



Implementación de metodologías lean para la gestión de seguridad y salud ocupacional: un enfoque integral para la prevención de riesgos en el lugar de trabajo

Implementing lean methodologies for occupational health and safety management: a comprehensive approach to workplace risk prevention

Implementação de metodologias enxutas para gestão de saúde e segurança ocupacional: uma abordagem abrangente para prevenção de riscos no local de trabalho

Cely Ivonne Rodriguez-Borbor ^I
cely.rodriguezborbor4504@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-0087-4596>

Joyce Adriana Figueroa-Maldonado ^{II}
figuemaldonado.2020@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-3689-3190>

Correspondencia: cely.rodriguezborbor4504@upse.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 07 de abril de 2025 * **Aceptado:** 14 de mayo de 2025 * **Publicado:** 30 de junio de 2025

- I. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.
- II. Investigador Independiente, Ecuador.

Resumen

La gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) constituye un pilar fundamental en la industria de la construcción, al permitir la identificación, análisis y evaluación sistemática de riesgos que comprometen la integridad física de los trabajadores. Este artículo tiene como objetivo analizar la implementación de metodologías Lean como estrategia integral para la mejora de la gestión preventiva, comparándola con el enfoque tradicional basado en la Guía Técnica Colombiana GTC 45. La investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto y se estructuró en tres fases: diseño metodológico, recolección de información y análisis de datos. A partir de visitas en campo, revisión documental y aplicación de herramientas como 5S, Value Stream Mapping (VSM), Jidoka y mapas de calor, se identificaron deficiencias operativas significativas bajo el modelo GTC 45, como la escasa visualización de riesgos, el desorden en el entorno y la limitada participación del personal. La intervención Lean-SSO permitió reducir el porcentaje de actividades clasificadas como de alto riesgo, mejorar la organización operativa y fortalecer la cultura preventiva. Se concluye que la integración de herramientas Lean no solo complementa, sino que potencia los sistemas tradicionales de gestión de riesgos laborales.

Palabras clave: Metodología Lean; construcción; seguridad laboral.

Abstract

Occupational Health and Safety (OHS) management is a fundamental pillar in the construction industry, enabling the systematic identification, analysis, and assessment of risks that compromise the physical integrity of workers. This article analyzes the implementation of Lean methodologies as a comprehensive strategy for improving preventive management, comparing it with the traditional approach based on the Colombian Technical Guide GTC 45. The research was developed using a mixed-methods approach and structured in three phases: methodological design, information collection, and data analysis. Through field visits, document reviews, and the application of tools such as 5S, Value Stream Mapping (VSM), Jidoka, and heat maps, significant operational deficiencies were identified under the GTC 45 model, such as poor risk visibility, cluttered environments, and limited staff participation. The Lean-OHS intervention reduced the percentage of activities classified as high-risk, improved operational organization, and strengthened the preventive culture. The conclusion is that the integration of Lean tools not only complements but also enhances traditional occupational risk management systems.

Keywords: Lean methodology; construction; occupational safety.

Resumo

A gestão da Segurança e Saúde Ocupacional (SSO) é um pilar fundamental na indústria da construção civil, permitindo a identificação, análise e avaliação sistemáticas de riscos que comprometem a integridade física dos trabalhadores. Este artigo analisa a implementação de metodologias Lean como estratégia abrangente para aprimorar a gestão preventiva, comparando-a com a abordagem tradicional baseada no Guia Técnico Colombiano GTC 45. A pesquisa foi desenvolvida utilizando uma abordagem de métodos mistos e estruturada em três fases: desenho metodológico, coleta de informações e análise de dados. Por meio de visitas de campo, revisão de documentos e aplicação de ferramentas como 5S, Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), Jidoka e mapas de calor, deficiências operacionais significativas foram identificadas sob o modelo GTC 45, como baixa visibilidade dos riscos, ambientes desorganizados e participação limitada da equipe. A intervenção Lean-SSO reduziu o percentual de atividades classificadas como de alto risco, melhorou a organização operacional e fortaleceu a cultura preventiva. Conclui-se que a integração de ferramentas Lean não apenas complementa, mas também aprimora os sistemas tradicionais de gestão de riscos ocupacionais.

Palavras-chave: Metodologia Lean; construção; segurança ocupacional.

Introducción

A nivel mundial la seguridad y salud ocupacional (SSO) ha ido evolucionando, enfocada en prevenir los riesgos laborales y a su vez proteger a los operarios, especialmente en industrias de alto riesgos tal como la construcción, basado en las buenas prácticas laborales (Felipe & Lucena, 2022; Muñoz et al., 2022).

