

Optimizing inventory management in the industrial sector using Artificial Intelligence tools

Malco Andres, Durand Asencios¹; Kelly Xiomara, Caro Sanchez Sanchez¹; Jhonny Manfredy, Vigo Cacino, Mtro.¹; Humberto Angel, Chavez Milla, Mtro.¹

¹Universidad Tecnológica del Perú, Chimbote, Perú, U20220592@utp.edu.pe, U20202639@utp.edu.pe, C22634@utp.edu.pe, C22666@utp.edu.pe

Abstract– This systematic literature review (SLR) aims to determine how the application of Artificial Intelligence (AI) tools significantly contributes to inventory management in the industrial sector. Although the systematic review is limited by its reliance on secondary data and regional variations, it highlights the substantial innovative capacity of AI in inventory management. Future empirical studies and the development of strategies to facilitate the implementation of AI in developing regions, such as Peru, are recommended, along with investments in technology and training. This approach not only promises to refine inventory management practices, but also foster broader economic and technological advancements in these regions. The SLR confirms that Artificial Intelligence, especially through machine learning and neural networks, can significantly optimize inventory resource management in industry. Key findings highlight notable reductions in operating costs and improvements in efficiency and effectiveness, particularly in regions with advanced infrastructure. In Peru, a study on a company in the agri-food sector showed an improvement in the management of perishable products through the use of AI techniques.

Keywords– Inventory management, Artificial intelligence, Machine learning, Developed countries, Efficiency.

Optimización de la gestión de inventarios en el sector industrial mediante herramientas de la Inteligencia Artificial

Malco Andres, Durand Asencios¹; Kelly Xiomara, Caro Sanchez Sanchez¹; Jhonny Manfredy, Vigo Cacino, Mtro.¹; Humberto Angel, Chavez Milla, Mtro.¹

¹Universidad Tecnológica del Perú, Chimbote, Perú, U20220592@utp.edu.pe, U20202639@utp.edu.pe, C22634@utp.edu.pe, C22666@utp.edu.pe

Resumen– *La presente revisión sistemática de literatura (RSL), tiene como propósito, determinar de qué manera la aplicación de herramientas de la Inteligencia Artificial (IA), contribuyen en forma significativa en la gestión de inventarios en el sector industrial. Aunque la revisión sistemática está limitada por su dependencia de datos secundarios y variaciones regionales, resalta la sustancial capacidad innovadora de la IA en la gestión de inventarios. Se recomienda la realización de estudios empíricos futuros y el desarrollo de estrategias para facilitar la implementación de la IA en regiones en desarrollo, como Perú, junto con inversiones en tecnología y capacitación. Este enfoque no solo promete refinar las prácticas de gestión de inventarios, sino también fomentar avances económicos y tecnológicos más amplios en estas regiones. La RSL confirma que la Inteligencia Artificial, especialmente a través del aprendizaje automático y las redes neuronales, pueden optimizar significativamente la administración de recursos de inventarios en la industria. Los hallazgos principales destacan reducciones notables en los costos operativos y mejoras en la eficiencia y eficacia, de forma particular en las regiones con infraestructura avanzada. En el Perú, un estudio sobre una empresa del sector agroalimentario mostró una mejora en la gestión de productos perecederos mediante el uso de técnicas de IA.*

Palabras clave– *Gestión de inventarios, Inteligencia artificial, Aprendizaje automático, Países desarrollados, Eficiencia.*

I. INTRODUCCIÓN

En el entorno industrial contemporáneo, la gestión eficaz de inventarios se ha consolidado como una columna vertebral para alcanzar las metas de empresas en diversos sectores. La optimización de niveles de existencias ayuda a disminuir gastos logísticos, elevar el agrado del cliente, fortaleciendo la competitividad. Los métodos tradicionales de la gestión de inventarios están siendo superados por la rápida evolución de los mercados, la dificultad de las redes de suministro y el aumento de la necesidad de mayor eficiencia. La pandemia del Covid-19, subrayó la importancia de contar con sistemas de gestión de inventarios más resilientes y flexibles [1]. En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) surge como un potente instrumento, para superar los métodos convencionales de gestión de inventarios, estableciendo bases para una importante optimización. Frente a este panorama, surge una pregunta central: ¿En qué medida la aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) impacta significativamente en la Gestión de Inventarios en el sector industrial? Esta

interrogante guía la presente investigación, apuntando a entender cómo la IA ofrece herramientas cruciales, que permiten a las empresas enfrentar los retos logísticos y alcanzar un mayor desarrollo.

