

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **PRODUCTION MANAGEMENT MODEL BASED ON LEAN MANUFACTURING AND SLP TO OPTIMIZE UNPRODUCTIVE TIMES IN SMES IN THE PLASTICS INDUSTRY**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Oscar Jofre Seminario Mallqui**

**Código 20183263**

**Jhordy Edinson Burga Dominguez**

**Código 20151679**

**Asesor**

**Martín Fidel Collao Díaz**

Lima – Perú

Diciembre de 2023

### Título

PRODUCTION MANAGEMENT MODEL BASED ON LEAN MANUFACTURING AND SLP TO OPTIMIZE UNPRODUCTIVE TIMES IN SMES IN THE PLASTICS INDUSTRY

### Autor(es)

Oscar Jofre Seminario Mallqui  
20183263@aloe.ulima.edu.pe  
Universidad de Lima

Jhordy Edinson Burga Dominguez  
20151679@aloe.ulima.edu.pe  
Universidad de Lima

**Resumen:** En los últimos años, se ha producido un aumento considerable de la demanda de la industria del plástico, por lo que muchas PYMES no han podido cubrir sus demandas debido a problemas de producción, ya que existe un elevado número de horas improductivas en movimientos innecesarios, parada de máquinas, mala planificación del mantenimiento de la maquinaria, entre otros. El problema que se ha podido identificar y que se da en la mayoría de las PYMES del sector del plástico es la baja disponibilidad por tiempos improductivos. El objetivo de este artículo es reducir los tiempos muertos en la producción y consecuentemente aumentar el OEE, ya que esto representa una pérdida de dinero para la empresa, especialmente en el proceso de inyección. Para ello, se propone la implantación del modelo Lean Manufacturing, validado con sus herramientas TPM, 5s, ErgoSMED y Poka Yoke, además de la implantación de SLP. Para validar esta propuesta de mejora, se utilizó el software de simulación Arena en una empresa del sector del plástico, ya que se podrá obtener una reducción de los tiempos improductivos en un 20%, reducir los tiempos de desplazamiento en un 25%, reducir el desorden laboral en los puestos de trabajo en un 15%, y en general aumentar la disponibilidad en un 12%, aumentando así el indicador OEE en un 20%.

**Palabras Clave:** Lean Manufacturing, 5S, ErgoSMED, TPM, Poka Yoke, SLP

**Abstract:** In recent years, there has been a considerable increase in demand from the plastics industry, so many SMEs have not been able to meet their demands due to production problems, since there is a high number of unproductive hours in unnecessary movements, machine stoppage, poor machinery maintenance planning, among others. The problem that has been identified and that occurs in the majority of SMEs in the plastics sector is low availability due to unproductive times. The objective of this article is to reduce downtime in production and consequently increase OEE, since this represents a loss of money for the company, especially in the injection process. To this end, the implementation of the Lean Manufacturing model is proposed, validated with its TPM, 5s, ErgoSMED and Poka Yoke tools, in addition to the implementation of SLP. To validate this improvement proposal, the Arena simulation software was used in a company in the plastics sector, since it will be possible to obtain a reduction in unproductive times by 20%, reduce travel times by 25%, reduce the labor disorder in jobs by 15%, and in general increase availability by 12%, thus increasing the OEE indicator by 20%.

**Keywords:** Lean Manufacturing, 5S, ErgoSMED, TPM, Poka Yoke, SLP

**Línea de investigación IDIC – ULIMA:** (5) - Productividad y Empleo

**Área y Sub-áreas de Investigación:** (1) - Diseño y medición del trabajo.

**Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS):** (8) - Trabajo decente y crecimiento económico

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Este caso de estudio presenta un bajo índice de disponibilidad de las máquinas inyectoras, el cual tiene un impacto del 5.25% por cambio de molde, cuyas causas son el montaje, retiro y enganche del molde, que tuvieron pérdidas de S/. 32,298.23.

Se busca optimizar los tiempos muertos a través de herramientas de ingeniería (Lean Manufacturing y SLP) en cada una de las causas correspondientes.

## **OBJETIVOS**

- Reducir los tiempos improductivos especialmente en el proceso de inyectado de plástico, con el fin de optimizar la disponibilidad.
- Aplicación de SLP como herramienta inicial para mejorar la distribución de los recursos de la planta
- Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing (SMED, 5S, Mantenimiento autónomo, y estandarización de trabajo) para mejorar los procesos de fabricación de tinas, especialmente el proceso de inyectado.

