

Prácticas Lean en México: Un análisis de adopción en plantas multinacionales

Lean Practices in Mexico: An Analysis of Adoption in Multinational Plants

Jesús Arturo Chávez-Pineda^{1*}

¹ TecNM-Instituto Tecnológico de Delicias. Paseo Tecnológico Km 3.5, Norte 3. C. P. 33000. Cd. Delicias Chihuahua. México

*Correspondencia: jesus.cp@delicias.tecnm.mx (Jesús Arturo Chávez-Pineda)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v19iEspecial.1975>

Recibido: 16 de junio de 2025; Aceptado: Fecha de aceptación 26 de agosto de 2025

Publicado por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado.

Editor de Sección: M.C. Ricardo Talamás-Abbud

Resumen

El concepto de manufactura esbelta o manufactura Lean es una metodología para optimizar los procesos productivos de las empresas. El objetivo fue analizar la adopción de técnicas Lean en plantas de manufactura multinacional (PMM) en México. Se instrumentó un muestreo no probabilístico para la selección de las empresas participantes y se aplicó una encuesta a 316 gerentes y nivel de ingeniería en los sectores automotriz, aeroespacial, eléctrico/electrónico y médico. Se diseñó un cuestionario que incluyó 13 ítems y la variable de estudio fue la adopción de técnicas Lean en función del nivel de implementación y el tipo de adopción (parcial o integral). El análisis estadístico fue utilizando una escala Likert con cinco niveles. Los resultados revelan que las técnicas Lean más implementadas por las empresas se relacionan con la estabilidad operativa, como 5S, trabajo estandarizado y mantenimiento productivo total (MPT). Se observó también que, los pilares centrales del sistema de producción Toyota, como Justo a Tiempo y *Jidoka*, presentan bajos niveles de adopción. Además, aunque se observaron diferencias porcentuales entre sectores respecto a los tipos de adopción (parcial vs integral) estas no fueron estadísticamente significativas. Se concluye que la adopción de las técnicas Lean no depende estrictamente del sector industrial, sino de factores organizacionales internos, contribuyendo a la comprensión de la implementación fragmentada de Lean en contextos latinoamericanos.

Palabras clave: manufactura esbelta, rendimiento de manufactura, compañías multinacionales, Sistema de producción Toyota, análisis sectorial.

Abstract

The concept of Lean manufacturing is a methodology for optimizing companies' production processes. The objective was to analyze the adoption of lean techniques in multinational manufacturing plants (MMPs) in Mexico. A non-probability sampling was used to select participating companies, and a survey was administered to 316 managers and engineering-level personnel in the automotive, aerospace, electrical/electronic, and medical sectors. A questionnaire was designed with 13 items, and the study variable was the adoption of lean techniques based on the level of implementation and type of adoption (partial or full). Statistical analysis used a five-level Likert scale. The results reveal that the lean techniques most commonly implemented by companies are related to operational stability, such as 5S, standardized work, and total productive maintenance (TPM). It was also observed that the core pillars of the Toyota Production System, such as just-in-time and *Jidoka*, have low levels of adoption. Furthermore, although percentage differences were observed between sectors regarding the types of adoption (partial vs. comprehensive), these were not statistically significant. It is concluded that the adoption of Lean techniques does not strictly depend on the industrial sector, but rather on internal organizational factors, contributing to an understanding of the fragmented implementation of Lean in Latin American contexts.

Keywords: Lean Manufacturing, Manufacturing Performance, Multinational Companies, Toyota Production System, Sector Analysis.

1. Introducción

En las últimas décadas, en diversas plantas manufactureras se han incorporado las técnicas de manufactura esbelta (Lean Manufacturing, LM) como estrategia para mejorar su desempeño operativo (Abdallah et al., 2019; Kong et al., 2024). Esta adopción ha estado inspirada por los resultados documentados del Sistema de Producción Toyota (SPT), cuyas bases filosóficas y técnicas han sido ampliamente estudiadas (Liker, 2004). No obstante, replicar los niveles de desempeño alcanzados por Toyota ha resultado complejo. A pesar del consenso que existe sobre sus beneficios (Netland y Ferdows, 2016), muchas organizaciones experimentan dificultades significativas en su implementación, obteniendo resultados heterogéneos (Baker, 2016).

Una de las causas más recurrentes identificadas en la literatura es el enfoque fragmentado con el que suelen adoptarse las prácticas Lean. Estas son aplicadas como soluciones puntuales, desvinculadas entre sí y desprovistas de una filosofía común, lo que obstaculiza la mejora continua y contribuye a visiones reduccionistas del sistema (Lander y Liker, 2007; Belhadi et al., 2017). En lugar de comprenderse como un sistema sociotécnico que evoluciona con base en el aprendizaje colectivo, Lean es percibido frecuentemente como un conjunto de herramientas tácticas, útiles para resolver problemas operativos inmediatos (Bicheno y Holweg, 2016). Sin embargo, en el contexto mexicano persiste un vacío de investigación respecto a si las diferencias observadas en la adopción de prácticas Lean —particular o integral— responden a características estructurales del sector industrial o, más bien, a capacidades organizacionales internas. La literatura existente tiende a abordar la implementación de Lean de forma fragmentada y con escasos análisis comparativos entre sectores, lo que dificulta comprender los factores que determinan su adopción integral. Esta falta de evidencia limita el diseño de estrategias de implementación más efectivas y sostenibles, y constituye el problema central que aborda la presente investigación.

Este fenómeno ha sido abordado en una revisión sistemática realizada por Negrão et al. (2016) quienes identifican dos lagunas principales: por un lado, la tendencia a estudiar herramientas Lean de manera aislada y, por otro, la escasez de investigaciones que evalúen su adopción como un sistema integrado. Además, los autores subrayan la falta de estudios comparativos entre sectores industriales, y destacan la necesidad de incorporar modelos que consideren el grado de madurez Lean como variable de análisis. En respuesta a estas limitaciones, este estudio adopta un enfoque transversal orientado a distinguir entre adopciones parciales e integrales, y a examinar si dichas formas de adopción varían entre sectores industriales, aportando evidencia empírica desde un contexto poco explorado como el mexicano.

