

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **ENHANCING PRODUCTION EFFICIENCY AND QUALITY IN THE CARBONATED BEVERAGE INDUSTRY: A LEAN MANUFACTURING APPROACH**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Borys Gaston Urbizagastegui Jaramillo**

**Código 20153397**

**Bianca Joyce Vargas Romero**

**Código 20153409**

**Asesor**

**Juan Carlos Quiroz Flores**

Lima – Perú

Julio de 2024

### Título

Enhancing Production Efficiency and Quality in the Carbonated Beverage Industry: A Lean Manufacturing Approach

### Autor(es)

Borys Gastón Urbizagastegui-Jaramillo

20153397@aloe.ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú

Bianca Joyce Vargas-Romero

20153409@aloe.ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú

Juan Carlos Quiroz Flores

jcquiroz@ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú

**Resumen:** En el dinámico y competitivo sector de las bebidas carbonatadas, los fabricantes del Perú enfrentan importantes desafíos relacionados con el mantenimiento de máquinas, la estandarización de procesos y la gestión de defectos. Estos problemas no sólo perjudican la eficiencia de la producción, sino que también afectan la salud pública y la satisfacción del consumidor. Este estudio presenta un enfoque integrado que utiliza metodologías de manufactura esbelta, específicamente 5S, trabajo estandarizado y mantenimiento productivo total (TPM), para abordar estos desafíos. El modelo propuesto mejora sistemáticamente los procesos de producción al reducir el desperdicio, mejorar la confiabilidad de la máquina y estandarizar las operaciones para garantizar una calidad constante del producto. La implementación de este modelo en una planta de fabricación de bebidas peruana condujo a mejoras notables: una reducción en la tasa de defectos en un 32%, un aumento en la efectividad general del equipo

(OEE) del 61% al 81%, una disminución en el tiempo de inactividad en un 48%, y una reducción significativa de los residuos. Estos resultados demuestran la eficacia de las herramientas de Lean Manufacturing para transformar los entornos de producción al mejorar la eficiencia operativa y reducir las pérdidas, fomentando así un panorama de producción sostenible y orientado al consumidor.

**Palabras Clave:** Lean Manufacturing, 5S, Trabajo Estandarizado, TPM, bebidas carbonatadas, eficiencia productiva.

**Abstract:** In the dynamic and competitive sector of carbonated beverages, manufacturers in Peru face significant challenges related to machine maintenance, process standardization, and defect management. These issues not only impair production efficiency but also impact public health and consumer satisfaction. This study introduces an integrated approach utilizing Lean Manufacturing methodologies—specifically 5S, Standardized Work, and Total Productive Maintenance (TPM)—to address these challenges. The proposed model systematically enhances the production processes by reducing waste, improving machine reliability, and standardizing operations to ensure consistent product quality. The implementation of this model in a Peruvian beverage manufacturing facility led to notable improvements: a reduction in the defect rate by 32%, an increase in Overall Equipment Effectiveness (OEE) from 61% to 81%, a decrease in downtime by 48%, and a significant reduction in waste. These results demonstrate the effectiveness of Lean Manufacturing tools in transforming production environments by enhancing operational efficiency and reducing losses, thereby fostering a sustainable and consumer-oriented production landscape.

**Keywords:** Lean Manufacturing, 5S, Standardized Work, TPM, carbonated beverages, production efficiency.

**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

El caso de estudio presenta una baja producción de 18,280 unidades de bebidas carbonatadas que representa una eficiencia del 75% generando una pérdida de 102,945 soles por año debido a ineficiencias en las estaciones de trabajo, método de trabajo y mantenimientos de las máquinas en el proceso de producción.

Para solucionar este problema, se propone un modelo basado en herramientas Lean que son las 5S, Design Work - Diseño del trabajo, Total Productive Maintenance - Mantenimiento productivo total; finalmente adicionando la estandarización del trabajo optimizando, el problema central, la eficiencia de la producción.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de la investigación es el mejoramiento de la eficiencia, por ello se aplicó las herramientas Lean Manufacturing (5S, Design Work - Diseño del trabajo, Total Productive Maintenance - Mantenimiento productivo y estandarización del trabajo) dando como parte del resultado reducción de tiempos improductivos y de esta manera llegar al estándar de eficiencia.

