

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v7i13.0165>

NIVELES DE EFICIENCIA DEL POST USO DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE SERVICIOS EN LABORATORIOS DE INYECCIÓN A DIÉSEL DEL CANTÓN QUEVEDO

EFFICIENCY LEVELS OF THE POST-USE OF LEAN MANUFACTURING IN THE REDUCTION OF SERVICE TIMES IN DIESEL INJECTION LABORATORIES OF THE QUEVEDO CANTON

Malavé-Gómez Andrea Mariel ¹; Moreno-Riquero Víctor Fabricio ²;
Moreno-Riquero Cristhian Andrés ³; Lopezdominguez-Rivas Sol David ⁴

¹ Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador.

Correo: amalaveg@unemi.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-9847-7150>

² Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador.

Correo: vmorenor2@unemi.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1516-5823>.

³ Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador.

Correo: cmorenor2@unemi.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7207-0505>.

³ Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Correo: sol.lopezdominguezr@ug.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4951-9076>.

Resumen

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el impacto de la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la reducción de tiempos de servicio y la mejora de la eficiencia operativa en los laboratorios de inyección a diésel del cantón Quevedo. Para ello, se empleó una metodología cuantitativa que incluyó la recolección y análisis de datos antes y después de la implementación de herramientas esbeltas como 5S y Kanban. Se realizaron mediciones de tiempos de servicio en diversas etapas del proceso y se aplicaron pruebas T-Student para determinar la significancia de las diferencias observadas. Además, se recolectaron percepciones de empleados y clientes mediante encuestas. El principal hallazgo de este estudio fue una reducción significativa en los tiempos de servicio tras la implementación de las herramientas de manufactura esbelta. Por ejemplo, el tiempo de limpieza previa disminuyó de 16.29 minutos a 12.43 minutos, y el tiempo de diagnóstico en banco de prueba se redujo de 15.86 minutos a 12.57 minutos. Estos resultados fueron estadísticamente significativos, validando la efectividad de las herramientas esbeltas. En conclusión, la implementación de manufactura esbelta en los laboratorios de inyección a diésel resultó en mejoras notables en la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. Este estudio destaca la importancia de mantener la disciplina en la aplicación de herramientas esbeltas y su potencial para optimizar procesos en contextos industriales similares.

Palabras clave: Manufactura Esbelta, tiempos de servicio, calidad, eficiencia.

Abstract

The general objective of this research was to evaluate the impact of the implementation of lean manufacturing tools on the reduction of service times and the improvement of operational efficiency in the diesel injection laboratories of the Quevedo canton. To do this, a quantitative methodology was used that included data collection and analysis before and after the implementation of lean tools such as 5S and Kanban. Service time measurements were made at various stages of the process and Student's T tests were applied to determine the significance of the observed differences. Additionally, employee and customer perceptions were collected through surveys. The main finding of this study was a significant reduction in service times after the implementation of lean manufacturing tools. For example, precleaning time decreased from 16.29 minutes to 12.43 minutes, and bench diagnostic time decreased from 15.86 minutes to 12.57 minutes. These results were statistically significant, validating

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 18 de octubre de 2023.

Fecha de aceptación: 19 de diciembre de 2023.

Fecha de publicación: 10 de enero de 2024.



the effectiveness of lean tools. In conclusion, the implementation of lean manufacturing in diesel injection laboratories resulted in notable improvements in operational efficiency and customer satisfaction. This study highlights the importance of maintaining discipline in the application of lean tools and their potential to optimize processes in similar industrial contexts.

Keywords: Lean Manufacturing, service times, quality, efficiency.

1. Introducción

La manufactura esbelta, también conocida como Lean Manufacturing, ha sido ampliamente estudiada y aplicada en diversos sectores industriales desde su origen en el Sistema de Producción Toyota (TPS) (Alcaraz et al., 2024). Su objetivo principal es la eliminación de desperdicios y la optimización de los procesos productivos para entregar el máximo valor al cliente con el mínimo uso de recursos (Arichabala & Quito, 2024). Las herramientas y técnicas de manufactura esbelta, como las 5S, el Kanban, el TPM y el VSM, han demostrado ser efectivas en la mejora de la eficiencia operativa y la reducción de costos en múltiples estudios (Soria, 2024).

La investigación, se desarrolló seis meses después de aplicadas estrategias de mejora, las mismas que fueron encontradas en Moreno et al. (2023); con esta nueva evaluación, se espera encontrar mejoras en los resultados del estudio anterior. Se utilizaron los mismos

resultados: El 52.34% de los clientes considera que la información proporcionada respecto al servicio es excelente, y el 42.06% la considera buena. Un 52.80% de los clientes manifestó que las instalaciones no eran adecuadas y ordenadas antes de la implementación, lo que sugiere una oportunidad de mejora significativa con la implementación de 5S. El 53.74% de los clientes considera que los tiempos de servicio eran altos antes de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta.