Desde la perspectiva de la teoría de sistemas sociotécnicos, Lean se concibe como un sistema integrado en el que interactúan de manera equilibrada los componentes técnicos —herramientas, procesos y tecnologías— y los sociales —personas, cultura y comunicación—. Kuo y Chen (2021) aplican este enfoque en el transporte marítimo de contenedores, mostrando que el valor generado por Lean se manifiesta en dimensiones operacionales, relacionales y estratégicas, y que su efectividad depende tanto de la optimización técnica como de la alineación cultural y el compromiso del capital humano, en coherencia con el modelo de la Casa del SPT. La literatura empírica (Belekoukias et al., 2014; Hernandez-Matias et al., 2020; Hardcopf et al., 2021) confirma que la infraestructura organizacional, la cultura y el liderazgo ejercen mayor influencia que el sector industrial al que pertenece la organización en los resultados operativos. En la misma línea, Liu et al. (2024) evidencian que las capacidades dinámicas moderan la relación entre prácticas Lean y desempeño, mientras que Maware y Adetunji (2019) validan que pilares como Just in Time (JIT) y *Jidoka*, combinados con la integración y capacitación del personal, generan mejoras en flexibilidad y resultados operativos. Complementariamente, Komkowski et al. (2023) destacan que la integración Lean-Industria 4.0 bajo un enfoque de capacidades dinámicas fortalece la adaptabilidad organizacional y la creación de valor sostenible.

Por otra parte, Jasti y Kodali (2014) identificaron 35 marcos conceptuales distintos sobre implementación Lean sin que exista uno dominante, lo que dificulta la comparación entre estudios. Badhotiya et al. (2024) corroboraron esta dispersión, observando que muchas organizaciones personalizan sus procesos Lean sin seguir un marco prescriptivo, razón por la cual proponen un nuevo modelo con 11 pilares y 102 elementos para estandarizar su aplicación. Es importante mencionar que son pocas investigaciones identificadas en la literatura que han utilizado el modelo integral del SPT (Maware y Adetunji, 2019) a pesar de la importancia que tiene en el origen de Lean manufacturing.

A partir de estas observaciones, este estudio adopta el modelo integral del SPT —representado mediante la Casa del SPT— como base estructural para el análisis. Este marco no solo permite evaluar de manera coherente la presencia de técnicas Lean, sino que integra principios filosóficos y técnicos, respondiendo así al llamado de la literatura a desarrollar enfoques sistemáticos y conceptualmente fundados para su implementación (Hernández y Vizán, 2013; Japan Management Association, 2018; Lean Certification Alliance, 2021;).

Dado el peso económico y estratégico de las plantas manufactureras multinacionales (PMM) en México, así como su inserción en cadenas globales de suministro, resulta pertinente explorar si el patrón de adopción Lean responde más a factores estructurales del entorno —como el tipo de industria— o a capacidades organizacionales internas. Algunos estudios sugieren que las exigencias regulatorias, tecnológicas o de volumen propias de cada sector podrían explicar las diferencias en la

adopción de Lean (Shah y Ward, 2003). Otros, en cambio, subrayan el papel decisivo de factores internos como el liderazgo, la cultura de mejora o la visión sistémica de las organizaciones (Lander y Liker, 2007; Bicheno y Holweg, 2016).

Por su parte, Danese et al. (2018) advirtieron que solo una décima parte de los estudios recientes sobre Lean se fundamenta en teorías sólidas, siendo la teoría de la contingencia, la teoría sociotécnica y la visión basada en recursos las más frecuentemente utilizadas. Recientemente, y como resultado de una brecha en la literatura, autores como Liu et al. (2024) han estudiado la relación entre las prácticas Lean y el desempeño operativo bajo la teoría de capacidades dinámicas.

En particular, la teoría de las capacidades dinámicas ofrece una vía teórica pertinente para interpretar esta problemática. Desde esta perspectiva, las organizaciones no alcanzan ventaja competitiva por el sector al que pertenecen, sino por su capacidad para aprender, adaptarse y reconfigurar sus recursos estratégicamente en entornos cambiantes (Teece et al., 1997). De forma complementaria, Komkowski et al. (2024) destacan que la integración de prácticas Lean con tecnologías de Industria 4.0, bajo un enfoque de capacidades dinámicas, fortalece la adaptabilidad organizacional y potencia la creación de valor sostenible.

En las últimas décadas, Lean Manufacturing ha evolucionado de una filosofía centrada exclusivamente en la eficiencia y la eliminación de desperdicios hacia un enfoque estratégico capaz de fortalecer la adaptabilidad y la resiliencia organizacional. Gutierrez et al. (2022) proponen un modelo que vincula las prácticas Lean —operativas y de cadena de suministro— con el desarrollo de microfundamentos de capacidades dinámicas, entendidas como la habilidad para detectar, aprovechar y transformar recursos frente a cambios en el entorno. Estas capacidades no emergen únicamente de la aplicación técnica de Lean, sino que requieren de una cultura organizacional orientada al aprendizaje y la innovación, la cual actúa como catalizador de su efectividad.

La evidencia reciente refuerza que el impacto de Lean trasciende la eficiencia operativa, posicionándolo como un habilitador de resiliencia y adaptación estratégica en entornos volátiles. Por ejemplo, la adopción de prácticas Lean impacta positivamente en el desempeño ambiental, al reducir residuos, optimizar recursos y mejorar la eficiencia operativa, aunque los efectos dependen del contexto industrial y de las herramientas aplicadas (Fortuny-Santos et al., 2025). Por su parte, Ar (2025) muestra que la combinación de Lean, capacidades dinámicas y tecnologías de Industria 4.0 incrementa la capacidad organizacional para enfrentar disrupciones severas, mientras que Csíki et al. (2023) diferencian entre capacidades dinámicas de producción (PDCs), capacidades ordinarias de producción (POCs) y rutinas de producción (PRs). Este marco explica por qué organizaciones con un nivel similar de implementación Lean obtienen resultados dispares: las PDCs impulsan la adopción de tecnologías digitales y la adaptación estratégica, las POCs se asocian con métodos Lean tradicionales y las PRs contribuyen a la estandarización, aunque no garantizan mejoras directas en el desempeño empresarial. En conjunto, esta evidencia respalda la hipótesis de que la adopción Lean está más asociada a capacidades organizacionales internas que a la pertenencia a un sector específico.