La SSO es un aspecto crucial de la gestión de organizaciones modernas, particularmente en entornos de trabajo donde prevalecen las actividades de alto riesgo. A pesar del progreso realizado en las normas y la tecnología, los accidentes ocupacionales, las enfermedades y las condiciones inseguras persisten como un desafío significativo, impactando no solo el bienestar de los trabajadores sino también la productividad y la viabilidad a largo plazo de las empresas (Aguome et al., 2024). En este contexto, resulta imprescindible aplicar enfoques más holísticos e

integradores, como las metodologías Lean, que han demostrado ser eficaces no solo en la mejora de procesos productivos sino también en la reducción de riesgos laborales (Chaudhari et al., 2024). Una de estas metodologías destacadas es Lean Management, que se desarrolló inicialmente en el sistema de producción de Toyota y se ha implementado efectivamente en diferentes sectores a través del enfoque de construcción Lean. Este enfoque se basa en la eliminación sistemática de residuos, mejora continua y el énfasis en las actividades que crean valor, que ahora también se aplica a la mejora de la gestión de la seguridad laboral (Pratik Bhikhubhai Panchal, 2024).

El uso de metodologías encontradas en la gestión de la salud y la seguridad ocupacionales significa un cambio sustancial de los modelos tradicionales que enfatizan principalmente el cumplimiento regulatorio, en lugar de priorizar la identificación sistemática y la eliminación de las causas de riesgo. Lean, al enfocarse en la mejora continua, la eliminación de residuos y la generación de valor, permite estructurar procesos más seguros, eficientes y predecibles, características fundamentales en contextos como la construcción, donde la variabilidad operativa y los entornos dinámicos aumentan la exposición a los peligros (Tembo & Abdullahi, 2023).

La integración de herramientas Lean, como las herramientas de valor, el mapeo de flujo de valor (VSM), el último sistema planificador (LPS), el 5S, Kaizen y Poka-Yoke han demostrado ser útil no solo en eficiencia operativa, sino también en la identificación y mitigación de los riesgos ocupacionales. El uso de VSM permite mapear procesos para identificar puntos críticos donde se pueden originar accidentes o condiciones peligrosas (Ihsabaihaki & Patriadi, 2025), mientras que LPS ha mejorado la previsibilidad de las actividades en proyectos complejos, disminuyendo las fallas de coordinación y promoviendo un entorno más seguro (Brito et al., 2020; Marin, 2020).

Asimismo, metodologías como iLeanDMAIC ofrecen un enfoque estructurado para la implementación de herramientas Lean, facilitando su adaptación en entornos complejos como la construcción, al integrar etapas de mejora continua con evaluación de desempeño (Ferreira et al., 2019).

Las metodologías Lean, se aplican en varios sectores, no solo mejoran la eficiencia organizacional, sino que también contribuyen positivamente en la seguridad laboral y el comportamiento de los operarios (Sá et al., 2025). Diversas investigaciones han evidenciado que las estrategias Lean no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también permiten abordar de manera integral los factores que inciden en los accidentes laborales. Por ejemplo, Chaudhari et al. (2024) demostraron que herramientas como el sistema Last Planner, el uso de visual management y la planificación

colaborativa permiten detectar y mitigar peligros asociados a la fatiga, falta de comunicación, errores humanos y planificación deficiente, los cuales son causas comunes de accidentes en obras de construcción del Reino Unido. Además, destacaron que la cultura Lean impulsa el principio de “detener la producción si no es segura”, estableciendo así una conexión ética entre productividad y respeto por la vida del trabajador.

Por otro lado, Ulu & BiRgün (2024) presentaron un modelo Lean-OHS aplicado en un entorno universitario, donde se logró transformar 18 de 20 riesgos laborales significativos en aceptables mediante el uso de herramientas como 5S, kaizen, gestión visual y análisis de causa raíz. Este modelo demostró que la integración de Lean con los principios de salud ocupacional puede generar entornos seguros, ordenados y sostenibles, donde cada trabajador se responsabiliza activamente por su entorno, elevando así la conciencia preventiva a nivel organizacional

Asimismo, Jiménez et al. (2019) propusieron la extensión de la metodología 5S a 6S, añadiendo una fase exclusiva de “seguridad”, que implica la inspección minuciosa de los puestos de trabajo, cumplimiento de normativas CE en maquinaria y dotación de equipos de protección personal adecuados. Esta extensión metodológica, aplicada en una planta piloto, evidenció mejoras significativas en la reducción de accidentes y el cumplimiento normativo, consolidando a 6S como una herramienta clave en la transición hacia el “cero accidentes” (Jiménez et al., 2019).

La adopción de prácticas Lean en la industria de la construcción ha demostrado su efectividad para mejorar la gestión de la producción, al tiempo que influye simultáneamente en la ocurrencia de accidentes laborales. En un proyecto de infraestructura de salud en Perú, un estudio de caso demostró que la implementación de técnicas de construcción Lean dio como resultado tiempos de espera reducidos y menos errores durante el proyecto, mejorando en última instancia la seguridad laboral (Marin, 2020).

Además, se corrobora la eficiencia en estudios recientes expuestos en Uganda e Indonesia donde implementación de prácticas leídas en proyectos de construcción puede aumentar la eficiencia en la entrega de proyectos, reducir la variabilidad en los procesos y promover una mayor colaboración entre los actores del proyecto (Aguome et al., 2024). Estas ventajas se pueden aplicar en varios sectores, especialmente en aquellos donde garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores es una prioridad.

