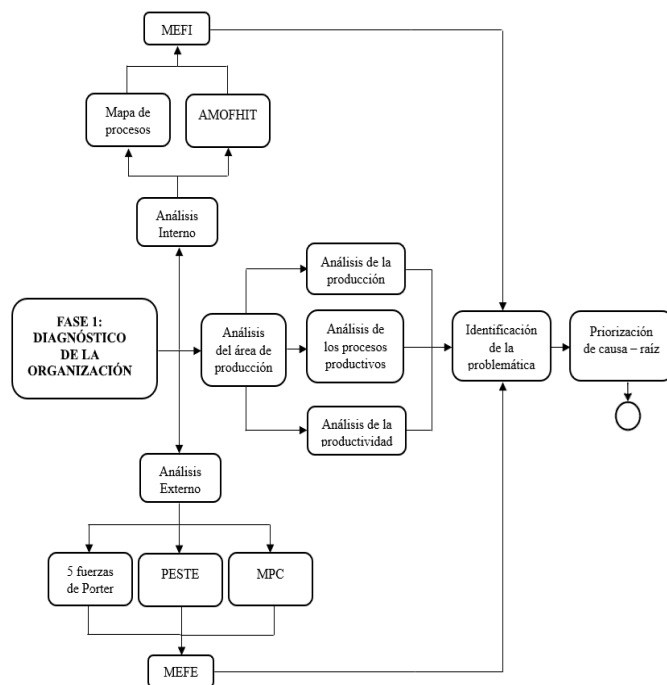


Fig. 1 Fase 1: Diagnóstico de la organización

En la Fig. 2 se presentan las siguientes fases del Modelo; en la Fase 2: Estructuración de Herramientas de Lean Manufacturing, en la Fase 3: Estimación de costos del Modelo y la Fase 4: Determinación del impacto socioambiental.

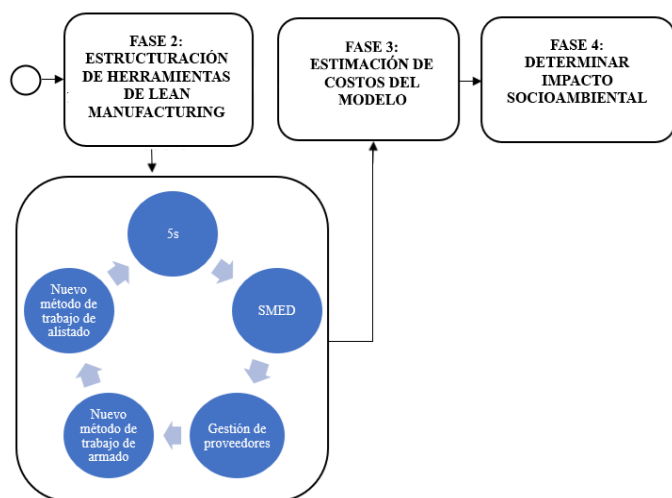


Fig. 2 Fases 2, 3 y 4 del Modelo basado en Lean Manufacturing

III. RESULTADOS

A. Fase 1: Diagnóstico de la Organización

A.1 Análisis Interno

De la entrevista realizada con el gerente de la organización se determinó:

Misión: “Somos una empresa de calzado dedicada a la fabricación y venta de calzado, privilegiando la comodidad del cliente, brindando un producto de calidad, con diversidad de modelos, y cumplimiento de entregas a un precio asequible”

Visión: “Ser reconocidos como una empresa líder en la fabricación y venta de calzado en Perú, brindando a los clientes un producto de calidad a un precio asequible”

Mapa de Procesos: Como se puede denotar en la Fig. 3 en el mapa de procesos de la organización, la empresa está compuesta por procesos estratégicos, operativos y de soporte, con un total de 8 macroprocesos.

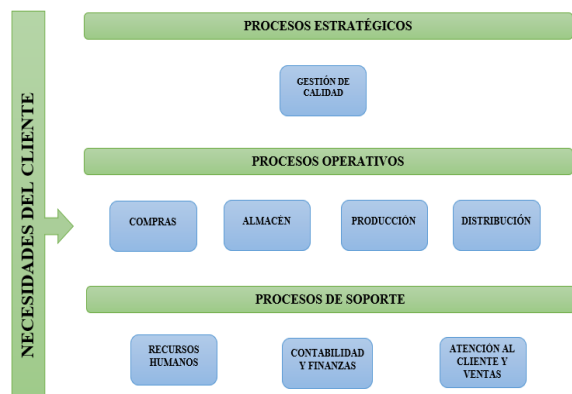


Fig. 3 Mapa de Procesos de la organización

Matriz EFI

TABLA I
MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES INTERNOS (MEFI)

Factores Críticos de Éxito	Peso	Calif.	Ponder.
FORTALEZAS			
Experiencia y amplio conocimiento del dueño	0.04	4	0.16
Buen ambiente laboral	0.04	4	0.16
Personal comprometido con el crecimiento de la empresa	0.04	4	0.16
El personal conoce sus responsabilidades	0.02	4	0.08
Precios competitivos	0.02	3	0.06
La empresa conoce quienes son sus clientes y consumidores	0.02	4	0.08
Diseños innovadores de calzado	0.02	3	0.06
Reconocimiento por la calidad de sus calzados	0.03	4	0.12
Puntos de venta ubicados estratégicamente	0.03	4	0.12
Clientes leales	0.03	3	0.09
Personal de ventas competente	0.02	4	0.08
Maquinaria moderna	0.04	4	0.16
Óptimo capital de trabajo	0.02	3	0.06
Puntualidad de pagos a SUNAT	0.01	3	0.03
No cuenta con deudas financieras	0.02	4	0.08
Estados financieros reflejan la actualidad de la empresa	0.01	3	0.03
SUBTOTAL	0.41		1.53
DEBILIDADES			
No se cuenta con un planeamiento estratégico	0.05	1	0.05
No realiza planeamiento de la demanda	0.02	1	0.02
No se cuenta con un área de marketing	0.05	1	0.05
Disminución de ventas ocasionado por pandemia e importaciones de calzado chino	0.04	1	0.04
Proveedores de materiales incumplen con la calidad y los tiempos de entrega	0.05	1	0.05
Pésimo almacenamiento de materiales	0.04	2	0.08
Mala distribución de planta	0.04	2	0.08
Retrasos en la producción	0.04	1	0.04
Proveedores de servicio incumplen con la calidad y los tiempos de entrega	0.05	1	0.05
Deficiente métodos de trabajo	0.05	1	0.05
Inexistencia de métricas de evaluación para la cultura organizacional.	0.02	2	0.04
No se realizan capacitaciones al personal	0.03	2	0.06
Falta de un ERP que apoye en la toma de decisiones	0.03	2	0.06
No se cuenta con un área de TI	0.03	2	0.06
La empresa realiza sus registros de manera manual	0.03	1	0.03
No se cuenta con un área de tecnología e investigación y desarrollo	0.02	2	0.04
SUBTOTAL	0.59		0.80
TOTAL	1.00		2.33