## **JUSTIFICACIÓN**

La producción mundial de plásticos ha crecido significativamente en los últimos años, alcanzando a la fecha 8.300 millones de toneladas desde el inicio de su elaboración de productos en 1950, siendo China el mayor productor del sector (Greenpeace, 2021). Para el Perú, la industria del plástico representa el 4% del PBI industrial y genera alrededor de 200 mil puestos de trabajo.

El problema identificado de acuerdo con la literatura se refiere a la carga de trabajo de los operadores, el exceso de traslados, los riesgos de accidentes, mantenimiento de la máquina, entre otros. Todo esto se incluye en la Efectividad Total de los Equipos, llamada OEE, problema que también fue presentado en Asia, Indonesia, donde una empresa presentaba altos tiempos de parada, teniendo una OEE de 72,35% y en la investigación las principales causas del problema, a través de un estudio cuantitativo y cualitativo (Saputro & Rimawan, 2021). En otra investigación, se muestra un estudio donde los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad son bajos y se busca establecer un cronograma y aplicar herramientas de mejora para tener las máquinas en buen estado de funcionamiento, y así mejorar la OEE y la productividad (Shams, Rabby, & Istiak, 2019). Además, se logró identificar el bajo desempeño productivo en pymes productoras de plástico en Bogotá, teniendo en cuenta factores tangibles e intangibles, que terminan afectando la OEE (Suarez Gaitán & Calderón Pino, 2021). Por lo tanto, de lo mostrado se evidencia que la industria del plástico presenta problemas productivos debido a su baja tasa de disponibilidad, especialmente en las máquinas inyectoras, por lo cual este problema debe ser analizado con un mayor enfoque.

## **HIPÓTESIS (Si aplica)**

Se ha optimizado la disponibilidad mediante las herramientas de SLP y Lean Manufacturing que han permitido reducir los tiempos improductivos en los procesos de inyectado del caso de estudio.

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

Tipo: Aplica

La presente investigación fue de tipo aplicada, debido a que está orientada a lograr la mejorar la disponibilidad mediante la implementación de un modelo basado en herramientas Lean.

Enfoque: Cuantitativo

El enfoque es cuantitativo, ya que busca evaluar, comparar e interpretar los datos obtenidos en su fase de pre-test (diagnóstico) y posterior a la implementación (validación), analizar el comportamiento del mismo grupo (proceso) en la etapa post-test.

Alcance: Casual

El alcance es causal porque el objetivo es conocer el efecto que producen la implementación de las herramientas Lean en el caso de estudio.

Técnicas e instrumentos:

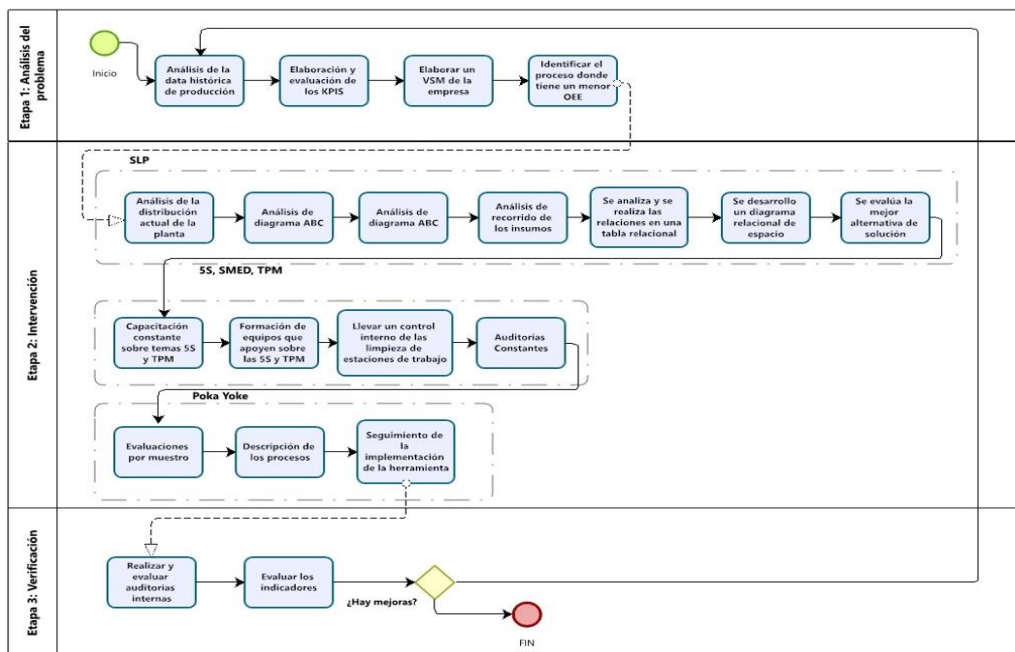
- 5S
- ErgoSMED
- TPM
- Poka Yoke
- SLP

Etapas del desarrollo de la investigación:

En la figura de abajo, se muestra el desarrollo de la investigación de nuestro caso de estudio, este comenzó con la búsqueda de información de la empresa mediante una entrevista con el gerente general y luego con el jefe de planta este último es el encargado de planta, ya que con ellos pudimos conversar acerca de las problemas existentes .Con la información que se recolecto cuando se visitó la empresa, se hizo el proceso de diagnóstico con diagramas de Pareto, Ishikawa y ABC, que esto serviría para elaborar el árbol de problemas, así como el VSM, ya que se podrá identificar qué herramientas usar de Lean Manufacturing para resolver o mitigar los problemas que se habían encontrado en la empresa. En el caso de estudio, el problema era la baja disponibilidad. Luego de planificar, con ayuda de las herramientas y estudios previos de casos similares, se procede a realizar una auditoría de 5S para recolectar información inicial. Por otro lado, se busca mejorar la eficiencia en mantenimiento en el cual se utilizará mantenimiento autónomo y predictivo (TPM) y para la aumentar la cantidad de productos bien realizados y de buena calidad se emplea Estandarización de Trabajo (Poka Yoke). Finalmente, para reducir la distancia de traslados y mejorar la distribución de planta en general, se aplicará Systematic Layout Planning. Cuando se obtenga data del escenario sin mejoras, estos son recopilados en un Excel e ingresadas para una simulación en el software Arena. Con los resultados, se valida que la propuesta de las herramientas usadas. Se realizará una verificación en donde se presentará el modelo de la propuesta y además de ello los indicadores junto con los objetivos para mejorar nuestro modelo propuesto.

### **Figura 1.1**

*Flujograma del método*



## NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Se agradece a nuestros familiares por el apoyo brindado durante todo este tiempo de dedicación a la tesis y a nosotros mismos por el esfuerzo, perseverancia y constante trabajo en equipo que nos ha ayudado a lograr resultados dentro de lo planeado.

## REFERENCIAS

- Arroyo-Huayta, C. C.-R. (2021). Model to improve the efficiency in the extrusion area in a manufacturing sme of the industrial plastic sector based on smed, autonomous maintenance and 5s. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1253 AISC, 545-551. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-55307-4\\_83](https://doi.org/10.1007/978-3-030-55307-4_83)
- Carhuavilca Bonett, D. (2021, mayo). *Situación del Sector Plástico en el Perú: Aspectos cuantitativos*. Retrieved from <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/presentacion-iii-congreso-internacional-plasticos.pdf>
- Cheung, W. M. (2017). Incorporating lean thinking and life cycle assessment to reduce environmental impacts of plastic injection moulded products. *Journal of Cleaner Production*, 167, 759-755. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.208>
- Dirección de Promoción de las Exportaciones. (2021, marzo 30). *Plásticos Biodegradables: Un nuevo paso para su normalización*. Retrieved from <https://boletines.exportemos.pe/recursos/notas/plasticos-biodegradables:-un-nuevo-paso-para-su-normalizacion>
- Elwardi, B. M.-N. (2019). Towards a new model of industrial performance improvement for SMEs: A case study of TPM implementation in an industrial SME. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 9(4), 547-561. doi:<https://doi.org/10.1504/IJPMB.2019.103432>
- Gómez, J. T. (2018). Systematic layout planning of wineries: The case of Rioja region (Spain). *Journal of Agricultural Engineering*, 49(1), 34-41. doi:<https://doi.org/10.4081/jae.2018.778>
- Greenpeace. (2021). *Datos sobre la producción de plásticos*. Retrieved from <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>
- Jadayil, W. A. (2017). Different strategies to improve the production to reach the optimum capacity in plastic company. *Cogent Engineering*, 1-18. doi:<https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1389831>