Por el contrario, la implementación de principios como Kaizen y 5s fomenta entornos de trabajo ordenados, limpios y seguros, alentando a los trabajadores a cultivar hábitos que reducen su

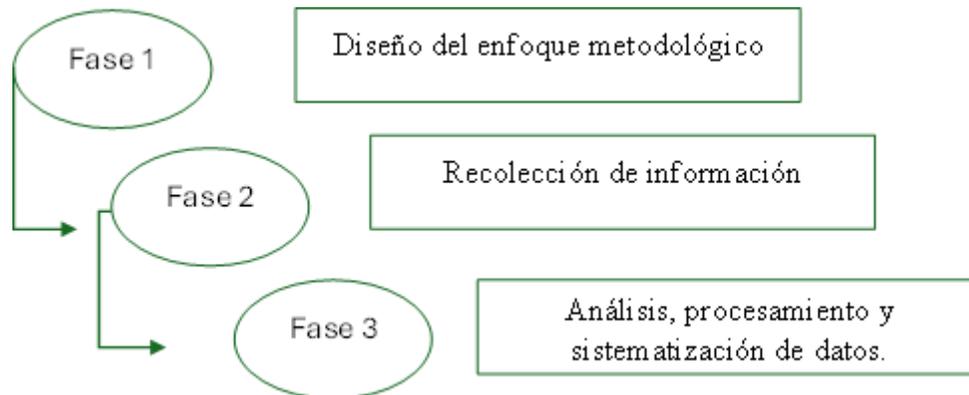
exposición a los riesgos (Tembo & Abdullahi, 2023). El análisis de flujo de valor (VSM) permite la identificación de actividades que no solo mejoran la productividad, sino que también contribuyen a la reducción del riesgo, que se alinea con un enfoque preventivo para el SSO (Brito et al., 2020). Además, es importante resaltar que las metodologías Lean pueden extenderse más allá del control de procesos hacia el fortalecimiento del comportamiento organizacional en temas como la prevención de riesgos y el empoderamiento del operario en la toma de decisiones sobre su entorno de trabajo (Rukmani M S & Myneni, 2025).

Este artículo busca examinar la aplicación de metodologías Lean como un enfoque holístico para la gestión de la salud y la seguridad ocupacional, con un énfasis específico en la prevención de riesgos proactivos dentro del lugar de trabajo, sector de la construcción. Al realizar un análisis teórico e implementar herramientas Lean en entornos de trabajo prácticos, este estudio tiene como objetivo mostrar cómo estos enfoques pueden mejorar en gran medida la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad dentro de una organización.

Materiales y métodos

La metodología se basa en 3 fases específicas como fase 1: diseño del enfoque metodológico, fase 2: recolección de información y fase 3: análisis, procesamiento y sistematización de datos.

Como se muestra en la Figura 1 el esquema metodológico de las fases a realizar.



Fase 1:

Seguido de una guía estructurada como lo es la línea metodológica que define el estudio a emplearse logrando un proceso eficaz.



Enfoque y tipo de investigación

Esta fase consistió en la estructuración del enfoque teórico-práctico que guiaría el estudio, estableciendo los objetivos, la metodología y las herramientas a utilizar. Se definió un enfoque mixto, combinando técnicas cualitativas (observación, análisis documental, revisión bibliográfica) con métodos cuantitativos (evaluación de riesgos, indicadores clave de rendimiento), lo que permitió abordar de forma integral tanto los elementos técnicos de la gestión de riesgos como su aplicación real en campo.

Se optó por una investigación de tipo exploratorio y aplicada, centrada en la observación de un entorno real de trabajo —una obra de remodelación pública en el cantón Salinas— donde se implementa actualmente la metodología GTC 45 como base para la gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO). Esta situación permitió no solo recopilar información directa del entorno laboral, sino también establecer un punto de comparación entre dicha metodología y la propuesta basada en herramientas Lean-SSO.

En esta fase se definieron también las herramientas Lean a aplicar: 5S, VSM, Jidoka, Andon, AMEF y mapas de calor, así como los indicadores clave (KPI) que servirían para evaluar los efectos de la intervención en términos de seguridad, eficiencia y participación operativa.

Fase 2.

Recolección de información

La segunda fase estuvo orientada a la recopilación de datos tanto teóricos como empíricos. Se emplearon dos vías principales de recolección:

1. **Revisión documental:** Se utilizó una matriz de análisis para organizar y sintetizar información de artículos científicos extraídos de bases como Scopus, Google Scholar y ResearchGate (años 2020-2025), priorizando estudios relacionados con la aplicación de metodologías Lean en entornos de construcción y gestión de SSO. Esta revisión permitió identificar buenas prácticas, herramientas efectivas, resultados comprobados y limitaciones comunes de las metodologías existentes.