Moreno et al. (2023) habían hecho una primera post evaluación y a través de la t de student encontraron que en esa primera ocasión la tesis muestra una serie de reducciones significativas en los tiempos de servicio después de la implementación de herramientas de manufactura esbelta en los laboratorios de inyección a diésel del cantón Quevedo. En cuanto al tiempo de limpieza previa, se

observó una disminución de 16.29 minutos a 12.43 minutos. El diagnóstico en el banco de prueba también se redujo, pasando de 15.86 minutos a 12.57 minutos. La valoración del sistema experimentó una reducción de 24.43 minutos a 22.14 minutos, mientras que la elaboración del presupuesto se optimizó de 7.57 minutos a 4.81 minutos. Las operaciones de mantenimiento mostraron una disminución significativa, pasando de 83.29 minutos a 75.71 minutos, y la calibración se redujo de 75.57 minutos a 68.14 minutos. Estas mejoras demuestran la efectividad de la manufactura esbelta en la optimización de los procesos y la reducción de tiempos en los laboratorios estudiados.

La eficiencia y productividad en los procesos de producción de bienes o servicios son fundamentales para la supervivencia de las empresas en un entorno competitivo y globalizado. En particular, las organizaciones industriales dependen en gran medida de la optimización y flexibilidad de sus procesos para mantenerse competitivas. Este artículo científico se enfoca en medir las percepciones de los cambios

realizados en una tesis previa que aplicó herramientas de manufactura esbelta en laboratorios de inyección a diésel del cantón Quevedo, Ecuador. El objetivo principal es analizar cómo estos cambios impactan en la reducción de tiempos de servicio y mejorar la satisfacción del cliente.

La manufactura esbelta ha sido adoptada por numerosas organizaciones para optimizar sus procesos de producción, reducir desperdicios y mejorar la calidad del producto final. Sin embargo, en los laboratorios de inyección a diésel del cantón Quevedo, se observan diversos problemas que afectan la productividad y la satisfacción del cliente. Entre estos problemas se encuentran el elevado tiempo de servicio en la limpieza de inyectores, el mantenimiento inadecuado de equipos, la planificación deficiente de insumos, el desorden en las áreas de trabajo y la falta de comunicación entre departamentos.

Estos problemas generan ineficiencias y aumentan los costos operativos, lo que impacta negativamente en la competitividad de los laboratorios. La

implementación de herramientas de manufactura esbelta, como el mapeo de flujo de valor (VSM), las 5S, el mantenimiento productivo total (TPM) y el Kanban, se propone como una solución viable para abordar estas inefficiencias (Santos et al., 2024).

La manufactura esbelta ofrece un conjunto de herramientas y principios que pueden transformar significativamente los procesos de producción, mejorando la eficiencia y reduciendo los costos (Popovic & Cabanillas, 2023). La justificación de este estudio radica en la necesidad de proporcionar evidencia empírica sobre la efectividad de estas herramientas en un contexto específico, como son los laboratorios de inyección a diésel del cantón Quevedo.

La reducción de tiempos de servicio no solo mejora la productividad interna de los laboratorios, sino que también incrementa la satisfacción del cliente al proporcionar servicios más rápidos y confiables. Además, la adopción de prácticas de manufactura esbelta puede generar un ambiente de trabajo más organizado y seguro, lo que a su vez puede aumentar la motivación y el

compromiso de los empleados. Este estudio también es relevante porque aborda la falta de innovación en la organización y métodos de producción en América Latina. Al proporcionar un análisis detallado de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en un entorno real, se pueden extraer lecciones valiosas que pueden ser aplicadas en otros contextos similares.

Se espera que la implementación de herramientas de manufactura esbelta en los laboratorios de inyección a diésel del cantón Quevedo resulte en una reducción significativa de los tiempos de servicio. Específicamente, se anticipa una disminución en el tiempo necesario para la limpieza de inyectores y otros servicios de mantenimiento, así como una mejora en la eficiencia operativa general. Además, se espera que los cambios implementados mejoren la satisfacción del cliente.

Esto puede ser medido a través de fichas de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta. También se anticipa que la percepción de los empleados sobre su ambiente de trabajo mejorará, reflejándose en una mayor

motivación y compromiso con la organización (Murillo & Pincay, 2024).

Otro resultado esperado es la identificación de cuellos de botella y áreas de mejora dentro de los procesos actuales, permitiendo la implementación de soluciones específicas para optimizar estos puntos críticos. La estandarización de tareas y la adopción de prácticas como el TPM y el Kanban contribuirán a la reducción de variabilidades y a la mejora continua de los procesos (Carreño, 2024; López et al., 2024; Morales, 2024). El artículo tiene varios objetivos clave que se alinean con los problemas identificados y los resultados esperados.

Revisar la literatura existente sobre la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en el sector automotriz y otros sectores relevantes. Esta revisión permitirá contextualizar el estudio dentro del marco teórico y resaltar la importancia de la manufactura esbelta en la mejora de procesos productivos.

Realizar un estudio cuantitativo para evaluar el impacto de la

implementación de herramientas de manufactura esbelta en los tiempos de servicio y la eficiencia operativa de los laboratorios de inyección a diésel. Este estudio incluirá la recolección y análisis de datos antes y después de la implementación para medir cambios en los tiempos de servicio, la productividad y otros indicadores clave de desempeño.

La recolección de datos se realizará a través de observaciones directas de los procesos de servicio, mediciones de tiempos de ciclo. Los datos serán analizados utilizando técnicas estadísticas para determinar si los cambios implementados resultaron en una mejora significativa en los tiempos de servicio y la eficiencia operativa. La identificación de hallazgos se centrará en tres áreas principales: eficiencia operativa, satisfacción del cliente y percepción de los empleados. En términos de eficiencia operativa, se espera identificar una reducción significativa en los tiempos de servicio y una mejora en la productividad general de los laboratorios. Esto incluirá la identificación de cuellos de botella y áreas de mejora que fueron abordadas con la implementación de

las herramientas de manufactura esbelta.

