

Application of the Lean Manufacturing methodology for the increase of production in a company furniture manufacturer, year 2022

Sofia Julia Llacctas-Espinoza¹, Nicole Quezada-Albino¹, Napoleón Jauregui-Nongrados¹ y Evelyn Rondon-Jara¹
¹Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, N00169389@upn.pe, N00172516@upn.pe, napoleon.jauregui@upn.pe,
evelynrondon006@gmail.com

Summary— This research work was carried out taking into account the need for improvement in the production processes of a manufacturing company, being a case study only one organization. Therefore, the objective is to determine to what extent the application of the Lean Manufacturing methodology increases the production of a furniture manufacturing company in 2022. The study considered a population of 2 to 3 projects per month, being 99 plates worked during 2021 also taking them as a sample for convenience. In addition, validated instruments such as data record sheets, question script, a 5S compliance control sheet and company documentation were used. The main results were an increase of 159 sheets worked by 2022, an increase in labor performance of 0.019 plates worked / h-h and an increase of 33% in order fulfillment. Finally, an economic evaluation was carried out where a NPV of S / 12,417.80 soles (3326.91 dollars), IRR of 0.62 and a B / C of 6.48 were obtained. Therefore, the application of this methodology was profitable for the company.

Keywords—Lean Manufacturing, 5S, Value Stream Mapping, Enterprise resource planning, process improvement..

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Aplicación de la metodología Lean Manufacturing para el incremento de la producción en una empresa manufacturera de muebles, año 2022

Sofía Julia Llacctas-Espinoza¹, Nicole Quezada-Albino¹, Napoleón Jauregui-Nongrados¹ y Evelyn Rondon-Jara¹
¹Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, N00169389@upn.pe, N00172516@upn.pe, napoleon.jauregui@upn.pe, evelynrondon006@gmail.com

Resumen— El presente trabajo de investigación se realizó teniendo en cuenta la necesidad de mejora en los procesos productivos de una empresa manufacturera, siendo caso de estudio solo una organización. Por ello, se tiene como objetivo determinar en qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing incrementa la producción de una empresa manufacturera de muebles en el año 2022. El estudio consideró una población de 2 a 3 proyectos a mes, siendo de 99 planchas trabajadas durante el 2021 tomándolas también como muestra por conveniencia. Además, se utilizó instrumentos validados como fichas de registro de datos, guion de preguntas, una ficha de control de cumplimiento de 5S y documentación de la empresa. Se obtuvo como principales resultados un incremento de 159 planchas trabajadas para el 2022, un aumento en el rendimiento de la mano de obra de 0.019 planchas trabajadas/h-h y un incremento de 33% en el cumplimiento de pedidos. Finalmente, se realizó una evaluación económica en donde se obtuvo un VAN de S/12,417.80 soles (3326.91 dólares), TIR de 0.62 y un B/C de 6.48. Por tanto, la aplicación de esta metodología realizada fue rentable para la empresa.

Palabras clave—Lean Manufacturing, 5S, Value Stream Mapping, Enterprise resource planning, mejora de procesos.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se realizó para poner en práctica los conocimientos adquiridos a través de estos 5 años de estudios universitarios de la carrera de ingeniería industrial en un entorno actual con problemas reales.

En estos últimos años la industria de muebles ha ido creciendo, ya que, en el 2020 el mercado global de muebles se valorizaba en US \$135 millones y se esperaba que este valor ascendiera a US \$ 176.1 millones para fines del 2027 como se menciona en GlobeNewswire (compañía de distribución de comunicados en América del Norte y Europa) [1], esto debido a que el material de melamina ha ido reemplazando al material de madera que mayormente era usado para realiza muebles, gracias al costo más económico de la melamina y más diseños. Y según la Sociedad Nacional de Industrias (SIN), en el Perú, la industria de muebles fue aumentando sus niveles de producción con el tiempo, esto debido al aumento de la demanda del sector inmobiliario y del hogar [2]. Pero se debe resaltar que tanto a nivel internacional o nacional, las empresas manufactureras presentan ciertos problemas ya que al empezar a utilizarse más la melamina para los muebles, se convierte en un producto atractivo e innovador para las personas y según la Ref. [3] ciertas empresas no mantienen la

relevancia del producto, escatimando los materiales de calidad y salteándose pasos en el proceso con tal de poder fabricar más y poder posicionarse en el mercado; así como también obvian tener un plan de mantenimiento preventivo para sus equipos, causando un bajo rendimiento en estos y atrasos en la entrega de pedidos, afectando así a la satisfacción de los clientes.