2. Trabajo en campo: Se realizó una caracterización detallada del entorno laboral mediante:

- Observación directa de las actividades desarrolladas en obra.
- Análisis de la matriz de riesgos (Excel) implementada conforme a GTC 45, que permitió identificar las tareas críticas y su nivel de riesgo.
- Examen del plan de ejecución contractual, con el fin de mapear los procesos operativos e identificar oportunidades de mejora en seguridad.
- Registro fotográfico del estado del entorno, el cual aportó evidencia visual de deficiencias en orden, señalización y delimitación de zonas seguras.

Los criterios de inclusión de datos empíricos fueron: actividades ejecutadas durante el período de observación, tareas con clasificación de riesgo medio o alto según GTC 45, y elementos visuales que representaran condiciones inseguras o ineficientes.

Este proceso generó una base sólida para la siguiente etapa de análisis comparativo y aplicación de herramientas Lean, permitiendo evaluar con precisión las brechas existentes entre el modelo GTC 45 y el enfoque Lean-SSO, tanto desde una perspectiva técnica como operativa.

Fase 3

Análisis, procesamiento y sistematización de datos

Durante esta fase se llevó a cabo una evaluación integral de la información recopilada en campo, con el objetivo de contrastar los resultados obtenidos bajo la metodología GTC 45, actualmente aplicada en la obra, frente a una propuesta de mejora fundamentada en herramientas Lean adaptadas a la gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO).

El análisis inició con la elaboración de un Value Stream Mapping (VSM) de las tareas críticas ejecutadas en la obra, tomando como referencia la planificación contractual (PDF) y la matriz de riesgos existente (Excel). Esta herramienta permitió identificar los puntos del flujo de trabajo donde se generaban actividades sin valor añadido, asociadas a tiempos muertos, esperas, movimientos innecesarios y exposición a peligros físicos. Estas ineficiencias fueron clasificadas según los siete tipos de desperdicios Lean: sobreproducción, espera, transporte, inventario, movimientos innecesarios, defectos y talento no aprovechado.

Para complementar esta evaluación, se desarrollaron mapas de calor que facilitaron la visualización espacial de los sectores con mayor acumulación de materiales, señalética deficiente y tránsito

desordenado, como quedó evidenciado en los registros fotográficos. Esta visualización permitió establecer zonas de riesgo prioritarias para intervención.

A continuación, se procedió a la implementación de herramientas del sistema Lean-SSO, tales como:

- 5S para organizar áreas de trabajo, eliminar obstáculos y establecer estándares visuales.
- Jidoka, que habilita la capacidad de detener actividades ante condiciones inseguras.
- Mantenimiento autónomo y señalética visual (Andon) para alertar sobre riesgos activos.
- AMEF (Análisis de modos y efectos de falla) aplicado a tareas de alto impacto como demoliciones o instalaciones eléctricas.

Estas acciones se enfocaron en promover un entorno de trabajo ordenado, autónomo y seguro, generando condiciones para la toma de decisiones directa por parte de los operarios.

Con el fin de medir el impacto de la intervención Lean, se establecieron indicadores clave de rendimiento (KPI) que permitieron observar cambios significativos antes y después de su aplicación. Los principales indicadores analizados fueron:

- Reducción en la frecuencia de incidentes leves.
- Disminución en los tiempos de espera o interrupciones por fallas de planificación.
- Aumento en la productividad bajo condiciones de seguridad controlada.
- Incremento en la participación activa del personal operativo en la gestión preventiva.

Finalmente, los datos fueron sistematizados y comparados con los valores iniciales registrados en la aplicación tradicional de GTC 45. Esta comparación evidenció una mejora significativa en el control operativo del riesgo, así como una transformación cultural hacia la prevención proactiva, validando así el impacto positivo de la metodología Lean-SSO e impulsando un proceso de retroalimentación continua en el entorno de trabajo.

Resultados

1. Diagnóstico inicial con metodología GTC 45

Durante la ejecución de la obra de remodelación del antiguo Palacio Municipal del cantón Salinas, se identificó la aplicación formal de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 como herramienta normativa para la gestión de riesgos laborales. Esta metodología permitió identificar y clasificar peligros en tareas críticas como la demolición, el movimiento de materiales pesados, trabajos en altura e instalaciones eléctricas, según criterios de probabilidad y severidad.

La matriz de riesgos mostró que un 62% de las actividades operativas evaluadas fueron clasificadas con riesgo “Alto” o “Muy Alto”, principalmente por exposición a caídas, desorganización del entorno de trabajo, manipulación de cargas y señalización inadecuada. Si bien la GTC 45 establece controles administrativos y el uso obligatorio de Equipos de Protección Personal (EPP), su implementación se centra en el cumplimiento documental, sin garantizar necesariamente condiciones seguras en tiempo real.

