






Preservado en Zenodo DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13141279> Los autores son responsables de las informaciones del artículo
Gestión de Lean Manufacturing para la Seguridad y Salud laboral en laboratorios de Ingeniería Industrial

Luz Karen Flores Pérez¹  Víctor Genaro Rosales Urbano^{1*} 
Juan Valentín Leoncio Coasaca Portal¹ 

¹Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela de Postgrado, Perú

*Contacto para correspondencia: vrosalesu@unmsm.edu.pe

Recibido: 04/12/2025

Aceptado: 24/12/2025

Publicado: 31/12/2025

RESUMEN Gestionar Lean Manufacturing genera la seguridad y salud laboral en el laboratorio de ingeniería industrial. Objetivo: Determinar las consecuencias de la seguridad y las técnicas de Lean. **Metodología:** Con diseño preexperimental, muestra no probabilística a pequeñas y medianas empresas metal mecánicas peruanas seleccionadas por Laboratorio de Máquinas y Herramientas (LMH) - UNMSM con pruebas de parametricidad y Wilcoxon. **Resultados:** El Lean manufacturing mejora la gestión de seguridad y salud en el trabajo en el LMH; además a medida que transcurren los meses desde enero a julio del 2025 de ciclos académicos los procedimientos estándares disminuyeron (expresado por una pendiente ajustada de -0.0532) debido a que la estandarización así lo requirió, con una pendiente menor que las medidas de prevención. **Conclusiones/Aportes:** La seguridad y las técnicas de Lean permiten lograr ventajas competitivas y reducir pérdidas laborales.

Palabras clave: Gestión, lean manufacturing, salud laboral, laboratorios

Lean Manufacturing Management for Occupational Safety and Health in Industrial Engineering Laboratories

ABSTRACT: Managing Lean Manufacturing enhances occupational safety and health in the industrial engineering laboratory. **Objective:** To determine the effects of safety and Lean techniques. **Methodology:** A pre-experimental design was applied, with a non-probabilistic sample of Peruvian small and medium-sized metalworking enterprises selected by the Machine Tools Laboratory (LMH) – UNMSM, using parametric tests and the Wilcoxon test. **Results:** Lean manufacturing improves occupational safety and health management in the LMH; additionally, as the months from January to July 2025 of the academic cycles progressed, standard procedures decreased (expressed by an adjusted slope of -0.0532), as required by standardization, showing a lower slope than preventive measures. **Conclusions/Contributions:** Safety and Lean techniques make it possible to achieve competitive advantages and reduce occupational losses. **Keywords:** Management, lean manufacturing, occupational health, laboratories

Gestão do Lean Manufacturing para a Segurança e Saúde Ocupacional em Laboratórios de Engenharia Industrial

RESUMO: A gestão do Lean Manufacturing promove a segurança e a saúde ocupacional no laboratório de engenharia industrial. **Objetivo:** Determinar as consequências da segurança e das técnicas Lean. **Metodologia:** Foi aplicado um desenho pré-experimental, com uma amostra não probabilística de pequenas e médias empresas metal mecánicas peruanas selecionadas pelo Laboratório de Máquinas e Ferramentas (LMH) – UNMSM, utilizando testes de parametricidade e o teste de Wilcoxon. **Resultados:** O Lean manufacturing melhora a gestão da segurança e saúde no trabalho no LMH; além disso, à medida que os meses de janeiro a julho de 2025 dos ciclos acadêmicos avançaram, os procedimentos padrão diminuíram (expressos por uma inclinação ajustada de -0.0532), conforme exigido pela padronização, apresentando uma inclinação menor do que as medidas de prevenção. **Conclusões/Contribuições:** A segurança e as técnicas Lean permitem alcançar vantagens competitivas e reduzir perdas ocupacionais.

Palavras-chave: Gestão, lean manufacturing, saúde ocupacional, laboratórios

Gestion du Lean Manufacturing pour la Sécurité et la Santé au Travail dans les Laboratoires de Génie Industriel

RÉSUMÉ: La gestion du Lean Manufacturing favorise la sécurité et la santé au travail dans le laboratoire de génie industriel.