La matriz EFI califica al peso: 0% = sin importancia, 100% = muy importante y a las condiciones: 1 = debilidad grave, 2 = debilidad menor, 3 = fortaleza menor y 4 = fortaleza importante. En la Tabla I se observa que el subtotal ponderado de las fortalezas son 1.53 siendo mayores a las debilidades 0.80. El total ponderado es 2.33, dicho resultado no supera el puntaje promedio de 2.50, lo que indica una posición interna débil.

A.2 Análisis Externo

Matriz EFE

La matriz EFE califica al peso: 0% = sin importancia, 100% = muy importante y a las condiciones: 1 = amenaza grave, 2 = amenaza menor, 3 = oportunidad menor, 4 = oportunidad elevada. En la Tabla II se aprecia que la suma ponderada de las oportunidades se sitúa en 1.70, superando a las amenazas con un valor de 0.59. Esto sugiere que el entorno se encuentra favorable para la entidad en cuestión.

La suma ponderada global alcanza 2.29, una cifra que, sin embargo, no cruza el umbral promedio de 2.50. Este hallazgo implica que la empresa aún no está capitalizando de manera efectiva las oportunidades presentes en el entorno externo para contrarrestar las amenazas que puedan surgir.

Este análisis más detenido subraya la necesidad de una estrategia más proactiva y eficiente para capitalizar las oportunidades externas en su máxima medida, con el propósito de no solo contrarrestar las amenazas, sino también de posicionar a la organización en un estado óptimo de resiliencia y adaptabilidad ante los desafíos y oportunidades cambiantes del entorno empresarial.

TABLA II
MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS (MEFE)

Factores Críticos de Éxito	Peso	Calif.	Ponder.
OPORTUNIDADES			
Gobierno compra calzado a Mypes de Trujillo	0.09	4	0.36
Congreso promueve reactivación del sector calzado y cuero en La Libertad	0.10	4	0.40
Aplicación de derechos antidumping al calzado chino	0.07	4	0.28
Incremento en las ventas de calzado a Estados Unidos	0.04	3	0.12
Fondo de apoyo empresarial por medio de decreto de urgencia	0.06	3	0.18
Emprendimiento "Puri" da trabajo a mujeres víctimas de violencia.	0.02	3	0.06
Proinnóvate busca impulsar reactivación en la industria del calzado	0.06	3	0.18
Creación de calzado en base a llantas recicladas	0.04	3	0.12
SUBTOTAL	0.48		1.70
AMENAZAS			
La industria del calzado pierde ventas por la pandemia y el aumento de las importaciones	0.10	1	0.10
Calzado podría enfrentar nueva alza de precios en los materiales	0.10	1	0.10
Industria de calzado al borde de la quiebra	0.10	1	0.10
1 millón de Mypes habrían cerrado por la pandemia	0.03	1	0.03
Informalidad en las Mypes alcanza el 78.2%	0.06	1	0.06
Perú sigue sin satisfacer las necesidades sociales y medioambientales de sus habitantes	0.02	2	0.04
Solo el 30% de las empresas peruanas invierten en tecnologías digitales	0.05	2	0.10
La producción mundial de ropa y calzado genera el 8% de las emisiones CO2	0.06	1	0.06
SUBTOTAL	0.52		0.59
TOTAL	1.00		2.29

A.3 Análisis del Área de Producción

Análisis de la Producción

En la Fig. 4 se muestra la distribución de la producción de calzado entre sus tres líneas. La línea de zapatillas representa el 60% de la producción total, la de sandalias representa el 38%, y la de botines representa el 2%.

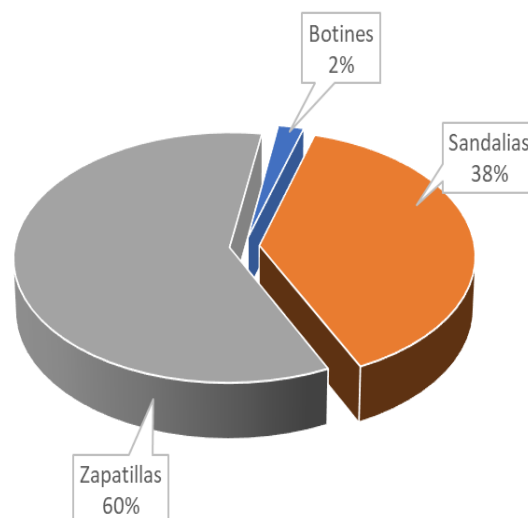


Fig. 4 Porcentaje de Producción por Línea de Calzado

Análisis de la Productividad

En la Tabla III se muestra el resumen de productividad de la línea de zapatillas durante el periodo de estudio. Durante dicho periodo la productividad fue de 0.02293 docenas/hora hombre (Doc/h-h)

TABLA III
RESUMEN DE PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ZAPATILLAS

Periodo	Cantidad (Doc)	N.º trabajadores	Total de horas	Productividad (Doc/h-h)
1	103	13	3349.50	0.03075
2	52	12	2395.29	0.02171
3	31.5	8	1527.30	0.02062
4	30	8	1448.00	0.02072
5	49	8	2265.80	0.02163
6	89	10	3971.80	0.02241
7	51	8	2252.30	0.02264
TOTAL	405.5	10	17209.99	0.02293

A.4 Identificación de la Problemática

El análisis exhaustivo del diagrama de Ishikawa revela un panorama detallado y completo de las raíces subyacentes que están contribuyendo a la baja productividad dentro de la organización. En la Fig. 5 se observa un total de 28 causas han sido minuciosamente identificadas y agrupadas en seis categorías fundamentales: Método de trabajo, Material, Medio ambiente, Máquinas y equipos, Mano de obra y Medición.