En vista de que la demanda de muebles de melamina ha aumentado, trajo una mayor competencia en empresas de este sector; siendo una de ellas objeto de este estudio; que han ido creciendo y generando competencia por tener un costo inferior, una buena calidad y durabilidad. También hay que mencionar que se presentan problemas, como en toda empresa, como la **falta de planificación y control** dado que hay momentos en donde no se cuenta con los materiales necesarios para seguir trabajando, una **baja productividad** ya que no se aprovechan correctamente los recursos disponibles y no se cumple con toda la demanda que se tiene por falta de tiempo, así también la empresa cuenta con **tiempos improductivos y un ambiente desordenado**. Y como toda empresa que quiere seguir creciendo y posicionándose mejor en el mercado, debe mejorar sus procesos productivos, reduciendo todo tipo de mudas y aumentando su producción.

- Según Ref. [4] que realizaron una investigación en una empresa manufacturera de adhesivos acuosos que presentaba una productividad deficiente en los últimos 4 años, presentando una productividad de 4.37 kg/h-h que estaba por debajo de 5kg/h-h, siendo este el valor que se espera alcanzar o sobrepasar en la empresa de adhesivos. Frente a esta situación se planteó una propuesta de mejora para aumentar la productividad, aplicándose la metodología de mejora continua Lean Manufacturing a través de las 5S y Kaizen. Una vez aplicado este plan propuesto se obtuvo resultados favorecedores para la empresa ya que la productividad presentó un valor promedio de 5.58 kg/h-h.

- Por otro lado, Ref. [5] realizaron una aplicación de la metodología Lean Manufacturing utilizando las herramientas de Single-Minute Exchange of Die (SMED), 5S y mantenimiento autónomo en una empresa de plásticos que presentaba una gran cantidad de horas improductivas ya que no contaban con un plan de mantenimiento para sus máquinas y esto a la vez generaba una pérdida de dinero para la

empresa. Una vez aplicado este plan de mejora se volvió a medir los indicadores utilizados para identificar en cuánto se detallaba la mejora obtenida, con respecto al nivel de conciencia de las 5S inicial era de 15% y aumentó a un 66%; con respecto al tiempo de búsqueda de materia prima que inicialmente el indicador era de 16 minutos, se redujo ese tiempo a 5.9 minutos; se identificada al tiempo promedio parado por averías inicial de un 22,5% y después de la mejora se redujo a un 2%; la eficiencia general de los equipos inicial era de un 64% y después aumentó a un 78%; el tiempo de preparación de máquina inicial era de 70.6 min y después disminuyó a un 39.8 minutos y finalizando con el porcentaje de la capacidad utilizada siendo inicialmente un 72% y después de que se aplicó SMED, 5S y un mantenimiento autónomo, aumentó a un 91%.

- Así también, Ref. [6] realizaron una investigación en donde se aplicó las herramientas de Lean Manufacturing, las cuales son Kanban, VSM, 5S y un Layout, se aplicaron en una empresa de calzado, ya que se presentaba tiempos improductivos, desorden, falta de organización y otras actividades que no generaban valor a la empresa. Una vez aplicabas las herramientas, se observó que las distancias recorridas al inicio para hacer el producto redujeron y se aumentó las actividades que generaban valor en un 10.86%, dando a entender que las actividades improductivas se redujeron. Inicialmente la productividad era de un 20.10% pero después de la aplicación de la mejora, la productividad aumentó a un 36.33%, obteniéndose resultados favorecedores para la empresa de calzado.

- En la investigación de Ref. [7] se aplicaron herramientas de Lean Manufacturing como VSM, diagrama de Ishikawa, Pareto y SIPOC para identificar y eliminar todo tipo de MUDAS presentes en la empresa procesadora y comercializadora de pescados y mariscos, los cuales representaban un 37.7% del tiempo de procesamiento en donde se observaba inventario en proceso, también exceso de movimientos y cuellos de botella, al realizar esta aplicación se obtuvo un aumento en la productividad y en los márgenes de utilidad de la empresa a través del diseño de propuestas de mejora, que también disminuyeron los reclamos y devoluciones de productos en la empresa de mariscos.

