

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



IMPROVEMENT IN A FLEXIBLE PACKAGING COMPANY THROUGH STANDARDIZATION AND PREVENTIVE MAINTENANCE

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial
Artículo Científico

Mayerli Rocio Arenas Lopez

20192401

Esthefani Carina Murillo Rodas

20193143

Asesor

José Antonio Taquía Gutiérrez

Lima – Perú

Abril de 2024

Propuesta Carrera Ingeniería Industrial
Título Improvement in a flexible packaging company through standardization and preventive maintenance
Autor(es) 20192401@aloe.ulima.edu.pe 20193143@aloe.ulima.edu.pe Universidad de Lima
<p>Resumen: En el contexto industrial actual, los esfuerzos de investigación están dirigidos a abordar los desafíos que enfrentan los sectores manufactureros, particularmente en lo que respecta a la gestión de costos, los residuos de producción y los problemas de tiempo de inactividad. Este estudio tiene como objetivo explorar y proponer soluciones para mejorar la eficiencia operativa y el desempeño general en respuesta a estas preocupaciones críticas. Se enfatiza la importancia de la estandarización y el mantenimiento preventivo como soluciones clave para enfrentar estos desafíos. Investigaciones previas han demostrado que la implementación de estas herramientas de ingeniería no solo reduce costos, sino que también mejora los procesos empresariales en general. El objetivo es optimizar la eficiencia y los resultados.</p> <p>Palabras Clave: Mantenimiento Preventivo, Estandarización, Proceso de Impresión Flexográfica y Manufactura Esbelta</p> <p>Abstract: In the current industrial context, research efforts are directed towards addressing challenges encountered by manufacturing sectors, particularly concerning cost management, production waste, and downtime issues. This study aims to explore and propose solutions to enhance operational efficiency and overall performance in response to these critical concerns. It emphasizes the significance of standardization and preventive maintenance as key solutions to tackle these challenges. Previous research has demonstrated that implementing these engineering tools not only reduces costs but also enhances overall business processes. The goal is to optimize efficiency and outcomes.</p> <p>Keywords: Preventive Maintenance, Standardization, Flexographic Printing Process, and Lean Manufacturing</p>
<p>Línea de investigación IDIC – ULIMA Operaciones y Logística</p>
<p>Área y Sub-áreas de Investigación: Operations Engineering and Management / Maintenance Management & Control</p>
<p>Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) ODS N° 9: Industria, Innovación e Infraestructura</p>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
<p>Durante muchos años, el embalaje flexible ha mostrado un crecimiento significativo dentro de la industria del embalaje. El principal usuario del embalaje flexible ha sido el sector alimentario, adquiriendo una participación de mercado significativa del 70%, lo que impactó el mercado global de embalaje flexible en 2020. Según Balaban et al. (2021), las proyecciones para 2021 estiman que el mercado alcanzará alrededor de 31.5 millones de toneladas, representando un crecimiento anual promedio del 3.3%. Además, Repeta et al. (2023) mencionaron que el método de impresión flexográfica para embalaje flexible con tintas a base de solvente para productos alimentarios e industriales mantiene una posición líder en este segmento en comparación con otros métodos de impresión. Su desarrollo está acompañado por una mejora constante de materiales y tecnologías.</p>

Valdec et al. (2021) afirman que la flexografía se basa en el principio fundamental de transferencia de tinta, pero profundizar en una perspectiva más detallada del proceso puede revelar diversas variables que impactan este proceso de impresión y, naturalmente, la calidad final de la producción. El resultado final está influenciado por una variedad de procesos, incluyendo las propiedades de la plancha, las condiciones del rodillo anilox, la impresión con fotopolímero y las características del sustrato de impresión.