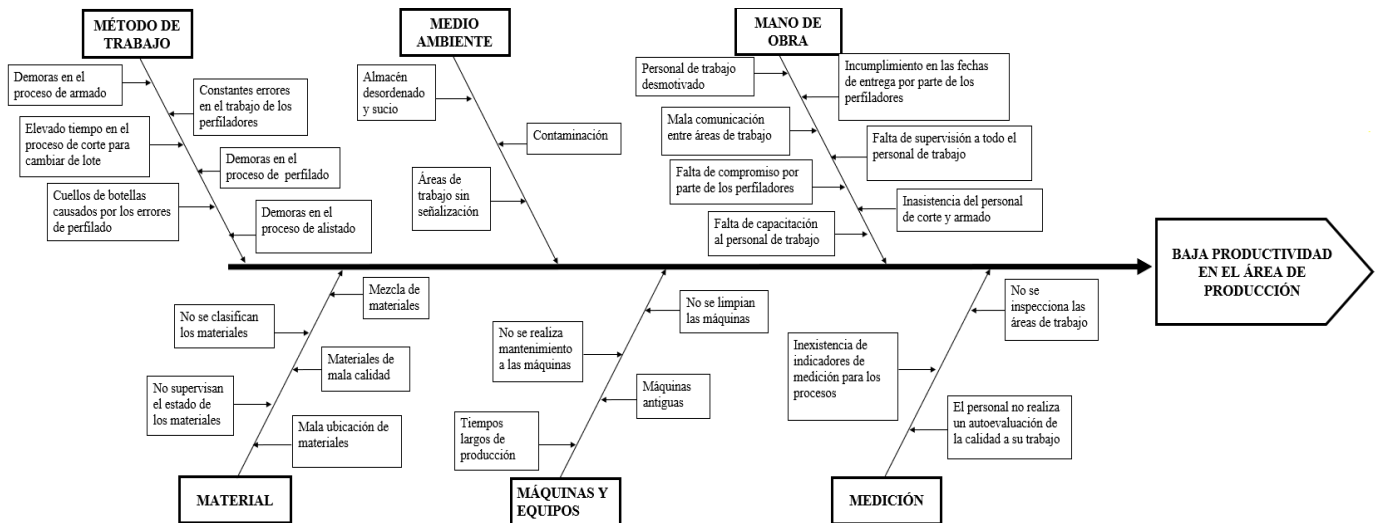


Fig. 5 Diagrama de Ishikawa

A.5 Priorización de Causa-Raíz

En la Fig. 6. Se muestra el gráfico de Pareto, en el que, de un total de 28 causas, 13 de ellas son las más importantes. En la tabla IV se describen las causas raíz de la Fig. 6

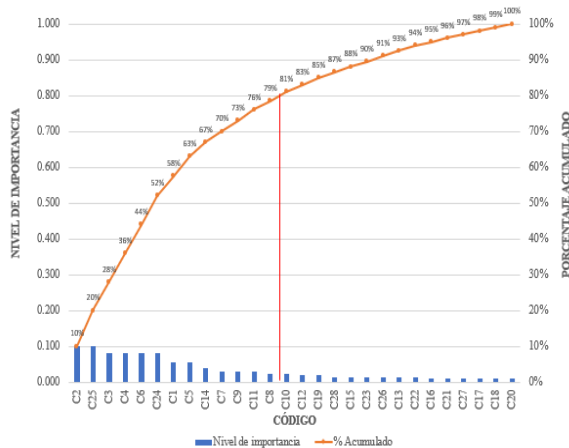


Fig. 6 Gráfico de Pareto

TABLA IV
DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS-RAÍZ

N°	Problema
C7	No clasifican los materiales
C8	Mala ubicación de materiales
C9	Mezcla de materiales
C11	Almacén desordenado y sucio
C14	No supervisan el estado de los materiales
C1	Elevado tiempo en el proceso de corte para cambiar de lote
C4	Demoras en el proceso de perfilado
C5	Cuellos de botella ocasionados por los errores de los perfiladores
C6	Constantes errores en el trabajo de los perfiladores
C24	Falta de compromiso por parte de los perfiladores
C25	Incumplimiento en las fechas de entrega de los perfiladores
C2	Demoras en el proceso de armado
C3	Demoras en el proceso de alistado

B. Fase 2: Estructuración de Herramientas de Lean Manufacturing

En la Tabla V se presentan las herramientas propuestas para cada problemática que ha sido priorizada.

TABLA V
PROPUESTA DE SOLUCIONES

N°	Indicador	Formula	Solución
C7	Nivel 5S	Nivel de cumplimiento de 5S	5S
C8			
C9			
C11			
C14	Índice de materiales innecesarios	$(\text{Valor de materiales innecesarios} / \text{Valor total de materiales}) \times 100$	5S
C1	Tiempo de cambio de preparación	Tiempo de cambio transcurrido desde la producción de la última pieza de corte del modelo anterior hasta la primera pieza de corte del modelo siguiente	SMED
C4	Tiempo de retraso de entrega del proceso de perfilado	$(\text{Tiempo real} - \text{Tiempo esperado}) \times 24$	Gestión de proveedores
C5			
C6			
C24			
C25			
C2	Tiempo de armado por docena	Tiempo de ciclo para armar una docena de calzado	Nuevo método de trabajo de armado
C3	Tiempo de alistado por docena	Tiempo de ciclo para alistar una docena de calzado	Nuevo método de trabajo de alistado

En la Fig. 7 se visualiza el Value Stream Mapping, donde el N/A (Tiempo de no valor agregado) es de 1874.47 minutos, el V/A (Tiempo de valor agregado) de 1378.53 minutos, y el Lead Time es de 3253 minutos.