2. Brechas detectadas en el enfoque GTC 45 aplicado en campo

Mediante observación directa, análisis del entorno y evaluación visual de la obra, se identificaron limitaciones clave en la aplicación práctica de la GTC 45:

- La señalización existente era mínima o inadecuada, sin reposición ni mantenimiento rutinario.
- Las zonas de trabajo no estaban delimitadas visualmente, generando interferencia entre tránsito peatonal y operación de maquinaria.
- El entorno físico mostraba desorden, materiales dispersos y herramientas sin clasificación.
- Los trabajadores no eran partícipes activos de la gestión preventiva; las decisiones eran asumidas exclusivamente por el personal técnico.

Estas brechas, aunque documentadas en la matriz de riesgos, no eran gestionadas de forma dinámica ni participativa, lo que confirma la limitación operativa de un enfoque exclusivamente normativo y reactivo.

3. Intervención propuesta con metodología Lean-SSO

Como alternativa integral de mejora, se propuso la implementación de conjunto de herramientas del enfoque Lean-SSO, orientadas a la mejora continua, la eficiencia y la participación activa y la prevención proactiva. Las acciones ejecutadas incluyeron:

- **Value Stream Mapping (VSM):** permitió identificar tareas que agregan valor y actividades innecesarias, tiempos muertos o fuentes de riesgo.
- **5S:** se aplicó para ordenar áreas, clasificar herramientas y establecer estaciones de trabajo con señalización estandarizada.
- **Jidoka y Andon:** habilitaron el paro inmediato de actividades inseguras y el uso de tableros visuales para comunicar riesgos activos.
- **AMEF:** se utilizó para analizar modos de falla en actividades críticas.
- **Mapas de calor:** permitieron visualizar zonas de mayor riesgo, facilitando la priorización de intervenciones.

Esta intervención transformó el entorno desde un modelo técnico y fragmentado hacia una cultura preventiva colaborativa.

La incorporación de Lean también promueve la innovación desde el diseño colaborativo. Por ejemplo, la creación de sistemas de gestión integrados permite mejorar la eficiencia global del proyecto desde la fase conceptual, tal como lo demuestran (Herrera & Castañeda, 2024) en su propuesta de diseño colaborativo aplicado a obras civiles.

4. Comparación cuantitativa: GTC 45 vs Lean-SSO

Los siguientes indicadores clave de desempeño (KPI) permitieron medir el impacto de la metodología Lean frente al enfoque tradicional:

Indicador	GTC 45 (Situación Inicial)	Lean-SSO (Post Intervención)	Mejora Estimada
Actividades con riesgo “Alto o Muy Alto”	62%	23%	↓ 63%
Tareas organizadas bajo 5S	38%	100%	↑ 162%
Incidentes leves reportados	6	1	↓ 83%
Participación del operario en prevención	Limitada	Alta	↑ Involucramiento
Visualización de riesgos	Parcial y estática	Total y dinámica	↑ Claridad

Figura 2. Comparación de indicadores clave entre GTC 45 y Lean-SSO

5. Comparación estratégica: GTC 45 vs Lean-SSO

Variable Analizada	GTC 45	Lean-SSO
Enfoque preventivo	Reactivo y normativo	Proactivo y participativo
Participación operativa	Mínima	Activa y cotidiana
Herramientas visuales	Básicas o ausentes	Avanzadas (Andon, mapas, señalética codificada)
Mejora continua	No integrada	Pilar central del sistema
Control en tiempo real	Dependiente de inspección externa	Autónomo y visual

Figura 3. Comparación estratégica entre GTC 45 y Lean-SSO

Esta capacidad de autogestión visual y preventiva se apoya también en elementos formativos. De acuerdo con Leicht & Drevland (2024), la educación Lean basada en simulaciones prácticas y principios participativos es fundamental para sostener en el tiempo la transformación cultural en los equipos de obra.

6. Observaciones en campo y evaluación operativa

Durante varias visitas técnicas realizadas a la obra objeto de estudio, se identificaron múltiples deficiencias operativas que reforzaron las brechas previamente diagnosticadas mediante el análisis documental y la matriz de riesgos. Estas observaciones permitieron verificar en la práctica la desconexión entre el modelo de control normativo vigente —basado en la metodología GTC 45— y la realidad del entorno de trabajo.

Entre las ineficiencias más recurrentes se encontraron:

- Trabajos en altura sin medidas colectivas de protección, como barandas, líneas de vida o arneses, así como el uso de andamios no estandarizados ni certificados estructuralmente.
- Falta de señalización operativa, delimitación visual o barreras físicas entre zonas de tránsito peatonal y áreas de trabajo activo, lo cual genera riesgo de interferencia y accidentes por contacto con maquinaria o materiales en movimiento.
- Ausencia de orden y clasificación en herramientas y materiales, con estaciones de trabajo improvisadas, elementos dispersos y ausencia de puntos de almacenamiento designados.
- Deficiencias ergonómicas, como posturas forzadas, uso continuo de herramientas manuales en condiciones inadecuadas y falta de pausas activas, lo que representa un riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

Estas condiciones, si bien pueden estar tipificadas en el marco de la GTC 45 como riesgos a controlar, no son abordadas de forma activa, dinámica ni visual en el sitio de trabajo, lo que limita su mitigación efectiva. En este sentido, se evidenció la necesidad de complementar la gestión de riesgos con herramientas Lean-SSO que permitan intervenir de forma directa y cotidiana en el entorno operativo.