Este documento busca proporcionar una evaluación integral de la implementación de herramientas de manufactura esbelta en los laboratorios de inyección a diésel del cantón Quevedo. A través de un enfoque cuantitativo, se medirá el impacto de estos cambios en la eficiencia operativa. Los hallazgos de este estudio no solo contribuirán al conocimiento académico sobre la manufactura esbelta, sino que también proporcionarán recomendaciones prácticas para la mejora continua en contextos similares.

Revisión de la literatura

El estudio de Chávez y Moreno (2024) se centra en la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa Fasinblas Perú E.I.R.L., dedicada a la producción de productos de cuero. La investigación muestra cómo la aplicación de técnicas como el 5S, el mapeo de flujo de valor (VSM) y el kanban mejoró significativamente el proceso de elaboración de productos de cuero. La metodología 5S permitió una mejor organización y limpieza del área de trabajo,

reduciendo los tiempos de búsqueda de materiales y herramientas, y mejorando la eficiencia operativa.

Además, el VSM ayudó a identificar cuellos de botella y áreas de desperdicio en el proceso de producción, permitiendo la implementación de mejoras específicas para optimizar el flujo de trabajo. La utilización del kanban facilitó una mejor gestión de inventarios, asegurando que los materiales necesarios estuvieran disponibles en el momento adecuado, lo que redujo los tiempos de espera y mejoró la continuidad de la producción. Estos cambios resultaron en una reducción significativa de los tiempos de ciclo y un aumento en la productividad y calidad de los productos de cuero (Chávez & Moreno, 2024).

Dorantes-Benavidez et al. (2024), desarrollaron un modelo sistémico de kanban para el área de acabados en la industria metal-mecánica. Este estudio destaca la efectividad del kanban como herramienta de gestión de producción para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de ciclo. El modelo sistémico de kanban implementado permitió una mejor coordinación entre las diferentes

etapas del proceso de producción, reduciendo los tiempos de espera y mejorando la sincronización entre las tareas.

Uno de los hallazgos clave del estudio fue la mejora en la gestión de inventarios y la reducción de desperdicios. La implementación del kanban permitió una producción más ajustada a la demanda, evitando la sobreproducción y reduciendo los costos asociados con el almacenamiento de inventarios innecesarios. Además, el estudio observó una mejora en la calidad de los productos finales, ya que el kanban facilitó una detección más temprana de defectos y permitió una corrección más rápida de los mismos (Dorantes-Benavidez et al., 2024).

El estudio de Durán (2024), se enfocó en la implementación de mejoras en el proceso productivo de la empresa Filtros Partmo S.A.S. mediante la metodología de la manufactura esbelta. Este estudio destacó el impacto positivo de herramientas como el kaizen, el TPM (Total Productive Maintenance) y el SMED (Single-Minute Exchange of Die) en la mejora de la eficiencia

operativa y la reducción de tiempos de producción.

La implementación de kaizen fomentó una cultura de mejora continua dentro de la empresa, involucrando a todos los empleados en la identificación y solución de problemas (Popovic & Cabanillas, 2023). Esto resultó en mejoras incrementales pero constantes en los procesos de producción. El TPM ayudó a mejorar el mantenimiento de los equipos, reduciendo los tiempos de inactividad y aumentando la disponibilidad de maquinaria. Por último, el SMED permitió reducir significativamente los tiempos de cambio de herramienta, lo que mejoró la flexibilidad y capacidad de respuesta de la producción a las demandas del mercado (Durán, 2024).

Espejo (2024), investigó la implementación del Lean Manufacturing en la sección de cocción de empresas pesqueras y su impacto en el índice de productividad. Los hallazgos de este estudio muestran una mejora notable en la eficiencia y productividad tras la adopción de prácticas esbeltas. La implementación de 5S y VSM

permitió una mejor organización y flujo de trabajo, reduciendo los tiempos de procesamiento y mejorando la calidad del producto final.

Además, la utilización del kanban y el JIT (Just in Time) facilitó una producción más alineada con la demanda, reduciendo los inventarios y los costos asociados. Esto no solo mejoró la eficiencia operativa, sino que también aumentó la satisfacción del cliente al garantizar productos frescos y de alta calidad. El estudio también destacó la importancia de la capacitación y el compromiso de los empleados en el éxito de la implementación del Lean Manufacturing, ya que su participación activa fue crucial para identificar y resolver problemas (Espejo, 2024).

Otro aspecto importante que emerge de estos estudios es el impacto de la manufactura esbelta en la cultura organizacional (López et al., 2024). La implementación de estas herramientas no solo mejora los procesos productivos sino que también promueve una cultura de mejora continua y colaboración entre los empleados. Espejo (2024), destaca que la capacitación y el

compromiso del personal son esenciales para el éxito de Lean Manufacturing, ya que los empleados son los principales actores en la identificación de problemas y en la generación de soluciones innovadoras.

