



El rol de la inteligencia artificial en la automatización y la gestión de la cadena de suministro

The role of artificial intelligence in automation and supply chain management

Velasco Rigoberto Zambrano Burgos*

vzambranob@unemi.edu.ec

Jael Dolores Zambrano Mieles**

jzambranom@unemi.edu.ec

Dolores Mieles Cevallos***

dmielesc@unemi.edu.ec

* Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

Recibido: 18/12/2024-Aceptado: 28/02/2025.

Correspondencia: vzambranob@unemi.edu.ec

Resumen

El objetivo de este estudio es analizar el rol de la inteligencia artificial (IA) en la transformación digital de la ingeniería industrial, con un enfoque en la automatización y la gestión de la cadena de suministro. A través de una revisión sistemática de la literatura y un análisis bibliométrico, se identifican las tendencias de investigación, los beneficios clave y las tecnologías más influyentes en este campo. Los resultados muestran que la IA está revolucionando la ingeniería industrial al optimizar procesos, mejorar la eficiencia operativa y reducir costos. Sin embargo, su implementación también plantea desafíos relacionados con la capacitación del personal, la transparencia de los algoritmos y el impacto ambiental. El estudio concluye que, para aprovechar plenamente el potencial de la IA, las empresas deben adoptar un enfoque integral que considere no solo los aspectos tecnológicos, sino también los organizativos, éticos y ambientales.

Palabras clave: Inteligencia artificial; automatización; cadena de suministro; transformación digital; ingeniería industrial.

Abstract

The objective of this study is to analyze the role of artificial intelligence (AI) in the digital transformation of industrial engineering, with a focus on automation and supply chain management. Through a systematic literature review and bibliometric analysis, research trends, key benefits, and the most influential technologies in this field are identified. The results show that AI is revolutionizing industrial engineering by optimizing processes, improving operational efficiency, and reducing costs. However, its implementation also poses challenges related to staff training, algorithm transparency, and environmental impact. The study concludes that, to fully harness the potential of AI, companies must adopt a comprehensive approach that considers not only technological aspects but also organizational, ethical, and environmental factors.

Keywords: Artificial intelligence; automation; supply chain; digital transformation; industrial engineering.

Cómo citar

Zambrano Burgos , V. R., Zambrano Mieles, J. D., & Mieles Cevallos, D. (2025). El rol de la inteligencia artificial en la automatización y la gestión de la cadena de suministro. GADE: Revista Científica, 5(1), 390-414. Recuperado a partir de <https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/607>



INTRODUCCIÓN

En la era de la transformación digital, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una de las tecnologías más disruptivas, redefiniendo los paradigmas tradicionales de la ingeniería industrial y la gestión de la cadena de suministro. La capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos, predecir tendencias y automatizar procesos complejos ha permitido a las empresas mejorar significativamente su eficiencia operativa, reducir costos y aumentar su competitividad en un mercado global cada vez más dinámico (Wu et al., 2024; Albarracín Vanoy, 2023). Sin embargo, a pesar de los avances evidentes, la integración de la IA en estos ámbitos no está exenta de desafíos, desde cuestiones éticas y de responsabilidad hasta la necesidad de una capacitación adecuada del personal y la consideración de su impacto ambiental (Dong et al., 2022; Xie et al., 2025).

Este estudio busca explorar el rol de la IA en la transformación digital de la ingeniería industrial, con un enfoque específico en la automatización y la gestión de la cadena de suministro. A través de una revisión sistemática de la literatura y un análisis bibliométrico, se examinan las tendencias de

investigación, los beneficios clave y las tecnologías más influyentes en este campo. Además, se discuten las implicaciones más amplias de la adopción de la IA, incluyendo los desafíos organizativos, éticos y ambientales que surgen de su implementación. El objetivo es proporcionar una visión integral de cómo la IA está redefiniendo la ingeniería industrial y ofrecer recomendaciones para una integración exitosa y sostenible de estas tecnologías.

METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un enfoque metodológico basado en una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) y un Análisis Bibliométrico, con el propósito de examinar la producción científica relacionada con el rol de la inteligencia artificial (IA) en la transformación digital de la ingeniería industrial, específicamente en los ámbitos de la automatización y la gestión de la cadena de suministro. Para garantizar la transparencia y rigurosidad del proceso, se siguieron los lineamientos establecidos por la Declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), ampliamente reconocida en el ámbito académico para



la elaboración de revisiones sistemáticas (Alharbi et al., 2024).

Diseño y protocolo de búsqueda

Para formular la pregunta de investigación, se empleó el modelo PICO (Population, Interest, Context) (Mohammed et al., 2023; Hosseini et al., 2024), ampliamente utilizado en estudios cualitativos y revisiones sistemáticas por su capacidad para estructurar adecuadamente los elementos clave de una investigación. Este modelo se adapta al contexto de la transformación digital en la ingeniería industrial, con un enfoque en la automatización y la gestión de la cadena de suministro, de la siguiente manera:

- P (Population): Empresas, profesionales e investigadores del campo de la ingeniería industrial, con un enfoque específico en sectores como la automatización de procesos y la gestión de la cadena de suministro.

- I (Interest): Inteligencia artificial, machine learning, automatización, optimización de procesos, gestión de la cadena de suministro y toma de decisiones basada en datos.

- Co (Context): Aplicaciones de la IA en la transformación digital de la ingeniería industrial, con especial énfasis

en entornos altamente competitivos y tecnológicamente avanzados.

Con base en estos elementos, la pregunta de investigación que guía este estudio es:

¿Cuál es el rol de la inteligencia artificial en la transformación digital de la ingeniería industrial, específicamente en la automatización y la gestión de la cadena de suministro?

Asimismo, se plantearon las siguientes preguntas de investigación específicas (Q) para orientar el análisis bibliométrico y la revisión sistemática:

- Q1: ¿Cuáles son las tendencias de investigación?

- Q2: ¿Cuáles son los principales beneficios en la ingeniería industrial con la adopción de la inteligencia artificial en la automatización y la gestión de la cadena de suministro?

- Q3: ¿Cuáles son las tecnologías y aplicaciones específicas de la IA que están redefiniendo la automatización y la gestión de la cadena de suministro en la ingeniería industrial?

Fuentes de información y estrategias de búsqueda

La recolección de la literatura se llevó a cabo mediante consultas en Web of Science (WoS) y Scopus, dos de las principales bases de datos científicas



reconocidas internacionalmente por su calidad y cobertura. La búsqueda se realizó considerando publicaciones comprendidas entre los años 2018 y 2024, con el fin de asegurar la actualidad de los hallazgos y capturar los avances más recientes en inteligencia artificial aplicada a la ingeniería industrial.