Objectif : Déterminer les effets de la sécurité et des techniques Lean. **Méthodologie :** Un design pré-expérimental a été appliqué, avec un échantillon non probabiliste de petites et moyennes entreprises métallomécaniques péruviennes sélectionnées par le Laboratoire de Machines-Outils (LMH) – UNMSM, en utilisant des tests de paramétrie et le test de Wilcoxon. **Résultats :** Le Lean manufacturing améliore la gestion de la sécurité et de la santé au travail au LMH ; en outre, à mesure que les mois de janvier à juillet 2025 des cycles académiques progressaient, les procédures standard ont diminué (exprimées par une pente ajustée de -0.0532), conformément aux exigences de la standardisation, présentant une pente inférieure à celle des mesures de prévention.

Conclusions/Apports : La sécurité et les techniques Lean permettent d'obtenir des avantages concurrentiels et de réduire les pertes professionnelles.

Mots-clés : Gestion, lean manufacturing, santé au travail, laboratoires

1. Introducción

La gestión de Lean Manufacturing (LM) para la Seguridad y Salud laboral (SST) en laboratorios de Ingeniería Industrial emerge como una aproximación estratégica esencial para optimizar procesos operativos en entornos educativos altamente expuestos a riesgos industriales, donde la integración de principios lean no solo eleva la eficiencia, sino que prioriza la prevención de accidentes y la promoción de un ambiente laboral seguro y sostenible. En el Laboratorio de Máquinas y Herramientas (LMH) de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), un espacio dedicado a la capacitación práctica en mecanizado y manufactura con 17 máquinas semiautomáticas (incluyendo 7 CNC y 10 con interacción operario-máquina), los operadores y estudiantes enfrentan amenazas persistentes como ruido excesivo, vibraciones mecánicas, cortes, enganches, atrapamientos, proyecciones de partículas, fricción, abrasión, quemaduras e incluso riesgos de incendios, lo que resulta en accidentes recurrentes como caídas y golpes, agravados por factores multifactoriales tales como exceso de confianza del operario, presencia de materiales innecesarios en el área, falta de limpieza y orden, ausencia de señalización adecuada en zonas de tránsito, procedimientos de trabajo inseguros, y exceso de inventario que obstruye el flujo operativo.

Estos desafíos no son aislados, ya que reflejan problemas globales reportados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2023), que documenta 2.6 millones de muertes anuales por enfermedades laborales y 11 millones de accidentes en Latinoamérica, así como datos locales de la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (Sunafil) con 14,086 accidentes mortales en Perú durante 2023 (Gestión, 2023), destacando la urgencia de implementar modelos como LM para mitigar estos riesgos en laboratorios educativos. Esta investigación aborda directamente el problema general de cómo la gestión de LM mejora la SST en laboratorios de Ingeniería Industrial, con un enfoque en problemas específicos: la organización del área de trabajo para establecer condiciones seguras que minimicen exposiciones innecesarias, la estandarización de procedimientos para fomentar un trabajo seguro y repetible que reduzca errores humanos, y la gestión visual para una difusión efectiva de medidas preventivas que promueva la conciencia y el cumplimiento normativo.

La justificación de esta gestión se fundamenta en múltiples dimensiones: teóricamente, se basa en la sinergia demostrada entre LM y SST, donde la mejora continua y el respeto a las personas eliminan desperdicios que generan riesgos ergonómicos y operativos (Montero, 2016; OIT, 2023); prácticamente, LM reduce actividades sin valor agregado como sobreproducción, inventario exceso y movimientos innecesarios, que a menudo provocan lesiones lumbares, distracciones y defectos en procesos (Rajadell, 2021); metodológicamente, integra el aprendizaje teórico-práctico en un proceso piloto de manufactura, validando indicadores de eficiencia y seguridad para reforzar la comprensión estudiantil y la eficacia pedagógica; y socialmente, prepara a futuros ingenieros industriales para entornos laborales competitivos, fomentando prácticas sostenibles que minimicen impactos ambientales mediante la reducción de desperdicios de materiales, tiempo y energía, contribuyendo así al desarrollo de una fuerza laboral capacitada y consciente de su responsabilidad en la SST.