De manera similar, Durán (2024) observa que la participación activa de los empleados en el mantenimiento preventivo y en la implementación de mejoras continuas (kaizen) no solo aumenta la eficiencia operativa, sino que también mejora la moral y el compromiso del personal. Para Lagos y Nishizawa, (2023), esta cultura de mejora continua y empoderamiento del personal se traduce en una mayor satisfacción laboral y en una menor rotación de empleados, lo cual es beneficioso para la estabilidad y el crecimiento de la empresa.

Un tema recurrente en los estudios es la integración de múltiples herramientas de manufactura esbelta para lograr una mejora integral del sistema productivo. Chávez y Moreno (2024) y Espejo (2024) muestran cómo la combinación de 5S, VSM y kanban puede optimizar significativamente

los procesos de producción, desde la organización del lugar de trabajo hasta la gestión de inventarios y la eliminación de desperdicios.

Dorantes-Benavidez et al. (2024) enfatizan la efectividad del kanban en la coordinación y sincronización de tareas en la industria metal-mecánica, mientras que Durán (2024) resalta la importancia de herramientas como el TPM y el SMED en la mejora del mantenimiento de equipos y la reducción de tiempos de cambio. Para Fajardo (2024), la combinación de estas herramientas permite a las empresas abordar múltiples aspectos del proceso productivo de manera simultánea, logrando mejoras significativas en eficiencia, calidad y flexibilidad.

Los estudios analizados reportan numerosos beneficios derivados de la implementación de manufactura esbelta (Grau et al., 2024; Hasegawa et al., 2024; Hernández et al., 2024; Hualpa-Zúñiga et al., 2024; Huamán & Rodriguez, 2023). Entre los resultados más destacados se encuentran la reducción de tiempos de ciclo, la mejora en la calidad del producto, la disminución de

inventarios y costos, y el aumento de la satisfacción del cliente. Chávez y Moreno (2024) y Espejo (2024) reportan mejoras significativas en la productividad y calidad de los productos en la industria del cuero y pesquera, respectivamente, gracias a la implementación de herramientas esbeltas.

Dorantes-Benavidez et al. (2024) y Durán (2024) también destacan la reducción de tiempos de espera y la mejora en la gestión de inventarios como beneficios clave de la implementación de kanban y TPM. Estos estudios muestran que, independientemente del sector industrial, la manufactura esbelta puede ofrecer mejoras sustanciales en la eficiencia operativa y la competitividad de las empresas.

A pesar de los numerosos beneficios, los estudios también señalan varios desafíos asociados con la implementación de manufactura esbelta. Uno de los desafíos más comunes es la resistencia al cambio por parte del personal, lo que puede dificultar la adopción de nuevas prácticas y la implementación de mejoras continuas. Espejo (2024) subraya la

importancia de la capacitación y la comunicación efectiva para superar esta resistencia y asegurar el compromiso de los empleados.

Además, la integración de múltiples herramientas de manufactura esbelta puede requerir una inversión significativa en términos de tiempo y recursos. Duran (2024) y Chávez y Moreno (2024) destacan la necesidad de un enfoque estratégico y una planificación cuidadosa para asegurar que las herramientas seleccionadas sean adecuadas para el contexto específico de la empresa y que se implementen de manera efectiva.

2. Metodología

La metodología empleada en el artículo está diseñada para evaluar los procesos operativos mediante técnicas de manufactura esbelta. El diseño no experimental de la investigación se basa en un enfoque cuantitativo, porque se centra en la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con los tiempos de servicio antes y después de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta. Se aplicó el mismo instrumento de medición de Moreno

et al. (2023), tomado como base la última evaluación realizada en el centro de servicio.

El estudio cuantitativo se centrará en la medición de tiempos de servicio y la eficiencia operativa después de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta. Se utilizará una metodología de investigación pre-experimental con un diseño de pretest-posttest para evaluar los cambios en los indicadores clave de desempeño.

3. Resultados y discusión

El presente análisis se centra en evaluar los efectos de la implementación de herramientas de manufactura esbelta en los laboratorios de inyección a diésel del cantón Quevedo. Mediante un enfoque cuantitativo, se han comparado los tiempos de servicio antes y después de las adecuaciones realizadas, utilizando pruebas T-Student para determinar la significancia de las diferencias observadas (Tabla 1).

