

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



PRODUCTION MODEL BASED ON LEAN MANUFACTURING TOOLS TO REDUCE DELIVERY TIMES IN A SMALL MANUFACTURING ENTERPRISE

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

Mariafe Olenka Francia Barba

Código 20180730

Erick Linder Rosales Espinoza

Código 20184418

Asesor

Martin Fidel Collao-Díaz

Lima – Perú
Junio de 2025

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

Título

PRODUCTION MODEL BASED ON LEAN MANUFACTURING TOOLS TO REDUCE DELIVERY TIMES
IN A SMALL MANUFACTURING ENTERPRISE

Autor(es)

Mariafe Olenka Francia Barba 20180730@aloe.ulima.edu.pe
Erick Linder Rosales Espinoza 20184418@aloe.ulima.edu.pe
Universidad de Lima

Resumen: La industria de pinturas espumadas para muebles, perteneciente al sector manufacturero, ha experimentado un declive en los últimos años debido a la pandemia de COVID-19. Esta situación ha afectado negativamente la capacidad de producción y ha generado importantes desafíos. Entre ellos, se han producido reprocesos debido a tonos no deseados en las pinturas, presencia de residuos en las máquinas, así como errores en la programación de la maquinaria y retrasos en el inicio de la producción. Estos factores han impedido que el sector manufacturero recupere su nivel económico previo a la crisis. Como consecuencia, surgen retrasos en la entrega del producto final, lo que genera pérdidas económicas para las empresas, dificultando su desarrollo. Para abordar estos problemas y reducir los tiempos de entrega de los productos, se propone un modelo de mejora de producción basado en herramientas de Lean Manufacturing. El modelo incluye herramientas como 5S, Poka-Yoke y trabajo estandarizado. La validación del modelo se realizó mediante pruebas piloto y simulaciones utilizando el software Arena.

Palabras Clave: manufactura esbelta, 5S, Poka-Yoke, trabajo estandarizado, optimización de tiempos.

Abstract: The foam furniture paint industry, belonging to the manufacturing sector, has experienced a decline in recent years due to the COVID-19 pandemic. This situation has negatively impacted production capacity and has generated significant challenges. Among them, reprocessing has occurred due to undesired tones in the paints, the presence of residues in the machines, as well as errors in machinery programming and delays in the start of production. These factors have hindered the manufacturing sector from reaching its pre-crisis economic level. Consequently, delays in the delivery of the final product arise, leading to economic losses for the companies, which hinder their development. To address these issues and thereby reduce product delivery times, the production improvement model based on Lean Manufacturing tools is proposed. The model consists of tools such as 5S, Poka-Yoke, and standardized work. The model was validated through the implementation of pilot tests and simulation using Arena software.

Keywords: lean manufacturing, 5S, Poka-Yoke, standardized work, optimization of time.

Línea de investigación IDIC – ULIMA

Área y Sub-áreas de Investigación:

Área: Operations Engineering and Management

Sub-áreas: Capacity Management, Operational Metrics, Planning and Control for Manufacturing Systems/Projects.

Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico.

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las MYPES representan más del 90% de las empresas activas en América Latina, generando de esa manera más del 60% del trabajo en la región. Su correcto funcionamiento es fundamental para el crecimiento de los países que conforman dicha región, donde son representadas en más del 28% del PBI en promedio (CAF., 2023). Sin embargo, estas empresas con frecuencia se enfrentan a desafíos significativos, especialmente en lo que respecta a la eficiencia de su cadena de suministro y los tiempos de entrega de sus productos. La entrega oportuna de los productos manufacturados es crucial para la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado (Kim et al., 2018). Las mypes manufactureras se encuentran en una posición particularmente desafiante, ya que deben cumplir con los plazos de entrega a pesar de tener recursos y capacidades limitadas en comparación con las grandes empresas del sector. Por lo tanto, es esencial desarrollar modelos de optimización específicos que se adapten a las necesidades y características de estas MYPES.