En este contexto, la digitalización industrial ha introducido la Industria 4.0 como un cambio organizacional integral que combina tecnologías digitales, automatización avanzada y análisis de datos para transformar procesos y modelos de negocio (Sony, 2018). Diversos estudios han destacado la complementariedad entre Lean e Industria 4.0. Ooi et al. (2023) evidencian que la integración de Industria 4.0 amplifica los efectos positivos de Lean sobre el desempeño económico, social y ambiental, mientras que Rossini et al. (2019) muestran que una implementación Lean madura facilita

la adopción de tecnologías digitales, las cuales, a su vez, potencian las prácticas Lean mediante automatización, análisis avanzado de datos y monitoreo en tiempo real. Esta sinergia posiciona a Lean como una plataforma estratégica para la transformación digital, integrando mejoras operativas y capacidades tecnológicas bajo un mismo marco sistémico.

La literatura reciente ha reforzado este planteamiento al mostrar que la integración de Lean manufacturing con tecnologías de Industria 4.0 es clave para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la capacidad de adaptación en entornos complejos (Jamari y Fedouaki, 2025). Por su parte, Rahardjo et al. (2023) subrayan que esta combinación no solo optimiza procesos, sino que también reduce emisiones y maximiza el uso eficiente de los recursos. Se sostiene que Lean actúa como habilitador de la digitalización, y que la transformación digital, a su vez, potencia la efectividad de herramientas Lean como JIT y TPM, recomendando implementaciones progresivas y alineadas con la estrategia organizacional. Costa et al. (2024) plantean un modelo integral que une Lean e I4.0 con métricas de triple impacto, destacando la importancia de la alineación cultural y el liderazgo. En la misma línea, Frank et al. (2025) aportan evidencia empírica de que la co-implementación de Lean e I4.0 produce efectos sinérgicos en productividad, calidad y flexibilidad. Por su parte, Suprayitno (2024) enfatiza que Lean debe concebirse como una estrategia de gestión integral que conecta la eliminación de desperdicios con métricas de desempeño y compromiso organizacional, mientras que Suroso y Santosa (2024) confirman que las prácticas Lean tienen un impacto positivo y significativo en el desempeño operativo, efecto que se ve maximizado por la alineación estratégica y el compromiso de la alta dirección.

La evidencia internacional confirma que metodologías de mejora continua como Lean y Six Sigma poseen un alto grado de transferibilidad entre industrias, siempre que se adapten a las particularidades organizacionales y se acompañen de liderazgo, cultura de innovación y desarrollo de capacidades (Olufemi, 2024; Singh et al., 2025; Syamil et al., 2023). En este sentido, Lean se consolida como un sistema socio-técnico adaptable, y una plataforma estratégica para la transformación digital, integrando mejoras operativas, capacidades tecnológicas, sostenibilidad ambiental y gestión del capital humano bajo un marco sistémico y contextualizado.

Este estudio tuvo como objetivo analizar, mediante un enfoque comparativo, si la adopción de técnicas Lean en plantas manufactureras multinacionales en México presenta diferencias significativas entre sectores industriales. A partir de la evidencia estadística, se busca descartar al sector industrial como factor determinante y plantear, con base en el marco teórico de las capacidades dinámicas, que dichas variaciones podrían estar más asociadas a capacidades organizacionales internas. La medición del grado y tipo de adopción (integral o parcial) se realizó utilizando el modelo integral de la Casa del STP como referencia metodológica.

En este contexto, surge la necesidad de determinar si las diferencias en la adopción Lean se explican por el sector industrial o por factores organizacionales internos, cuestión que constituye el problema central de esta investigación. Con base en la literatura revisada y en el marco teórico de las capacidades dinámicas, se plantea la siguiente hipótesis: H1: No existen diferencias estadísticamente significativas en el tipo de adopción Lean (parcial o integral) entre plantas manufactureras multinacionales de los sectores automotriz, aeroespacial, eléctrico/electrónico y médico en México.

En consecuencia, este estudio tiene como objetivo principal determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en el tipo de adopción Lean (parcial o integral) entre plantas manufactureras multinacionales pertenecientes a los sectores automotriz, aeroespacial,

eléctrico/electrónico y médico en México, utilizando el modelo integral de la Casa del Sistema de Producción Toyota. Como objetivo secundario, se busca explorar en qué medida los factores organizacionales internos, más que el sector industrial, pueden explicar las variaciones en la adopción.

Los hallazgos de esta investigación pueden beneficiar a gerentes de operaciones y responsables de mejora continua en empresas multinacionales, al proporcionar evidencia para diseñar estrategias de implementación Lean más efectivas y sostenibles. Asimismo, académicos e investigadores podrán emplear estos resultados para ampliar el cuerpo de conocimiento sobre la adopción de Lean en contextos latinoamericanos, y responsables de política industrial podrán considerar esta información para orientar programas de competitividad y modernización productiva.

2. Materiales y métodos

Población y muestra

La población objetivo del estudio estuvo conformada por plantas de manufactura de compañías multinacionales (PMM) ubicadas en México, pertenecientes a cuatro sectores industriales estratégicos: automotriz, aeroespacial, eléctrico/electrónico y médico. Estas plantas desempeñan un papel clave en el desarrollo económico del país y son representativas de la adopción de prácticas de mejora continua en el entorno manufacturero.

La muestra final estuvo compuesta por 316 plantas, las cuales completaron de manera válida el cuestionario. El muestreo fue no probabilístico e intencional, orientado a seleccionar plantas con experiencia reconocida en la implementación de técnicas Lean, de modo que los datos recogidos reflejaran el estado real del fenómeno bajo análisis.

Sujetos participantes

Los sujetos participantes fueron gerentes e ingenieros de planta con experiencia directa en la implementación de prácticas de manufactura esbelta. Este perfil fue seleccionado por su conocimiento técnico y su capacidad para evaluar el grado de adopción de las técnicas Lean al interior de sus organizaciones. La identificación de estos participantes se realizó mediante la herramienta profesional LinkedIn Recruiter, enfocada en profesionales del sector manufacturero.

Variables del estudio

En concordancia con la hipótesis H1 y los objetivos planteados, se definieron las siguientes variables. La variable central del estudio es la adopción de técnicas Lean, medida en función de dos dimensiones clave: el grado de implementación y el tipo de adopción (parcial o integral). Esta medición se basa en el modelo conceptual de la Casa del Sistema de Producción Toyota (SPT) que agrupa las principales técnicas asociadas a esta filosofía.

En la Tabla 1. se resume cómo fueron operacionalizadas estas variables en el estudio.