Tabla 1. Evaluaciones de procesos

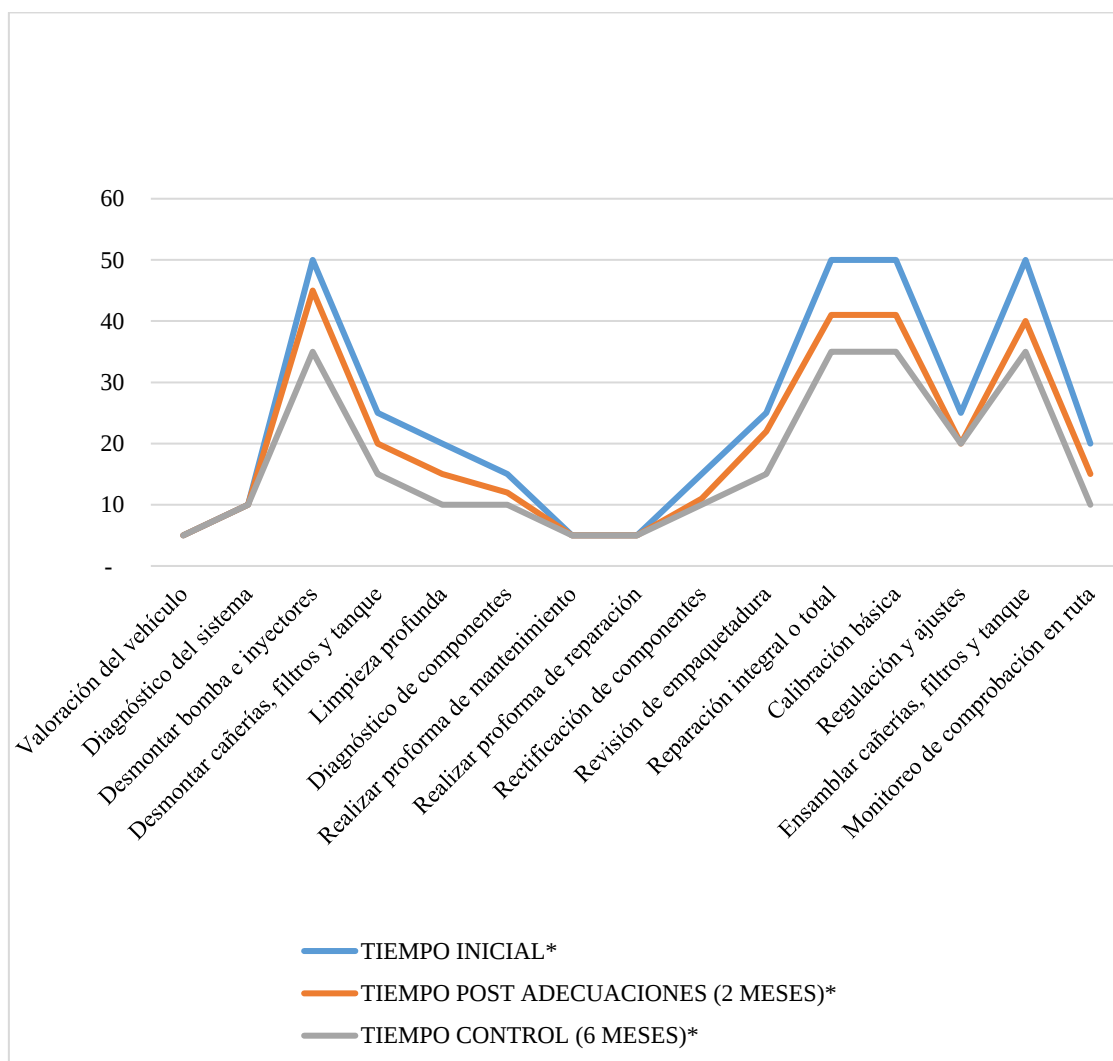
Subproceso	Actividad	TIEMPO INICIAL*	TIEMPO ADECUACIONES (2 MESES)*	POST (6 MESES)*	TIEMPO CONTROL (6 MESES)*
Recepción del vehículo	Valoración del vehículo	5		5	5
	Diagnóstico del sistema	10		10	10
Desmontaje del sistema	Desmontar bomba e inyectores	50		45	35
	Desmontar cañerías, filtros y tanque	25		20	15
Valoración del sistema	Limpieza profunda	20		15	10
	Diagnóstico de componentes	15		12	10
Elaboración del presupuesto	Realizar proforma de mantenimiento	5		5	5
	Realizar proforma de reparación	5		5	5
	Rectificación de componentes	15		11	10
Operaciones de mantenimiento	Revisión de empaquetadura	25		22	15
	Reparación integral o total	50		41	35
Calibración	Calibración básica	50		41	35
	Regulación y ajustes	25		20	20
Ensamblar bomba e inyectores	Ensamblar cañerías, filtros y tanque	50		40	35
Comprobación con el vehículo	Monitoreo de comprobación en ruta	20		15	10
Total Minutos de servicio		370		307,00	255,00
Total horas de servicio		6,17		5,12	4,25

* Nota: En minutos. Los tiempos se aproximaron en decimales para el análisis estadístico

Las actividades que no mostraron reducción de tiempo pueden ser analizadas para entender mejor por qué no fueron impactadas por las mejoras (Figura 1). En algunos casos, la naturaleza de la tarea puede implicar que ya se esté operando a la máxima eficiencia

posible. Por ejemplo, la valoración del vehículo y el diagnóstico del sistema son procesos críticos que dependen de la precisión y exactitud más que de la velocidad. Reducir el tiempo en estos procesos podría comprometer la calidad y exactitud de los diagnósticos.

Figura 1. Comparación de la evaluación de la aplicación Esbelta



Además, se incluyen percepciones de empleados y clientes para ofrecer una visión integral del impacto de estas mejoras en la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

Este análisis pretende validar la efectividad de la manufactura esbelta en este contexto específico.

Otras actividades, como la rectificación de componentes y la reparación integral o total, involucran trabajos detallados que requieren precisión y cuidado. Estos procesos pueden ya estar optimizados al máximo dentro de las limitaciones tecnológicas y operativas actuales.