El problema identificado, de acuerdo con la literatura, puede suscitarse a diferentes ineficiencias de la empresa (Ramakrishnan, V. et al, 2017), un ejemplo concreto se puede observar en el contexto de una empresa metalmeccánica ubicada en la región del Caribe, ya que solo se podía utilizar el 42% de su capacidad de producción debido a desperdicios operacionales, como la baja disponibilidad de la maquinaria y los altos tiempos de trabajo en proceso. Estos problemas obstaculizaban la entrega oportuna de los pedidos de los clientes. (Chowdary y Fullerton, 2017).

En ese contexto, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo de optimización de los tiempos de entrega específicamente diseñado para una mype manufacturera con enfoque en comprender y abordar los desafíos particulares que enfrenta la empresa, teniendo en cuenta su capacidad de producción, la gestión de inventarios y la demanda del mercado.

La relevancia de este estudio radica en su aplicación práctica en el sector manufacturero de las mypes. Se espera que los resultados puedan ser implementados por estas empresas, brindándoles una ventaja competitiva al mejorar su capacidad de cumplir con los plazos de entrega, optimizar recursos y mejorar la satisfacción del cliente. Los hallazgos y las recomendaciones de este trabajo podrán servir como base para el desarrollo de políticas y estrategias específicas destinadas a mejorar los tiempos de entrega en el sector manufacturero.

OBJETIVOS

Objetivo general: Reducir los tiempos de entrega de los pedidos de una MYPE del sector manufacturero de pinturas para muebles mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing.

Objetivos específicos:

- Reducir los tonos de pintura no deseados.
- Reducir las imperfecciones de la pintura obtenida.
- Reducir las demoras en el comienzo del proceso de producción.

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es relevante al contribuir al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 8: Trabajo decente y crecimiento económico y (ODS) 9: Industria, Innovación e Infraestructura, al centrarse en mejorar la eficiencia operativa de una MYPE del sector manufacturero mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing. El proyecto aporta a la literatura existente al aplicar metodologías como 5S, Poka Yoke y estandarización del trabajo en un contexto de pequeñas empresas peruanas, lo que ofrece nuevas perspectivas sobre su adaptación y efectividad en entornos con recursos limitados.

Desde una perspectiva económica, la propuesta busca aumentar la competitividad de la empresa mediante la reducción de costos asociados a reprocesos y devoluciones, así como mejorar la capacidad de cumplimiento de entregas a tiempo. La optimización de procesos productivos permitirá a la empresa incrementar su productividad y calidad del producto, beneficiando tanto a la empresa como a sus clientes.

Además, la investigación tiene un impacto social significativo, ya que el fortalecimiento de las MYPES contribuye a la generación de empleos de calidad y mejora las condiciones laborales, apoyando la estabilidad económica local.

HIPÓTESIS (Si aplica)

No aplica.

DISEÑO METODOLÓGICO

El objetivo de proponer un modelo para reducir los tiempos de entrega en una empresa dedicada a la fabricación de pintura para la espuma de los muebles. Para identificar la causa raíz de los problemas se trabajó un árbol de problemas. Para la propuesta de solución se utilizó herramientas de mejora continua como 5S, Poka Yoke y estandarización de trabajo. Finalmente, la comprobación de resultados se hizo a través de la prueba piloto 5S con visitas al área de trabajo, una simulación con el software Arena y midiendo el impacto a través de los indicadores previamente considerados.

Todo el proceso metodológico se dividió en 5 etapas, que se describen a continuación:

Proceso Metodológico

1. Análisis de causas-raíces

Para esta etapa se utilizó un árbol de problemas, y se concluyó que; la falta de estandarización en el proceso de producción, carencia de capacitación, desorden, suciedad en el lugar de trabajo, ausencia de una guía sobre la realización del proceso de producción y carencia de plan de producción son las causas que derivan a problemas como reprocesos constantes y retrasos en el comienzo de producción, que finalmente decanta en el retraso en las entregas.