- **Síntesis comparativa de observaciones reales: GTC 45 vs Lean-SSO**

Observación	GTC 45	Lean-SSO
Trabajos en altura sin protección	Prohíbe, requiere fiscalización externa	Jidoka: paro inmediato por riesgo
Apuntalamiento inestable	No tipifica calidad de medios auxiliares	Estandarización: uso de materiales certificados
Herramientas y materiales sin orden	Riesgo identificado, sin metodología correctiva	5S: clasificación, orden visual, eliminación de desperdicios
Señalización y mallas defectuosas	Obligatoria, sin gestión visual activa	TPM: mantenimiento preventivo rutinario por operarios
Señalética caída o ausente	Requiere cumplimiento, sin herramientas de control	Andon: tableros visuales, alertas dinámicas
Posturas forzadas, sin enfoque ergonómico	No contemplado explícitamente	Cultura Lean: rediseño del puesto con enfoque humano

Figura 4. Síntesis comparativa de observaciones reales: GTC 45 vs Lean-SSO

Este análisis operativo permitió validar que las metodologías Lean-SSO, lejos de sustituir los marcos regulatorios existentes, los fortalecen y operativizan, promoviendo una gestión del riesgo centrada en la mejora continua, la visualización preventiva y el compromiso del trabajador en su propio entorno.

Discusion

Los hallazgos obtenidos en la presente investigación demuestran que, si bien la aplicación de la metodología GTC 45 constituye un marco normativo útil para la identificación y clasificación de riesgos laborales, su carácter estático, documental y poco participativo limita la eficacia real en el entorno dinámico de la construcción. Este resultado concuerda con lo expuesto por Aguome et al.

(2024) quienes concluyen que las prácticas Lean generan una mejora significativa en la entrega de proyectos al integrar seguridad, planificación colaborativa y eliminación de ineficiencias operativas.

A lo largo del estudio se evidenció que muchas de las deficiencias observadas en campo —como desorden, falta de señalización, posturas forzadas o trabajos en altura sin protección— son abordadas por la GTC 45 como riesgos conocidos, pero no se gestionan con herramientas visuales ni con participación directa del trabajador. En este sentido, la implementación de metodologías Lean-SSO permitió convertir la prevención en una práctica cotidiana mediante acciones como la aplicación de 5S, mapas de calor, Jidoka y control visual Andon.

Este cambio de paradigma se alinea con lo planteado por Chaudhari et al. (2024), quienes destacan que la cultura Lean promueve la “detención de la producción si no es segura”, transformando la seguridad en un principio ético-operativo más que en un requisito externo. De igual manera, Sá et al. (2025) sostienen que la combinación de principios Lean y comportamiento humano genera impactos positivos sostenidos en la cultura preventiva organizacional.

Además, estudios como el de Ulu & BiRgün, (2024) evidencian que, mediante el uso de herramientas como 5S, gestión visual y análisis de causa raíz, es posible reducir significativamente la cantidad de riesgos críticos en el entorno laboral. Esto es consistente con los resultados de este trabajo, donde la aplicación progresiva de estas herramientas permitió reducir el porcentaje de actividades clasificadas como "alto riesgo" de un 62% a un 23%, además de incrementar el orden, la claridad visual y la participación activa del personal. Este modelo se complementa con estudios como el de López-González & Ángel Giovanni (2024), quienes evidencian cómo la falta de control en los factores psicosociales y organizativos puede incrementar significativamente la accidentabilidad en obras de construcción, remarcando la necesidad de abordajes integrales como el Lean-SSO.

Desde una perspectiva técnica, autores como Brito et al., 2020; Jiménez et al. (2019) también han demostrado que la integración de Lean con elementos de ergonomía y seguridad operacional permite crear herramientas de mejora continua que refuerzan la sostenibilidad del entorno laboral. En el presente caso de estudio, esta integración fue crucial para abordar elementos tradicionalmente ignorados por la GTC 45, como la ergonomía, el diseño de puestos y la gestión autónoma de riesgos por parte de los trabajadores.

Asimismo, López-González & Ángel Giovanni (2024) subrayan que muchos accidentes se deben a factores organizativos como la cultura del descuido y la escasa percepción del riesgo entre los operarios, lo cual puede mitigarse mediante metodologías que promuevan la visualización activa y la participación directa, como las herramientas Lean aplicadas en esta investigación.

Complementariamente, Boutmir et al. (2024) plantean que la fusión entre los principios de Lean y los sistemas de seguridad puede dar lugar a una cultura de “Lean seguro”, donde el foco en la eficiencia no excluye, sino que exige, un entorno de trabajo saludable y preventivo.