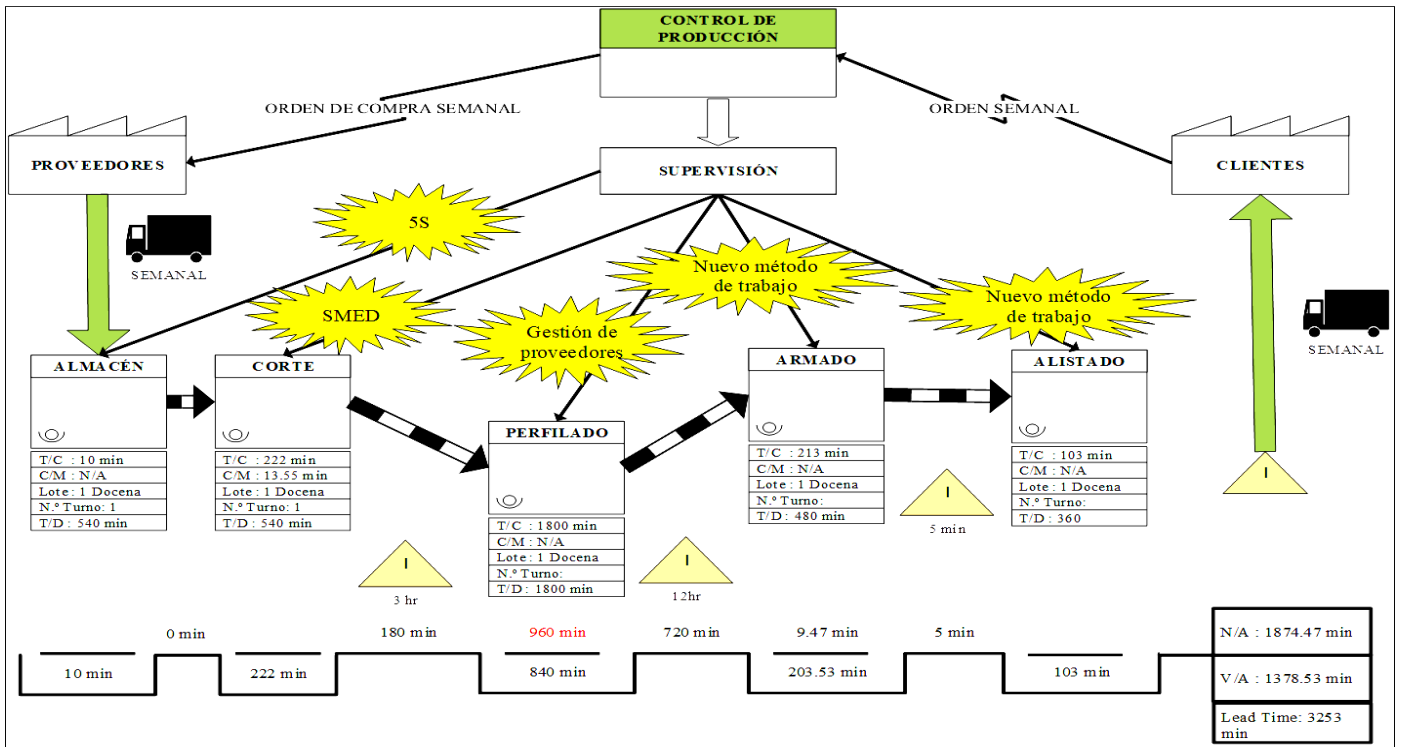


Fig. 7 Value Stream Mapping (VSM)

B.1 Metodología 5S

Se propuso la aplicación de la metodología 5S en el almacén, la cual se dividió en 5 etapas:

- SEIRI: El almacenero con la tarjeta roja deberá clasificar los objetos según su importancia. En la Fig. 8 se visualiza el modelo.

TARJETA ROJA 5S		N.º: _____
FECHA DE COLOCACIÓN: _____	ÁREA: _____	
ETIQUETADO POR: _____		
CANTIDAD: _____	VALOR: _____	
CATEGORÍA		
<input type="checkbox"/> Maquinaria	<input type="checkbox"/> Materiales	
<input type="checkbox"/> Herramientas	<input type="checkbox"/> Inventario en proceso	
<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Limpieza	
<input type="checkbox"/> Otro: _____		
RAZÓN		
<input type="checkbox"/> Chatarra	<input type="checkbox"/> Innecesario	
<input type="checkbox"/> Obsoleto	<input type="checkbox"/> Defectuoso	
<input type="checkbox"/> Contaminante		
<input type="checkbox"/> Otro: _____		
ACCIÓN PARCIAL		
<input type="checkbox"/> Eliminar	<input type="checkbox"/> Almacén temporal	
<input type="checkbox"/> Otro: _____		
ACCIÓN FINAL		
<input type="checkbox"/> Eliminar	<input type="checkbox"/> Reubicar	
<input type="checkbox"/> Vender	<input type="checkbox"/> Reparar	
<input type="checkbox"/> Reciclar		
<input type="checkbox"/> Otro: _____		
COMENTARIO: _____		
FECHA DE EJECUCIÓN: _____		

Fig. 8 Tarjeta Roja

Luego deberá registrar la información para realizarles seguimiento, transportarlos a un almacén temporal, donde los operarios determinaran la acción final para cada uno de ellos teniendo en cuenta la regla “Si no lo usas, retíralo”.