Términos y ecuaciones de búsqueda

Los términos clave se identificaron a partir de una exploración preliminar de la literatura y consultas por parte de los autores, incluyendo conceptos vinculados con inteligencia artificial, automatización, gestión de la cadena de suministro y transformación digital en la ingeniería industrial. Se utilizaron las siguientes ecuaciones de búsqueda en cada base de datos:

- Web of Science (WoS):

TS=("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning") AND TS=("supply chain management" AND "Automation")

- Scopus:

TITLE-ABS-KEY("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning") AND TITLE-ABS-KEY("supply chain management" AND "Automation")

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de selección fueron establecidos con el propósito de garantizar la relevancia y calidad de los estudios considerados en el análisis. En primer lugar, se definieron los criterios de inclusión, entre los cuales se contempló que las publicaciones estén publicadas en cualquier año. Asimismo, se seleccionaron únicamente documentos que correspondieran a artículos originales, excluyendo otros tipos de publicaciones. Además, se exigió que los estudios estuvieran redactados en idioma inglés o español, debido a la amplia difusión científica en estas lenguas.

Por otro lado, se establecieron criterios de exclusión con el fin de descartar aquellos trabajos que no se ajustaran al objetivo del estudio. En este sentido, se excluyeron las publicaciones que no reflejan adecuadamente los avances recientes en inteligencia artificial y transformación digital. También se descartaron documentos de tipo revisión, ponencias en congresos, capítulos de libros, informes técnicos, editoriales, tesis u otro tipo de producción que no se clasificara como artículo original.



Proceso de selección

La identificación de documentos se llevó a cabo en dos etapas. Primero, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, luego se unieron los archivos descargados en las dos bases de datos para eliminar los registros duplicados. Posteriormente, se seleccionaron los documentos para ser recuperados mediante la revisión del título y resumen, incluyendo investigaciones que abordaran la inteligencia artificial en la ingeniería industrial desde las perspectivas de la automatización y la gestión de la cadena de suministro. Finalmente, después de una revisión profunda del texto completo, se excluyeron aquellos estudios cuyo contenido no estuviera directamente relacionado con el rol de la IA en la transformación digital de la ingeniería industrial.

El proceso de selección de los documentos revisados se detalla en un diagrama de flujo PRISMA, que ilustra el número de registros identificados, seleccionados, evaluados y excluidos, junto con las razones correspondientes.

Análisis bibliométrico

Además de la revisión sistemática, se realizó un análisis bibliométrico utilizando el software R versión 4.4.2 (Van der Elst, 2024) y VOSviewer versión 1.6.20. Las variables consideradas incluyeron:

- Revistas más relevantes en el campo de la inteligencia artificial aplicada a la automatización y la gestión de la cadena de suministro en la ingeniería industrial.
- Colaboración entre países e instituciones en la producción científica sobre este tema.

Los campos correspondientes a los títulos fueron normalizados mediante la conversión a minúsculas y la eliminación de caracteres especiales. La detección de registros duplicados se llevó a cabo empleando la función `left_join()`, lo que permitió identificar de manera eficiente las coincidencias. Posteriormente, el cribado de títulos y resúmenes se realizó utilizando la función `grep()`, que facilitó la búsqueda y selección de los documentos relevante.



RESULTADOS

La búsqueda inicial arrojó 109 documentos, 45 en WoS y 64 en Scopus, se identificaron 26 registros duplicados. Luego de revisar los títulos y resúmenes de 83 documentos se excluyeron 47

documentos. Posteriormente se recuperaron 36 estudios, estos fueron revisados a profundidad y se seleccionaron 30 estudios (Figura 1).

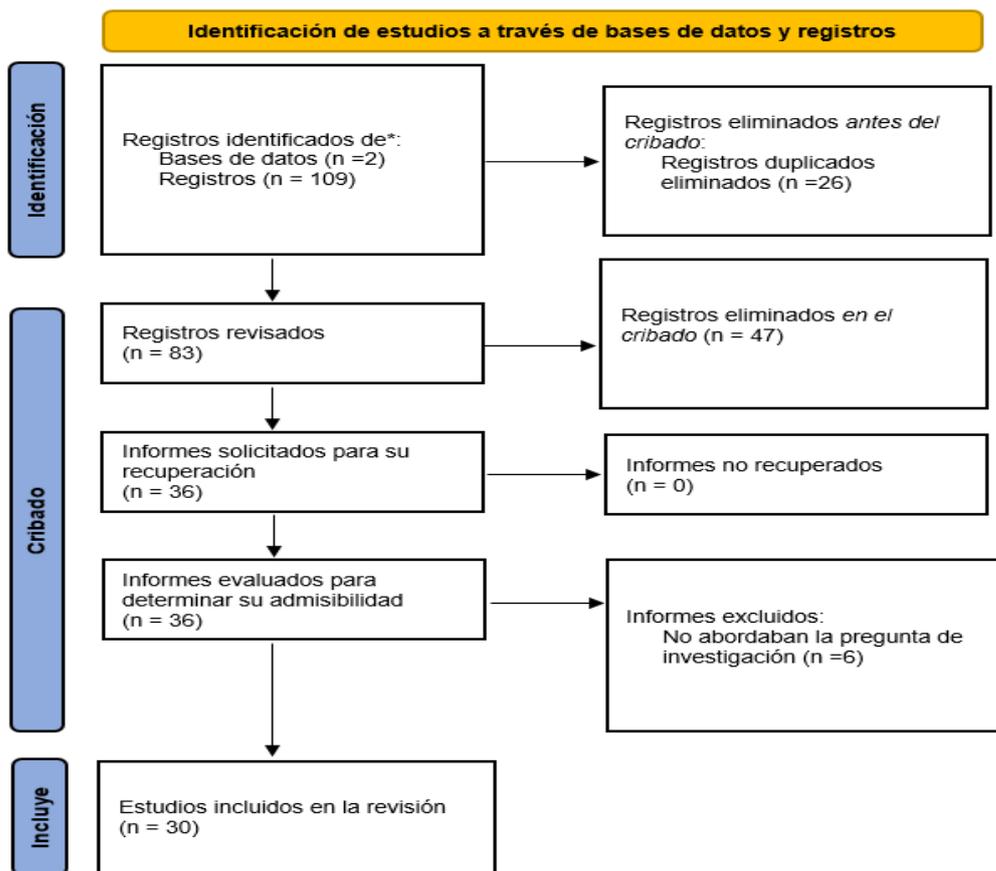


Figura 1 Proceso de selección PRISMA

Las siguientes tablas y gráficos se realizan para responder Q1.

La Figura 2 presenta una combinación de barras y líneas que ilustran el número anual de publicaciones científicas junto con el acumulado de las mismas, en el período comprendido entre 2019 y 2025. Inicialmente, se observa una tendencia

general creciente, comenzando con tres publicaciones en 2019 y alcanzando un máximo de nueve en 2024. Este crecimiento progresivo evidencia un aumento constante en el interés académico hacia el tema investigado.