Este enfoque se refuerza con lo expuesto por Herrera & Castañeda (2024), quienes desarrollaron un sistema de diseño colaborativo orientado a proyectos de edificación, evidenciando que la planificación conjunta y la detección temprana de errores pueden incrementar tanto la eficiencia como la seguridad desde las etapas iniciales de los proyectos.

Por otra parte, la sostenibilidad del cambio organizacional basado en Lean requiere de un esfuerzo formativo estructurado. Según Leicht & Drevland (2024), la educación Lean mediante simulaciones, talleres y principios participativos permite que los operarios y mandos medios interioricen los fundamentos de seguridad activa y mejora continua. Esto se complementa con lo planteado por Leming-Lee et al. (2017), quienes concluyen que los programas de formación Lean no solo impactan el conocimiento técnico, sino que transforman actitudes y comportamientos frente al riesgo.

En cuanto a la adaptabilidad del enfoque Lean a otros sectores y desafíos, Nieto Serna et al. (2024) demuestran cómo estas herramientas pueden aplicarse en industrias tan distintas como la gestión del recurso hídrico, permitiendo mejoras sostenibles en producción y seguridad, lo que confirma la versatilidad del enfoque.

Adicionalmente, desde la perspectiva de innovación y mejora ágil, Moreno-Padilla et al. (2023) presentan el método Lean Startup como una estrategia para fomentar ciclos rápidos de mejora y aprendizaje adaptativo. Esta visión, aunque propia del entorno empresarial, puede extrapolarse a la construcción mediante intervenciones iterativas y experimentales como las que propone Lean-SSO. Por otra parte, la evidencia internacional respalda la adaptabilidad del enfoque Lean en diversos contextos de construcción. Por ejemplo Al-Edwan & Al-Adwan (2025), reportan mejoras en eficiencia y reducción de desperdicios en proyectos de Jordania, mientras que Alarcón et al. (2023) resaltan beneficios similares en la industria minera, al aplicar Lean para mejorar la productividad y seguridad. Estas experiencias fortalecen la propuesta de integrar Lean-SSO en entornos donde ya

existen metodologías como la GTC 45, no para reemplazarlas, sino para potenciar su alcance mediante visualización, estandarización y participación continua. En línea con ello, Boutmir et al. (2024) proponen la noción de “Lean seguro” como una fusión conceptual entre eficiencia operativa y protección activa del trabajador, destacando que ambos objetivos no deben verse como excluyentes, sino como mutuamente potenciadores.

Finalmente, la visión de autores como Adewale et al. (2025) y Assaf et al. (2024) apunta hacia una transformación más profunda, donde la combinación de Lean, digitalización y automatización puede redefinir completamente la forma en que se conciben y gestionan los proyectos de construcción, pasando de enfoques normativos estáticos a sistemas inteligentes, colaborativos y preventivos.

Conclusion

La presente investigación permitió demostrar que la implementación de metodologías Lean adaptadas a la gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) representa una alternativa eficaz y complementaria frente al modelo tradicional basado en la Guía Técnica Colombiana GTC 45. Si bien esta última proporciona un marco normativo útil para la identificación y clasificación de riesgos, su aplicación en campo se encuentra limitada por su carácter documental, su escasa operatividad y la débil participación del personal operativo en el control de los peligros.

En contraste, las herramientas Lean-SSO, como el Value Stream Mapping (VSM), las 5S, Jidoka, Andon y el análisis AMEF, permitieron transformar la gestión preventiva en una actividad cotidiana, visual y colaborativa. Estas herramientas no solo mejoraron la organización física del entorno laboral, sino que también reforzaron la autonomía del trabajador, facilitaron la toma de decisiones en tiempo real y promovieron una cultura de mejora continua.

La comparación empírica evidenció una reducción significativa en el número de actividades clasificadas como de alto riesgo (del 62% al 23%), así como mejoras en indicadores clave como el orden operativo, la frecuencia de incidentes leves y la participación del personal en la prevención. Asimismo, se identificaron brechas importantes que la GTC 45 no aborda adecuadamente, como la ergonomía, el mantenimiento visual, la estandarización de medios auxiliares y la gestión de riesgos por observación directa.

Por tanto, se concluye que la integración de Lean-SSO a los sistemas existentes de gestión en seguridad no solo es viable, sino que resulta altamente recomendable para entornos de alta

variabilidad como el sector de la construcción, siendo eficiente para optimizar procesos siendo competitivas para la mejora continua.