Tabla 1. Operacionalización de variables
Table 1. Operationalization of variables

Variable	Dimensión	Indicador(es)	Ítem del instrumento	Escala de medición
Adopción de técnicas Lean	Grado de implementación	Porcentaje de implementación de cada técnica Lean (13 en total)	“¿Qué porcentaje de la planta ha implementado [nombre de la técnica]?”	Escala de Likert ordinal (1 a 5): 1 = 0 %, 2 = 1–25 %, 3 = 26–50 %, 4 = 51–75 %, 5 = más del 75 %
Adopción de técnicas Lean	Tipo de adopción	Clasificación como adopción integral o parcial	Determinada a partir de la combinación de respuestas: - Integral = todas ≥ 1 - Parcial = al menos una en 0 %	Variable dicotómica: 0 = Parcial 1 = Integral
Sector industrial	N/A	Tipo de industria a la que pertenece la planta	“¿A qué sector industrial pertenece su planta?”	Variable categórica nominal: Automotriz, Eléctrico/Electrónico, Aeroespacial, Médico

Referencia: Elaboración propia

Instrumento de medición

Se diseñó un cuestionario estructurado en línea con base en el modelo conceptual de la Casa del Sistema de Producción Toyota (SPT), que integra elementos filosóficos, técnicos y operativos de la manufactura esbelta (Hernández y Vizán, 2013; Lean Certification Alliance, 2021). El cuestionario

incluyó 13 ítems, cada uno correspondiente a una técnica Lean ampliamente documentada en la literatura por su impacto en el desempeño operativo (Negrão et al., 2016).

El cuestionario incluyó ítems diseñados para medir el grado de adopción de prácticas Lean según el modelo integral de la Casa del TPS. Las respuestas se recopilaban mediante una escala de Likert ordinal de 5 puntos, siguiendo la práctica predominante en estudios empíricos sobre adopción Lean y mejora continua, y con base en el estudio de Monge et al. (2013) realizado en plantas manufactureras en México. En esta escala, cada punto correspondió a un rango porcentual de implementación: 1 = 0 %, 2 = 1–25 %, 3 = 26–50 %, 4 = 51–75 % y 5 = más del 75 %. Esta codificación ha sido utilizada previamente en diversas investigaciones sobre adopción Lean en la industria manufacturera en México (Chávez-Pineda, 2021a; Chávez-Pineda, 2021b; Chávez-Pineda, 2022; Chávez-Pineda et al., 2023), lo que permite la comparación directa de resultados y fortalece la validez externa del estudio. Además, la escala de 5 puntos reduce la carga cognitiva y la ambigüedad de las opciones intermedias, favoreciendo respuestas más precisas tanto del personal operativo como del gerencial.

Esta medición permitió clasificar, tanto el grado de implementación de cada técnica como el tipo de adopción Lean: parcial (si al menos una técnica tenía 0 % de implementación) o integral (si todas las técnicas contaban con al menos algún grado de implementación).

Validación del instrumento

El cuestionario se basó en una escala previamente validada y utilizada en investigaciones anteriores en contextos industriales y geográficos similares (Monge et al., 2013; Chávez-Pineda, 2021a; 2021b; 2022; Chávez-Pineda et al., 2023). Fue validado por expertos en manufactura esbelta y posteriormente sometido a una prueba piloto con participantes pertenecientes al mismo perfil de la población objetivo. No se identificaron problemas de comprensión, ambigüedad o relevancia en los ítems, por lo que no fue necesario agregar, eliminar o modificar preguntas. La confiabilidad del instrumento se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, que arrojó un valor de 0.906, lo cual indica una alta consistencia interna. Estos resultados confirmaron la adecuación del instrumento para medir el grado de adopción de prácticas Lean en plantas manufactureras multinacionales en México.

Recolección de datos

La recolección de datos se realizó a través de una plataforma de encuestas en línea, con el cuestionario disponible durante un periodo determinado para su aplicación. El contacto con los participantes se efectuó mediante LinkedIn Recruiter, seleccionando perfiles profesionales con experiencia comprobable en sistemas de producción esbelta. La participación fue voluntaria y se garantizó la confidencialidad y anonimato de los datos.

En la fase inicial de contacto se alcanzó a 512 profesionales del sector manufacturero pertenecientes a distintas plantas multinacionales en México. De este total, 316 aceptaron participar voluntariamente y cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para el estudio, por lo que únicamente a este grupo se les envió el enlace para responder el cuestionario en línea. A estos participantes se les dio seguimiento posterior para recordarles y motivarles a completar la encuesta. No se registraron cuestionarios eliminados en esta etapa, dado que el instrumento se aplicó exclusivamente a quienes

confirmaron su disposición y elegibilidad para participar. La tasa de respuesta efectiva fue del **61.7 %**, valor que se considera alto en estudios organizacionales y superior al promedio reportado en investigaciones similares en contextos industriales (Baruch y Holtom, 2008).

Análisis de datos

Para analizar si el enfoque de adopción Lean (parcial o integral) difiere entre sectores industriales, se clasificó la muestra según el tipo de adopción reportado. El procesamiento de los datos se realizó utilizando el software SPSS versión 22. En primer lugar, se aplicó un análisis descriptivo para identificar las técnicas con mayor y menor nivel de implementación en las PMM encuestadas.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis comparativo entre sectores industriales, aplicando la prueba chi-cuadrado de Pearson con un nivel de significancia de 95 %, es decir, $\alpha = 0.05$, a fin de evaluar la existencia de diferencias significativas en el tipo de adopción (parcial o integral) de las técnicas Lean entre los distintos sectores. Para contrastar la hipótesis de investigación (H1), se aplicó la prueba de chi-cuadrado de Pearson con un nivel de significancia del 95 % ($\alpha = 0.05$). La variable dependiente fue el tipo de adopción Lean (parcial o integral) y la variable independiente fue el sector industrial.