A pesar del incremento general, existe cierta variabilidad en los primeros años: después de tres publicaciones en



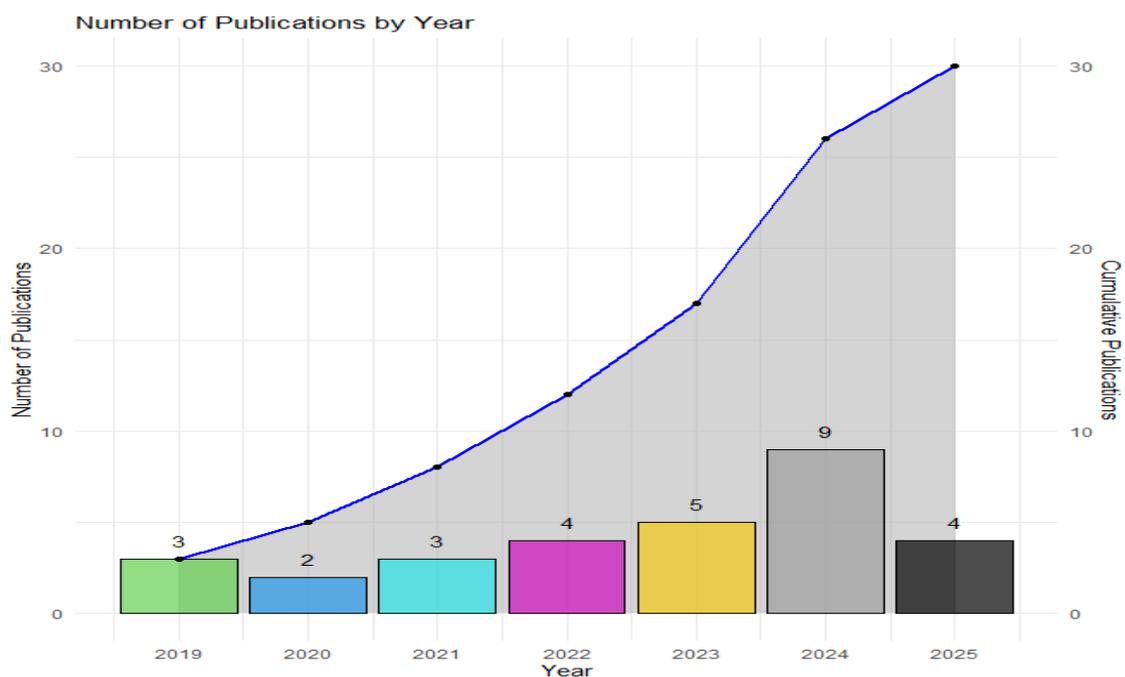
2019, la cifra disminuye ligeramente a dos en 2020, para volver a aumentar a tres en 2021. Este patrón sugiere fluctuaciones en la producción científica anual, probablemente debido a factores como disponibilidad de recursos, interés de investigación o eventos externos que influyen en la generación de conocimiento.

La gráfica alcanza un pico significativo en 2024 con nueve publicaciones, indicando que ese año tuvo un fuerte impulso en términos de investigación relacionada con la temática estudiada. Esto podría reflejar una mayor atención académica o un interés creciente en el campo específico en ese período.

La línea azul que acompaña las barras representa el total acumulado de

publicaciones, mostrando un incremento constante y pronunciado hasta alcanzar 30 publicaciones en 2025. Esta acumulación confirma la creciente relevancia del tema y la expansión sostenida de conocimiento en la comunidad científica durante el período estudiado.

En 2025 se observa una reducción en el número anual de publicaciones, pasando de nueve a cuatro. Esto podría atribuirse a datos aún incompletos del año 2025, o bien podría indicar una desaceleración temporal en la investigación. Sin embargo, el número acumulado permanece en aumento, reafirmando el interés global y sostenido en el estudio a lo largo del tiempo (Figura 2).





Q2: Beneficios de la Inteligencia Artificial en la Automatización y Gestión de la Cadena de Suministro (Tabla 1).

La inteligencia artificial (IA) está transformando radicalmente la ingeniería industrial y la gestión de la cadena de suministro, al optimizar procesos, mejorar la eficiencia operativa y reducir costos. Su implementación ha permitido automatizar tareas repetitivas mediante sistemas basados en agentes y bots inteligentes, lo que reduce la carga de trabajo manual y minimiza errores humanos (S et al., 2024). Asimismo, la aplicación de modelos predictivos y técnicas de aprendizaje automático ha mejorado significativamente la gestión de inventarios, reduciendo desperdicios y garantizando niveles de stock óptimos (Wu et al., 2024).

La planificación de la demanda también se ha beneficiado del uso de algoritmos avanzados que anticipan el comportamiento del mercado, permitiendo ajustar la producción y distribución de bienes de manera más precisa (Gobinath et al., 2024). En el ámbito logístico, la IA ha revolucionado la optimización de rutas y la automatización de almacenes, lo que se traduce en tiempos de entrega reducidos

y menores costos operativos (Albarracín Vanoy, 2023; Rakholia et al., 2024). La integración del monitoreo en tiempo real, habilitado por el Internet de las Cosas (IoT), incrementa la visibilidad y trazabilidad en toda la cadena de suministro, facilitando la coordinación entre proveedores y clientes (Oliveira et al., 2023).

Otro aspecto fundamental es la seguridad y la trazabilidad de las transacciones. La combinación de IA con tecnologías como blockchain ha potenciado la transparencia y confiabilidad de los datos logísticos, ofreciendo un marco seguro para las transacciones comerciales (Dong et al., 2022). En el sector manufacturero, la IA optimiza los procesos productivos al reducir el desperdicio de materiales y mejorar la eficiencia energética, lo que no solo genera ahorros financieros, sino que también refuerza el compromiso con la sostenibilidad industrial (Xie et al., 2025).

La aplicación de la IA se extiende a sectores específicos: en la industria farmacéutica, modelos avanzados de predicción han optimizado la distribución de medicamentos, minimizando desabastecimientos y pérdidas de inventario (Shamsuzzoha &



Pelkonen, 2025); en el sector alimentario, la implementación de sistemas de visión computacional permite detectar contaminantes y monitorear la producción en tiempo real, elevando los estándares de calidad y seguridad (Kumar et al., 2021).

Además, la IA se ha consolidado como una herramienta clave en la capacitación y formación de empleados. Mediante modelos de lenguaje generativo, se ofrece aprendizaje adaptativo y personalizado que reduce el tiempo de formación y mejora la retención del conocimiento (Gezdur & Bhattacharjya, 2025). La digitalización basada en IA también impulsa la automatización de la toma de decisiones a través de sistemas inteligentes que optimizan la planificación operativa y

reducen tiempos de espera en la producción (Zdravković et al., 2022).

La integración de estas tecnologías fortalece la resiliencia y adaptabilidad de las empresas frente a crisis y fluctuaciones del mercado. El análisis predictivo y la automatización de auditorías y procesos administrativos agilizan la toma de decisiones estratégicas y operativas, permitiendo una respuesta rápida ante interrupciones (Chen et al., 2022; Spring et al., 2022). La optimización de rutas logísticas, la digitalización de documentos y la integración con sistemas de gestión avanzados no solo reducen los costos operativos, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental al minimizar el desperdicio y las emisiones de carbono (Moskvichenko et al., 2024; Dogru & Keskin, 2020).