El objetivo general es implementar la gestión de LM para fortalecer la SST en el LMH de la UNMSM durante 2024, con objetivos específicos orientados a organizar el área de trabajo para lograr condiciones seguras, estandarizar procedimientos operativos para realizar trabajos seguros y establecer gestión visual para la difusión proactiva de medidas de seguridad. Este enfoque no solo innova la gestión operativa en laboratorios de Ingeniería Industrial, sino que establece un paradigma replicable que vincula la eficiencia lean con la seguridad laboral, promoviendo entornos educativos donde la prevención de riesgos es integral al proceso de formación, alineado con demandas industriales modernas y contribuyendo a la reducción global de incidentes laborales en contextos similares.

2. Metodología

La gestión de Lean Manufacturing para la Seguridad y Salud laboral en laboratorios de Ingeniería Industrial se investigó mediante un enfoque explicativo y aplicado, con un diseño cuantitativo preexperimental que permitió evaluar el impacto de la intervención de LM en la SST a través de fases secuenciales: una medición inicial (pre-test) de los indicadores de SST para establecer el estado baseline, la aplicación controlada de técnicas LM como intervención experimental, y una medición final (post-test) para comparar cambios y validar mejoras.

Para llegar a las respuestas sobre cómo LM optimiza la SST, se formularon hipótesis: la general postula que LM mejora la gestión de SST en laboratorios, mientras que las específicas afirman que la organización del área favorece condiciones seguras, la estandarización mejora el trabajo seguro y la gestión visual difunde medidas de seguridad de manera efectiva.

Las variables se operacionalizaron con precisión, definiendo LM como variable independiente con dimensiones como organización (evaluada por auditorías 5S), estandarización (por número de procedimientos implantados) y gestión visual (por elementos desplegados), y SST como dependiente con indicadores como índice de accidentabilidad (calculado por frecuencia y severidad), condiciones subestándares, análisis de trabajo seguro y medidas preventivas. La población se delimitó a 5017 medianas y pequeñas empresas metalmecánicas en Perú, seleccionando el LMH-UNMSM como muestra no probabilística basada en criterios de representatividad operativa y presencia de sistemas de SST. La recolección de datos se realizó de forma sistemática, integrando observación directa e entrevistas en el sitio para capturar dinámicas reales, junto con análisis de registros secundarios como inventarios, informes de producción y documentación de SST, recopilados durante 2023-2024 y organizados en bases de datos digitales para procesamiento.

El análisis se llevó a cabo mediante estadística descriptiva para identificar tendencias, pruebas de parametricidad para verificar supuestos, y contrastes no paramétricos como Wilcoxon con $\alpha=0.05$ para validar hipótesis cuando no se cumplieron condiciones paramétricas, complementado con validación de instrumentos vía Alpha de Cronbach para asegurar fiabilidad. El marco teórico se construyó revisando antecedentes nacionales e internacionales para contextualizar la aplicación de LM en SST, y las bases teóricas se centraron en LM como sistema integral de eliminación de desperdicios, adaptado al contexto educativo mediante ajustes en técnicas como VSM, 5S, mantenimiento autónomo, trabajo estándar y sincronización con Kanban/Heijunka.

Los indicadores se midieron de forma iterativa, modificando OEE para incluir factores de SST y empleando auditorías para monitorear avances. El proceso piloto se ejecutó manufacturando un producto específico para simular operaciones reales, mientras que el diagnóstico inicial identificó ineficiencias y riesgos para guiar el plan de mejora, que se implementó secuencialmente para estabilizar, estandarizar y sincronizar operaciones, permitiendo llegar a conclusiones robustas sobre la efectividad de LM en la mejora de SST en los laboratorios de Ingeniería Industrial.