- Por último, también se observó resultados favorecedores en la investigación de Ref. [8] aplicaron diversas herramientas Lean en una empresa de joyería en el área de control de producción, las cuales fueron la gestión visual, Kanban, Sistema Pull, 5S y un software de manufactura-ejecución-sistema (MES) el objetivo principal de asegurar la mejora continua en la empresa de joyería y también reducir los desperdicios que se presentaban, contribuyendo así a aumentar la satisfacción de sus clientes. Cuando se aplicó la propuesta planteada de mejora, se obtuvo una mayor organización productiva, se estandarizaron los procesos y se mejoró el rendimiento de los trabajadores.

Al considerar esto, se define a la metodología empleada como el mejor sistema que permite producir mayores cantidades con menores recursos, así también mejora la comunicación y el flujo de trabajo. Esta metodología tiene como principio central reducir al máximo los desperdicios o defectos en la producción y alcanzar los estándares de calidad del mercado. Lean Manufacturing es una metodología muy extensa por contar con variedad de herramientas a ser aplicadas en empresas que buscan mejorar sus procesos [9]. Y de acuerdo con eso se puede obtener un aumento en la productividad que se ve reflejada en la producción, dado que es la relación entre los resultados obtenidos (producción) con los recursos utilizados y, por tanto, se llega a saber el rendimiento de cada uno de estos factores, este también se relaciona con los términos de eficiencia y eficacia que va dirigido al cumplimiento de los pedidos [10].

La herramienta 5S, que pertenece a esta metodología se enfoca en la limpieza de la estación de trabajo, la estandarización del trabajo, la correcta distribución del espacio y la reducción de desperdicios. Esta herramienta permite motivar a los operarios con los cambios positivos que se observan después de la aplicación de las 5s (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke), ya que mejora la eficiencia eliminando los procesos innecesarios [11]. Otra herramienta utilizada es el Value Stream Mapping, que permite observar el estado actual y futuro del proceso de producción de la empresa, con el objetivo principal de que se obtenga un claro entendimiento de las actividades realizadas y de los desperdicios de tiempo que se pueden eliminar apuntando a la mejora continua. Esta herramienta se caracteriza por su simplicidad y también por su utilidad ya que se busca identificar el tiempo improductivo desde el punto de vista del cliente [12]. Y también se utilizó la herramienta de ERP este sistema de planificación de recursos de materiales es muy útil en las empresas ya que se utiliza para mantener un control en sus actividades como en la contabilidad, el abastecimiento de materiales, indicadores, etc. La aplicación adecuada de un ERP fortalece de manera efectiva la infraestructura de las tecnologías y facilita los flujos de información, los beneficios se observan en la mejora de los recursos humanos, así como la cultura laboral de la empresa [13].

Al considerar la situación actual de la empresa se formuló la pregunta de investigación: ¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing permitirá el incremento de la producción de la empresa manufacturera de muebles en el año 2022? El objetivo del estudio fue determinar en qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing incrementa la producción de la empresa manufacturera de muebles en el año 2022. Para ello los objetivos específicos fueron evaluar la producción actual de la empresa, adecuar la metodología Lean Manufacturing para el incremento de la producción en la empresa, ejecutar la adecuación de la metodología Lean Manufacturing para el incremento de la

producción en la empresa, determinar la variación de la producción al ejecutar la adecuación de la metodología Lean Manufacturing en la empresa y determinar el beneficio costo de la aplicación de mejora.

Según los antecedentes analizados se planteó como hipótesis de esta investigación de que si se aplica la metodología Lean Manufacturing, entonces se logrará el incremento de la producción de la empresa manufacturera de muebles, en el año 2022. Así también, este estudio se realizó para demostrar que la aplicación de la metodología Lean Manufacturing en la empresa manufacturera de muebles incrementa su producción por medio de la eliminación de desperdicios, tiempos y costos innecesarios. De esta manera, mejora los procesos y productos con un enfoque de mejora continua, lo que provoca que las empresas que las aplican puedan destacar sobre su competencia y lograr la satisfacción de sus clientes. Es una investigación práctica, ya que se busca resolver un problema y también proponer posibles soluciones. Por otro lado, también se considera teórica, ya que puede ser contrastada con otras investigaciones dado que el tema es conocido y bastante debatido y por último es académica, ya que esta investigación será de ayuda para los investigadores que estén interesados en este tema para futuros estudios.