## JUSTIFICACIÓN

El sector de bebidas carbonatadas juega un papel importante a nivel mundial, en América Latina y específicamente en Perú. En América Latina, la producción y el consumo de refrescos han sido objeto de análisis. En el contexto peruano, las bebidas carbonatadas son parte integral de la dieta y la economía, reflejando la importancia de comprender los impactos de su consumo en la salud y la economía. Las bebidas carbonatadas se consumen ampliamente y representan una parte importante de la industria de alimentos y bebidas. Sin embargo, la industria de las bebidas carbonatadas enfrenta importantes desafíos de producción. Problemas como el mantenimiento deficiente de las máquinas, la falta de estandarización de los procesos y la presencia de productos defectuosos plantean obstáculos importantes; subrayando la necesidad de controlar los procesos de producción para asegurar la calidad del producto final. Asimismo, se demuestra la relevancia de la tecnología en la producción de bebidas carbonatadas. Resolver los problemas de producción en el sector de las bebidas carbonatadas es crucial. Mejorar el mantenimiento de las máquinas, estandarizar los procesos y reducir la presencia de productos defectuosos no sólo garantizará la calidad de las bebidas, sino que también contribuirá a la salud pública y la satisfacción del consumidor. Por ello, para lograr un trabajo decente y crecimiento económico, se decidió aplicar las herramientas de Lean Manufacturing, específicamente las herramientas 5S, Diseño de Trabajo, TPM y Trabajo Estandarizado, en una empresa de consumo masivo de esta misma industria. La herramienta 5S aplicada por una auditoría interna y una prueba piloto con el objetivo de mejorar las condiciones laborales en los puestos de trabajo de la línea de bebidas. Se eliminó el desorden, se incorporó una cultura de orden y limpieza y se mejoró la gestión visual del proceso, lo que permitió sentar las bases para el rediseño de los puestos de trabajo y su posterior estandarización. Diseño de Trabajo, el objetivo de esta fase era aumentar la productividad, eficiencia y eficacia de la fuerza laboral. Con el rediseño se optimizaron las condiciones, adecuándolas a los requerimientos y necesidades de los colaboradores para que puedan cumplir con los objetivos de producción establecidos. Estandarización de procesos, se analizaron los métodos de trabajo actuales de las estaciones involucradas y posteriormente se establecieron el método y las condiciones óptimas para la implementación de estos nuevos métodos. Esto facilitó la medición y determinación de nuevos tiempos de ciclo, que servirían para controlar y verificar la eficiencia, eficacia y productividad de la fuerza laboral. TPM, Se desarrollaron estrategias de enfoque para su implementación, comenzando con las máquinas con mayor tasa de fallas. Una vez identificadas estas máquinas, se aplicó un análisis modal de efectos y fallas (FMEA) para identificar los sistemas con mayor severidad, frecuencia y índices de severidad, y así poder determinar las causas raíz de cada falla e implementar acciones preventivas que lograron reducir las averías.

## **HIPÓTESIS (Si aplica)**

La aplicación de un modelo basado en Lean Manufacturing incrementará la eficiencia estandarizando procesos y reduciendo tiempos improductivos, aumentando el índice de pedidos perfectos del caso de estudio del sector bebidas carbonatadas

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

Tipo: Aplicada

La investigación realizada es de tipo aplicada, ya que tiene como objetivo mejorar la entrega la eficiencia mediante la implementación de un modelo de operaciones que utiliza herramientas Lean Manufacturing.

Enfoque: Cuantitativo

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, ya que se pretende evaluar, comparar e interpretar los datos obtenidos en las fases de pre-test (diagnóstico) y post-test (validación). Se analiza el comportamiento del mismo grupo (proceso) antes y después de la implementación.