- SEITON: Se deberá contactar con los operarios y registrar las recomendaciones que estos brinden. Teniendo en cuenta ello, se deberá asignar nuevas ubicaciones y etiquetar los nombres de los objetos. También, se deberá comprar útiles de limpieza y señaléticas, estas crearan señales visuales e indicaran de manera rápida la ubicación de cada estante con el fin de que no sean movidos.
- SEISO: Se deberá establecer un horario de limpieza, el cual tendrá que estar en la entrada del almacén con el fin de que el almacenero pueda informarse constantemente sobre sus responsabilidades.
- SEIKETSU: Se deberá colocar tres formatos que indiquen de manera detallada los procedimientos que el almacenero debe realizar en las tres primeras etapas de las 5S.
- SHITSUKE: Inicialmente se deberá realizar auditorías semanales y establecer objetivos alcanzables para generar hábitos. Conforme los trabajadores se vayan acostumbrando al hábito de las 5S, se deben realizar auditorías mensuales, y establecer objetivos más exigentes de manera que el operario pueda sentir un mayor compromiso para el logro de ellos. En la Fig. 9 se visualiza el formato de Seiri.


	FORMATO PARA SEIRI (ELIMINAR)		CÓDIGO: FPS-01	
			VERSIÓN: 1	
			FECHA: 10/08/2022	
NOMBRE DEL CARGO	Almacenero			
CARGO SUPERIOR INMEDIATO	Administradora			
ÁREA DE TRABAJO	Almacén			
OBJETIVO				
Eliminar todos los objetos y materiales innecesarios del almacén				
N°	PROCEDIMIENTO			
1	Identificar basura, objetos y materiales del almacén que posiblemente sean innecesarios.			
2	Etiquetar con tarjetas rojas unicamente a los objetos y materiales que fueron identificados como posibles elementos innecesarios.			
3	Si se esta seguro que el objeto y/o material es innecesario, llenar las siguientes secciones: número de la tarjeta, fecha de colocación, área, etiquetado por, cantidad, valor, categoría, pero en la sección razón de la tarjeta roja, marcar "innecesario" y en la sección acción parcial, marcar "almacén temporal". .Si no se esta seguro que el objeto y/o material es innecesario, solo llenar las siguientes secciones: número de la tarjeta y fecha de colocación. Esperar un máximo de 10 días después de haber colocado la tarjeta roja. Si pasan 10 días y la tarjeta sigue sin llenar, se debe llenar las siguiente secciones: área, etiquetado por, cantidad, valor, categoría, pero en la sección razón de la tarjeta roja, marcar "innecesario" y en la sección acción parcial, marcar "almacén temporal".			
4	Registrar la información de las tarjetas rojas en la "Lista para supervisar tarjetas rojas".			
5	Trasladar los objetos y materiales que tiene en la sección acción parcial de la tarjeta roja "almacén temporal" al almacén temporal.			
6	Comunicar del traslado de objetos y materiales a los demás operarios.			
7	Comunicar a los demás operarios que esta prohibido retirar las tarjetas rojas de los objetos y materiales etiquetados.			
8	Comunicar a los demás operarios sobre la regla "Si no lo usas, retíralo".			
9	Si luego de 15 días el objeto y/o material ha sido llenado en la sección acción final de la tarjeta roja. Ejecutar la acción final. Si luego de 15 días el objeto y/o material no ha sido llenado en la sección acción final de la tarjeta. Llenar en la sección acción final la opción otro "Eliminado porque nadie lo reclamo". Ejecutar la acción final.			
10	Actualizar la "Lista para supervisar tarjetas rojas"			

Fig. 9 Formato Seiri

B.2 SMED

En la Fig. 10 se muestra el método propuesto para el cambio de lote de producción.

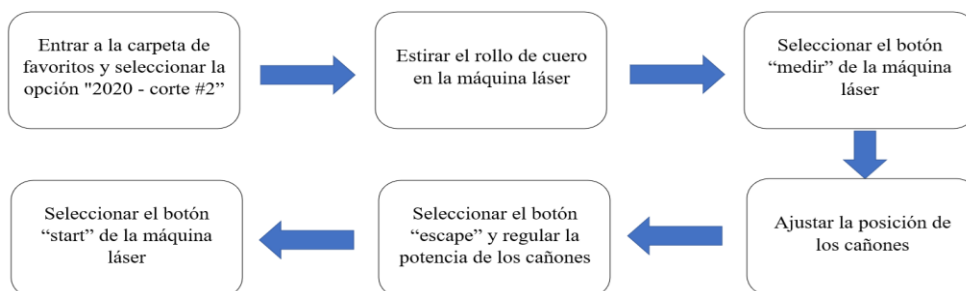


Fig. 10 Propuesta de SMED

B.3 Gestión de Proveedores

En la Tabla VI se muestra la matriz cuantitativa de evaluación de proveedores, donde aquellos que cumplen con los criterios de la empresa son los proveedores D, F, E y B. Por lo tanto, se recomienda contratar su servicio de perfilado con la finalidad de ser más productivo en el proceso de perfilado.

TABLA VI
MATRIZ CUANTITATIVA DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES

Criterios de evaluación	Peso	Proveedor A		Proveedor B		Proveedor C		Proveedor D		Proveedor E		Proveedor F		Proveedor G	
		Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor
Ubicación geográfica	0.30	1	0.30	4	1.20	1	0.30	4	1.20	4	1.20	4	1.20	1	0.30
Experiencia	0.15	4	0.60	4	0.60	1	0.15	4	0.60	4	0.60	4	0.60	3	0.45
Reputación	0.30	0	0.00	4	1.20	0	0.00	4	1.20	4	1.20	4	1.20	3	0.90
Disponibilidad de tiempo	0.15	1	0.15	4	0.60	4	0.60	4	0.60	4	0.60	4	0.60	4	0.60
Precio	0.10	1	0.10	2	0.20	4	0.40	3	0.30	2	0.20	2	0.20	0	0.00
Total	1.00		1.15		3.80		1.45		3.90		3.80		3.80		2.25

B.4 Nuevo Método de Trabajo de Armado

En la Fig. 11 se muestra el nuevo método de trabajo de armado.

