

Los resultados de este proyecto sirvieron de base para el artículo y fueron posteriormente publicados en la revista arbitrada Ciencia e Ingeniería de la Universidad de Los Andes (ULA):

Ortiz, G., Medero, P., Olivares, L., García, M., & Rondón, J. (2026). Optimización del flujo y utilización de recursos en procesos de limpieza y desinfección de contenedores reutilizables mediante DMAIC en sistemas logístico-farmacéuticos. Ciencia e Ingeniería, 47(3), 213-220.

<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/cienciaeingenieria/article/view/22987>

Resumen: Este estudio presenta la optimización de un proceso de limpieza y desinfección de contenedores reutilizables en un entorno logístico del sector farmacéutico mediante la metodología Lean Six Sigma bajo el enfoque DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). El análisis de datos operacionales evidenció que, aunque el sistema cumplía con la demanda promedio de 3.868 unidades diarias, presentaba una alta variabilidad ($\sigma = 732$), lo que afectaba la estabilidad del flujo y la eficiencia global. Se integraron análisis de productividad, tiempos de ciclo y capacidad del proceso, determinándose que la principal restricción no era la capacidad instalada, sino el diseño del flujo y la asignación de recursos. Asimismo, se observó que el incremento en la dotación de personal no necesariamente mejora el desempeño, y que la variabilidad en los tiempos de procesamiento constituye un factor crítico en la inestabilidad del sistema. La implementación de mejoras basadas en balance de línea, la estandarización de tareas y la eliminación de actividades sin valor agregado, permitieron reducir el tiempo de ciclo en aproximadamente un 30 % y mejorar la estabilidad del proceso. Adicionalmente, se logró una reducción significativa de los costos operativos. Los resultados demuestran que la eficiencia de los sistemas logísticos depende principalmente de la gestión del flujo y de la variabilidad. Palabras clave: Lean Six Sigma, variabilidad del proceso, capacidad del proceso, optimización de flujo

Artículo de Investigación. Revista Ciencia e Ingeniería. Vol. 47, No. 3 pp. 213-220, agosto-noviembre, 2026.
ISSN 1316-7081, ISSN Elect. 2244-8780 Universidad de los Andes (ULA)

Optimización del flujo y utilización de recursos en procesos de limpieza y desinfección de contenedores reutilizables mediante DMAIC en sistemas logístico-farmacéuticos

Optimization of flow and resource utilization in cleaning and disinfection processes of reusable containers using DMAIC in pharmaceutical logistics systems

Ortiz, Gisela¹; Medero, Pamela¹; Olivares, Luis¹; García, María¹; Rondón, Jairo^{2*}

¹ Industrial Engineering Department, Universidad Politécnica de Puerto Rico, San Juan, PR 00918, USA

² Biomedical & Chemical Engineering Departments, Universidad Politécnica de Puerto Rico, San Juan, PR 00918, USA

*jrondon@pupr.edu

Resumen

Este estudio presenta la optimización de un proceso de limpieza y desinfección de contenedores reutilizables en un entorno logístico del sector farmacéutico mediante la metodología Lean Six Sigma bajo el enfoque DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). El análisis de datos operacionales evidenció que, aunque el sistema cumplía con la demanda promedio de 3.868 unidades diarias, presentaba una alta variabilidad ($\sigma = 732$), lo que afectaba la estabilidad del flujo y la eficiencia global. Se integraron análisis de productividad, tiempos de ciclo y capacidad del proceso, determinándose que la principal restricción no era la capacidad instalada, sino el diseño del flujo y la asignación de recursos. Asimismo, se observó que el incremento en la dotación de personal no necesariamente mejora el desempeño, y que la variabilidad en los tiempos de procesamiento constituye un factor crítico en la inestabilidad del sistema. La implementación de mejoras basadas en balance de línea, la estandarización de tareas y la eliminación de actividades sin valor agregado, permitieron reducir el tiempo de ciclo en aproximadamente un 30 % y mejorar la estabilidad del proceso. Adicionalmente, se logró una reducción significativa de los costos operativos. Los resultados demuestran que la eficiencia de los sistemas logísticos depende principalmente de la gestión del flujo y de la variabilidad.

Palabras clave: Lean Six Sigma, variabilidad del proceso, capacidad del proceso, optimización de flujo

Abstract

This study presents the optimization of a cleaning and disinfection process for reusable containers in a pharmaceutical logistics environment using the Lean Six Sigma methodology under the DMAIC framework (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control). The analysis of operational data revealed that, although the system met the average demand of 3,868 units per day, it exhibited high variability ($\sigma = 732$), affecting flow stability and overall efficiency. Productivity analysis, cycle time evaluation, and process capability assessment were integrated, showing that the main constraint was not the installed capacity, but rather the flow design and resource allocation. It was also observed that increasing workforce size does not necessarily improve performance, and that variability in processing times constitutes a critical factor in system instability. The implementation of improvements based on line balancing, task standardization, and elimination of non-value-added activities allowed a reduction of approximately 30% in cycle time and improved process stability. Additionally, a significant reduction in operational costs was achieved. The results demonstrate that efficiency in logistics systems primarily depends on flow management and variability reduction.

Keywords: Lean Six Sigma, Process variability, Process capability, Flow optimization

1 Introducción

La gestión del flujo en sistemas productivos y logísticos

constituye un elemento central de la ingeniería industrial, particularmente en entornos en los que la continuidad del suministro depende de la sincronización entre procesos