- Kogawa, A. C. (2017). Quality tools for a successful strategic management. *International Journal of Business Process Integration and Management*, 8(3), 153-159. doi:<https://doi.org/10.1504/IJBPM.2017.085394>
- Lazarevic, M. M. (2019). A systematic literature review of poka-yoke and novel approach to theoretical aspects. *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 65(7-8), 454-467. doi:<https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6056>
- Liu H, L. X. (2020). A study of the layout planning of plant facility based on the timed Petri net and systematic layout planning. *PLoS ONE*, 15(9), 1-23. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239685>
- Makwana, A. D. (2019). Strategic implementation of 5S and its effect on productivity of plastic machinery manufacturing company. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 00(00), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1676112>
- Mielczarek, K. &. (2018). Plastic production machinery – the evaluation of effectiveness. *Production Engineering Archives*, 18(18), 42-45. doi:<https://doi.org/10.30657/pea.2018.18.07>
- Nagi, A. &. (2017). Integration of value stream map and strategic layout planning into DMAIC approach to improve carpeting process. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(1), 74-97. doi:<https://doi.org/10.3926/jiem.2040>
- Resende, V. A. (2014). Financial and human benefits of lean production in the plastic injection industry: An action research study. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 61-75. doi:<https://doi.org/10.22116/jiems.2018.80685>
- Ribeiro, P. S. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 765-775. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Saputro, I., & Rimawan, E. (2021). Performance Measurement Analysis of Injection Molding Machine JSW J450AD Using Methods Overall Effectiveness (OEE) And Failure Mode Effect Analysis ( FMEA ) In The Plastics Industry. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. Retrieved from <http://bitly.ws/gu88>
- Shams, E., Rabby, F., & Istiak, N. (2019). Desarrollo de un plan de cronograma de mantenimiento para mejorar la eficiencia de los equipos de una industria: un estudio de caso. *Revista Internacional de Investigación en Ingeniería Industrial*, 8(2), 140-157. Retrieved from [https://www.riejournal.com.translate.google/article\\_90977.html?\\_x\\_tr\\_sch=http&\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl=es-419&\\_x\\_tr\\_pto=nui,sc](https://www.riejournal.com.translate.google/article_90977.html?_x_tr_sch=http&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=nui,sc)
- Sociedad Nacional de Industrias. (2019). *Industria del plástico genera alrededor de 200 mil puestos de trabajo*. Retrieved from <https://sni.org.pe/industria-del-plastico-genera-alrededor-200-mil-puestos-trabajo/>
- Suarez Gaitán, W., & Calderón Pino, M. F. (2021). Propuesta De Mejoramiento De La Productividad De Las Pymes Transformadoras De Plástico Del Barrio Carvajal De Bogotá Mediante El Modelo De Productividad Gte. *Biotech & Engineering*, 1(2). Retrieved from [https://www.dropbox.com/sh/c1huheu32w6judn/AACxrepqEFhRSvIwts-Inhsua/SSOMA\\_FYCO/Master%20SSOMA%20%2C%20Ex.%20Medicos%20y%20Cap/INDICADORES/2020?dl=0&preview=FY-F-SSA-027+Reporte+estad%C3%ADstico+de+SST+2020.xlsx&subfolder\\_nav\\_tracking=1](https://www.dropbox.com/sh/c1huheu32w6judn/AACxrepqEFhRSvIwts-Inhsua/SSOMA_FYCO/Master%20SSOMA%20%2C%20Ex.%20Medicos%20y%20Cap/INDICADORES/2020?dl=0&preview=FY-F-SSA-027+Reporte+estad%C3%ADstico+de+SST+2020.xlsx&subfolder_nav_tracking=1)

## ANEXOS.

### Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** PRODUCTION MANAGEMENT MODEL BASED ON LEAN MANUFACTURING AND SLP TO OPTIMIZE UNPRODUCTIVE TIMES IN SMES IN THE PLASTICS INDUSTRY
- **Autores:** Oscar Jofre Seminario Mallqui y Jhordy Edinson Burga Dominguez
- **Co autor(es):** Martín Fidel Collao Díaz

### Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 4th South American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- **Organizador:** Universidad Ricardo Palma
- **Sede:** Lima - Perú
- **Año:** 2023
- **Pp:** -
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.46254/SA04.20230037>

# Paper\_Burga\_Seminario

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	2%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://index.ieomsociety.org">index.ieomsociety.org</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="http://ieomsociety.org">ieomsociety.org</a> Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="http://ebin.pub">ebin.pub</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://ijettjournal.org">ijettjournal.org</a> Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Apagado

Exclude assignment  
template

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words