3. Resultados

3.1. Resultados descriptivos

Tabla 1. Desperdicios en el proceso de manufactura

Tipo de desperdicio	Porcentaje (%)
Espera	25.00
Procesos innecesarios	19.23
Defectos	17.31
Movimiento	15.39
Transporte	13.46
Talento no utilizado	9.61

Fuente. Elaboración propia año 2024

La Tabla 1 muestra los resultados que el principal desperdicio en el proceso de manufactura corresponde a la espera, con un 25,00 %, lo que indica tiempos muertos significativos que afectan la eficiencia del sistema productivo. En segundo lugar, se identifican los procesos innecesarios (19,23 %), evidenciando actividades que no agregan valor al producto final. Los defectos representan el 17,31 %, reflejando problemas de calidad que generan reprocesos y pérdidas de recursos. Asimismo, los desperdicios por movimiento (15,39 %) y transporte (13,46 %) sugieren una distribución ineficiente del área de trabajo y flujos operativos poco optimizados. Finalmente, el talento no utilizado presenta el menor porcentaje (9,61 %), lo que indica oportunidades de mejora en el aprovechamiento de las capacidades del personal.

3.1.1. Aplicación de lean manufacturing en el contexto educativo.

En la tabla 2 se presenta los aspectos relevantes que diferencian lean manufacturing a nivel industrial y a nivel educativo. Lean manufacturing en el contexto educativo no busca producir más sino enseñar mejor.

Tabla 2. Diferencias entre aplicación industrial y educativa de lean manufacturing.

Aspecto	Aplicación industrial (productiva)	Aplicación educativa (proceso piloto)
Finalidad	Aumentar la eficiencia y mejorar la rentabilidad	Mejorar el proceso de aprendizaje, la seguridad y la comprensión de la organización del trabajo
Resultados esperados	Beneficio económico y operativo	Desarrollo de competencias técnicas y organizativas en los estudiantes
Enfoque de gestión	Control de la productividad y tiempos de entrega	Diagnóstico y mejora continua del entorno enseñanza-aprendizaje.
Indicadores	OEE, desperdicios, lead time, productividad operativa	OEE educativo, tiempo de aprendizaje, seguridad y bienestar, desempeño de equipos
Participantes	Trabajadores y técnicos especializados	Docentes, auxiliares y estudiantes

Fuente. Elaboración propia, 2024.

En la Tabla 2 se percibe que, el despliegue de las técnicas operativas de Lean manufacturing en el contexto educativo que involucra un proceso piloto de manufactura, se guía por un procedimiento genérico por etapas acumulativas de valor, de sinergia entre las practicas operativas. Los autores Hernández y Vizán (2013) publican una hoja de ruta genérica al respecto.

En coherencia con las características de proceso piloto de manufactura se presenta en la tabla 3 un aporte referido a adaptación de técnicas operativas y métodos de Lean Manufacturing que deben adaptarse al escenario de prácticas de manufactura, sin alterar el contenido de la capacitación y entrenamiento industrial.

Tabla 3. Adaptación de las técnicas Lean manufacturing al contexto educativo.

Técnica	Adaptación educativa	Objetivo
5S	Orden, limpieza y disciplina en el área de prácticas.	Seguridad y eficiencia en la enseñanza
Mantenimiento autónomo	Revisión adecuada de máquinas por los alumnos antes/después de prácticas.	Responsabilidad técnica y prevención de fallas
Kanban/heiijunka/Control visual	Representación de los flujos de aprendizaje (operaciones, tiempos, esperas.	Identificar mejoras en la secuencia y tiempo de práctica
VSM educativo	Representación del flujo de aprendizaje.	Ubicar los problemas en el área de operaciones del proceso piloto
OEE educativo	Mide la operatividad de las máquinas y equipos	Detección de errores e irregularidades en la operación

Fuente. Elaboración propia, 2024

En la Tabla 3 se percibe que, Lean manufacturing (LM) optimiza el desempeño operativo, no pertenece exclusivamente al ámbito comercial o industrial. Por tanto:

La adaptación de lean manufacturing en el ámbito educativo es legítima y coherente con los objetivos de aprendizaje profesional.

La aplicación del lean manufacturing no altera la estructura del contenido ni la naturaleza de los cursos, sino que la enriquece el contenido al vincular teoría y práctica en un sistema real.

3.2. Resultados inferenciales

En función a la interrogante: ¿El Lean manufacturing mejora la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Laboratorio de Máquinas y Herramientas?

Planteamiento de la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1).

H_0 : Lean manufacturing no mejora la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Laboratorio de Máquinas y Herramientas.