Tabla 1

Beneficios Clave e Impactos de la IA en la Ingeniería Industrial

Beneficio Clave	Impacto en la Ingeniería Industrial	Referencia
Automatización de procesos repetitivos y aumento de la eficiencia en manufactura	Reducción de errores humanos, mayor precisión y eficiencia en líneas de producción.	(S et al., 2024); (Zdravković et al., 2022)
Optimización/Gestión eficiente del inventario	Menor desperdicio, mejor gestión de stock y reducción de costos de almacenamiento.	(AlRushood et al., 2023);
Optimización de la planificación de la demanda y producción	Mejor estimación de la demanda, reducción de excedentes, planificación óptima de la producción y disminución de tiempos de espera.	(Gobinath et al., 2024); (Chauhan et al., 2023); (Zdravković et al., 2022)
Optimización y automatización de la logística, transporte y almacenes	Menor tiempo de entrega, reducción de costos logísticos y laborales, mayor eficiencia operativa y optimización de rutas mediante IA.	(Albarracín Vanoy, 2023); (Rakholia et al., 2024); (Wu et al., 2024); (Moskvichenko et al., 2024)



Monitoreo en tiempo real de la cadena de suministro	Mayor visibilidad, transparencia y control de la cadena gracias al uso de sensores IoT.	(Oliveira et al., 2023); (Moskvichenko et al., 2024)
Reducción de costos operativos	Optimización de recursos, ahorro financiero y disminución de gastos operativos en logística y distribución.	(Riad et al., 2024); (Spring et al., 2022)
Trazabilidad e integración con blockchain	Mayor seguridad, confianza y trazabilidad en las transacciones mediante la integración de IoT y blockchain.	(Dong et al., 2022); (AIRushood et al., 2023)
Reducción de desperdicio y optimización de recursos	Uso eficiente de materiales, disminución de costos y reducción de emisiones de carbono gracias a la digitalización de procesos.	(Xie et al., 2025); (Dogru & Keskin, 2020); (Zdravković et al., 2022)
Optimización de la distribución farmacéutica	Menor desabastecimiento y reducción del desperdicio de medicamentos.	(Shamsuzzoha & Pelkonen, 2025)
Automatización en la industria alimentaria	Mejor control de calidad y reducción de riesgos sanitarios en el sector alimentario.	(Kumar et al., 2021)
Capacitación con IA generativa	Reducción del tiempo de formación y mejora en la retención del conocimiento.	(Gezdur & Bhattacharjya, 2025)
Resiliencia y adaptabilidad empresarial	Mayor capacidad de respuesta y adaptación ante interrupciones, cambios y crisis del mercado.	(Sharabati et al., 2024); (Chen et al., 2022)
Mantenimiento predictivo	Disminución de fallos en maquinaria y optimización de las tareas de mantenimiento.	(Rakholia et al., 2024)
Automatización de auditorías y procesamiento de documentos	Agilización de trámites administrativos, reducción de errores humanos y mejora en la eficiencia operativa.	(Dogru & Keskin, 2020); (Spring et al., 2022)
Automatización y análisis predictivo para la toma de decisiones	Agilización y mejora en la toma de decisiones estratégicas y operativas mediante modelos de IA y sistemas basados en reglas.	(Lin et al., 2022); (Zdravković et al., 2022)
Mejora en la seguridad y productividad	Mayor eficiencia en la ejecución de proyectos y reducción de riesgos laborales.	(AIRushood et al., 2023)
Optimización de la gestión de la calidad	Implementación de IA en estándares de calidad (ISO 9001, Six Sigma) para mejorar procesos y resultados.	(Moskvichenko et al., 2024)

Q3: Redefiniendo la Automatización y Gestión de la Cadena de Suministro con IA (Tabla 2)

La inteligencia artificial (IA) está marcando el inicio de una nueva era en la automatización y gestión de la cadena de suministro dentro de la ingeniería industrial. Entre las tecnologías más

influyentes se destaca el aprendizaje automático (Machine Learning, ML), que permite mejorar la predicción de la demanda, optimizar inventarios y la planificación de producción mediante redes neuronales y análisis predictivo (S et al., 2024). Gracias a estos algoritmos, es posible analizar grandes volúmenes de datos, identificar patrones de consumo y



ajustar las estrategias de producción en tiempo real, mejorando significativamente la eficiencia operativa (Wu et al., 2024). Otra tecnología revolucionaria es el Internet de las Cosas (IoT), que facilita la interconexión de dispositivos inteligentes para la recopilación y análisis de datos en toda la cadena de suministro.

Sensores instalados en almacenes y centros de distribución permiten el monitoreo en tiempo real de inventarios, lo que asegura trazabilidad y reducción de desperdicios (Oliveira et al., 2023). Combinado con blockchain, IoT ha optimizado la seguridad y la transparencia en las transacciones comerciales, habilitando auditorías automatizadas y confiables (Dong et al., 2022). El uso de visión artificial y procesamiento de imágenes también ha transformado la gestión de la cadena de suministro. Por ejemplo, tecnologías como Swin Transformer V2 mejoran la identificación y el seguimiento de productos, especialmente en industrias como la maderera, donde la automatización en el proceso de clasificación y emparejamiento de mercancías reduce errores y costos logísticos (Xie et al., 2025).

En la industria alimentaria, la visión computacional contribuye al control de calidad, la detección de contaminantes y la garantía de la seguridad alimentaria (Kumar et al., 2021). En el ámbito de la automatización logística, los sistemas de Robotic Process Automation (RPA) han transformado la gestión de pedidos y la distribución de productos. En sectores como la industria farmacéutica y el comercio electrónico, la IA optimiza el transporte de mercancías mediante robots autónomos y drones, reduciendo significativamente los tiempos de entrega y mejorando las rutas logísticas a través de algoritmos avanzados (Shamsuzzoha & Pelkonen, 2025).

Los avances en cobots (robots colaborativos) han permitido automatizar parcialmente fábricas y centros de distribución, manteniendo la colaboración entre humanos y máquinas sin reemplazar completamente la mano de obra humana (Albarracín Vanoy, 2023). Por otro lado, modelos de lenguaje natural (NLP) y chatbots han optimizado la comunicación en la cadena de suministro, reduciendo tiempos de respuesta y automatizando interacciones con clientes y proveedores. Tecnologías como ChatGPT y otros modelos



generativos mejoran los procesos de interacción y capacitación, lo que reduce costos educativos y mejora la gestión del conocimiento (Gezdur & Bhattacharjya, 2025).

Finalmente, la analítica avanzada de datos y la inteligencia empresarial han fortalecido la resiliencia de las empresas al anticipar interrupciones en la cadena de suministro, lo que permite una respuesta eficaz ante situaciones de crisis. Los modelos de análisis prescriptivo identifican puntos críticos en la cadena logística, optimizando la asignación de recursos y mejorando la sostenibilidad operativa (Sharabati et al., 2024). Las tecnologías de inteligencia artificial están redefiniendo la automatización y gestión de la cadena de suministro, optimizando procesos en diversas industrias. Destaca el aprendizaje automático (Machine Learning, ML), que optimiza inventarios, demanda y compras mediante algoritmos predictivos y redes neuronales (Lin et al., 2022). El Internet de las Cosas (IoT) facilita el monitoreo en tiempo real de almacenes y productos, mejorando la visibilidad global de la cadena de suministro (Dogru & Keskin, 2020).