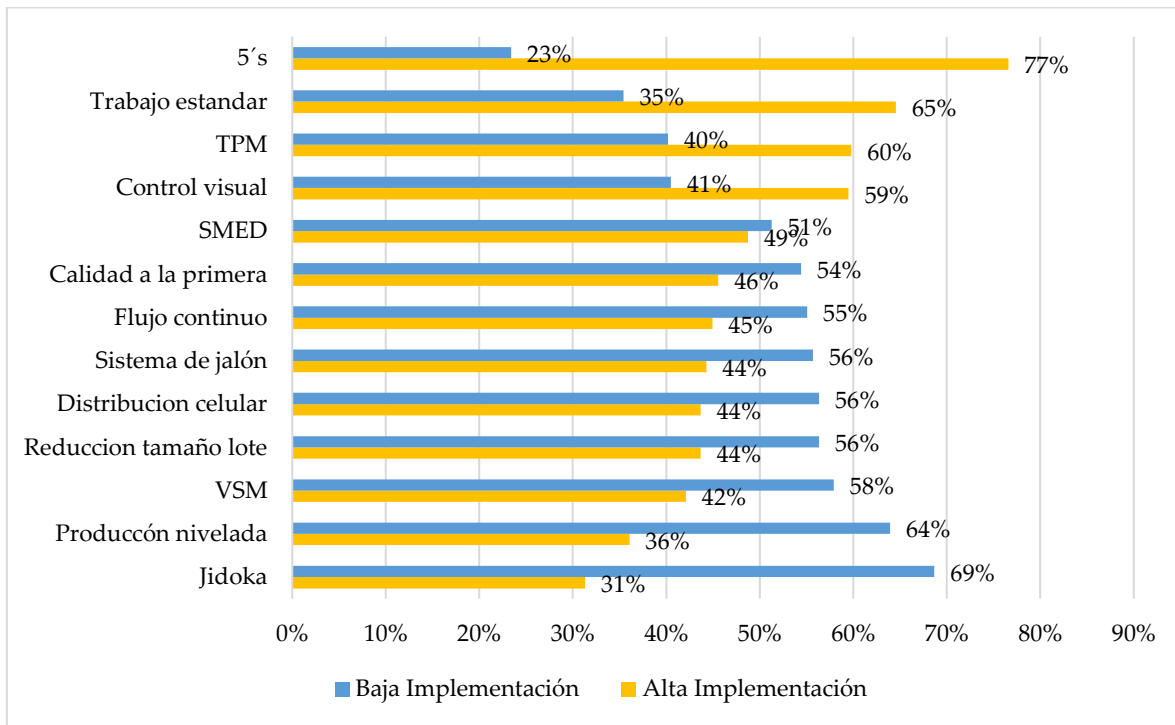
Adicionalmente, dado que los datos fueron recolectados mediante auto-reporte en un único momento temporal, se evaluó la posible presencia de sesgo del método común (*common method bias*) aplicando la prueba de un solo factor de Harman. Para ello, se realizó un análisis factorial exploratorio sin rotación utilizando el método de componentes principales. En esta etapa, el objetivo principal fue evaluar la unidimensionalidad del constructo y confirmar la coherencia interna de los ítems, más que identificar factores latentes independientes entre sí. De acuerdo con Hair et al. (2019), la rotación —ya sea ortogonal u oblicua— resulta más apropiada cuando se busca maximizar la interpretabilidad de los factores y existe evidencia de multidimensionalidad. En este estudio, las dimensiones de análisis se definieron previamente con base en el modelo teórico adoptado, por lo que se optó por mantener las cargas factoriales iniciales sin aplicar rotación, evitando redistribuciones que pudieran alejarse del marco conceptual planteado.

3. Resultados y discusión

La prueba de Harman mostró que el primer factor explicó el 49.82 % de la varianza total. Este valor, aunque cercano al umbral de referencia del 50 %, no lo supera, por lo que no se considera que exista evidencia concluyente de un sesgo dominante en los datos. No obstante, se reconoce como una posible limitación del diseño del estudio. De acuerdo con Podsakoff et al. (2003), valores superiores al 50 % pueden sugerir la influencia del método de medición en los resultados, por lo que se recomienda que investigaciones futuras complementen los datos perceptuales con múltiples fuentes o mediciones en diferentes momentos para mitigar esta posible fuente de varianza espuria.

Los resultados muestran que las técnicas más ampliamente implementadas fueron 5S (77 %), trabajo estandarizado (65 %), Mantenimiento Productivo Total —TPM— (60 %) y control visual (59 %). En contraste, prácticas como producción nivelada (36 %), *Jidoka* (31 %), flujo continuo (45 %), sistema de

jalón (44 %) y distribución celular (44 %) presentaron niveles de adopción significativamente menores (Fig. 1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Clasificación por herramienta Lean en alta y baja implementación.
Figure 1. The Lean tool is used to classify implementation as either high or low.

Aunque las técnicas con mayor grado de implementación no coinciden con lo reportado en otros estudios, con excepción de las 5S, los resultados son similares en las técnicas con menor grado de adopción, las cuales están relacionadas con el pilar de Justo a Tiempo —JIT—, como SMED, flujo continuo, sistema de jalón y distribución celular (Taj y Morosan, 2011; Prabhushankar et al., 2015; Setianto y Haddud, 2016; Chavez, 2021a). Estos hallazgos evidencian una mayor adopción de técnicas asociadas a la estabilidad operativa, mientras que las técnicas vinculadas a los pilares del TPS, especialmente JIT y *Jidoka*, muestran una adopción limitada. Esta tendencia coincide con investigaciones previas que reportan una implementación parcial y fragmentada del modelo Lean en la industria manufacturera mexicana (Chávez-Pineda, 2021b; Chávez-Pineda, 2022) y refuerza la interpretación de Lean como una “caja de herramientas” (Lander y Liker, 2007) más que como un sistema integral de gestión.

La preferencia por técnicas operativas de fácil aplicación, como 5S o TPM, y la baja implementación de técnicas más estructurales, como la nivelación o *Jidoka*, confirman lo señalado por Lander y Liker (2007) y Ohno (1988): el fracaso en adoptar Lean como sistema integral limita su efectividad y sostenibilidad. Este patrón de adopción refleja una priorización de prácticas de rápida implementación y bajo costo, lo que, si bien facilita resultados iniciales, puede reducir el potencial de mejora a largo plazo.

De las 316 plantas evaluadas, el 52.8 % presenta una adopción parcial, mientras que el 47.2 % refleja una adopción integral. Al segmentar los datos por sector, se observa que las industrias automotriz y eléctrica/electrónica registran porcentajes similares de adopción integral (51.6 % y 52.2 %, respectivamente), mientras que en el ámbito médico (34.9 %) y el aeroespacial (36.7 %) predomina la adopción parcial (Tabla 1).