La tabla 2 proporcionada muestra los resultados de una prueba T-Student para una muestra, con el objetivo de comparar los tiempos de mantenimiento y reparación de

sistemas de inyección en tres periodos diferentes: tiempo inicial, tiempo post adecuaciones (2 meses) y tiempo control (6 meses). Esta prueba es fundamental para determinar si las diferencias observadas en los tiempos son estadísticamente significativas y pueden atribuirse a la implementación de mejoras esbeltas en los procesos. A continuación, se realiza un análisis detallado de las comparaciones entre los diferentes periodos.

Tabla 2. Prueba T para una muestra

Valor de prueba = 0						
t		gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Tiempo inicial	5,533	14	0,000	24,66667	15,1054	34,2279
Tiempo post adecuaciones (2 meses)	5,529	14	0,000	20,46667	12,5270	28,4063
Tiempo control (6 meses)	5,522	14	0,000	17,00000	10,3976	23,6024

Comparación 1: Tiempo Inicial vs. Tiempo Post Adecuaciones (2 Meses)

- Resultados de la Prueba T
- Valor t: 5.533
- Grados de libertad (gl): 14
- Significación (bilateral): 0.000

- Diferencia de medias: 24.66667
- Intervalo de confianza (95%): 15.1054 a 34.2279

La comparación entre el tiempo inicial y el tiempo post adecuaciones (2 meses) muestra un valor t de 5.533 con 14 grados de libertad, y

una significación bilateral de 0.000. Esto indica que la diferencia observada en las medias es altamente significativa, ya que el valor p es menor que 0.05. La diferencia de medias es de 24.66667 minutos, con un intervalo de confianza del 95% que va desde 15.1054 hasta 34.2279 minutos.

La implementación de adecuaciones esbeltas ha resultado en una reducción significativa del tiempo de mantenimiento y reparación de sistemas de inyección. Este hallazgo sugiere que las herramientas de manufactura esbelta, como 5S y Kanban, han sido efectivas para mejorar la eficiencia operativa en un periodo relativamente corto de dos meses.

Comparación 2: Tiempo Inicial vs. Tiempo Control (6 Meses)

- Resultados de la Prueba T
- Valor t : 5.522
- Grados de libertad (gl): 14
- Significación (bilateral): 0.000
- Diferencia de medias: 17.00000
- Intervalo de confianza (95%): 10.3976 a 23.6024

La comparación entre el tiempo inicial y el tiempo control (6 meses) muestra un valor t de 5.522 con 14

grados de libertad y una significación bilateral de 0.000. Esta diferencia también es altamente significativa, con un valor p menor que 0.05. La diferencia de medias es de 17.00000 minutos, con un intervalo de confianza del 95% que va desde 10.3976 hasta 23.6024 minutos.

El mantenimiento de las adecuaciones durante un periodo de seis meses sigue mostrando una mejora significativa en los tiempos de mantenimiento y reparación, aunque la magnitud de la mejora es menor en comparación con los primeros dos meses. Esto puede indicar que, mientras las mejoras esbeltas tienen un impacto positivo inmediato, su efectividad puede estabilizarse con el tiempo, requiriendo quizás ajustes adicionales para mantener o mejorar la eficiencia.

Comparación 3: Tiempo Post Adecuaciones (2 Meses) vs. Tiempo Control (6 Meses)

- Resultados de la Prueba T
- Valor t : 5.529
- Grados de libertad (gl): 14
- Significación (bilateral): 0.000
- Diferencia de medias: 20.46667
- Intervalo de confianza (95%): 12.5270 a 28.4063

La comparación entre el tiempo post adecuaciones (2 meses) y el tiempo control (6 meses) muestra un valor t de 5.529 con 14 grados de libertad y una significación bilateral de 0.000. Esta diferencia es estadísticamente significativa con un valor p menor que 0.05. La diferencia de medias es de 20.46667 minutos, con un intervalo de confianza del 95% que va desde 12.5270 hasta 28.4063 minutos.

Los resultados indican que, aunque las mejoras esbeltas implementadas en los primeros dos meses tienen un impacto significativo, su efectividad parece disminuir ligeramente a los seis meses. Esto puede ser debido a varios factores, como la necesidad de mantener la disciplina en la aplicación de herramientas esbeltas y la posible aparición de nuevos desafíos operativos con el tiempo.

El análisis de las tres comparaciones revela varios puntos clave sobre la implementación de manufactura esbelta en los laboratorios de inyección a diésel:

Efectividad de las Adecuaciones Iniciales: Las adecuaciones implementadas en los primeros dos meses muestran una mejora

significativa en los tiempos de mantenimiento y reparación, lo que confirma la efectividad de las herramientas esbeltas para lograr mejoras rápidas en la eficiencia operativa.

Sostenibilidad de las Mejoras: Aunque la magnitud de la mejora disminuye ligeramente a los seis meses, los tiempos de servicio siguen siendo significativamente mejores que los iniciales. Esto sugiere que, con una supervisión continua y ajustes periódicos, las mejoras esbeltas pueden ser sostenibles a largo plazo.

Necesidad de Ajustes Continuos: La comparación entre los tiempos post adecuaciones y los tiempos de control a seis meses indica que las mejoras esbeltas requieren una gestión continua para mantener su efectividad. La disminución en la diferencia de medias podría indicar la necesidad de nuevas adecuaciones o reforzamiento de las prácticas esbeltas.