2. Selección de herramientas

Mediante la revisión de la literatura y ranking de factores, determinamos que las mejores herramientas a usar eran 5S, Poka Yoke y Estandarización del trabajo.

3. Evaluación pre-test y creación del modelo

Se creó un modelo para que el área de trabajo pueda adaptarse a utilizar las herramientas Lean seleccionadas, con el fin de mejorar el orden, la limpieza y la eficiencia.

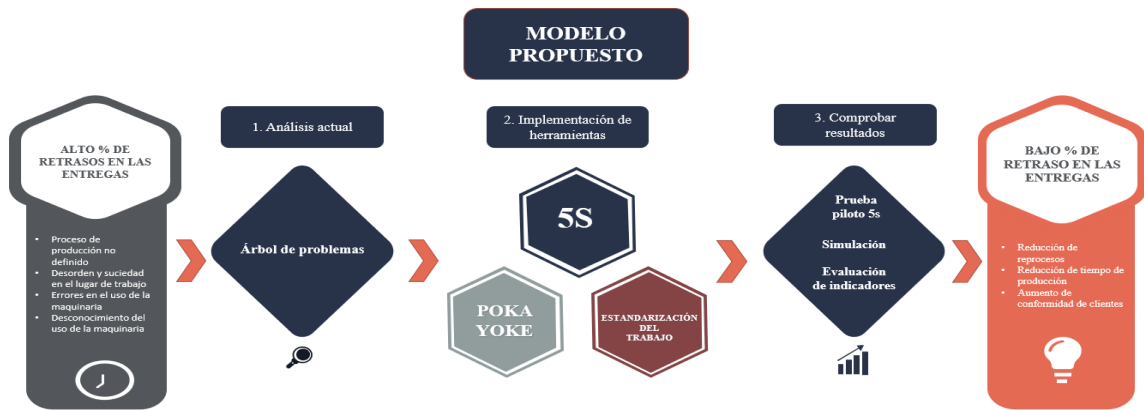
4. Validación del modelo

Para garantizar la adaptación del modelo, se validó a través de las pruebas piloto de 5S y Poka Yoke; mientras que para la estandarización del trabajo se utilizó la simulación en el software Arena 16.1, e indicadores claves previamente definidos.

5. Evaluación de post-test y análisis de los resultados

Al comparar los resultados después de tres meses de implementación, los indicadores mejoraron con notoriedad. Se aumentó el porcentaje de las entregas a tiempo de la pintura solicitada, disminuyen los reprocesos, así como las demoras en el proceso de producción.

Figura 1. Cuadro de etapas del proyecto



La propuesta del modelo se orientó a ser viable, efectiva y a emplear métodos económicos ajustados a la capacidad financiera de la empresa. Durante la prueba piloto, se recopilaron datos que permitieron comparar las cifras iniciales con los resultados obtenidos después de la implementación, por lo que se concluyó con mejoras significativas materializadas a nivel económico.

Tabla 1. Tabla de los resultados de los objetivos planteados

Problema	Indicador Principal	Actual	Objetivo	Mejorado	Indicador	Actuales	Objetivos	Mejora
Constantes retrasos en las entregas	Entregas a tiempo	69.8%	90.0%	91.8%	Tonos de pintura no deseados	70.2%	30.0%	35.5%
					Imperfecciones en la pintura	28.6%	5.0%	4.9%
					Demoras en el comienzo de la producción	3.81 H	1 H	0.42 H

Luego de aplicar el modelo propuesto, usando las herramientas Lean Manufacturing mediante el uso de pruebas piloto y simulaciones, logramos aumentar el porcentaje por litro de pintura entregados a tiempo en un periodo 3 meses, logrando una mejora del 91.8%.

- Tonos de pintura no deseados:** A través del uso de las 5S y Poka Yoke, logramos reducir el porcentaje de tonos de pintura no deseados, pasando de un 70.2% a 35.5%, mejorando en la precisión de la mezcla, debido a la implementación de protocolos de medición precisos impactando en el orden, limpieza y controles de calidad al sistema de producción.
- Imperfecciones en la pintura:** Las imperfecciones y agentes externos evidenciados en la pintura, se redujeron notablemente gracias al etiquetado de los productos y al espacio de trabajo más ordenado y

limpio. Esto se logró mediante la implementación de 5S y del trabajo estandarizado, alcanzando la reducción del indicador de 28.6% a 4.9%.