La Ref. [2] alude que la IA está revolucionando la industria logística dentro de la cadena de suministro. El análisis de datos impulsado por IA, junto con su capacidad de predicción, mejora la eficiencia operativa y reduce los costos. Además, el avance tecnológico y la sostenibilidad en la externalización logística están en ascenso. La Referencia [3] resalta que la IA, con aprendizaje automático y el big data, están a la vanguardia de la modernización en la administración de riesgos, el control de la contaminación y la optimización logística. En la Ref. [4] examinan la integración de la inteligencia artificial en la cadena de abastecimiento en naciones emergentes, utilizando a Egipto como ejemplo. Si bien se valora la capacidad de la IA para optimizar la eficiencia, también se subrayan los desafíos que enfrentan estas naciones, como bajos salarios, mano de obra poco calificada y recursos financieros limitados. Esto contrasta con la rápida adopción de la IA en los países desarrollados.

La adopción de la IA en la administración de inventarios ha ido más allá del ámbito industrial, extendiéndose a sectores como, salud, comercio electrónico, agricultura y la logística. Diversos estudios han demostrado la importancia de esta tecnología para perfeccionar procesos y afinar la calidad en las decisiones, facilitando ventajas significativas en la eficiencia. En el sector salud, en la Referencia [5] sugieren que el uso de la nube para clasificar y almacenar de manera segura la información de bancos de sangre, reduciendo la intervención humana y mejorando la eficiencia con la ayuda de la IA. En la Ref. [6] destacan la importancia de disminuir la incertidumbre en la demanda de sangre y organizar la cadena de distribución en esta especialidad, aprovechando tecnologías inteligentes. En el ámbito hospitalario, la Ref. [7] propone mejorar la trazabilidad y seguridad en la gestión de medicamentos.

En la Referencia [8] se centran en el sector farmacéutico para optimizar la gestión de los inventarios, considerando las particularidades de su cadena de suministro, y utilizando la IA para lograr niveles superiores de eficiencia y control.

Otro sector destacado es el comercio electrónico, en la Ref. [9] enfatizan la importancia de predecir con precisión la

demanda para optimizar la gestión de inventarios y reducir costos. Por su parte, la Referencia [10] destaca la combinación de la IA y la administración de la información, como herramientas claves para aumentar el rendimiento operativo en este ámbito. La mejora en la precisión de las proyecciones de demanda, gracias al uso de herramientas tecnológicas es de destacar [11]. En el sector agrícola, [12] y [13], han utilizado la IA para monitorear y optimizar procesos relacionados con la producción animal y la gestión forestal. Asimismo, en la Ref. [14] han aplicado la IA para aumentar la confiabilidad de los sistemas fotovoltaicos, y desarrollar estrategias de mantenimiento predictivo.

En el sector minorista, la IA se ha implementado en la gestión de inventarios de nuevos productos, proporcionando beneficios en la rentabilidad y satisfacción del cliente [15]. En contextos específicos como en el sector militar, en la Referencia [16] han investigado la proyección de la demanda de repuestos, para mejorar la gestión de inventarios y reducir costos. En cuanto a la logística, en la Ref. [17] han estudiado la mejora de la eficiencia en puertos marítimos mediante la integración de datos y flujos de trabajo colaborativos. Además, en la Referencia [18] han propuesto la integración de sistemas ciberfísicos y tecnologías avanzadas para mejorar la entrega de alimentos frescos y de alta calidad. De lo anterior mencionado, se puede comprender que los avances en la IA han transformado varios sectores, incluyendo la gestión de inventarios.

A pesar de su potencial, la adopción de IA en países en desarrollo sigue siendo baja. El artículo examina las dificultades y fortalezas en el despliegue de la IA en gestión de inventarios en estos entornos. Diversos estudios señalan la falta de conocimiento y acceso a información como uno de los principales obstáculos. Según mencionan en la Ref. [19], las empresas en países en desarrollo normalmente no están familiarizadas con los beneficios de la IA, para optimizar la gestión de inventarios. Esto se debe a la escasez de recursos educativos, información y personal capacitado en el tema. En la Referencia [20] explican que la implementación de soluciones de IA también puede requerir inversiones significativas en infraestructura, software y personal especializado, costos que pueden ser prohibitivos para muchas empresas en estos países con recursos financieros y tecnológicos limitados.