H_1 : Lean manufacturing mejora la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Laboratorio de Máquinas y Herramientas.

Tabla 4. Contraste de la hipótesis: Prueba de parametricidad de la hipótesis

variable Prueba estadística		Independiente	Dependiente
		OEE	accidentabilidad
Normalidad: Shapiro Wilks	EITH	0.9324	0.9498
H_0 = Los datos se ajustan a una distribución normal	ER		
H_1 = Los datos no se ajustan a una distribución normal	Sig.	0.6564	0.8318
Igualdad de varianzas: t student	t	12.21	
H_0 = No existe homogeneidad entre los grupos	Sig.	< 0.01	
H_1 = Existe homogeneidad entre los grupos			

Fuente. Programa SPSS versión 27, 2024

Los resultados de la Tabla 4, indican una distribución normal, no existe homogeneidad de varianzas. Por lo tanto, no cumplen con las condiciones de parametricidad. Se decide emplear la prueba no paramétrica Wilcoxon para el contraste de la hipótesis.

Tabla 5. Prueba de contraste Wilcoxon para la hipótesis

Muestras relacionadas	OEE - Accidentabilidad
Z	-2.366
Sig.	0.018

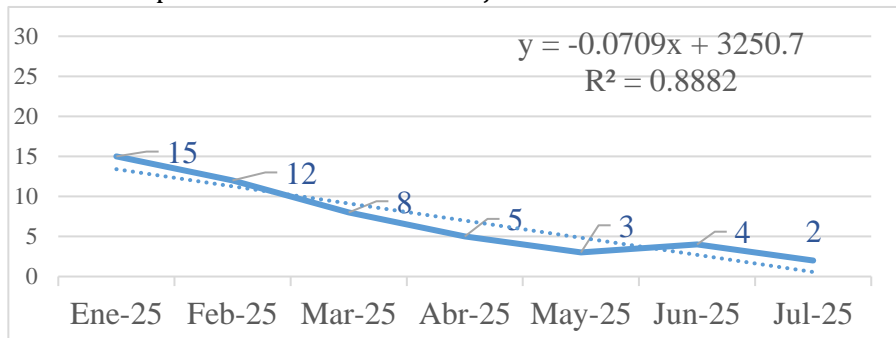
Fuente. Programa SPSS versión 27, 2024

En la Tabla 5. Se percibe que el nivel de significancia de la prueba Wilcoxon es menor que 0.05, se rechaza H_0 . Se acepta la H_1 : Lean manufacturing mejora la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Laboratorio de Máquinas y Herramientas, con 95% de nivel de confianza.

3.3. Medidas de prevención.

Los resultados del seguimiento de las medidas de prevención se presentan en la figura 1.

Figura 1. Medidas de prevención desde enero a julio del año 2025



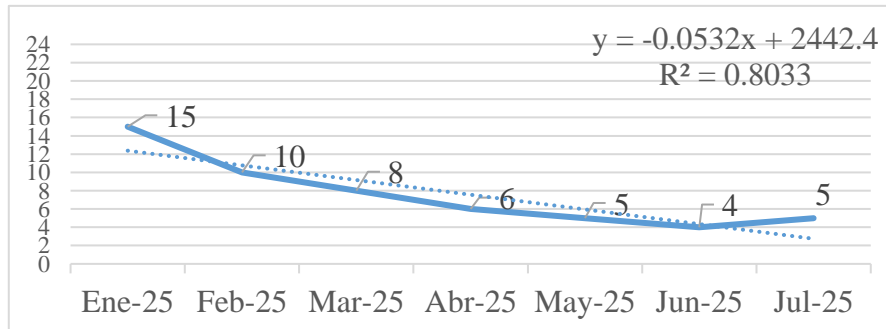
Fuente. Elaboración propia, 2025

En la Figura 1. Se puede interpretar que a medida que transcurren los meses desde enero del 2025 las medidas de prevención disminuyeron (expresado por una pendiente ajustada de -0.0709) debido a que los resultados del seguimiento de las medidas de prevención así lo requirieron, con lo cual se indica que las medidas de prevención debe ser inherente a los procesos industriales

Procedimientos estándares

Durante la investigación se realizó la estandarización de las actuales guías de práctica, lo que permitió establecer documentos estándares con actividades y tareas se realicen con una guía revisada y establecida (Figura 2).