Blockchain, por su parte, ha fortalecido la seguridad en transacciones y ha asegurado la gestión descentralizada de datos, mejorando la transparencia en los procesos logísticos (Wu et al., 2024). En la visión artificial y la robótica, la IA ha permitido automatizar la manufactura y supervisar procesos industriales, reduciendo la dependencia de la intervención humana en tareas repetitivas y mejorando la precisión (Rakholia et al., 2024). La automatización mediante RPA ha simplificado la administración de pedidos y auditorías, permitiendo una gestión más eficiente de la cadena de suministro (Chauhan et al., 2023). El uso de drones y vehículos autónomos ha optimizado la supervisión de inventarios y la reducción de tiempos de transporte, especialmente en sectores logísticos y de construcción (AlRushood et al., 2023). Al mismo tiempo, la inteligencia artificial generativa (ChatGPT y LLM) ha revolucionado la comunicación en la cadena de suministro mediante la automatización de la atención al cliente y la interacción con proveedores (ChatGPT and Generative AI, 2023). Los sistemas de gestión basados en IA han digitalizado el control de la cadena de suministro, asegurando operaciones



más ágiles y eficientes (Oh, 2019), mientras que el análisis predictivo con Big Data ayuda a anticipar interrupciones y optimizar recursos en tiempo real (Boujarra et al., 2024). La ciberseguridad en la Industria 5.0 ahora tiene mayor relevancia, con la IA detectando amenazas en infraestructuras digitales y protegiendo la integridad de las operaciones logísticas (Wu et al., 2024).

Los sistemas de información empresarial (EIS) habilitados con IA han transformado la planificación de la producción y la gestión de inventarios, mejorando la toma de decisiones estratégicas (Zdravković et al., 2022). La computación en la nube ha permitido escalabilidad y almacenamiento seguro de datos operacionales, mejorando la eficiencia sin tener que depender de infraestructuras físicas costosas (Zdravković et al., 2022). Los sistemas basados en agentes han permitido la automatización de la planificación logística, mejorando las respuestas ante cambios dinámicos en la demanda y disponibilidad de productos (Xu et al., 2021).

El blockchain ha asegurado la trazabilidad de los productos en la cadena de suministro, mientras que la

automatización robótica de procesos (RPA) ha mejorado la eficiencia organizacional al eliminar tareas repetitivas ((Moskvichenko et al., 2024). El aprendizaje automático en manufactura ha favorecido la calidad en las líneas de producción, reduciendo defectos y optimizando el control de calidad (Zdravković et al., 2022).

Además, el uso de redes sociales y Big Data ha optimizado estrategias logísticas, ayudando a anticipar cambios en el mercado (Papagiannidis et al., 2019). Modelos predictivos para la gestión de riesgos han permitido anticipar interrupciones y mitigarlas de forma estratégica, minimizando los impactos negativos (Chen et al., 2022). En la agricultura, la IA, en combinación con drones y robots inteligentes, ha optimizado el monitoreo de cultivos y la gestión de recursos agrícolas, reduciendo desperdicios y mejorando la eficiencia (Katiyar & Farhana, 2021) durante 57 segundos

La inteligencia artificial (IA) está marcando el inicio de una nueva era en la automatización y gestión de la cadena de suministro en la ingeniería industrial. Entre sus tecnologías más influyentes se encuentra el aprendizaje automático (Machine Learning, ML), que optimiza



la predicción de la demanda, la gestión de inventarios y la planificación de la producción mediante redes neuronales y análisis predictivo (S et al., 2024). Estos algoritmos analizan grandes volúmenes de datos para identificar patrones de consumo y ajustar estrategias en tiempo real, mejorando significativamente la eficiencia operativa (Wu et al., 2024).

El Internet de las Cosas (IoT) juega un papel fundamental al interconectar dispositivos inteligentes que recolectan y analizan datos a lo largo de la cadena de suministro. Sensores instalados en almacenes y centros de distribución permiten el monitoreo en tiempo real de inventarios, garantizando trazabilidad y reduciendo desperdicios (Oliveira et al., 2023). Además, la combinación de IoT con blockchain ha fortalecido la seguridad y transparencia de las transacciones comerciales, posibilitando auditorías confiables y automatizadas sin intervención manual (Dong et al., 2022).

La visión artificial y el procesamiento de imágenes han revolucionado la identificación y seguimiento de productos. Tecnologías como Swin Transformer V2 facilitan la clasificación y emparejamiento de mercancías en sectores como la industria maderera, reduciendo costos y errores

logísticos (Xie et al., 2025). En la industria alimentaria, la aplicación de visión computacional mejora el control de calidad, minimiza riesgos de contaminación y garantiza la seguridad de los productos (Kumar et al., 2021).

En el ámbito de la automatización logística, los sistemas de Robotic Process Automation (RPA) han transformado la gestión de pedidos y la distribución. La incorporación de robots autónomos, drones y cobots ha optimizado el transporte de mercancías y reducido tiempos de entrega, promoviendo la colaboración entre humanos y máquinas sin sustituir completamente la mano de obra (Shamsuzzoha & Pelkonen, 2025; Albarracín Vanoy, 2023). Asimismo, la adopción de modelos de lenguaje natural (NLP) y chatbots ha agilizado la comunicación con clientes y proveedores, y ha facilitado la capacitación de empleados a través de herramientas como ChatGPT (Gezdur & Bhattacharjya, 2025; Fosso Wamba et al., 2024).

La analítica avanzada de datos y la inteligencia empresarial permiten anticipar interrupciones y optimizar la asignación de recursos, fortaleciendo la resiliencia operativa y la sostenibilidad



(Sharabati et al., 2024). La digitalización completa de los Sistemas de Información Empresarial (EIS) y la integración del Internet Industrial de las Cosas (IIoT) han transformado la planificación de la producción y la gestión de inventarios, facilitando el procesamiento eficiente de grandes volúmenes de datos y una toma de decisiones más estratégica (Zdravković et al., 2022).

Por otro lado, la computación en la nube ha impulsado la escalabilidad y el almacenamiento seguro de información, mientras que los sistemas basados en agentes han optimizado la planificación logística, permitiendo una respuesta ágil ante cambios en la demanda (Xu et al., 2021). La automatización de auditorías y procesos administrativos mediante RPA elimina tareas repetitivas y mejora la eficiencia organizacional (Spring et al., 2022).

La integración de blockchain asegura registros inalterables y una trazabilidad confiable, minimizando riesgos de fraude y errores en la logística (Moskvichenko et al., 2024). Además, el aprendizaje automático en manufactura ha elevado la calidad de los productos al reducir defectos mediante sistemas de control inteligentes (Zdravković et al., 2022). El análisis de tendencias a través

de Big Data y redes sociales permite anticipar cambios en el mercado y optimizar estrategias logísticas (Oh, 2019; Papagiannidis et al., 2019), mientras que los modelos predictivos para la gestión de riesgos ayudan a mitigar impactos negativos en la producción y distribución (Chen et al., 2022).