En Perú, la empresa en estudio ha incrementado su producción de embalaje flexible en respuesta a una mayor demanda de clientes, consolidando así su presencia en el sector de impresión plástica. Estos esfuerzos la han posicionado como uno de los principales actores de la industria, reconocida por su oferta innovadora de productos. A través de una investigación interna, se realizó un análisis exhaustivo del proceso de producción, revelando que el desperdicio total representó el 13.29% del producto final. Específicamente, el proceso de impresión flexográfica surgió como el principal contribuyente a esta generación de desperdicio en los últimos seis meses.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Mejorar el proceso de impresión flexográfica utilizando las herramientas lean (Estandarización y Mantenimiento Preventivo) en la empresa en estudio

Objetivos secundarios:

1. Reducir el desperdicio de merma del proceso de impresión.
2. Incrementar la eficiencia del proceso de impresión.
3. Mejorar el diseño y preparación del proceso de impresión.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es fundamental para abordar las deficiencias en la impresión flexográfica que generan un alto nivel de desperdicio debido a la falta de mantenimiento y estandarización en las máquinas de impresión. Estas fallas impactan la calidad del producto final y aumentan los costos de producción. Analizar sus causas y proponer soluciones efectivas, como el mantenimiento preventivo y la estandarización del trabajo, permitirá minimizar errores y optimizar los procesos de impresión. Esto se alinea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) N°9: Industria, Innovación e Infraestructura, promoviendo el desarrollo tecnológico, la eficiencia en los procesos productivos y la sostenibilidad en la industria de la impresión.

HIPÓTESIS (No aplica)

DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación aplicada busca resolver un problema específico en la industria de impresión flexográfica, enfocándose en el mantenimiento preventivo y la estandarización

Enfoque

Esta investigación se basa en un enfoque cuantitativo y cualitativo para analizar y optimizar procesos industriales, con énfasis en la reducción de desperdicios y la mejora en la eficiencia de operaciones previas y posteriores a la impresión. Se trata de un estudio aplicado, ya que busca implementar soluciones prácticas dentro del entorno productivo.

Alcances

- Análisis de causa-raíz de los problemas presenciados en la visita a planta.
- Análisis cualitativo y cuantitativo de los indicadores de la propuesta de solución, usando herramientas lean.
- Conocer las funciones de los equipos del proceso de producción de empaques flexibles para poder encontrar soluciones a los problemas encontrados.

Restricciones y limitaciones

- Identificar si la información exacta que se requiere para el proyecto está disponible.
- La herramienta de estandarización y Mantenimiento Preventivo no garantiza el 100% de efectividad en la solución del problema, además de la dificultad de ejecución de estas en la empresa.
- No se permite tomar fotos o grabar las visitas a la planta, lo que dificultará la obtención de información y toma de fotos para el trabajo de investigación.

Técnicas e instrumentos a utilizar

- Observación directa de los procesos involucrados.
- Entrevistas con operadores y supervisores.
- Análisis de datos históricos sobre tiempos de inactividad y desperdicio.
- Diagramas de flujo y herramientas de análisis de procesos.

El modelo propuesto busca reducir el desperdicio y mejorar los procesos, lo que resulta en una reducción de costos y tiempos. Esto está en línea con la aplicación de medidas que disminuyen paradas y fallos en las operaciones fuera del proceso de impresión, mediante las siguientes fases:

Fase 0: Análisis

- VSM (Value Stream Mapping): Mapeo de la cadena de valor para identificar desperdicios y oportunidades de mejora.
- Diagrama de Pareto: Identificación de los principales problemas que generan mayor impacto negativo.
- Árbol de Problemas: Análisis estructurado para encontrar las causas raíz de los inconvenientes detectados.