Figura 2. Operaciones estandarizadas



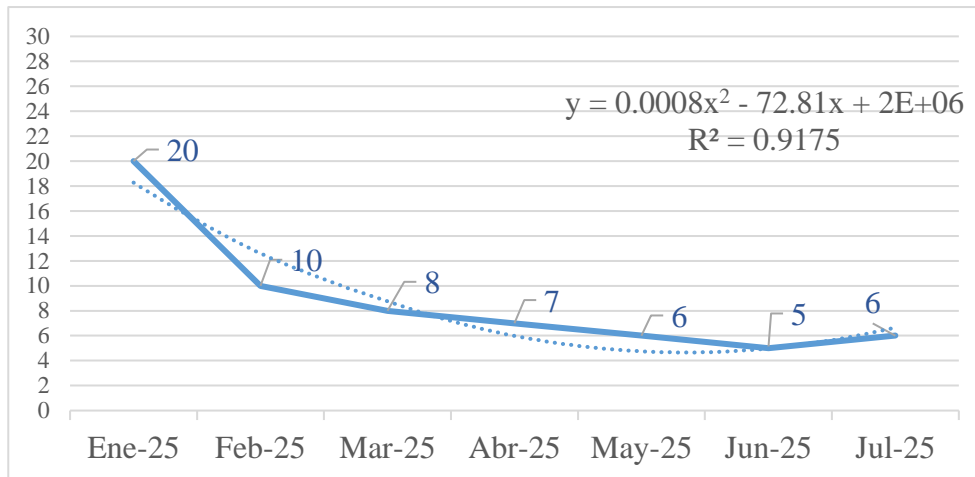
Fuente. Elaboración propia, 2025

En la Figura 2. Se puede interpretar que a medida que transcurren los meses desde enero del 2025 los Procedimientos estándares disminuyeron (expresado por una pendiente ajustada de -0.0532) debido a que la estandarización así lo requirió, con una pendiente menor que las medidas de prevención

3.3.1. Análisis de trabajo seguro (ATS).

El ATS fue realizado para validar los procedimientos de las operaciones de Laboratorio de Maquinas y Herramientas (LMH) con el propósito de descubrir los peligros potenciales en el proceso de manufactura, para minimizar los riesgos laborales en el LMH, mostrado en la figura 3:

Figura 3. Análisis de trabajo seguro (ATS)



Fuente. Elaboración propia, 2025

En la Figura 3. El ATS fue realizado para validar los procedimientos de las operaciones de máquinas y equipos con el propósito de descubrir los peligros potenciales en el proceso de manufactura, para minimizar los riesgos laborales, siendo el menor valor en el mes de mayo del año 2025 (por concordar el vértice de la ecuación cuadrática ajustada), es decir casi al terminar el primer semestre del periodo considerado.

4. Discusiones

Luego del año 2020, la literatura científica ha reforzado consistentemente la idea de que la integración de prácticas Lean con la gestión de la seguridad y salud ocupacional contribuye tanto a la seguridad de los trabajadores como a la competitividad organizacional. Una investigación reciente demuestra que la implementación de modelos Lean adaptados explícitamente a la seguridad y salud ocupacional (Lean-OHS) promueve un ambiente de trabajo más seguro y mejora las condiciones laborales al reducir amenazas y riesgos mediante ciclos de mejora continua, lo que a su vez se traduce en mayores niveles de productividad y eficiencia operativa. Estudios como el de Ulu y Birgün (2024) pusieron en práctica un modelo Lean-OHS en un laboratorio universitario, evidenciando que la aplicación de principios Lean en la gestión de seguridad redujo de forma significativa las amenazas laborales y mejoró las condiciones de trabajo, apoyando la noción de que la seguridad integrada no es un costo adicional sino un impulsor de productividad dentro de los procesos productivos. En el contexto de la gestión de Lean Manufacturing para la Seguridad y Salud laboral en laboratorios de Ingeniería Industrial, los hallazgos refuerzan la ruta genérica secuencial propuesta por Hernández y Vizán (2013), donde la integración de técnicas operativas genera sinergias que evitan fallos en implementaciones aisladas.