II. MÉTODO

A. *Diseño de la investigación*

El enfoque de la presente investigación es de carácter cuantitativo y con diseño preexperimental ya que está constituido por un pre-test dirigido a un grupo objeto de estudio, se continua con la aplicación de mejora y finalmente el post-test.

B. *Diseño de la propuesta a aplicar*

Para conocer la situación actual de la empresa, primero se realizaron visitas a la empresa para poder identificar las disconformidades que se presentaban a través de fichas de registro de datos y un guion de preguntas que se realizaron a través de una entrevista al gerente o supervisor de producción. Posteriormente, se utilizó la herramienta de diagrama de Ishikawa para poder identificar las posibles causas raíz del problema a solucionar y luego se decidió utilizar las herramientas de 5S, VSM y ERP. Primero se empezó con la aplicación de la herramienta Value Stream Mapping para la identificación del tiempo improductivo, se continuó con la aplicación de las 5S para el orden, la limpieza y la organización y también se utilizó un ERP desarrollado en Excel para mantener el control de los materiales que se tienen en almacén.

Aplicación del VSM: Se utilizó los registros de fecha para cada pedido de la empresa y de acuerdo con ello se hallaron los tiempos totales de cada proceso por el que debía pasar la

materia prima (planchas de melamina) para terminar como un mueble.

Aplicación de 5S: Esta herramienta sigue 5 pasos que corresponde a cada S, empezando con la primera S que significa “Clasificar”; se empezó haciendo un listado de los artículos, equipos y herramientas presentes en el área de trabajo y se categorizó a cada cosa como necesario e innecesario como se ve en la Tabla I.

Tabla I. Listado de elementos necesarios e innecesarios

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	¿ES NECESARIO?
Canopla de closet	Accesorios	NO
Soportes para repisa de vidrio/melamina	Accesorios	NO
Extintores	Equipos de primeros auxilios	SI
Taladro MAKITA/Meneke	Herramientas	NO
Caladora BOSCH	Herramientas	SI
Taladro DWALT	Herramientas	SI
Calentador DWALT	Herramientas	NO
Atornillador DWALT con cargador y batería	Herramientas	SI
Ruteadora pequeña BOSCH	Herramientas	NO
Taladro Percutor BOSCH con meneke	Herramientas	NO
Radial de mano BOSCH con meneke	Herramientas	SI
Lijadora JEPSON	Herramientas	SI
Ruteadora grande	Herramientas	NO
Disco 14"	Herramientas	NO
Disco 12"	Herramientas	NO
Disco 16"	Herramientas	NO
Brocas	Herramientas	SI
Amoladora de lija 5"	Máquinas	SI
Comprensora	Máquinas	SI
Garlopa	Máquinas	SI
Circular pequeña, mediana y grande	Máquinas	NO
Sierra cinta	Máquinas	NO
Regulizadora	Máquinas	SI
Ingleteadora chica y grande	Máquinas	SI
Esmedil	Máquinas	NO
Madera	Materia prima	NO
Melamina	Materia prima	SI
Strech film grande y pequeño	Materiales	NO

Posteriormente, se continuó con la segunda S que significa “Organizar/Ordenar”; en donde se utilizó una tarjeta roja en cada cosa innecesaria representado en la Fig.1 y se realizó lo que indicaba en cada tarjeta.

TARJETA ROJA **No.**

Fecha _____

Área _____

Item _____

Cantidad _____

ACCIÓN SUGERIDA

Agrupar en espacio separado

Eliminar

Reubicar

Reparar

Reciclar

Comentario: _____

Fecha inicio _____

Fecha de acción _____

Fig. 1 Tarjeta roja

Además, se utilizó el apoyo del control visual a través de señalizaciones en el suelo para mostrar el sitio de cada cosa, como se ve en la Fig. 2



Fig. 2 Control visual

Se continuó con la aplicación de la tercera S que significa “Limpiar” en donde se implementó un programa de limpieza diario a ser cumplido por los trabajadores, este se observa en la Tabla II. Así también, se implementó un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas dado que no se contaba con uno, este se observa en la Tabla III.