Fase 1: Herramientas de mejora

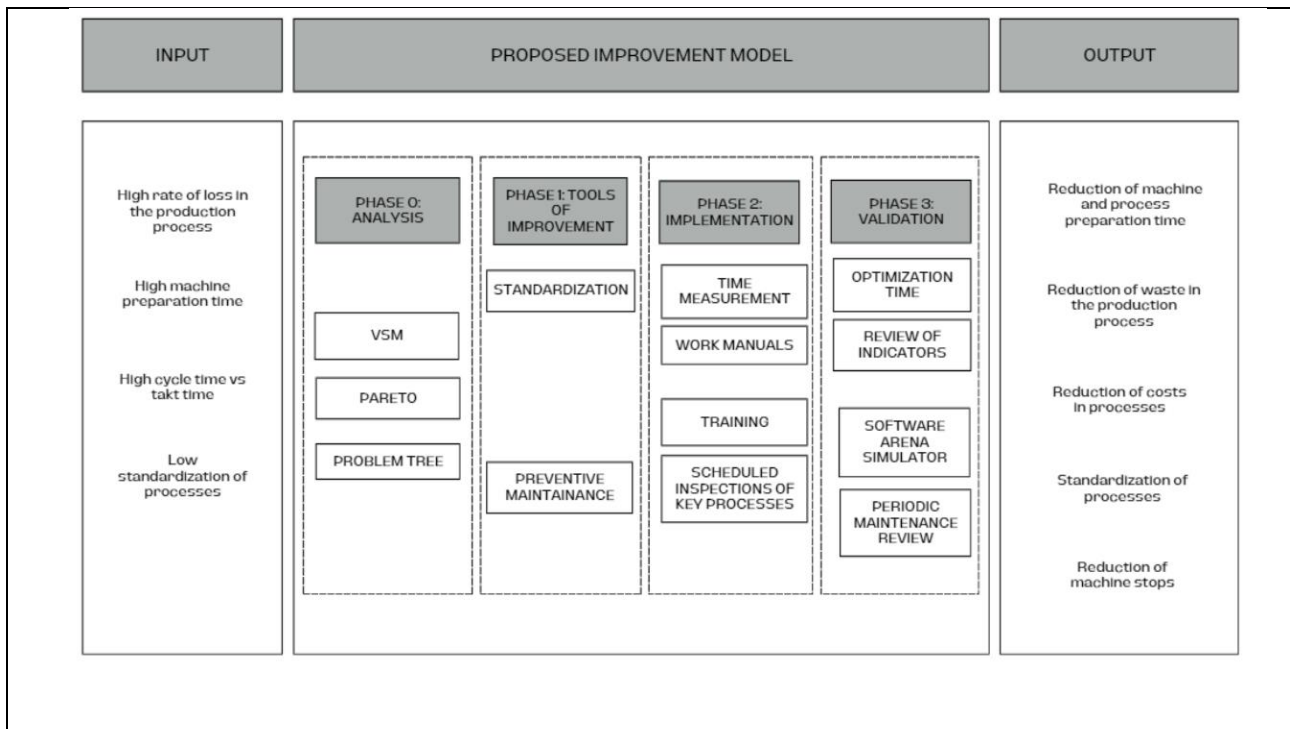
- Estandarización: Desarrollo de procedimientos claros y replicables para mejorar la consistencia de las operaciones.
- Mantenimiento preventivo: Implementación de estrategias de mantenimiento para reducir fallos inesperados.

Fase 2: Implementación

- Medición del tiempo: Análisis detallado de tiempos de producción para detectar ineficiencias.
- Manuales de trabajo: Creación de documentación que guíe a los operarios en los procedimientos estandarizados.
- Capacitación: Entrenamiento del personal para mejorar el cumplimiento de procesos optimizados.
- Inspecciones programadas de procesos clave: Evaluaciones periódicas para asegurar la correcta ejecución de procedimientos.

Fase 3: Validación

- Optimización del tiempo: Ajuste de los procesos para reducir tiempos de operación.
- Revisión de indicadores: Evaluación de métricas clave para medir el impacto de las mejoras.
- Simulador de software (Arena Simulator): Uso de herramientas digitales para modelar procesos y anticipar problemas.
- Revisión periódica del mantenimiento: Asegurar que las estrategias de mantenimiento continúen funcionando efectivamente.



1. NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Yo Mayerli quiero agradecer a Dios por haberme guiado y dado fuerzas en cada etapa de mi carrera, a mis padres por ser mi mayor apoyo y brindarme su confianza, a mis hermanos por su aliento incondicional y motivación constante, y a mí misma por no rendirme nunca y seguir adelante con determinación.

Yo Esthefani agradezco a Dios por acompañarme en este arduo camino dándome fuerzas para avanzar y lograr mis metas, a mis padres por su constante apoyo y amor a lo largo de mis años universitarios, a mi hermana por su guía y modelo y a todos los que conocí y aportaron en esta etapa de mi vida.

REFERENCIAS

- Abusaq, Z., Zahoor, S., Habib, M., Rehman, M., Mahmood, J., Kanan, M., & Mushtaq, R., (2023). Improving Energy Performance in Flexographic Printing Processes through Lean and AI Techniques: A Case Study. *Energies*, 16(4), 3. <https://doi.org/10.3390/en16041972>
- Aisyah, S., Purba, H., & Setiaji, S. (16-18 de setiembre de 2020). *Analysis Work Standardization Using The Standardized Work Combination Table on CNC of Mission Case Line Process at PT Astra Otoparts* [Sesión de conferencia]. 2nd International Conference on Industrial and Manufacturing Engineering, Jakarta Barat, Indonesia.
- Al Mashkour, I., Mohammed, R., & Alkhafaji, A., (2022). The Role of Lean Production Practices on The Lower Quality Cost and High Performance of Manufacturing Firms in Iraq, *International Journal of Economics and Finance Studies*, 14(4), 367-368. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2023.8.6.2114>
- Alves, D., Ferreira, L., Pereira, M., Sá, J., Silva, F., & Fernandes, N. (15-18 de junio de 2021). *Analysis and Improvement of the Packaging Sector of an Industrial Company* [Sesión de conferencia]. 30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, Atenas, Grecia.
- Azemi, F., Lujčić, R., Šimunović, G., & Tokody, D. (8-9 de octubre de 2022). *Selection the Basic Lean Manufacturing Techniques in Developing the Model for Industry 4.0 in Kosovo*

Manufacturing Industry. [Sesión de conferencia]. 14th International Conference on Interdisciplinarity in Engineering—INTER-ENG 2020, Târgu Mureș, Romania.