Referencias

1. Adewale, B., Fatai, O. B., Ene, V., Adewale, B. A., Ohis Aigbavboa, C., Ogunbayo, B. F., & Ene, V. O. (2025). Exploring the Integration of Digital Technologies and Lean Principles for Transformative Construction Project Management: A Review. <https://www.researchgate.net/publication/388919922>
2. Aguome, N. M., Alaneme, G. U., Olaiya, B. C., & Lawan, M. M. (2024). Evaluation of lean construction practices for improving construction project delivery. Case study of Bushenyi District, Uganda. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2365902>
3. Alarcón, L. F., Baladrón, C., Gahona, P., & Long, D. (2023). Lean Methodologies and Productivity in Mining Development – A Case in a Public Company. *Revista Ingenieria de Construccion*, 38, 66–82. <https://doi.org/10.7764/RIC.00085.21>
4. Al-Edwan, H., & Al-Adwan, M. (2025). Effectiveness of Lean Construction Principles on Project Efficiency in Central Jordan's Construction Projects. *International Journal for Innovation Education and Research*, 12(4), 6–37. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol12.iss4.4233>
5. Assaf, M., Hedges, O., Mao, Z., Golabchi, H., Li, X., Gonzalez, V. A., & Hamzeh, F. (2024). A BIM-Lean Approach to Implement Lean Principles in Offsite Construction Projects: A Cable-Stayed Bridge Case Study. *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 32)*, 684–696. <https://doi.org/10.24928/2024/0146>
6. Boutmir, Y., Bannari, A., & Bannari, R. (2024). *Lean_Safe_or_is_Safe_Lean*.
7. Brito, M. F., Ramos, A. L., Carneiro, P., & Gonçalves, M. A. (2020). A continuous improvement assessment tool, considering lean, safety and ergonomics. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(5), 893–916. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2017-0144>
8. Chaudhari, H., Sarhan, S., Abdelmegid, M., Saad, A., & Poshdar, M. (2024). Promoting Health and Safety on UK Construction Sites Using Lean Construction Strategies.

- Proceedings of the 32nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 32), 548–559. <https://doi.org/10.24928/2024/0178>
9. Felipe, A., & Lucena, E. (2022). Application of lean construction principles in civil construction. <https://www.researchgate.net/publication/370131525>
 10. Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2019). iLeanDMAIC—A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095–1102.
 11. Herrera, R. F., & Castañeda, K. (2024). Development of a collaborative design management system for enhancing building project efficiency. *Revista Ingenieria de Construccion*, 39(3). <https://doi.org/10.7764/RIC.00118.21>
 12. Ihsabaihaki, A., & Patriadi, A. (2025). Implementation of Lean Construction To Reduce Project Delays.
 13. Jiménez, M., Romero, L., Fernández, J., Espinosa, M. del M., & Domínguez, M. (2019). Extension of the Lean 5S methodology to 6S with an additional layer to ensure occupational safety and health levels. *Sustainability (Switzerland)*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/su11143827>
 14. Leicht, R., & Drevland, F. (2024). Lean Construction Journal-Special Issue Call for Lean Education: Principles, Practices, and Simulations for Enhancing Lean Education and Training. *Lean Construction Journal*, 2024(Special_issue), 1–3.
 15. Leming-Lee, S., Crutcher, T. D., & Kennedy, B. B. (2017). The Lean Methodology Course: Transformational Learning. *Journal for Nurse Practitioners*, 13(9), e415–e421. <https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2017.06.022>
 16. López-González, C. P., & Ángel Giovanni, Q.-A. (2024). Factores de riesgo que afectan en la accidentabilidad de los trabajadores en la industria de la construcción caso de estudio: Constructora PLADeco S.A. *MQRInvestigar*, 8(4), 227–246. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.227-246>
 17. Marin, N. (2020). Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima. *Revista Científica Pakamuros*, 8(3), 13–24. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v8i3.135>
 18. Moreno-Padilla, E., Castillo-Corral, D., Cosme-Castorena, J. E., Parga-Montoya, N., Método, E., & Startup, L. (2023). El Método Lean Startup y la Innovación en las Empresas

Startup de México □e Lean Startup Method and Innovation in Startup Companies in Mexico Resumen.

19. Muñoz, S., Gómez, N., & Ticona, J. (2022). Una revisión del impacto de la adopción de la metodología Lean Construction en los proyectos de construcción. Cuaderno Activa.
20. Nieto Serna, C. A., Montilla Perafán, D. C., Arce-Sarria, A., & Henao Pérez, C. J. (2024). Lean Manufacturing: una estrategia para la producción sostenible del agua. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 34(1), 123–142. <https://doi.org/10.18359/rcin.7271>
21. Pratik Bhikhubhai Panchal. (2024). Application of lean construction and last planner system in metro station excavation and construction. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(1), 3173–3187. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.1.2116>
22. Rukmani M S, & Myneni, Dr. K. K. (2025). Integration of Lean Principles for Enhancing Safety Culture in the Indian Construction Industry. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 14(3), 32–42. <https://doi.org/10.35940/ijitee.B1047.14030225>
23. Sá, J. C., 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. *Production Engineering Archives*, 31(1), 1–14. <https://doi.org/10.30657/pea.2025.31.1>
24. Tembo, M., & Abdullahi, C. M. (2023). Improving the Efficiency and Effectiveness of Construction Project Planning and Scheduling Using Lean Principles. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 2023(3), 75–80. <https://doi.org/10.5923/j.ijcem.20231203.01>
25. Ulu, M., & BiRgün, S. (2024). A case study on lean occupational safety. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 42(2), 534–548. <https://doi.org/10.14744/sigma.2022.00108>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).