- **Demoras en el comienzo de la producción:** Luego de estandarizar el modelo de producción, teniendo en cuenta la implementación de un sistema de orden y calidad, así como guías en referencia al proceso productivo (manuales, guías visuales en maquinaria), logramos reducir notablemente el tiempo en el que se inicia el proceso productivo de un nuevo pedido pasando de 3.81 H a 0.42 H.

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Mariafe Francia Barba:

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en este camino llamado vida. A mis padres, que con mucho esfuerzo me brindaron las herramientas para convertirme en una profesional y, sobre todo, por no dejarme sola en los momentos más difíciles. Gracias por su amor incondicional y por enseñarme que con esfuerzo todo es posible.

A mi familia, por ser un apoyo constante y por acompañarme en cada paso hacia mis sueños. A quienes ya no están entre nosotros, en especial a Mamila, Polito y Hugo: ¡lo logré! Gracias por enseñarme que podía volar alto y por ser siempre una fuente de inspiración.

A mis amigos, gracias por su confianza y por alentarme siempre. Este logro no es solo mío; ha sido un camino lleno de aprendizajes y momentos inolvidables que jamás hubiera podido recorrer sola.

Un agradecimiento especial a nuestro asesor de tesis, Martín Collao, por su guía desde el inicio, y a mi compañero y amigo Erick Rosales, cuya dedicación y esfuerzo fueron fundamentales para llegar hasta aquí.

Finalmente, mi gratitud hacia mi alma mater, la Universidad de Lima, por abrirme las puertas al conocimiento y enseñarme que el aprendizaje es un camino que nunca termina.

Erick Rosales Espinoza:

Quisiera agradecer a mi compañera de tesis, Mariafe Francia, por su dedicación y ambición para sacar adelante el presente proyecto de investigación, superando momentos de adversidad, frustración y demás obstáculos presentes en el camino para llegar al final de este gran logro.

Agradezco profundamente a nuestro asesor de tesis, Martín Collao, por su liderazgo y pasión desde el día 1 en el que iniciamos esta gran aventura.

Gracias a Onyx Internacional, por darnos la oportunidad de aplicar nuestros conocimientos en sus instalaciones y por la atención prestada en cada etapa del desarrollo de la presente investigación.

Gracias a mis amigos, compañeros y demás personas que siempre estuvieron conmigo por sus consejos, recomendaciones, apoyos y enseñanzas.

Muchas gracias a mi familia, quienes me apoyaron totalmente desde el día 1 en esta aventura rumbo a convertirme en un gran profesional; desde mis abuelos quienes pusieron la primera piedra de este gran logro, hasta mis padres quienes mediante enseñanzas, apoyo y paciencia lograron formarme en quien soy ahora.

Finalmente, quisiera agradecer a mi alma máter, la Universidad de Lima, a sus profesores, mentores, alumnos y demás compañeros por formarme en lo profesional y humano, exigiéndome a siempre dar lo mejor de mí en cada uno de los retos que la vida me ponga. Soy un antes y después luego de formar parte de esta gran institución.

Gracias a todos.

REFERENCIAS

Afflerbach, P., Kastner, G., Krause, F., & Röglinger, M., The business value of process flexibility: An optimization

model and its application in the service sector. Building Research and Information, 48(8), 839-855, 2020.

Akimov, S.S., Optimization of production processes when building a value flow map. *Journal of Physics: Conference Series*, 5(Q1), 13, 2019.

Barot, R. S., Raval, K., Berawala, H. S., & Patel, A., Implementation of lean practices in water heater manufacturing industry. *Materials Today Proceedings*, 2020.