Alcance: Causal

El alcance de esta investigación es causal, ya que se busca determinar el efecto de la implementación de herramientas Lean en la eficiencia de la cadena de producción del caso de estudio.

Técnicas e instrumentos:

- 5S
- Design Work - Diseño del trabajo
- Standardized Work - Trabajo Estandarizado
- Total Productive Maintenance - Mantenimiento productivo total

Etapas del desarrollo de la investigación:

El plan de desarrollo de nuestra investigación empezando con la recopilación de datos de la empresa mediante una entrevista con el encargado de línea de producción, enfocándonos en el planteamiento del problema principal, sus causas y consecuencias; formulando las preguntas de estudio, objetivos y justificación del caso de estudio. Con la información que se recolectó en la visita de la empresa, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con el tema de investigación, con el fin de conocer el estado actual y hacer un proceso de diagnóstico, posteriormente armar el árbol de problemas para luego identificar qué herramientas de Lean Manufacturing usar con la finalidad de cumplir con los objetivos y abordar o mitigar el problema.

En este caso de estudio el problema era la baja eficiencia de la cadena de producción de bebidas carbonatadas a comparación del estándar de la industria. Después de planificar las acciones necesarias utilizando herramientas y estudios de casos similares, se procede a llevar a cabo la primera auditoría 5S para obtener datos reales. Estos datos serán utilizados para comparar con los resultados futuros después de implementar mejoras en proyectos piloto. Por otro lado, se busca mejorar la ergonomía de los operarios reduciendo el riesgo de disergonomía mediante diseño del trabajo, tablas, layout y pruebas con muebles ergonómicos y personalizados. Asimismo, para incrementar la cantidad de productos bien hechos y de alta calidad, se utilizará la Estandarización del Trabajo, reestructurando el método del proceso. Finalmente, se pretende aumentar la eficiencia del mantenimiento mediante la implementación de mantenimiento autónomo y predictivo (TPM).

Con los resultados obtenidos permitirán validar la efectividad de las herramientas utilizadas. Se llevará a cabo una verificación en la cual se presentará el modelo propuesto, así como los indicadores y objetivos establecidos para mejorar dicho modelo. Finalmente, se presentará el modelo propuesto junto con los indicadores y conclusiones del caso de estudio.

## NOTAS (AGRADECIMIENTOS):

Queremos expresar un sincero agradecimiento a Dios, el sacrificio y el aliento constante e incondicional de nuestros padres, así como la orientación experta y el compromiso continuo de nuestro asesor, que han sido elementos esenciales que han enriquecido significativamente este trabajo. Así mismo, a nuestra Alma Mater por proporcionarnos la formación necesaria para llevar a cabo este caso de estudio. Por último, extendemos nuestro agradecimiento a todos los participantes de este estudio por su colaboración imprescindible y fundamental.