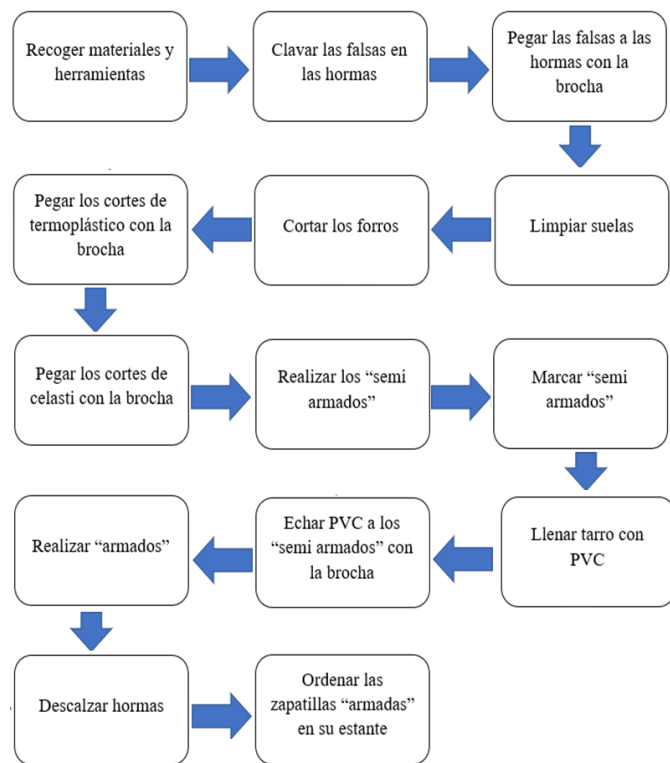


Fig. 11 Nuevo Método de Trabajo en el proceso de Armado

B.5 Nuevo Método de Trabajo de Alistado

En la Fig. 12 se muestra el nuevo método de trabajo de alistado.

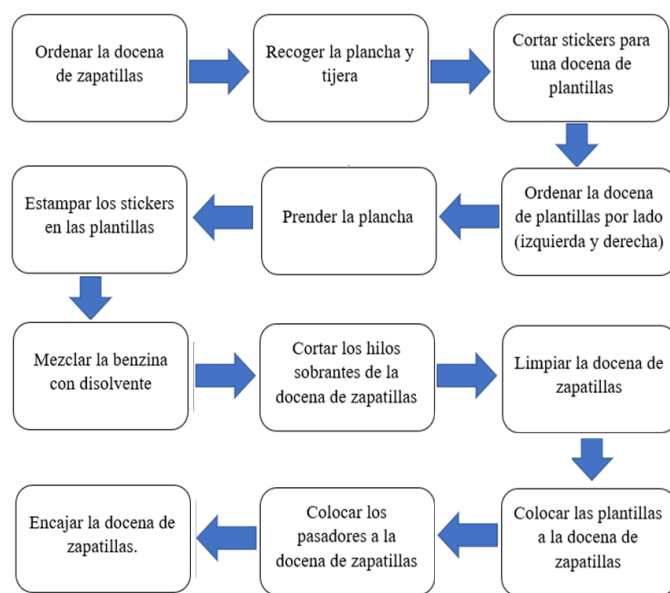


Fig. 12 Nuevo Método de Trabajo en el proceso de Alistado

En la Tabla VII se muestran los resultados que se obtuvo durante el desarrollo de la investigación

TABLA VII
RESUMEN DE RESULTADOS

Nº	Indicador	Resultado
C7	Nivel 5S	16%
C8		
C9		
C11		
C14	Índice de materiales innecesarios	91%
C1	Tiempo de cambio de preparación	17 min
C4	Tiempo de retraso de entrega del proceso de perfilado	383 h
C5		
C6		
C24		
C25		
C2	Tiempo de armado por docena	213 min
C3	Tiempo de alistado por docena	103 min

C. Fase 3: Estimación de Costos del Modelo

En la Tabla VIII se detalla los costos totales que se deberá asumir para implementar el Modelo basado en Lean Manufacturing, el cual está compuesto por los costos del Modelo y los costos de investigación.

TABLA VIII
RESUMEN DE ESTIMACIÓN DE COSTOS

Descripción		Costo Total
Costos del Modelo	Costos de materiales	S/ 758
	Costos de mano de obra	S/ 770
	Gastos por capacitación	S/ 165
Costos de Investigación	Costos de honorarios	S/ 3 844
	Costos de materiales	S/ 15
	Costos de equipo	S/ 2 929
	Costos de servicios	S/ 2 571
Total		S/ 11 051

D. Fase 4: Impacto Socioambiental

Mediante la implementación de la metodología de las 5S en el entorno del almacén, se logrará un impacto ambiental positivo al erradicar la acumulación de polvo, lo que a su vez preservará la salud vegetal en las cercanías. Esta iniciativa repercutirá en el bienestar del personal de almacén al eliminar las quejas derivadas del desorden y deterioro de materiales.

Por otro lado, la aplicación eficaz de la técnica SMED conllevará a una disminución en el consumo de energía eléctrica en la operación de la máquina láser. Este logro se traducirá en una reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

La estratégica elección de proveedores en el mismo distrito de El Porvenir presentará un doble beneficio. Por un lado, se reducirá significativamente la generación de gases CO₂ al minimizar la necesidad de transporte. Por otro, se disminuirá la contaminación acústica al reducir la dependencia de vehículos motorizados.

IV. DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en las matrices EFI y EFE reflejan una evaluación integral de la empresa, arrojando puntuaciones de 2.33 y 2.29, respectivamente. Estas cifras conjuntamente sugieren una posición de debilidad tanto interna como externa para la organización. No obstante, estos resultados difieren con los que obtuvo Ref. [22], donde la matriz EFI exhibió un subtotal ponderado de 2.57, mientras que su matriz EFE registró 3.17, estos datos muestran una posición fuerte en relación con sus factores tanto internos como externos de la empresa estudiada.