Tabla II. Programa de limpieza

PROGRAMA DE LIMPIEZA
Barrer la zona en donde estuvo trabajando.
Limpiar las máquinas y herramientas utilizadas
Dejar las herramientas utilizadas en su sitio
Recoger los desperdicios en bolsas desechables y botarlo
Agrupar la viruta y otro material reutilizable en la zona determinada

Tabla III. Mantenimiento preventivo

MÁQUINA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	TIEMPO
INGLETADORA	Realizar engrase o lubricación a la máquina.	trimestral
SIERRA DE CINTA	Realizar engrase o lubricación a la máquina.	trimestral
	Revisar guías laterales y superiores.	trimestral
	Revisar separación del respaldo de la sierra cinta con respecto a la pestaña del volante, los volantes deben estar alineados.	mensual
GARLOPA	Revisar el ajuste de tensión.	mensual
	Realizar engrase o lubricación a la máquina.	trimestral
	Revisar el estado y tensión de la correa de transición	mensual

Posteriormente a esto, se aplicó la cuarta S que significa “Estandarizar” en donde se implementó un pequeño check list, que se ve en la Tabla IV, después de cada día de trabajo para poder revisar que los espacios de trabajo se encuentren limpios y ordenados antes de que los trabajadores se retiren. Además, se implementó un reglamento interno para asegurar el cumplimiento de los nuevos cambios realizados, este se observa en la Tabla V.

Tabla IV: Check list de limpieza

CHECK LIST	SI	NO
¿Las herramientas/equipos estan en su sitio?	X	
¿El área de trabajo se encuentra limpia?	X	
¿Las herramientas/equipos se encuentran limpios?	X	
¿Las mermas se encuentran agrupados en sacos?	X	

Tabla V. Reglamento interno

REGLAMENTO INTERNO	
1	El horario de llegada de los trabajadores es a las 8:00 a.m y el horario de salida es a las 6:00 p.m
2	El horario de almuerzo es de 1 hora, de 1:00 p.m a 2:00 p.m
3	Cada trabajador debe apartar de 10 a 15 minutos antes de su salida para realizar la limpieza de su área de trabajo y colocar las herramientas en su sitio.
4	Todos los trabajadores deben utilizar sus EPP's
5	Los trabajadores deben utilizar adecuadamente los materiales y herramientas, evitando que se puedan dañar o desperdiciar.
6	Se debe usar solo los formatos designados por la empresa para el proceso de despies
7	Cada pedido terminado debe ser embalado ese mismo día y ubicado en el área de recojo.

Dentro de la aplicación de la cuarta S se continuó con la aplicación de un planificador de recursos (ERP) que se utilizó para la planificación de futuras compras y para llevar un control de lo que se tiene en almacén, este se observa en la Fig. 3

CONTROL DE INVENTARIOS



Fig. 3 Planificador de recursos

Finalmente se aplicó la quinta S que significa “Disciplina”; en donde se propuso realizar charlas motivadoras, utilizar advertencias de cumplimiento de los nuevos cambios impuestos, reconocer el desempeño del trabajador y entre otras acciones a tomar para que las nuevas modificaciones puedan convertirse en un hábito. Así también, se anunciará que quien no cumpla con el reglamento interno impuesto en las 4S anteriormente mencionadas, a la tercera llamada de atención se le hará limpiar al trabajador todo el taller, y en caso también desobedezca dicha orden se le descontará un monto de 50 soles (13 dólares) en su sueldo. Así también se implementó un plan de auditoría que se debe realizar trimestralmente para conocer los aspectos a mejorar.

Hay que resaltar que esta investigación preserva la propiedad intelectual, la ética profesional, la exactitud y la viabilidad de los datos proporcionados por la empresa, de tal manera que los datos fueron validados por los registros utilizados. También cabe resaltar que no se perjudica a terceros, ya que se respetaron sus creencias morales y se tuvo un trato igualitario entre todos los participantes, así como el carácter anónimo de estos durante el proceso de investigación. Todos recibieron información completa sobre el objetivo y la duración de esta investigación y se siguió la metodología Lean Manufacturing con reglas claras, lo que permitió que el conocimiento científico de la metodología Lean y sus herramientas sean aplicadas para la mejora en la empresa. Así también, hay que mencionar que los autores de las diversas teorías y descubrimientos fueron citados adecuadamente para evitar el plagio de la información.