De manera complementaria, investigaciones sistemáticas han encontrado que la adopción de principios Lean relacionados con ergonomía y estandarización de procesos reduce riesgos laborales y fortalece la capacidad competitiva de micro y pequeñas empresas al disminuir tiempos improductivos y errores operativos. Estos hallazgos subrayan que Lean no solo optimiza flujos de trabajo, sino que también puede contribuir directamente a la salud física y bienestar de los trabajadores cuando se implementa con enfoque integral. Por otra parte, ensayos bibliográficos recientes han destacado que herramientas Lean como 5S, TPM y mapeo de flujo de valor no solo reducen desperdicios y tiempos muertos, sino que también interactúan con los sistemas de seguridad existentes para crear entornos más ordenados y, por ende, seguros, apoyando la continuidad operativa y mejorando indicadores clave de rendimiento.

Además, revisiones de estudios cuantitativos y analíticos revelan que la implementación de programas de seguridad y salud laboral integrados en la cultura organizacional —especialmente cuando se vinculan con prácticas Lean— tiene un impacto positivo y significativo en la productividad, sugiriendo que los resultados de seguridad mejoran cuando estos programas no son aislados sino parte del núcleo de la estrategia operativa de la empresa.

En términos de competitividad, investigaciones conceptuales sobre Lean Six Sigma en sectores como salud han propuesto que la combinación de gestión de calidad y metodologías Lean puede reforzar las ventajas competitivas al promover mejoras continuas tanto en eficiencia como en seguridad y resultados de gestión.

Chan y Tay (2018) en la combinación de herramientas kaizen para aplicaciones prácticas. La eficiencia operativa elevada al 75.95% con un incremento del 19.38% y la reducción del tiempo de ciclo en 16.63% se explican por la eliminación sistemática de desperdicios como esperas y procesos innecesarios, alineándose con Rajadell (2021) en su enfoque de lean para entornos productivos flexibles

En estándares como base de mejora y Castillo (2022) en procesos productivos con +18% productividad, León et al. (2023); además en algunas ingenierías, según Reyes C (2014) Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de Reyes Industria Textil es aplicable y de relevante importancia la implementación de herramientas, alineándose con estrategias globales (OIT, 2023; Oficem, 2008 en buenas prácticas)

5. Conclusiones

Se evidencian que la integración de la gestión de la seguridad y salud laboral con la aplicación de técnicas de Lean Manufacturing constituye un factor clave para el logro de ventajas competitivas sostenibles en los sistemas productivos. Una gestión eficaz de la seguridad no solo contribuye a la reducción de accidentes y enfermedades ocupacionales, sino que también mejora la continuidad operativa, el desempeño del personal y la eficiencia global de los procesos.

Asimismo, la implementación sistemática de herramientas Lean permite identificar y eliminar desperdicios, optimizar el uso de recursos y disminuir pérdidas laborales asociadas a tiempos muertos, reprocesos y fallas operativas. En conjunto, la articulación estratégica entre seguridad y Lean fortalece la gestión organizacional, incrementa la productividad y promueve entornos de trabajo más seguros y eficientes

Referencias

Al-Najjar, S., & Abdul Rahim, S. (2024). The role of Lean Six Sigma in boosting competitive advantage in the governance of healthcare organizations (El papel de Lean Six Sigma en el impulso de la ventaja competitiva en la gobernanza de las organizaciones de salud) *Journal of Governance and Integrity*, 7(1), 624–635. *Universiti Malaysia Pahang*. <https://doi.org/10.15282/jgi.7.1.2024.9441>