El análisis de la situación inicial de la metodología 5S en el almacén reveló un nivel de cumplimiento de 16%, dicho resultado es concordante a lo que obtuvieron Ref. [23] quienes también establecieron como indicador a la herramienta de check list 5S y su nivel de cumplimiento inicial en las áreas de almacén, forrado y habilitado fue de 17%, 23% y 29%, pero con la implementación de las 5s se elevó el nivel de cumplimiento a 88%, 88% y 92% respectivamente. Por otro lado, el índice de materiales innecesarios fue de 91% y también se monetizó el valor total de estos en almacén, lo que representa una pérdida de S/ 20 475. De igual manera Ref. [24] tuvieron como indicador al % de Elementos obsoletos y/o deteriorados donde el resultado fue de 41.78% y el valor total de materiales innecesarios fue de S/32 426, pero con su propuesta de implementación de 5s redujeron el porcentaje de elementos obsoletos y/o deteriorados a un 0% y el valor total a S/0.

En el proceso de corte se contabilizó un tiempo de set up de 17 minutos para cada docena de zapatillas. Este resultado se asemeja a las observaciones de Ref. [25], cuyo estudio registró tiempos iniciales de set up de 0.29 h, 0.47 h, 0.17 h, 0.71 h y 2.29 h para los procesos de corte, rolado, soldado, granallado y pintado, respectivamente. Sin embargo, su implementación del enfoque SMED produjo reducciones notables, reajustando los tiempos de preparación a 0.17 h, 0.28 h, 0.08 h, 0.55 h y 1.02 h, respectivamente. Del mismo modo, Ref. [26] reveló hallazgos similares en su investigación, destacando un tiempo de montaje inicial de 18.55 minutos que se logró reducir a 8.85 minutos mediante la aplicación del enfoque SMED.

Este conjunto de resultados destaca la importancia crítica de las estrategias de optimización y mejora continua en el entorno empresarial, tal como en el estudio de Ref. [27] evidenciando la capacidad de tales enfoques para generar mejoras notables y cuantificables en diversos aspectos operativos y de rendimiento.

V. CONCLUSIONES

Se diseñó el Modelo basado en Lean Manufacturing para la productividad de la MyPE, denotado en las Fig. 1 y Fig. 2, a través de cuatro fases; las cuales se desarrollaron en Fase 1: Diagnóstico de la organización (Análisis interno, externo y del área de Producción), Fase 2: Estructuración de herramientas

de Lean Manufacturing para el Modelo (Soluciones estratégicas como las 5S, SMED, una gestión optimizada de proveedores y la introducción de nuevos métodos de trabajo), Fase 3: Estimación de costos del Modelo, y Fase 4: Determinación del impacto socioambiental. Demostrando un enfoque comprometido con la mejora continua y el fortalecimiento operativo en búsqueda de un desempeño más eficiente y sostenible de la organización.

Se diagnosticó la situación actual de la empresa, mediante la matriz EFI, la cual tuvo un total ponderado de 2.33, indicando que la empresa se encuentra débil internamente. De igual manera con la matriz EFE, la cual tuvo un total ponderado de 2.29, indicando que la empresa se encuentra débil externamente. Luego, se analizó situacionalmente el área de producción mediante el análisis de la producción que determinó que la línea de calzado con mayor demanda es la de zapatillas con el 60% del total producido, análisis de productividad que determinó que la productividad actual es de 0.02293 Doc/h-h y análisis de los procesos productivos que permitió identificar los problemas en cada proceso productivo. Se identificó 28 causas, las cuales fueron priorizadas, determinando que 13 causas son las más influyentes en la baja productividad. Asimismo, se realizó el VSM actual donde se determinó que el tiempo que agrega valor es de 1378.53 minutos, el que no agrega valor es de 1874.47 minutos y el lead time es 3253 minutos.

Se estructuraron las herramientas de Lean Manufacturing, iniciando con las 5s donde se realizó una auditoría inicial en el almacén que dio como resultado que el nivel de cumplimiento actual es del 16%, se calculó que el índice de materiales innecesarios es del 91%, y se estableció los planes de capacitación, formato de documentos, y pasos a seguir en cada una de las 5 fases. Se continuo con SMED, donde se describió el método de set up actual que tiene una duración de 17 minutos, se eliminó las actividades externas, se mejoró las actividades internas, y se describió el método de set up mejorado. Luego, se continuo con la gestión de proveedores, donde se identificó la necesidad de la empresa, se determinó que el Tiempo de retraso de entrega del proceso de perfilado desde el periodo 1 hasta el periodo 7 es de 383 horas, se determinó los requisitos a cumplir, se identificó a los proveedores, se recolectó la información del servicio de perfilado a cada uno de ellos, y se les evaluó cualitativa y cuantitativamente. Se continuo con los nuevos métodos de trabajo de armado y alistado, donde se describieron los métodos de trabajos actuales que tienen una duración de 213 minutos y 103 minutos respectivamente, se analizaron las actividades en el proceso de armado y alistado, se determinaron las mejoras a considerar, y se describieron los métodos de trabajo de armado y alistados mejorados.

Se estimó los costos de implementación del Modelo basado en Lean Manufacturing los cuales ascienden a un monto de S/ 11 051.

Se determinó el impacto socioambiental del Modelo basado en Lean Manufacturing, la cual contribuiría a la

reducción de contaminación al medio ambiente, y a un mejor estado de ánimo en los trabajadores.

Las limitaciones presentadas en el trabajo fueron el no poder haber recolectado información mediante consultas presenciales a los proveedores de servicio de perfilado a causa de la cuarentena y que los resultados obtenidos pueden ser replicados únicamente en MyPEs pertenecientes al sector del calzado.