III. RESULTADOS

Tras haber realizado visitas a la empresa para conocer la forma de trabajo en el área de producción, se utilizó una ficha de registro de datos para identificar ciertos problemas que se veían en su forma de trabajar y también se realizó una entrevista al gerente de producción para reafirmar los

problemas identificados. Una vez hecho esto, se calculó el tiempo improductivo que se presentaba en el proceso de producción con la aplicación del VSM, este tiempo era de 245 minutos el cual se redujo a 157 minutos que representa un 35.9% de tiempo reducido, esto se ve en la Fig. 4

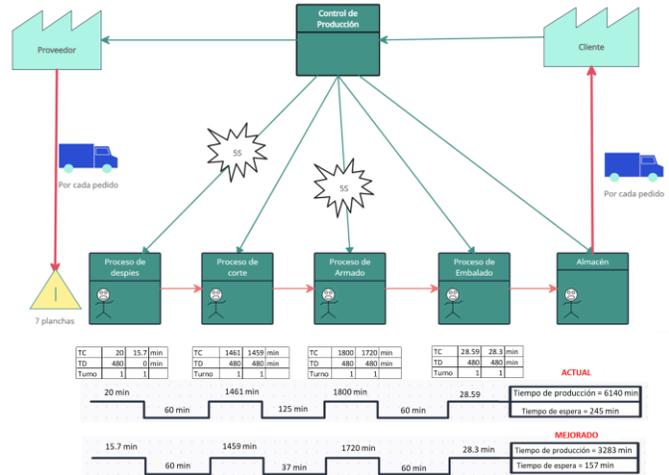


Fig. 4 Value Stream Mapping actual y mejorado

Luego, se realizó la auditoría de las 5S para conocer la mejoría del porcentaje de cumplimiento de las 5S y conocer el avance del antes y después, como se ve en la Tabla VI.

Tabla VI. Resumen de auditoría de las 5S

5S	ANTES DE LA APLICACIÓN	DESPUÉS DE LA APLICACIÓN
SEIRI – Clasificar: "Mantener solo lo necesario"	35%	90%
SEITON – Organizar: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"	40%	93%
SEISO – Limpieza: "Un área de trabajo impecable"	53%	93%
SEIKETSU - Estandarizar "Todo siempre igual"	55%	90%
SHITSUKE– Autodisciplina: "Seguir las reglas y ser consistente"	40%	93%

Se continuó calculando el rendimiento de la mano de obra que tenía la empresa, antes era de 0.018 planchas trabajadas/h-h y después este aumentó a 0.036 planchas trabajadas/h-h. Así también se calculó el cumplimiento de pedidos que antes representaba un 54% y después este porcentaje aumentó a un 87%; cabe indicar que solo se contaban con 3 trabajadores en el área de producción y la empresa no deseaba contratar mayor personal; de igual forma se observa un incremento en este indicador y los cuales se presentan en la Tabla VII.

Tabla VII. Indicadores de gestión empleados

INDICADOR	UNIDADES	ANTES	DESPUES	INCREMENTO
Rendimiento de la mano de obra	Planchas trabajadas/h-h	0.018	0.036	0.019
Cumplimiento de pedidos	Porcentaje	54%	87%	33%

Adicionalmente a esto, se calculó la producción que se tenía antes y después de la aplicación de mejora para conocer el incremento de planchas trabajadas que se observa en la Tabla VIII, este fue calculado mensualmente dado que al mes se producían de 2 a 3 muebles, y considerando la producción del año 2021 que se representaba en 99 planchas, se presentó un incremento de 159 planchas trabajadas con respecto al año 2022.

Tabla VIII. Producción

MES	ANTES	DESPUÉS
Enero	14	46
Febrero	13	9
Marzo	14	21
Abril	2	26
Mayo	8	16
Junio	6	18
Julio	15	39
Agosto	1	30
Setiembre	7	14
Octubre	1	8
Noviembre	1	18
Diciembre	17	13

Para la evaluación económica se realizó un flujo de caja mensual que se observa en la Tabla IX, se consideró la inversión hecha por la aplicación de las herramientas, los egresos mensuales en donde se encuentra los costos de mano de obra, los costos indirectos y los costos de los servicios como agua y luz; y también se consideró los ingresos obtenidos desde enero a diciembre del año 2022.