-
- Aripin, N. M., Mahmud, F., Lee, K. L., & Hussain, S. (2024). Systematic literature review: Lean ergonomics analysis in SMEs manufacturing sector (Revisión sistemática de literatura: análisis de ergonomía lean en el sector manufacturero de las PYMES) *Journal of Technology and Operations Management*, 19(1), 89–108. *Universiti Utara Malaysia*. <https://doi.org/10.32890/jtom2024.19.1.7>
- Chan, C. O., & Tay, H. L. (2018). Combining lean tools application in kaizen: A field study on the printing industry (Combinación de la aplicación de herramientas lean en kaizen: un estudio de campo en la industria de la impresión) *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(1), 45–65. Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2016-0197>
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). Lean manufacturing conceptos técnicas e implantación (Lean manufacturing concepts techniques and implementation). *Escuela de Organización Industrial*. <https://optimiza.pe/lean-manufacturing-tecnicas-herramientas-para-implantacion/>
- José Carlos Sá, J., Oliveira, A., Hines, P., Mourão, F., McDermott, O., Marques, P. A., Zouari, A., Pathania, A., & Ulewicz, R. (2025). The effects of lean and people's behaviours on occupational safety (Los efectos de lean y los comportamientos de las personas en la seguridad ocupacional) *Production Engineering Archives*, 31(1), 1–14. Polish Association of Production Engineering. <https://doi.org/10.30657/pea.2025.31.1>
- León, J., Román, E., Romero, L., & Olea, J. (2023). Implementación de Kanban para incrementar la efectividad de un almacén tipo supermercado en una empresa manufacturera (Kanban implementation to increase the effectiveness of a supermarket-type warehouse in a manufacturing company). *Información Tecnológica*, 34(6). Centro de Información Tecnológica. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642023000600001>
- Montero, R. (2016). Relación entre Lean Manufacturing y seguridad y salud ocupacional (Relationship between lean manufacturing and occupational safety and health). *Salud de los Trabajadores*, 24(2), 133–138. *Universidad Autónoma de Occidente*. <https://www.redalyc.org/pdf/3758/375851163007.pdf> servicio.bc.uc.edu.ve
- Nelfita, N., Aprinawati, A., Lubis, D. A., Wijaya, R. H., Rumapea, Y. R., & Sampurno, M. A. (2024). Analysis of the impact of implementation of occupational safety and health programs on productivity: Literature analysis (Análisis del impacto de la implementación de programas de seguridad y salud ocupacional sobre la productividad: análisis de literatura). *Holistic Science*, 4(3), 543–550. Larisma Publisher. <https://doi.org/10.56495/hs.v4i3.762>
- Organización Internacional del Trabajo. (2023). Panorama laboral 2023 América Latina y el Caribe (Labour overview 2023 Latin America and the Caribbean). *Organización Internacional del Trabajo*. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/documents/publication/wcms_906617.pdf
- Rajadell, M. (2021). *Lean manufacturing* (2ª ed.). Ediciones Díaz de Santos. <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479789671.pdf>
- Reyes, C. (2014). Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de Reyes Industria Textil Cia Ltda (Implementation of lean manufacturing tools in the

production area of Reyes Industria Textil Cia Ltda) [Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador]. *Escuela Politécnica Nacional*.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8124> BibDigital

Ulu, M., & Birgün, S. (2024). A case study on lean occupational safety (Un estudio de caso sobre seguridad ocupacional lean). *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 42(2), 534–548. Yildiz Technical University. <https://doi.org/10.14744/sigma.2022.00108>

Contribuciones de los coautores: Todos los coautores han contribuido a este artículo de mutuo acuerdo y son responsables de toda la información contenida en el mismo.

Luz Karen Flores Pérez (33.3%): Conceptualización, Curación de datos Análisis formal.
Víctor Genaro Rosales Urbano (33.3%): Recursos, Metodología, Software, Redacción –borrador original.
Juan Valentin Leoncio Coasaca Portal (33.3%): Redacción –revisión y edición, Supervisión, Validación y Visualización.

Financiación de la investigación: Con recursos propios.

Declaración de ausencia de conflicto de intereses: Los autores declaran que no tenemos ningún conflicto de intereses que pueda haber influido en los resultados obtenidos o en las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado: El estudio se realizó de acuerdo con el Código de Ética y las Buenas Prácticas de Publicación.

Usabilidad: Este texto se comparte bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Puede compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, así como adaptarlo, remezclarlo, transformarlo y crear obras derivadas a partir de él para cualquier fin, incluso comercial, siempre que cumpla con la condición de atribución: debe dar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de forma que sugiera que el licenciante le apoya o aprueba su uso.