Tabla 1. Adopción integral y parcial de las técnicas Lean de las PMM de los diferentes sectores bajo estudio
Table 1. Full and partial adoption of Lean PMM techniques in the different sectors under study

		Sector				
		Eléctrico/ electrónico	Automotriz	Aeroespacial	Médica	Total
Enfoque	Parcial	32 (47.8 %)	76 (48.4 %)	31 (63.3 %)	28 (65.1 %)	167 (52.8 %)
	Integral	35 (52.2 %)	81 (51.6 %)	18 (36.7 %)	15 (34.9 %)	149 (47.2 %)
	Total	67 (100 %)	157 (100 %)	49 (100 %)	43 (100 %)	316 (100 %)

Nota: Los valores sin paréntesis son las frecuencias observadas y entre paréntesis los porcentajes correspondientes.

La prueba chi-cuadrado ($\chi^2 = 6.669$; $p = 0.083$) no mostró diferencias estadísticamente significativas en el tipo de adopción Lean entre los sectores industriales evaluados, por lo que no se rechazó la hipótesis nula. Este resultado indica que la pertenencia a un sector específico no explica por sí sola las variaciones en la adopción Lean. En consecuencia, y en concordancia con evidencia empírica previa (Belekoukias et al., 2014; Hernández-Matías et al., 2020; Hardcopf et al., 2021; Liu et al., 2024), se infiere que dichas variaciones se relacionan principalmente con factores organizacionales internos, como el liderazgo, la cultura de mejora continua y la comprensión del modelo TPS, los cuales han demostrado tener un papel más determinante que las características estructurales del sector.

Desde una perspectiva teórica, el hallazgo de que no existen diferencias significativas por sector refuerza la idea de que la adopción efectiva de Lean depende menos del tipo de industria y más de cómo se comprende e interioriza el Sistema de Producción Toyota (TPS) dentro de cada organización. Esta interpretación complementa estudios previos que ya advertían sobre la superficialidad en la implementación Lean en plantas latinoamericanas (Chávez-Pineda, 2021b) y sugiere que el reto principal no es la transferencia sectorial de las prácticas, sino su internalización cultural y estratégica.

Los resultados obtenidos en este estudio, que indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre sectores industriales en cuanto al enfoque de adopción Lean, son consistentes con hallazgos previos en la literatura. Investigaciones empíricas han demostrado que Lean Manufacturing puede implementarse en prácticamente cualquier tipo de industria, sin que el producto final represente una restricción significativa (Abolhassani et al., 2016; Dave y Sohani, 2019). Asimismo, estudios como los de Lucato et al. (2014) y Salhieh y Abdallah (2019) no encontraron

asociación entre el tipo de industria y la implementación de Lean, lo cual refuerza la hipótesis de que factores internos, como la cultura organizacional o el entendimiento filosófico del TPS, tienen mayor peso que el contexto sectorial en el éxito de su adopción.

Estos resultados, que muestran una adopción parcial de prácticas Lean y la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre sectores industriales, coinciden con una amplia evidencia internacional que señala que la efectividad de Lean está más vinculada a factores internos que al contexto sectorial. Investigaciones como las de Kuo y Chen (2021) en el sector marítimo y Gutiérrez et al. (2022) en entornos manufactureros destacan que el éxito de Lean depende del equilibrio entre la implementación de soluciones técnicas y la consolidación de una base social que fomente la cooperación, el aprendizaje y la innovación. Las limitaciones observadas en empresas con adopción parcial podrían deberse a un desequilibrio entre ambas dimensiones, reduciendo así el potencial de Lean para generar valor integral.

La adopción parcial de Lean puede explicarse, además, por la presencia de barreras organizacionales críticas. Ferrazzi et al. (2021) identificaron, mediante el método fuzzy DEMATEL, que la resistencia al cambio, la falta de competencias, el escaso compromiso de la alta dirección y la ausencia de una visión estratégica a largo plazo actúan de forma interdependiente, generando efectos en cadena que limitan la consolidación de una cultura Lean. Esto sugiere que cualquier estrategia de mejora debe priorizar la eliminación de estas barreras causales antes de atender problemas secundarios, con el fin de viabilizar una implementación integral.

Diversos estudios han demostrado que la integración estratégica de Lean con herramientas de la Industria 4.0 puede potenciar sus beneficios y contribuir a un desempeño sostenible. Ooi et al. (2023) evidencian que la adopción de tecnologías como Internet de las cosas (IoT), analítica de datos y la automatización de operaciones ejerce un efecto moderador positivo sobre el vínculo entre Lean y el desempeño económico, social y ambiental, especialmente en prácticas como el flujo continuo, la reducción de tiempos de preparación (SMED), el mantenimiento productivo total (TPM) y el desarrollo de proveedores. De forma complementaria, Rossini et al. (2019) encontraron que la integración Lean-Industria 4.0 está condicionada por la madurez previa en prácticas Lean y la capacidad de gestionar el cambio, más que por las características del sector. Sony et al. (2021) refuerzan esta perspectiva al concluir que el éxito de transformaciones digitales depende del compromiso del liderazgo, la cultura organizacional y las competencias del personal.

Asimismo, la evidencia sobre metodologías afines como Lean Six Sigma muestra patrones similares. Singh et al. (2025) demostraron que la variación en resultados se explica más por la alineación estratégica, el liderazgo y la capacitación continua que por el tipo de industria. En la misma línea, Syamil et al. (2023) evidencian que los beneficios de Six Sigma se replican en industrias diversas siempre que existan condiciones internas favorables como liderazgo comprometido, cultura de mejora continua y competencias técnicas adecuadas. De forma complementaria, Ar (2025) y Csíki et al. (2023) subrayan que el desarrollo de capacidades dinámicas —en especial las capacidades de procesos— tiene un efecto positivo y sostenido en el desempeño empresarial, mientras que las capacidades rutinarias o puramente operativas pueden presentar un impacto limitado o incluso negativo a nivel estratégico.

En conjunto, esta evidencia refuerza la interpretación de que la ventaja competitiva no proviene de la adopción aislada de herramientas Lean o tecnologías avanzadas, sino de su integración coherente y adaptada a las capacidades organizacionales internas. Para el contexto mexicano, esto implica que

las organizaciones deben ir más allá de la simple implementación de prácticas, priorizando la gestión del cambio, la eliminación de barreras estructurales, el fortalecimiento de capacidades dinámicas y la integración estratégica con tecnologías digitales, con el fin de maximizar los beneficios de Lean y asegurar mejoras sostenibles en eficiencia, competitividad y resiliencia.