Finalmente, la combinación de drones y robots inteligentes ha optimizado la supervisión de inventarios y la reducción de tiempos de transporte en sectores como la logística, la construcción y la agricultura, mejorando la eficiencia en la producción agroalimentaria (AIRushood et al., 2023; Katiyar & Farhana, 2021).

En síntesis, la integración de tecnologías de IA en la cadena de suministro está redefiniendo la automatización industrial al potenciar la eficiencia operativa, la seguridad y la sostenibilidad en diversos sectores. Esta transformación exige estrategias integrales que aseguren la interoperabilidad con sistemas existentes y la capacitación del talento humano, estableciéndose como un pilar esencial para enfrentar los desafíos de un entorno global en constante evolución.



Tabla 2.

Tecnologías de Inteligencia Artificial en la Cadena de Suministro

Tecnología IA	Aplicaciones en la Cadena de Suministro	Referencia
Aprendizaje Automático (Machine Learning)	Optimización de la demanda, gestión de inventarios, planificación de producción y compras; mejora de la eficiencia y calidad en líneas de producción.	(S et al., 2024); (Lin et al., 2022); (Zdravković et al., 2022)
Internet de las Cosas (IoT e IIoT)	Monitoreo en tiempo real de almacenes, producción y distribución; reducción de desperdicios; trazabilidad y control.	(Oliveira et al., 2023); (Dogru & Keskin, 2020); (Zdravković et al., 2022)
Blockchain	Seguridad en transacciones, auditorías automatizadas, gestión descentralizada y registro seguro, con transparencia y trazabilidad en la cadena.	(Dong et al., 2022); (Wu et al., 2024); (Moskvichenko et al., 2024)
Visión Artificial y Robótica	Automatización de identificación, clasificación y control de calidad; automatización de manufactura y supervisión de procesos industriales.	(Xie et al., 2025); (Rakholia et al., 2024)
Robotic Process Automation (RPA)	Optimización de la gestión y administración de pedidos, automatización en la distribución, auditorías y tareas repetitivas en procesos administrativos.	(Albarracín Vanoy, 2023); (Chauhan et al., 2023b); (Spring et al., 2022)
Robótica Autónoma, Drones y Cobots	Reducción de tiempos de entrega y transporte, optimización de rutas logísticas, supervisión de inventarios; automatización parcial en fábricas y almacenes, mejora en la interacción humano-máquina, y monitoreo en agricultura.	(Shamsuzzoha & Pelkonen, 2025); (AIRushood et al., 2023); (Katiyar & Farhana, 2021); (Albarracín Vanoy, 2023)
Modelos de Lenguaje Natural, Chatbots e IA Generativa	Automatización de atención al cliente y comunicación con clientes y proveedores.	(Gezdur & Bhattacharjya, 2025); (Fosso Wamba et al., 2024)
Analítica Avanzada, Big Data y Modelos Predictivos	Predicción de interrupciones, optimización de recursos, análisis de tendencias, optimización de estrategias logísticas y planificación estratégica de riesgos; mejora en la sostenibilidad operativa.	(Sharabati et al., 2024); (Boujarra et al., 2024); (Papagiannidis et al., 2019); (Chen et al., 2022)
Sistemas y Tecnologías de Información con IA	Optimización de la planificación y gestión del inventario, escalabilidad y almacenamiento seguro de datos, digitalización y control en tiempo real, y optimización de la planificación logística.	(Zdravković et al., 2022); (Oh, 2019); (Xu et al., 2021)
Ciberseguridad en la Industria 5.0	Protección de datos y detección de amenazas en infraestructuras digitales.	(Wu et al., 2024a)

DISCUSIÓN

El presente estudio ha explorado el rol de la inteligencia artificial (IA) en la transformación digital de la ingeniería industrial, con un enfoque específico en

la automatización y la gestión de la cadena de suministro. A través de una revisión sistemática de la literatura y un análisis bibliométrico, se ha evidenciado



que la IA está redefiniendo los paradigmas tradicionales de la ingeniería industrial, impulsando una mayor eficiencia, sostenibilidad y resiliencia en las operaciones empresariales. Sin embargo, más allá de los resultados concretos, es crucial discutir las implicaciones más amplias de estos hallazgos, así como los desafíos y oportunidades que surgen de la integración de la IA en estos ámbitos.

En primer lugar, la adopción de la IA en la automatización y la gestión de la cadena de suministro no es simplemente una cuestión de implementación tecnológica, sino que representa un cambio cultural y organizacional profundo. Las empresas que buscan integrar estas tecnologías deben enfrentarse a desafíos relacionados con la capacitación del personal, la reestructuración de procesos y la adaptación de las estructuras organizativas. La IA no solo automatiza tareas repetitivas, sino que también redefine los roles humanos dentro de las organizaciones. Esto plantea la necesidad de un enfoque holístico que combine la inversión en tecnología con la formación continua de los empleados, asegurando que el talento humano esté preparado para trabajar en sinergia con

sistemas inteligentes (Gezdur & Bhattacharjya, 2025; Zdravković et al., 2022).

Además, la IA introduce una nueva dimensión en la toma de decisiones, basada en el análisis predictivo y prescriptivo. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite a las empresas anticiparse a interrupciones en la cadena de suministro, como las causadas por crisis globales o fluctuaciones del mercado. Sin embargo, esta capacidad predictiva también conlleva una mayor dependencia de los datos y los algoritmos, lo que plantea cuestiones éticas y de responsabilidad. ¿Quién es responsable cuando un sistema de IA toma una decisión errónea? ¿Cómo se garantiza la transparencia y la equidad en los algoritmos? Estas preguntas no tienen respuestas simples y requieren un diálogo continuo entre tecnólogos, empresarios y reguladores (Dong et al., 2022; Wu et al., 2024).

Otro aspecto relevante es la sostenibilidad. La IA no solo optimiza los procesos industriales, sino que también tiene el potencial de reducir el impacto ambiental mediante la minimización de desperdicios, la optimización de rutas logísticas y la



mejora de la eficiencia energética. Sin embargo, la propia infraestructura de la IA, que requiere grandes cantidades de energía y recursos computacionales, también tiene un impacto ambiental. Por lo tanto, es esencial que las empresas no solo se centren en los beneficios inmediatos de la IA, sino que también consideren su huella ecológica a largo plazo. La sostenibilidad debe ser un componente clave en la estrategia de implementación de la IA, y no un mero subproducto (Xie et al., 2025; Dogru & Keskin, 2020).