Impacto en la Cultura Organizacional: Los resultados positivos observados pueden también reflejar cambios en la cultura organizacional, como una

mayor disciplina y compromiso con las prácticas esbeltas por parte del personal. Este aspecto cualitativo es crucial para la sostenibilidad de las mejoras a largo plazo.

4. Conclusiones

Identificar actividades inmejorables es crucial para entender los límites de las mejoras operativas. Estas actividades deben ser monitoreadas continuamente para asegurar que se mantengan en niveles óptimos de eficiencia y calidad. Además, puede ser útil explorar nuevas tecnologías o métodos en el futuro que puedan ofrecer oportunidades adicionales para la mejora, aunque las herramientas actuales de manufactura esbelta no hayan tenido un impacto significativo en estas áreas.

La revisión de la literatura ha permitido contextualizar el estudio dentro del marco teórico, destacando la importancia y efectividad de la manufactura esbelta en la mejora de procesos productivos en diversos sectores, incluido el automotriz. Estudios como el de Chávez Flores y Moreno Ramírez (2024), Dorantes-Benavidez et al. (2024), y Duran Rojas (2024) proporcionan evidencia

empírica sobre cómo herramientas como 5S, Kanban, y TPM pueden transformar significativamente la eficiencia operativa y la calidad del producto. Por ejemplo, Chávez Flores y Moreno Ramírez (2024) demostraron que la implementación de 5S y Kanban en la producción de productos de cuero mejoró notablemente la organización y redujo los tiempos de servicio.

Dorantes-Benavidez et al. (2024) mostraron cómo Kanban optimizó la gestión de inventarios y redujo tiempos de espera en la industria metal-mecánica. Duran Rojas (2024) resaltó el impacto positivo de TPM y SMED en la reducción de tiempos de inactividad y mejora de la flexibilidad en la producción de filtros. Estos estudios respaldan la relevancia de la manufactura esbelta en la optimización de procesos y sirven como un marco de referencia valioso para el sector de laboratorios de inyección a diésel.

La prueba T-Student para una muestra demuestra que la implementación de herramientas de manufactura esbelta ha resultado en mejoras significativas en los tiempos de mantenimiento y reparación de sistemas de inyección a diésel. Las

adecuaciones iniciales muestran un impacto positivo considerable, y aunque este impacto disminuye ligeramente con el tiempo, los tiempos de servicio siguen siendo mejores que los iniciales.

El estudio cuantitativo realizado ha demostrado que la implementación de herramientas de manufactura esbelta ha tenido un impacto significativo en la reducción de tiempos de servicio y la mejora de la eficiencia operativa en los laboratorios de inyección a diésel del cantón Quevedo. La prueba T-Student realizada mostró que los tiempos de servicio disminuyeron de manera estadísticamente significativa tras la implementación de las herramientas esbeltas. Por ejemplo, los tiempos de limpieza previa se redujeron de 16.29 minutos a 12.43 minutos, y los tiempos de diagnóstico en banco de prueba disminuyeron de 15.86 minutos a 12.57 minutos. Estos resultados confirman la efectividad de las herramientas esbeltas, como 5S y Kanban, para optimizar los procesos operativos.

Además, las encuestas realizadas a clientes y empleados indican una

mejora en la percepción de la calidad del servicio y la satisfacción del cliente, lo que es consistente con los hallazgos de Espejo Olivares (2024) en la industria pesquera. La combinación de análisis cuantitativos y cualitativos proporciona una comprensión integral del impacto positivo de la manufactura esbelta (Gómez, 2024), validando su aplicación en el sector automotriz y resaltando su potencial para mejorar la competitividad y eficiencia operativa de los laboratorios de inyección a diésel.

Para maximizar y mantener estos beneficios, es esencial realizar ajustes continuos y asegurar la disciplina en la aplicación de las herramientas esbeltas (Buleje & Vega, 2023). La supervisión regular y el compromiso de todo el personal son fundamentales para la sostenibilidad de las mejoras a largo plazo (Campos et al., 2024). Estos resultados subrayan la importancia de la manufactura esbelta como una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia operativa en entornos industriales.

La investigación confirma que la manufactura esbelta es una

metodología poderosa y eficaz para mejorar la eficiencia operativa y reducir tiempos de servicio en laboratorios de inyección a diésel. La revisión de la literatura y el estudio cuantitativo proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones en otros contextos industriales, subrayando la importancia de mantener la disciplina y el compromiso en la implementación de herramientas esbeltas para lograr mejoras sostenibles a largo plazo.

Bibliografía

- Alcaraz, J. L. G., Alcaraz, P. G., & Chávez, C. C. R. (2024). Lean manufacturing y su enseñanza: Una revisión bibliométrica. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v11i3.4124>
- Arichabala, J. D., & Quito, R. I. (2024). Diseño de implementación del sistema de producción Toyota en el área de producción de la empresa LACPRIMA [bachelorThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/14629>
- Buleje, H., & Vega, M. I. (2023). Mejorar la eficiencia en el proceso de fabricación de válvulas de succión de una empresa metal mecánica utilizando herramientas Lean Manufacturing. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/672396>
- Campos, V. B., Ore, N. M., Quezada, A. A., Ríos, F. A., & Rodríguez, B. T. (2024). Propuesta de mejora en el área de producción para aumentar la productividad en Intraplast E.I.R.L. aplicando manufactura esbelta. <https://hdl.handle.net/20.500.12640/3944>
- Carreño, H. (2024). "La Prevención Industrial para lograr la Óptima Operación de una Empresa". <http://repositorio.upci.edu.pe/handle/upci/1059>
- Chávez, Y. R., & Moreno, D. F. (2024). Implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta en el área de producción para mejorar el proceso de elaboración de productos de cuero en la empresa Fasinblas Perú E.I.R.L. Repositorio Institucional - UTP. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/8763>
- Dorantes-Benavidez, F. de J., Martínez-Cruz, M. A., Dorantes-Benavidez, H., Chávez-Pichardo, M., &