- Balaban, P., Viduka, D., Ristic, V., Maksin, M., Radic, V., Vladisavljević, R., Vulic, M., Josimovic, M., & Radivojevic, N. (2021). Mechanical and barrier properties of flexible packaging materials after the flexo printing process. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 49(4), 513-523. <https://doi.org/10.4038/jnsfsr.v49i4.10277>
- Bouchard, S., Abdounour, G., & Gamache, S. (2022). Agility and Industry 4.0 Implementation Strategy in a Quebec Manufacturing SME, *Sustainability*, 14(13), 2. <https://doi.org/10.3390/su14137884>
- Ciccarelli, M., Papetti, A., Cappelletti, F., Brunzini, A., & Germani, M. (2022). Combining World Class Manufacturing system and Industry 4.0 technologies to design ergonomic manufacturing equipment. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 16 (1), 265–266. <https://doi.org/10.1007/s12008-021-00832-7>
- Domínguez, A., Ortiz, D., Naranjo, I., & Llugsa, J., (2020). Application of SMED methodology in change of die in the formed area: Ecuador case, *Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologias De Informação*, 1(37), 140-152.
- Drewniak, R., & Drewniak, Z. (2022). Improving business performance through TPM method: The evidence from the production and processing of crude oil, *PLoS ONE*, 17(9), 2-3. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274393>
- Espíndola, S., Albuquerque, A., & Xavier, L. (2019). Standardization of administrative processes: a case study using continuous improvement tool. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 16(4), 709. DOI: 10.14488/BJOPM.2019.v16.n4.a15
- Gavriluta, A., Nițu, E., & Gavriluta, A. (2021). Algorithm to Use Some Specific Lean Manufacturing Methods: Application in an Industrial Production Process. *Processes*, 9(4), 5-6. <https://doi.org/10.3390/pr9040641>
- Lastra, R., Pereira, A., Díaz-Cacho, M., Acevedo, J., & Collazo, A. (2022). Spare Parts Made by Additive Manufacturing to Improve Preventive Maintenance. *Applied Sciences*, 12(20), 2-5. <https://doi.org/10.3390/app122010564>
- Miranda-López, Y., Toledo-Loza, F., & Flores, E. (18-22 de julio de 2022). *Optimization model to increase the efficiency of the flexible packaging production process applying the Johnson Method, SMED and TPM in a SME in the Plastics Sector* [Sesión de conferencia]. 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, Florida, Estados Unidos.
- Pinto, G., Silva, F., Baptistaa, A., Nuno O., Casaisa, R., & Carvalho, C. (15-18 de julio de 2020). *TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study*, *Procedia Manufacturing*, [Sesión de conferencia]. 30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2020), Atenas, Grecia.
- Quiroz, J. & Vega, A. (2022). Review lean manufacturing model of production management under the preventive maintenance approach to improve efficiency in plastics industry SMES: a case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 33(2), 143-156. <https://doi.org/10.7166/33-2-2711>
- Realyvásquez, A., Flor Moltalvo, F., Blanco, J., Sandoval-Quintanilla, J., Jiménez, E., & García-Alcaraz, J. (2022). Implementation of Production Process Standardization - A Case Study of a Publishing Company from the SMEs Sector, *Processes*, 7(646), 3-5.
- Repeta, V., Kukura, T., Havrylyshyn, V., & Kukura, Y. (2023). Analysis of factors and construction of prognostic quality models of flexographic printing process of packaging with solvent based inks. *Journal of Graphic Engineering and Design*, 14(3), 37-38. <https://doi.org/10.24867/JGED-2023-3-037>

Santos, D., Santos, B. & Santos, C. (2021). Implementation of a standard work routine using Lean Manufacturing tools: A case Study, *Gestão & Produção*, 28(1), 3-5.
<https://doi.org/10.1590/0104-530X4823-20>

Shehzad, A., Zahoor, S., Sarfraz, S., & Shehab, E. (11-13 de setiembre de 2018). *Implementation of TPM in a Process Industry: A Case Study from Pakistan*, [Sesión de conferencia]. 16th International Conference on Manufacturing. Skovde, Suecia.

Valdec, D., Hajdek, K., Vragovic, L., & Gecek, R. (2021). Determining the Print Quality Due to Deformation of the Halftone Dots in Flexography, *Applied Sciences*, 11(22), 1-2.
<https://doi.org/10.3390/app112210601>

ANEXOS.

Datos del artículo publicado

- Nombre del artículo: Improvement in a flexible packaging company through standardization and preventive maintenance
- Autores: Mayerli Rocio Arenas Lopez y Esthefani Carina Murillo Rodas
- Co autor(es): José Antonio Taquía Gutiérrez

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 5th African conference on Industrial Engineering and Operations Management, South Africa, Johannesburg, South Africa
- **Organizador:** IEOM Society International
- **Sede:** Johannesburg, South Africa
- **Año:** 2024
- **Pp:** 943 - 954
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**<https://doi.org/10.46254/AF05.20240189>

8% Overall Similarity

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





Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 15 words)




Exclusions

- ▶ 1 Excluded Source

Match Groups

-  **7 Not Cited or Quoted 8%**
Matches with neither in-text citation nor quotation marks
-  **0 Missing Quotations 0%**
Matches that are still very similar to source material
-  **0 Missing Citation 0%**
Matches that have quotation marks, but no in-text citation
-  **0 Cited and Quoted 0%**
Matches with in-text citation present, but no quotation marks

Top Sources

- 7%  Internet sources
- 2%  Publications
- 4%  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.