En cuanto a la colaboración internacional, el análisis bibliométrico revela que la investigación en IA aplicada a la ingeniería industrial es un esfuerzo global, con contribuciones significativas de diversos países e instituciones. Esto subraya la importancia de la cooperación internacional en el avance de estas tecnologías. Sin embargo, también plantea desafíos en términos de estandarización y armonización de normas y prácticas. Diferentes regiones pueden tener enfoques distintos en cuanto a la regulación de la IA, lo que puede dificultar la interoperabilidad de sistemas y la transferencia de conocimientos. Por lo tanto, es crucial

fomentar marcos regulatorios globales que promuevan la innovación mientras protegen los derechos y la seguridad de los usuarios (Oliveira et al., 2023; Moskvichenko et al., 2024).

Finalmente, es importante destacar que la IA no es una solución mágica. Si bien ofrece numerosos beneficios, su éxito depende de una implementación cuidadosa y estratégica. Las empresas deben evitar la tentación de adoptar la IA por moda o presión competitiva sin una comprensión clara de cómo estas tecnologías pueden alinearse con sus objetivos empresariales. La IA debe ser vista como una herramienta que complementa y potencia las capacidades humanas, no como un reemplazo total de la fuerza laboral. En este sentido, la clave para una integración exitosa de la IA radica en encontrar el equilibrio adecuado entre automatización y participación humana (Shamsuzzoha & Pelkonen, 2025; Albarracín Vanoy, 2023).

CONCLUSIONES

El estudio ha demostrado que la inteligencia artificial (IA) está desempeñando un papel transformador en la automatización y la gestión de la cadena de suministro dentro de la ingeniería industrial. A través de la



revisión sistemática de la literatura y el análisis bibliométrico, se ha evidenciado que la IA no solo optimiza procesos y mejora la eficiencia operativa, sino que también introduce nuevas capacidades predictivas y prescriptivas que permiten a las empresas anticiparse a interrupciones y tomar decisiones más informadas. Sin embargo, este avance tecnológico no está exento de desafíos y contradicciones que requieren un análisis crítico para comprender plenamente su impacto.

En primer lugar, la IA ha demostrado ser una herramienta poderosa para la automatización de tareas repetitivas, la optimización de inventarios y la mejora de la planificación de la demanda. Estos beneficios son particularmente relevantes en un entorno global cada vez más competitivo, donde la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta rápida son claves para el éxito empresarial. Sin embargo, es importante cuestionar si esta automatización está siendo implementada de manera equitativa. Muchas empresas, especialmente las pequeñas y medianas (PYMES), pueden no tener los recursos necesarios para adoptar estas tecnologías, lo que podría ampliar la

brecha entre grandes corporaciones y empresas más pequeñas. Esto plantea un desafío significativo en términos de equidad y acceso a la tecnología, que debe ser abordado para evitar una concentración excesiva de poder en manos de unas pocas empresas.

Además, la IA ha mejorado significativamente la sostenibilidad en la cadena de suministro, reduciendo el desperdicio de materiales, optimizando rutas logísticas y minimizando las emisiones de carbono. No obstante, es crucial reconocer que la propia infraestructura de la IA, que requiere grandes cantidades de energía y recursos computacionales, también tiene un impacto ambiental. Por lo tanto, la sostenibilidad no debe ser vista únicamente como un beneficio de la IA, sino como un área que requiere un enfoque equilibrado y crítico. Las empresas deben considerar no solo cómo la IA puede reducir su huella ambiental, sino también cómo pueden mitigar el impacto de la infraestructura tecnológica que soporta estas soluciones.

Otro aspecto que merece un análisis crítico es la dependencia creciente de los datos y los algoritmos en la toma de decisiones. Si bien la IA permite un análisis más preciso y en



tiempo real, también introduce riesgos relacionados con la transparencia, la equidad y la responsabilidad. Por ejemplo, los algoritmos de IA pueden perpetuar sesgos existentes si no se diseñan con cuidado, lo que podría llevar a decisiones discriminatorias o injustas. Además, la falta de transparencia en cómo funcionan estos algoritmos puede dificultar la rendición de cuentas, especialmente cuando se producen errores o fallos. Esto plantea preguntas éticas importantes sobre quién es responsable cuando un sistema de IA toma una decisión incorrecta y cómo se pueden garantizar la equidad y la justicia en su implementación.

En cuanto a la colaboración internacional, el estudio ha revelado que la investigación en IA aplicada a la ingeniería industrial es un esfuerzo global, con contribuciones significativas de diversos países e instituciones. Sin embargo, esta colaboración también enfrenta desafíos en términos de estandarización y armonización de normas y prácticas. Diferentes regiones pueden tener enfoques distintos en cuanto a la regulación de la IA, lo que puede dificultar la interoperabilidad de sistemas y la transferencia de conocimientos. Esto subraya la

necesidad de marcos regulatorios globales que promuevan la innovación mientras protegen los derechos y la seguridad de los usuarios.

Finalmente, es importante destacar que la IA no es una solución mágica. Si bien ofrece numerosos beneficios, su éxito depende de una implementación cuidadosa y estratégica. Las empresas deben evitar la tentación de adoptar la IA por moda o presión competitiva sin una comprensión clara de cómo estas tecnologías pueden alinearse con sus objetivos empresariales. La IA debe ser vista como una herramienta que complementa y potencia las capacidades humanas, no como un reemplazo total de la fuerza laboral. En este sentido, la clave para una integración exitosa de la IA radica en encontrar el equilibrio adecuado entre automatización y participación humana.

En conclusión, la IA está transformando la ingeniería industrial de maneras profundas y multifacéticas, ofreciendo beneficios significativos en términos de eficiencia, sostenibilidad y resiliencia. Sin embargo, esta transformación no está exenta de desafíos y contradicciones que requieren un enfoque crítico y reflexivo. Para aprovechar plenamente el potencial de la



IA, las empresas deben adoptar un enfoque integral que considere no solo los aspectos tecnológicos, sino también los organizativos, éticos y ambientales. Solo así podrán garantizar que la IA sea una fuerza positiva para la innovación y el crecimiento sostenible en el ámbito de la ingeniería industrial.

REFERENCIAS

- Albarracín Vanoy, R. J. (2023). Logistics 4.0: Exploring Artificial Intelligence Trends in Efficient Supply Chain Management. *Data and Metadata*, 2. Scopus. <https://doi.org/10.56294/dm2023145>
- Alharbi, F., Gufran, K., Alqerban, A., Alqahtani, A. S., Asiri, S. N., & Almutairi, A. (2024). Evaluation of Compliance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Guidelines for Conducting and Reporting Systematic Reviews in Three Major Periodontology Journals. *The Open Dentistry Journal*, 18(1), e18742106327727. <https://doi.org/10.2174/0118742106327727240905095525>
- AlRushood, M. A., Rahbar, F., Selim, S. Z., & Dweiri, F. (2023). Accelerating Use of Drones and Robotics in Post-Pandemic Project Supply Chain. *Drones*, 7(5). Scopus. <https://doi.org/10.3390/drones7050313>
- Boujarra, M., Lechhab, A., Al Karkouri, A., Zrigui, I., Fakhri, Y., & Bourekadi, S. (2024). REVOLUTIONIZING LOGISTICS THROUGH DEEP LEARNING: INNOVATIVE SOLUTIONS TO OPTIMIZE DATA SECURITY. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 102(4), 1593-1607. Scopus.
- Chauhan, S., Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., Twala, B., & Priyadarshi, N. (2023). Digitalization of Supply Chain Management with Industry 4.0 Enabling Technologies: A Sustainable Perspective. *Processes*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/pr11010096>
- Chen, Y., Biswas, M. I., & Talukder, M. S. (2022). The role of artificial intelligence in effective business operations during COVID-19. *International Journal of Emerging*