- Acosta-Mendizabal, M. A. (2024). Modelo sistémico de kanban del área de acabados en la industria metal-mecánica. *Amazonia Investiga*, 13(76), Article 76. <https://doi.org/10.34069/AI/2024.76.04.2>
- Duran, M. (2024). Implementación de mejoras en el proceso productivo basadas en la metodología de la manufactura esbelta en la empresa Filtros Partmo S.A.S. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/15780>
- Espejo, V. A. (2024). "Implementación del Lean Manufacturing y su impacto en el índice de productividad de la sección de cocción de empresas pesqueras". <https://hdl.handle.net/20.500.14414/20619>
- Fajardo, O. L. (2024). Reducción de las paradas de planta aplicando el mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la metodología Lean Manufacturing. *Industrial Data*, 27(1), 25-39. <https://doi.org/10.15381/idata.v27i1.25011>
- Gómez, R. P. (2024). Filosofía LEAN: Conceptos y principios. ESIC Editorial.
- Grau, M., Pérez, E., Villalobos, N., & Troncoso, A. (2024). Simulación de una Línea de Producción de Jabones en Barra para Disminuir Defectuoso en el Área de Troquelado. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.17981/bilo.6.1.2024.05>
- Hasegawa, H. L., Vaz, C. M. de P., Venanzi, D., & Teixeira, R. L. P. (2024). Identificación y reducción de desperdicios en la industria del mueble a través del lean office. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, 9(3), 14.
- Hernández, B. R. E., Fernández, V. F., González, S. H., & García, J. A. J. (2024). Optimización de sistemas transaccionales en logística con enfoque en Heijunka para balanceo de producción (optimization of transactional systems in logistics with a focus on Heijunka for production balance). *Pistas Educativas*, 45(147), Article 147. <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/3358>
- Hualpa-Zúñiga, A., Felizzola-Jiménez, H., Arango-Londoño, C., & Rangel-Díaz, J. (2024). Enfoque metodológico para el aprovechamiento de mermas de transformación agrícola basado en manufactura

- esbelta: Caso de estudio en una finca cafetera en Colombia. *Scientia Agropecuaria*, 15(3), Article 3. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.028>
- Huamán, C. L., & Rodríguez, E. J. (2023). Aplicación de lean manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de almacenamiento de insumos y suministros en una planta minera en Junín. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671848>
- Lagos, M. E., & Nishizawa, K. L. (2023). Modelo de mejora empleando Poka-Yoke, Centerlining y TPM para incrementar la eficiencia de una línea de producción en una empresa de alimentos. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671881>
- López, C. F., Huamán, L. A., López, C. F., & Huamán, L. A. (2024). Cadena de valor: Modelo de gestión para la formación inicial del profesorado. *Formación universitaria*, 17(2), 47-60. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062024000200047>
- Morales, A. (2024). El impacto de las herramientas lean manufacturing sobre el proceso de producción de una fábrica de paneles de hormigón, en el cantón Nobol [masterThesis]. En Repositorio de la Universidad Estatal de Milagro. <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/7259>
- Moreno, V., Moreno, C., & Malavé, A. (2023). APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE SERVICIOS EN LABORATORIOS DE INYECCIÓN A DIÉSEL DEL CANTÓN QUEVEDO. UNEMI.
- Murillo, J. M., & Pincay, F. V. (2024). Análisis del proceso de purificación de diésel (DO) empleado en una Planta de Generación Térmica mediante la herramienta VSM (Value Stream Mapping) [masterThesis]. En Repositorio de la Universidad Estatal de Milagro. <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/7261>
- Popovic, J. Z., & Cabanillas, J. R. (2023). Propuesta de modelo para incrementar el nivel de servicio usando las herramientas Kanban, BPM y Work Method en una empresa de productos plásticos. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.

[https://repositorioacademico.
upc.edu.pe/handle/10757/671
827](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671827)

Santos, D. W., Clementino, V. D. R.,
& Borges, U. dos. (2024).
Lean manufacturing no
agronegócio: Uma análise
bibliográfica da produção
científica das bases Web of
Science e SciELO no período
de 2000-2020. *Exacta*, 22(1),
Article 1.
[https://doi.org/10.5585/exacta
ep.2022.21400](https://doi.org/10.5585/exactaep.2022.21400)

Soria, S. V. (2024). Distribución de
planta con manufactura
esbelta en las instalaciones
de Elohimtex Cía. Ltda.
[bachelorThesis, Universidad
Técnica de Ambato. Facultad
de Ingeniería en Sistemas,
Electrónica e Industrial.
Carrera de Ingeniería
Industrial].
[https://repositorio.uta.edu.ec:
8443/jspui/handle/123456789
/41187](https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/41187)