CAF: Banco de Desarrollo de América Latina., El Caribe se integra en el ADN de CAF, 2023. Recuperado de <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2023/07/el-caribe-se-integra-en-el-adn-de-caf/>.

Cagnin, M. I., & Nakagawa, E. Y., M-PoP: Leveraging the systematic modeling of processes-of-business processes. *Business Process Management Journal*, 28(1), 265-285, 2022.

Chatzistamoulou, N., & Tyllianakis, E., Improvement Model Based on Four Lean Manufacturing Techniques to Increase Productivity in a Metalworking Company. *ACM International Conference Proceeding Series*, 2022.

Cuggia-Jiménez, C., Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D., Lean manufacturing: a systematic review in the food industry. *Información Tecnológica*, 21(5), 624-632, 2020.

De Pie, B., & Lamari, F., Reducing Construction Execution Conflict while Increasing Productivity: The link between Internal Integration and Financial Performance. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 15(1), 04020002, 2023.

Gallo, T., Industry 4.0 tools in lean production: A systematic literature review. *Procedia Computer Science*, 2020.

García, J., Improvement Model Based on Four Lean Manufacturing Techniques to Increase Productivity in a Metalworking Company. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 2022.

Lee, S., & Park, J. , Effects of work standardization on labor productivity: Evidence from the semiconductor industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 69, 132-138, 2019.

Pena, R., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Fernandes, N. O., & Pereira, T., Lean manufacturing applied to a wiring production process. *Procedia Manufacturing*, 47, 441-446, 2020.

Shah, S. H., Atweh, L. A., Thompson, C. A., Carzoo, S., Krishnamurthy, R., & Zumberge, N. A., Workflow interruptions and effect on study interpretation efficiency. *Journal of the American College of Radiology*. Advance online publication, 2022. doi:10.1016/j.jacr.2021.12.098

Singh, R. K., & Gurtu, A, Prioritizing success factors for implementing total productive maintenance (TPM). *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 28(3), 474-492, 2022.

Summit H. Shah, MDa, Lamya A. Atweh, MDa, Corey A. Thompson, MDb, Stephanie Carzoo, MSa, Rajesh

Krishnamurthy, MDa, & Nicholas A. Zumberge, MD., Workflow Interruptions and Effect on Study Interpretation

Efficiency, 2022. doi: 10.1016/j.jacr.2021.12.098.

Tulabandhula, T., Sinha, D., & Karra, S., Optimizing revenue while showing relevant assortments at scale. European

Journal of Operational Research, 2022.

Zamalloa Menacho, A., Mamani Rojas, R., Flores Pérez, A., & Collao Díaz, M., Propuesta de modelo productivo

basado en Lean y Mejora Continua para mejorar la productividad en pymes de panadería. IEIM, 7(2), 45-53, 2021.

Zhang, Q., et al. , Customizing work standardization for small and medium-sized enterprises: A case study in the food

processing industry. Journal of Cleaner Production, 277, 124061, 2020.

ANEXOS.

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Production Model Based on Lean Manufacturing Tools to Reduce Delivery Times in a Small Manufacturing Enterprise
- **Autores:** Mariafe Olenka Francia Barba, Erick Linder Rosales Espinoza
- **Co autor(es):** Martin Fidel Collao Díaz

Publicación en revista

- **Nombre de la revista:** IEOM Society International
- **Volumen:** -
- **Número:** -
- **Año:** 2024
- **Pp:** -
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**
ISBN: 979-8-3507-1734-1
ISSN/E-ISSN: 2169-8767
DOI: <https://doi.org/10.46254/AN14.20240030>

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 14th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Dubai, UAE
- **Organizador:** IEOM Society
- **Sede:** Dubai
- **Año:** 2024
- **Pp:** -
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**
ISBN: 979-8-3507-1734-1
ISSN/E-ISSN: 2169-8767
DOI: <https://doi.org/10.46254/AN14.20240030>




0% Overall Similarity

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

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text

Top Sources

- 0%  Internet sources
- 0%  Publications
- 0%  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.