4. Conclusiones

Este estudio tuvo como objetivo determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en el tipo de adopción Lean (parcial o integral) entre plantas manufactureras multinacionales de distintos sectores en México, encontrando que no se identificaron diferencias significativas por sector. Este resultado confirma que factores organizacionales internos, como el liderazgo, la cultura de mejora continua y la comprensión del modelo TPS, influyen más en la adopción Lean que las características estructurales del sector industrial. Asimismo, se evidenció una tendencia hacia la implementación parcial, centrada en técnicas de fácil aplicación, lo que limita el potencial de mejora integral a largo plazo. Estos hallazgos pueden guiar a líderes de operaciones y responsables de mejora continua para diseñar estrategias de implementación Lean más efectivas y sostenibles.

Contribuciones teóricas

En el plano teórico, este estudio confirma empíricamente que, en el contexto mexicano, la adopción Lean no depende del sector industrial, sino de factores organizacionales internos como el liderazgo, la cultura de mejora continua y la comprensión del modelo TPS, ampliando la evidencia disponible en entornos latinoamericanos. Asimismo, aporta al debate sobre la implementación fragmentada de Lean, evidenciando que las técnicas más aplicadas corresponden a estabilidad operativa (5S, TPM) y que pilares centrales como JIT y *Jidoka* presentan baja adopción, consolidando la interpretación de Lean como “caja de herramientas” más que sistema integral. Adicionalmente, valida el uso del modelo integral de la Casa del SPT como marco metodológico para evaluar el grado y tipo de adopción Lean en análisis comparativos, e integra la teoría de capacidades dinámicas para explicar la relación entre prácticas Lean, adaptabilidad y resiliencia organizacional.

Contribuciones Prácticas

En el plano práctico, los hallazgos orientan a líderes de operaciones y responsables de mejora continua a diseñar estrategias de implementación Lean más efectivas, priorizando el fortalecimiento de capacidades internas sobre las características del sector. El diagnóstico de patrones de adopción obtenido permite a las empresas reconocer las limitaciones de aplicar técnicas aisladas y planificar intervenciones para avanzar hacia una adopción integral. El instrumento validado utilizado en este estudio puede ser replicado por otras organizaciones para evaluar su nivel de implementación y compararse con referentes sectoriales. Finalmente, los resultados ofrecen evidencia útil para los responsables de política industrial y programas de competitividad, al enfatizar la necesidad de promover capacidades organizacionales que sustenten una implementación integral y sostenible de Lean en México y Latinoamérica.

Conflicto de interés

El autor del presente artículo expresa que no existe ningún conflicto de interés en la elaboración y publicación del presente estudio.

5. Referencias

- Abdallah, A. B., Dahiyat, S. E., & Matsui, Y. (2019). Lean management and innovation performance: Evidence from international manufacturing companies. *Management Research Review*, 42(2), 239-262. <https://doi.org/10.1108/mrr-10-2017-0363>
- Ar, A. Y. (2025). Leaning towards resilience: mapping and exploring the literature on lean management. *Production & Manufacturing Research*, 13(1), 2512753. <https://doi.org/10.1080/21693277.2025.2512753>
- Baker, B. (2016). Why a Lean Transformation is Like Competing in the Olympics. *Industry Week. Insights, news and information for manufacturing leaders*. <https://n9.cl/26zxd>
- Baruch, Y., & Holtom, B. C. (2008). Survey response rate levels and trends in organizational research. *Human Relations*, 61(8), 1139–1160. <https://doi.org/10.1177/0018726708094863>
- Belhadi, A., Touriki, F. E., & Fezazi, S. E. (2017). Prioritizing the solutions of lean implementation in SMEs to overcome its barriers: An integrated fuzzy AHP-TOPSIS approach. *Journal Of Manufacturing Technology Management*, 28(8), 1115-1139. <https://doi.org/10.1108/jmtm-04-2017-0066>
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346–5366. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2009). The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation. Production and Inventory Control. 290 pp. *Systems and Industrial Engineering (PICSIE)*. <https://es.scribd.com/document/228944438/2733>
- Chávez-Pineda, J. (2021a). Grado de implementación de las prácticas del sistema técnico de administración esbelta en la industria maquiladora de manufactura de México. *RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática*, 10(28), 41- 68. <https://doi.org/10.36677/recai.v10i28.15295>
- Chávez Pineda, J. (2021b). Adopción parcial e integral de las prácticas del sistema técnico de Lean en la industria maquiladora de manufactura en México. *RECAI Revista De Estudios En Contaduría, Administración e Informática*, 11(30), 28-50. <https://doi.org/10.36677/recai.v11i30.16919>
- Chávez-Pineda J. (2022). Adopción parcial e integral de la filosofía lean en la industria de manufactura eléctrica y electrónica en México. *TECNOCENCIA Chihuahua*, 16(3): e1048. <https://doi.org/10.54167/tch.v16i3.1048>

- Chávez Pineda, J. A., García Ramírez, S., Vallejo Navarrete, G. V., & Ceja Silva, E. G. (2023). Grado de madurez en programas de mejora Lean en compañías multinacionales de manufactura automotriz en México. *TECNOCENCIA Chihuahua*, 17(3), e1286. <https://doi.org/10.54167/tch.v17i3.1286>
- Costa, F., Alemsan, N., Bilancia, A., Tortorella, G. L., & Portioli Staudacher, A. (2024). Integrating Industry 4.0 and Lean Manufacturing for a sustainable green transition: A comprehensive model. *Journal of Cleaner Production*, 451, 142728. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142728>
- Fortuny-Santos, J., Ruiz-de-Arbulo-López, P., Zubeltzu-Jaka, E., & Lujan-Blanco, I. (2025). Lean manufacturing and environmental performance: A meta-analytic approach. *International Journal of Lean Six Sigma*. 16 (4), 848–889. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2023-0190>
- Gutierrez, L., Lameijer, B. A., Anand, G., Antony, J., & Vijaya Sunder, M. (2022). Beyond efficiency: The role of lean practices and cultures in developing dynamic capabilities microfoundations. *International Journal of Operations & Production Management*, 42(13), 506–536. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2022-0086>
- Csíki, O., Demeter, K., & Losonci, D. (2023). How to improve firm performance? – The role of production capabilities and routines. *International Journal of Operations & Production Management*, 43(13), 1–26. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2022-0221>
- Hardcopf, R., Liu, G. J., & Shah, R. (2021). Lean production and operational performance: The influence of organizational culture. *International Journal of Production Economics*, 235, 108060. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108060>
- Hernández-Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean manufacturing: conceptos, técnicas e implantación. 178 pp. Escuela de Organización Industrial. https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf
- Hernandez-Matias, J., Ocampo, J. R., Hidalgo, A., & Vizan, A. (2020). Lean manufacturing and operational performance: Interrelationships between human-related lean practices. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(2), 217–235. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2019-0140>
- Jamari, S., & Fedouaki, F. (2025). Industry 4.0 enablers and lean manufacturing tools in respect of human resources. *Engineering Proceedings*, 97(1), 43. <https://doi.org/10.3390/engproc2025097043>
- Japan Management Association. (2018). *Kanban just-in time at Toyota: Management begins at the workplace*. 212 pp. Routledge.
- Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2014). A literature review of empirical research methodology in lean manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(8), 1080-1122. <https://doi.org/10.1108/ijopm-04-2012-0169>
- Kong, R. W. M., Kong, T. H. T., & Huang, T. (2024). Lean methodology for garment modernization. *International Journal of Engineering Development and Research*, 12(3), 1–13. <https://arxiv.org/abs/2410.07705>