De acuerdo con el flujo de caja, se calculó el valor presente neto de 12,417.80 soles (3326.91 dólares), una tasa interna de retorno de 0.62, se tuvo una tasa de descuento brindada por la empresa de 11% anual y un beneficio costo de 6.48; se puede concluir que el proyecto si fue rentable.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al considerar los hallazgos de la investigación de la Ref. [4] en donde se logró incrementar la productividad de un 4.37kg/h-h a un 5.58kg/h-h y con ello la producción de adhesivos acuosos, se observó que se aplicó la metodología de

Lean Manufacturing a través de las 5S y el método Kaizen y esto dio resultados favorecedores para la empresa. De igual forma, se observó en la investigación de Ref. [5] que aplicaron las herramientas de 5S, SMED y mantenimiento autónomo en una empresa de plásticos en donde había muchas horas improductivas, también presentó buenos resultados, dado que una vez se aplicó la propuesta de mejora se logró aumentar la eficiencia del personal a un 78%, se redujo esos tiempos improductivos en un 46.3% y se logró aumentar la capacidad utilizada a un 91%. Es decir que se logró aumentar la producción por disponer de más tiempo útil y personal más eficiente. De igual forma, en la investigación de Ref. [6] y Ref. [8], a través de la aplicación de la gestión visual, Kanban, Sistema Pull, 5S y un Layout, se obtuvo una mayor organización, se estandarizaron los procesos y también se mejoró el rendimiento de los trabajadores.

En esta presente investigación también se obtuvo un incremento en el rendimiento de la mano de obra de 0.018 planchas trabajadas/h-h a unas 0.036 planchas trabajadas/h-h; por más pequeño que pueda parecer este incremento, genera un gran cambio para la empresa dado que si se presentó una mejoría después de todo; y al utilizar las herramientas de 5S, VSM y ERP se pudo identificar que el tiempo improductivo también se redujo en un 35.9%, esto dado a que se redujeron los tiempos de búsqueda de herramientas, se eliminaron los tiempos por falta de planificación de materia prima y se redujeron los desplazamientos innecesarios. Estos mismos resultados fueron observados en la investigación de Ref. [5] y Ref. [7] en donde se aplicó un 5S, SMED, VSM, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, SIPOC y mantenimiento autónomo; se logró reducir el tiempo improductivo.

Así también en la investigación de Ref. [6] en donde se aplicó 5S, VSM, Kanban y un Layout, se observó que los desplazamientos innecesarios, los tiempos de búsqueda y otras actividades improductivas se redujeron y se aumentó las actividades que generaban valor en un 10.86%. Con esto se incrementó la productividad de un 20.10% a un 36.33%; y por tanto se incrementó la producción de calzados. Como se observa, estos hallazgos concuerdan con los obtenidos en esta investigación, dado que con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing también se logró incrementar la producción en 159 planchas trabajadas en los 12 meses siguientes. El resultado fue favorecedor para la empresa dado que esto se representa en un aumento de producción de muebles y es por ello que también se pudo observar un aumento de un 33% en el cumplimiento de pedidos.

De acuerdo a toda la información obtenida en este presente trabajo de investigación, la implicancia se ve reflejada en un nuevo aporte para la formación de más ingenieros industriales, ya que con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing se obtuvo el incremento en la producción que se esperaba en la empresa; con ayuda de las 5S y VSM se obtuvo la reducción de los tiempos innecesarios, ya que estos no agregaban valor al proceso productivo y se

buscaba eliminar todo aquello que retrasara el flujo del proceso, así como también los tiempos innecesarios empleados para ir a comprar los materiales faltantes por falta de planificación el cual se eliminó con la aplicación del ERP. De esta forma se consiguió una empresa más competitiva por la reducción de mudas con una cadena productiva mucho más eficiente y eficaz. Esto quiere decir que se corrobora una vez más que hay ciertos factores en la aplicación exitosa de esta metodología la cual puede ayudar a futuras investigaciones con una correcta aplicación.

Un aspecto por resaltar fue que al desarrollar esta investigación se presentó algunas limitaciones como es la falta de documentación de la empresa, puesto que no contaban con registros definidos para la medición de algunos aspectos relevantes, por ejemplo, no se tenía registrado la demanda de pedidos que habían tenido anteriormente, y esto dificultó la medición de la situación actual. Otra limitación presentada fue el tiempo disponible para visitar a la empresa, ya que hay otra línea de producción presentada en la empresa que es el trabajo en obra, en donde se encuentran laborando en otro lugar, por tanto, fue más complicado poder coordinar los horarios de visita al taller de la empresa, pero con coordinaciones previas se acordaron visitas semanales para una utilización eficiente del tiempo.