## REFERENCIAS

- Arevalo-Barrera, B. C., Parreño-Marcos, F. E., Quiroz-Flores, J. C., & Alvarez-Merino, J. C. (2019). Waste Reduction Using Lean Manufacturing Tools: A Case in the Manufacturing of Bricks. En Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) (pp. 1285-1289). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978616>
- Bottani, E., Ferretti, G., & Vignali, G. (2012). Experimental analysis of a beverage carbonation system equipped with a venturi nozzle. *Journal of Food Process Engineering*, 36(3), 302-315. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2012.00692.x>
- Caso-Murillo, N., Mejia, R. L., & Quiroz-Flores, J. (2023, January). Process improvement model based on Lean manufacturing and Kaizen to increase machine availability at a plastics company. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2613, No. 1). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0119321>
- Dora, M., Goubergen, D., Kumar, M., Molnár, A., & Gellynck, X. (2013). Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. *British Food Journal*, 116(1), 125-141. <https://doi.org/10.1108/bfj-05-2012-0107>
- Espinoza Sanchez, N. Y., Sanchez Santos, P. Y., Marcelo Lastra, G. E., Quiroz Flores, J. C., & Alvarez Merino, J. C. (2021). Implementation of Lean and Logistics Principles to Reduce Non-Conformities of a Warehouse in the Metalworking Industry. En Proceedings of the 2021 International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM) (pp. 89-93). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICITM52021.2021.09459250>
- Ghobadian, A., Talavera, I., Bhattacharya, A., Kumar, V., Garza-Reyes, J., & O'Regan, N. (2020). Examining legitimatisation of additive manufacturing in the interplay between innovation, lean manufacturing and sustainability. *International Journal of Production Economics*, 219, 457-468. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.06.001>
- Huamani-Lara, D. L., Coronel-Vasquez, J. R., Flores-Perez, A. E., Collao-Diaz, M. F., & Quiroz-Flores, J. C. (2022). Logistics Management Model to Reduce Non-Conforming Orders Through Lean Warehouse and JIT: A Case of Study in Textile SMEs in Peru. En The 9th International Conference on Industrial Engineering and Applications (Europe) (ICIEA-2022-Europe), January 12–14, 2022, Barcelona, Spain (pp. 1-6). ACM. <https://doi.org/10.1145/3523132.3523136>
- Kawakami-Arevalo, S., Veliz-Torres, M. S., Quiroz-Flores, J. C., & Noriega-Aranibar, M. T. (2022). Increased productivity through a production model based on lean manufacturing and SLP tools in small furniture manufacturing workshops. En The 8th International Conference on Industrial and Business Engineering (ICIBE 2022), September 27-29, 2022, Macau, China (pp. 1-7). ACM. <https://doi.org/10.1145/3568834.3568873>
- Ketoeva, N., Солдатов, H., & Piyashenko, S. (2019). Lean manufacturing as a tool for increasing labor productivity at the enterprise. *E3s Web of Conferences*, 124, 04015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912404015>
- Mialon, M., Swinburn, B., & Sacks, G. (2015). A proposed approach to systematically identify and monitor the corporate political activity of the food industry with respect to public health using publicly available information. *Obesity Reviews*, 16(7), 519-530. <https://doi.org/10.1111/obr.12289>
- Phan, L. M. P., Nguyen, P. N., Nguyen, X. H., & Do, N. H. (2023). Lean manufacturing application to improve quality and productivity: A case study at a label manufacturing company. *International Research Journal of Modernization in Engineering, Technology and Science*, 5(3), 3253-3261. <https://www.doi.org/10.56726/IRJMETS35009>
- Tahmassebi, J., Duggal, M., Malik-Kotru, G., & Curzon, M. (2006). Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *Journal of Dentistry*, 34(1), 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.11.006>

Viejo, C., Torrico, D., Dunshea, F., & Fuentes, S. (2019). Bubbles, foam formation, stability and consumer perception of carbonated drinks: a review of current, new and emerging technologies for rapid assessment and control. *Foods*, 8(12), 596. <https://doi.org/10.3390/foods8120596>

Wong, E., Ho, D., So, S., & Poo, M. (2021). Sustainable consumption and production: modelling product carbon footprint of beverage merchandise using a supply chain input-process-output approach. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(1), 175-188. <https://doi.org/10.1002/csr.2193>

### **ANEXO. Datos del artículo publicado**

- **Nombre del artículo:** Enhancing Production Efficiency and Quality in the Carbonated Beverage Industry: A Lean Manufacturing Approach
- **Autores:** Borys Gastón Urbizagastegui-Jaramillo, Bianca Joyce Vargas-Romero
- **Co autor(es):** Martín Fidel Collao-Díaz

#### **Presentación en congreso**

- **Nombre del congreso:** 9th North American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- **Organizador:** IEOM Society International
- **Sede:** Washington
- **Año:** 2024
- **Pp:** 9 hojas
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** ISSN: 2169-8767

## FPR

---

### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

**7** %

INDICE DE SIMILITUD

**7** %

FUENTES DE INTERNET

**0** %

PUBLICACIONES

**0** %

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

### FUENTES PRIMARIAS

---

**1**

[repositorio.ulima.edu.pe](https://repositorio.ulima.edu.pe)

Fuente de Internet

**7** %

---

Excluir citas      Activo

Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 5%