- Komkowski, T., Sony, M., Antony, J., Lizarelli, F. L., Garza-Reyes, J. A., & Tortorella, G. L. (2024). Operational practices for integrating lean and industry 4.0 – A dynamic capabilities perspective. *International Journal of Production Research*, 63(4), 1517-1537. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2381127>
- Komkowski, T., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Tortorella, G. L., & Pongboonchai-Empl, T. (2023). Integrating Lean Management with Industry 4.0: An explorative Dynamic Capabilities theory perspective. *Production Planning & Control*, 36(5), 607–625. <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2294297>
- Kuo, S.-Y., & Chen, L.-B. (2021). Applying sociotechnical systems theory to examine the values of lean practices in the context of container shipping. *IEEE Access*, 9, 146921-146937. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3123448>
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681-3698. <https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Liker, J.K (2004). *The Toyota Way*. 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. 352 pp. Mc Graw-Hill, New York. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071392310?implicit-login=true>
- Lean Certification Alliance. (s. f.). SME. <https://www.sme.org/training/lean-certification/about-the-lean-certification-alliance/>
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5-20. <https://doi.org/10.5465/amp.2006.20591002>
- Liu, C., Wang, M., Niu, Z., & Mo, X. (2024). Moderating effect of dynamic capabilities on the relationship between lean practices and operational performance. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(7), 1343-1364. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-02-2022-0034>
- Maware, C., & Adetunji, O. (2019). Lean manufacturing implementation in Zimbabwean industries: Impact on operational performance. *International Journal of Engineering Business Management*, 11, 1–12. <https://doi.org/10.1177/1847979019859790>
- Monge, C., Cruz, J., & López, F. (2013). Impacto de la Manufactura Esbelta, Manufactura Sustentable y Mejora Continua en la Eficiencia Operacional y Responsabilidad Ambiental en México. *Información Tecnológica*, 24(4), 15-32. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642013000400003>
- Negrão, L. L. L., Godinho Filho, M., & Marodin, G (2016). Lean practices and their effect on performance: a literature review. *Production Planning & Control*, 28(1), 33-56. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1231853>
- Netland, T. H., & Ferdows, K. (2016). The S-curve effect of lean implementation. *Production and Operations Management*, 25(6), 1106-1120. <https://doi.org/10.1111/poms.12539>

- Ohno, T. (1988). *The Toyota production system: Beyond large scale production*. Productivity press. Portland OR. <https://www.almendron.com/tribuna/wp-content/uploads/2021/12/toyota-production-system-beyond-large-scale-production.pdf>
- Olufemi, T. (2024). Lean manufacturing practices and organizational performance: A literature review. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 9(9), 611–619. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/IJISRT24SEP443>
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879–903. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.879>
- Prabhushankar, G., Kruthika, K., Pramanik, S., & Kadadevaramath, R. S. (2015). Lean manufacturing system implementation in Indian automotive components manufacturing sector - an empirical study. *International Journal of Business and Systems Research*, 9(2), 179. <https://doi.org/10.1504/ijbsr.2015.069442>
- Rahardjo, B., Wang, F.-K., Yeh, R.-H., & Chen, Y.-P. (2023). Lean manufacturing in Industry 4.0: A smart and sustainable manufacturing system. *Machines*, 11(1), 72. <https://doi.org/10.3390/machines11010072>
- Rossini, M., Costa, F., Portioli-Staudacher, A., & Tortorella, G. (2019). The interrelation between Industry 4.0 and lean production: An empirical study on European manufacturers. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102, 3963–3976. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03441-7>
- Setianto, P., & Haddud, A. (2016). A maturity assessment of lean development practices in manufacturing industry. *International Journal of Advanced Operations Management*, 8(4), 294. <https://doi.org/10.1504/ijaom.2016.084150>
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/s0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/s0272-6963(02)00108-0)
- Singh, T., Smith, A., Oladele, S., & Coadic, K. (2025). Cross-industry comparison of Lean Six Sigma applications: Insights for engineering project management. https://www.researchgate.net/publication/387832626_Cross-Industry_Comparison_of_Lean_Six_Sigma_Applications_Insights_for_Engineering_Project_Management
- Sony, M. (2018). Industry 4.0 and lean management: A proposed integration model and research propositions. *Production & Manufacturing Research*, 6(1), 416–432. <https://doi.org/10.1080/21693277.2018.1540949>
- Suroso, E., & Santosa, A. D. (2024). Effects of lean manufacturing practices on operational performance. *Journal of Research in Social Science and Humanities*, 4(1), 174–179. <https://doi.org/10.47679/jrssh.v4i1.121>

- Suprayitno, D. (2024). The role of lean manufacturing in enhancing operational efficiency and waste reduction. *Management Studies and Business Journal (Productivity)*, 1(11), 1470–1482. <https://ppipbr.com/index.php/productivity/article/view/422>
- Syamil, A., Ichsan, M., Syahrazly, M., Fadjar, M. P., & Revidia, I. R. (2023). Enhancing quality across industries: A systematic literature review on the impact of six sigma. *Global Business & Finance Review*, 28(7), 59–74. <https://doi.org/10.17549/gbfr.2023.28.7.59>
- Taj, S., & Morosan, C. (2011). The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(2), 223-240. <https://doi.org/10.1108/17410381111102234>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)

2025 TECNOCENCIA CHIHUAHUA.

Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial 4.0 Internacional.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>