REFERENCIAS

- [1] G. Jimenez et al., «Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study», *Procedia Manuf.*, vol. 41, pp. 882-889, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.011>.
- [2] G. García-García, G. Coulthard, S. Jagtap, M. Afy-Shararah, J. Patsavellas, y K. Salonitis, «Business Process Re-Engineering to Digitalise Quality Control Checks for Reducing Physical Waste and Resource Use in a Food Company», *Sustainability*, vol. 13, n.o 22, Art. n.o 22, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/su132212341>.
- [3] A. P. Rojas Jauregui y V. Gisbert Soler, «Lean Manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas», *3c Empresa Investig. Pensam. Crít.*, n.o Extra 1 (Edición Especial), pp. 116-124, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.116-124>.
- [4] S.-V. Buer, J. O. Strandhagen, y F. T. S. Chan, «The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 56, n.o 8, pp. 2924-2940, 2018, doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>.
- [5] N. Nandakumar, P. G. Saleeshya, y P. Harikumar, «Bottleneck Identification And Process Improvement By Lean Six Sigma DMAIC Methodology», *Mater. Today Proc.*, vol. 24, pp. 1217-1224, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.436>.
- [6] Kulsum, A. Irman, y A. Anwari, «Increased productivity using lean service (Case study: regional drinking water company x)», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 909, n.o 1, p. 012086, 2020, doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/909/1/012086>.
- [7] A. N. A. Wahab, M. Mukhtar, y R. Sulaiman, «A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions», *Procedia Technol.*, vol. 11, pp. 1292-1298, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>.
- [8] J. Choomlucksana, M. Ongsaranakorn, y P. Suksabai, «Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles | Elsevier Enhanced Reader», *Procedia Manuf.*, vol. 2, pp. 102-107, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.090>.
- [9] A. Sopadang, S. Wichaisri, y A. Sekhari, «The Conceptual Framework of Lean Sustainable Logistics», 2014, doi: 10.13140/2.1.4507.9363.
- [10] Y. Dave y N. Sohani, «Improving productivity through Lean practices in central India-based manufacturing industries», *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 10, n.o 2, pp. 601-621, ene. 2019, doi: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2017-0115>.
- [11] T. J. Fontalvo-Herrera, E. De La Hoz-Granadillo, y J. Morelos Gómez, «La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional», *Dimens. Empres.*, vol. 16, n.o 1, pp. 47-60, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i2.1375>.
- [12] Revista del Calzado, «Anuario del sector mundial del calzado: año 2020», *Revista del Calzado*, 2021. <http://revistadelcalzado.com/anuario-sector-mundial-calzado-2020/>
- [13] Perú Retail, «Perú: Exportaciones de calzado peruano crecieron 30,6% entre enero y abril de 2021», *Perú Retail*, 2021. <https://www.peru-retail.com/peru-exportaciones-de-calzado-peruano-crecieron-306/>
- [14] Ministerio de la Producción, «Produce publica Protocolo Sanitario de Operación para la actividad productiva de fabricación de calzado», *Gob.pe*, 2020. <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/183664-produce-publica-protocolo-sanitario-de-operacion-para-la-actividad-productiva-de-fabricacion-de-calzado>
- [15] Andina, «La Libertad: gremios de productores destacan reactivación del sector calzado», *Andina*, 2020. <https://andina.pe/agencia/noticia-libertad-gremios-productores-destacan-reactivacion-del-sector-calzado-800803.aspx>
- [16] Diario Correo, «50% de sector calzado inactivo», *Diario Correo*, 2020. <https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/50-de-sector-calzado-inactivo-950016/>
- [17] J. C. Hernández Matías y A. V. Vizán Idoipe, *Lean manufacturing. Concepto, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- [18] OIT, *Mejore su Negocio (MESUN) El Recurso Humano y la Productividad*, 1.a ed. OIT, 2016. [En línea]. Disponible en: http://www.ilo.org/empent/areas/start-and-improve-your-business/WCMS_553925/lang-es/index.htm
- [19] J. E. Medina Fernández de Soto, «Modelo integral de productividad, aspectos importantes para su implementación», *Rev. EAN*, n.o 69, Art. n.o 69, 2010.
- [20] J. Prokopenko, *La Gestión de la Productividad: Manual Práctico*, Primera Edición. Ginebra: OIT, 1989.
- [21] B. J. Sánchez Barraza, «LAS MYPES EN PERÚ. SU IMPORTANCIA Y PROPUESTA TRIBUTARIA», *Quipukamayoc*, vol. 13, n.o 25, Art. n.o 25, 2006, doi: <https://doi.org/10.15381/quipu.v13i25.5433>.
- [22] O. Florian Castillo y C. Flores Medina, «Modelo de Gestión Comercial para la Recordación de Marca en una Empresa PYME del Sector Calzado: Contexto COVID-19», en *The 1st LACCEI International Multi-Conference on Entrepreneurship, Innovation, and Regional Development: "Ideas to Overcome and Emerge from the Pandemic Crisis"*, 2021. doi: 10.18687/LEIRD2021.1.1.10.
- [23] G. A. Linares Luján, J. Aranda, y P. Ruiz Gallo, «Herramientas Lean Manufacturing Para Aumentar La Productividad De Una Empresa De Calzado», en *Proceedings of the 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Prospective and trends in technology and skills for sustainable social development" "Leveraging emerging technologies to construct the future"*, 2021. doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.110.
- [24] M. F. Gómez-Cárdenas, C. P. De la Cruz-Felipe, y G. M. Felipe-Bravo, «Propuesta De Implementación De Herramientas De Lean Manufacturing En Una Empresa De Automatización, Trujillo-Perú, 2020», en *Proceedings of the 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Prospective and trends in technology and skills for sustainable social development" "Leveraging emerging technologies to construct the future"*, 2021. doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.194.
- [25] A. Delgado-Antonio, J. Sanchez-Cabrera, y R. Salas, «Model to reduce project delivery times by applying TPM and SMED: Case study in a metalworking company», en *Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions"*, 2022. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.727.
- [26] R. Campoblanco-Carhuachin, D. Silva-Castro, y C. Leon-Chavarri, «Production management model to reduce non-fulfillment of orders in Peruvian garment SMEs through 5S, SMED and standardization tools», en *Proceedings of the 2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2022): "Exponential Technologies and Global Challenges: Moving toward a new culture of entrepreneurship and innovation for sustainable development"*, 2022. doi: 10.18687/LEIRD2022.1.1.73.
- [27] Cubas Rodríguez, J., Arteaga Luna Victoria, A., Berrospi Mendieta, E., Castillo Alva N., Estrada Maria., Rodríguez Castañeda, A., Soto Lozada X. «Implementation of Lean Manufacturing Tools To The Kid's Footwear Company», 2022. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.557