- Markets, 18(12), 6368-6387.
<https://doi.org/10.1108/IJOEM-11-2021-1666>
- Dogru, A. K., & Keskin, B. B. (2020). AI in operations management: Applications, challenges and opportunities. *Journal of Data, Information and Management*, 2(2), 67-74.
<https://doi.org/10.1007/s42488-020-00023-1>
- Dong, Z., Liang, W., Liang, Y., Gao, W., & Lu, Y. (2022). Blockchained supply chain management based on IoT tracking and machine learning. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2022(1), 127.
<https://doi.org/10.1186/s13638-022-02209-0>
- Fosso Wamba, S., Guthrie, C., Queiroz, M. M., & Minner, S. (2024). ChatGPT and generative artificial intelligence: An exploratory study of key benefits and challenges in operations and supply chain management. *International Journal of Production Research*, 62(16), 5676-5696.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2294116>
- Gezdur, A., & Bhattacharjya, J. (2025). Innovators and transformers: Enhancing supply chain employee training with an innovative application of a large language model. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, ahead-of-print(ahead-of-print).
<https://doi.org/10.1108/IJPDLM-12-2023-0492>
- Gobinath, T., Anitha Mary X, Maheshwari, S., Madhavi, N. B., Rafeeq, M., & Kannan, G. (2024). Improved Supply Chain Management in E-Pharmacy Supply Chain Using Machine Learning Intelligence. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 12(7s), Article 7s.
- Hosseini, M.-S., Jahanshahloo, F., Akbarzadeh, M. A., Zarei, M., & Vaez-Gharamaleki, Y. (2024). Formulating research questions for evidence-based studies. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, 2, 100046.
<https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2023.100046>
- Katiyar, S., & Farhana, A. (2021). Smart Agriculture: The Future of



- Agriculture using AI and IoT. *Journal of Computer Science*, 17(10), 984-999. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2021.984.999>
- Kumar, I., Rawat, J., Mohd, N., & Husain, S. (2021). Opportunities of Artificial Intelligence and Machine Learning in the Food Industry. *Journal of Food Quality*, 2021(1), 4535567. <https://doi.org/10.1155/2021/4535567>
- Lin, H., Lin, J., & Wang, F. (2022). An innovative machine learning model for supply chain management. *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(4), 100276. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100276>
- Mohammed, S., Fiaidhi, J., & Kudadiya, R. (2023). Integrating a PICO Clinical Questioning to the QL4POMR Framework for Building Evidence-Based Clinical Case Reports. 2023 IEEE International Conference on Big Data (BigData), 4940-4947. <https://doi.org/10.1109/BigData59044.2023.10386854>
- Moskvichenko, I., Stadnik, V., & Kushnir, L. (2024). IMPROVEMENT OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE TRANSPORT AND LOGISTICS SECTOR. *Baltic Journal of Economic Studies*, 10, 301-309. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-4-301-309>
- Oh, A.-S. (2019). Designing smart supplier chain management model under big data and internet of things environment. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2 Special Issue 6), 290-294. Scopus. <https://doi.org/10.35940/ijrte.B1055.0782S619>
- Oliveira, M., Chauhan, S., Pereira, F., Felgueiras, C., & Carvalho, D. (2023). Blockchain Protocols and Edge Computing Targeting Industry 5.0 Needs. *Sensors*, 23(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/s23229174>
- Papagiannidis, S., Bourlakis, M., & See-To, E. (2019). Social media in supply chains and logistics: Contemporary trends and themes. *International Journal of Business Science and Applied Management*,



- 14, 17-34.
<https://doi.org/10.69864/ijbsam.14-1.133>
- Rakholia, R., Suárez-Cetrulo, A., Singh, M., & Carbajo, R. (2024). Advancing Manufacturing Through Artificial Intelligence: Current Landscape, Perspectives, Best Practices, Challenges and Future Direction. *IEEE Access*, PP, 1-1.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3458830>
- Riad, M., Naimi, M., & Okar, C. (2024). Enhancing Supply Chain Resilience Through Artificial Intelligence: Developing a Comprehensive Conceptual Framework for AI Implementation and Supply Chain Optimization. *Logistics*, 8(4), Article 4.
<https://doi.org/10.3390/logistics8040111>
- S, D. H. K., Kotehal, P. U., Sandesh, M. M., Reddy, D. Y. M., Roopa, D. K., & R, D. L. G. (2024). Artificial Intelligence in Supply Chain Management: Trends and Implications. *Nanotechnology Perceptions*, 1113-1120.
<https://doi.org/10.62441/nanotechnology.vi.1574>
- Shamsuzzoha, A., & Pelkonen, S. (2025). A robotic process automation model for order-handling optimization in supply chain management. *Supply Chain Analytics*, 9, 100102.
<https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100102>
- Sharabati, A., Awawdeh, H., Sabra, S., Shehadeh, H., Allahham, M., & Ali, A. (2024). The role of artificial intelligence on digital supply chain in industrial companies mediating effect of operational efficiency. *Uncertain Supply Chain Management*, 12(3), 1867-1878.
- Spring, M., Faulconbridge, J., & Sarwar, A. (2022). How information technology automates and augments processes: Insights from Artificial-Intelligence-based systems in professional service operations. *Journal of Operations Management*, 68(6-7), 592-618.
<https://doi.org/10.1002/joom.1215>
- Van der Elst, W. (2024). The R Programming Language. En W. Van der Elst (Ed.), *Regression-Based Normative Data for Psychological Assessment: A Hands-On Approach Using R* (pp. 21-43). Springer Nature



Switzerland.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-50951-3_2

[https://doi.org/10.1080/17517575.](https://doi.org/10.1080/17517575.2021.1941275)

2021.1941275

Wu, H., Liu, J., & Liang, B. (2024). AI-Driven Supply Chain Transformation in Industry 5.0: Enhancing Resilience and Sustainability. *Journal of the Knowledge Economy*.
<https://doi.org/10.1007/s13132-024-01999-6>

Xie, Y., Zheng, J., Gou, A., Sattar, F., & Liao, L. (2025). Log End Face Feature Extraction and Matching Method Based on Swin Transformer V2. *Forests*, 16(1), Article 1.
<https://doi.org/10.3390/f16010124>

Xu, L., Mak, S., & Brintrup, A. (2021). Will bots take over the supply chain? Revisiting agent-based supply chain automation. *International Journal of Production Economics*, 241, 108279.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108279>

Zdravković, M., Panetto, H., & Weichhart, G. (2022). AI-enabled Enterprise Information Systems for Manufacturing. *Enterprise Information Systems*, 16(4), 668-720.