Por tanto, se concluye que la aplicación de la metodología Lean Manufacturing presentó un incremento en la producción de 159 planchas, es decir que se comprobó la hipótesis planteada. Además, se presentó un incremento de 33% en el cumplimiento de pedidos y también el rendimiento de mano de obra aumentó a 0.036 planchas trabajadas/h-h. Finalmente, agregar que con una inversión de 578.77 soles (154.02 dólares), se determinó que el proyecto fue rentable por mostrar un valor presente neto de 12,417.80 soles (3326.91 dólares) y una tasa interna de retorno de 0.62; además que por cada sol invertido (0.26 dólares) se obtuvo un beneficio de 6.48.

REFERENCIAS

[1] GlobeNewswire (23 de mayo de 2022). Muebles de dormitorio Tamaño del mercado, participación e ingresos por ventas 2022: análisis de los principales jugadores clave, actualizaciones de regiones líderes, perspectivas de segmentos (tipos, aplicaciones), últimas tendencias, con escenario de competencia. <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/05/23/2448689/0/en/Bedroom-Furniture-Market-Size-Share-and-Sales-Revenue-2022-Analysis-by-Major-Key-Players-Leading-Regions-Updates-Segments-Outlook-Types-Applications-Latest-Trends-with-Competition-.html>

[2] Sociedad Nacional de Industrias (junio del 2022) SNI: Producción de bienes de consumo creció 11,6% en el primer trimestre del 2021 y aportó al repunte de la industria nacional. <https://sni.org.pe/sni-produccion-de-bienes-de-consumo-crecio-116-en-el-primer-trimestre-del-2021-y-aportó-al-repunte-de-la-industria-nacional/#:~:text=Noticias-,SNI%3A%20Producci%C3%B3n%20de%20bienes%20de%20consumo%20creci%C3%B3n%2011%2C6%25,repunte%20de%20la%20industria%20nacional&text=En%20los%20primeros%20meses,sus%20niveles%20de%20producci%C3%B3n%20prepandemia.>

[3] SPC Consulting Group (2022). 6 RETOS QUE ENFRENTAN LAS EMPRESAS DE MANUFACTURA EN LA ACTUALIDAD. <https://spcgroup.com.mx/retos-enfrentan-empresas/>

[4] Camero, J. y Vargas, E. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 249–271. <https://doi.org/10.15381/IDATA.V24I2.19485>

[5] Ames, V., Macassi, L., Raymundo, C., y Vásquez, W. (2019). Modelo de gestión de mantenimiento basado en Lean Manufacturing para aumentar la productividad de una empresa del sector Plástico. *Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities*, 24–26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.33>

[6] Aranda, J., Linare, G., y Ruiz, P. (2021). Herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad de una Empresa de Calzado. Prospective and Trends in Technology and Skills for Sustainable Social Development" "Leveraging Emerging Technologies to Construct the Future, 1. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.110>

[7] Hernández, H., Jimenez, G., Pizarro, A., Ricardo, S., Sá, J. C., Santos, G., y Pulido, J. (2019). Improvement of productivity and quality in the value chain through lean manufacturing - A case study. *Procedia Manufacturing*, 41, 882–889. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2019.10.011>

[8] Pinto, L., Tiago, Hugo., y Silva, F. (2018). Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 640–646. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.10.110>

[9] Malpartida, J. y Tarmeño, L. (2020). Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas. *Alpha Centauri*, 1(2), 51–59. <https://doi.org/10.47422/ac.v1i2.12>

[10] De la Hoz, E., Fontalvo, T. y Morelos, J. (2018). LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL. *Dimensión Empresarial*, 16(1), 47–60. <https://doi.org/10.15665/DEM.V16I1.1375>

[11] Manzano, M. y Gisbert, V. (2016). LEAN MANUFACTURING : IMPLANTACIÓN 5S. *3C Tecnología*, 5(4), 16–26. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>

[12] Amador, A. y García, M. (2019). Cómo aplicar “Value Stream Mapping” (VSM). *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme. 3C Tecnología*, 8(2), 68–83. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2019>

[13] Bohórquez, L., Rivera, A., y Vargas, R. (2018). Implementación de los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) en las organizaciones desde la coevolución. *Ingeniería Solidaria*, 14(24), 1–15. <https://doi.org/10.16925/in.v14i24.2161>