En países en desarrollo, muchas empresas dependen todavía de métodos tradicionales para gestionar sus inventarios, a menudo de manera manual e ineficiente. Estos métodos resultan en una falta de visibilidad precisa del inventario, lo que conduce a niveles de stock bajos o excesivos. Esto a su vez provoca la inmovilización de capital, aumento en los gastos de almacenamiento y caducidad de productos. Además, la ineficaz dirección de la cadena de suministro incrementa gastos de transporte y almacenamiento, y la incapacidad para responder a las fluctuaciones del mercado ocasiona la pérdida de ventas y clientes. Estas barreras impiden el avance y la competitividad de las empresas en naciones en desarrollo [21].

En vista de la complejidad actual en la administración de inventarios en empresas de naciones en desarrollo, el potencial demostrado de la IA para optimizar los procesos, y la necesidad de contar con evidencia empírica, y recomendaciones prácticas para su implementación, es necesario desarrollar investigación en este sector. En el escenario económico contemporáneo, la eficiencia en la gestión de inventarios resulta indispensable para el progreso de las empresas de todos los sectores. Sin embargo, los métodos tradicionales de gestión de inventarios están cada vez más obsoletos, debido a la sofisticación de las cadenas de suministro a nivel mundial, las fluctuaciones de la demanda y la necesidad de una mayor eficiencia. Bajo estas circunstancias, la IA se presenta como una poderosa alternativa para mejorar la gestión y transformar las operaciones empresariales.

A pesar del potencial, la adopción de la IA en países en desarrollo sigue siendo baja. Diversos estudios señalan a la falta de conocimiento y acceso a información, como los principales obstáculos. Las empresas en estos países no siempre están habituadas con los beneficios de la IA, para optimizar la gestión de inventarios [19], lo cual se debe a la escasez de los recursos educativos, información y personal capacitado en el tema.

La baja adopción de tecnologías de IA en la gestión de stocks en países en desarrollo se debe principalmente a la ausencia de ejemplos concretos de cómo otras empresas industriales han implementado exitosamente esta tecnología. Esta investigación proporcionará esos casos concretos, que serán cruciales para facilitar una adopción más amplia de la IA en este ámbito. Adicionalmente, se explorará cómo la integración de la IA en los inventarios puede influir de forma significativa en el desarrollo económico de los países bajos. Al potenciar la eficiencia de la gestión de inventarios, las empresas pueden reducir costos, mejorar la eficacia y la satisfacción del cliente. Esto puede llevar a un mayor crecimiento económico, el desarrollo de oportunidades laborales y la mejora de la calidad de vida de la comunidad. De este modo, se busca ofrecer información valiosa para empresas, gobiernos e instituciones académicas, contribuyendo al impulso de la innovación y la competitividad del sector industrial peruano.

La segunda sección contiene la "Metodología", describe el enfoque adoptado para formular la pregunta de investigación, para la selección del material documental. Consecutivamente, en la tercera sección, "Resultados", se exponen y organizan los hallazgos obtenidos tras el análisis de las investigaciones revisadas respecto al impacto de la IA en la supervisión de inventarios; adicionalmente, se incluye un estudio de caso dentro del sector industrial peruano. En la cuarta sección, "Discusión", se realiza un análisis crítico de las fuentes consultadas, destacando cómo las herramientas basadas en IA representan alternativas beneficiosas en términos de eficiencia operativa y económica, para una óptima gestión de inventarios. Adicionalmente, se pone de manifiesto la carencia de estudios en países emergentes, como Perú, y se

plantea la necesidad de adaptar estas herramientas a dicho contexto. Finalmente, la última sección "Conclusiones", sintetiza a los principales descubrimientos y limitaciones de esta RSL, proponiendo direcciones para futuras investigaciones en este ámbito.

II. METODOLOGÍA

A. Estrategia de Búsqueda

El trabajo se construyó sobre una RSL de estudios cualitativos y conceptuales, seleccionados de diversas revistas especializadas en ingeniería, ciencias de la computación, economía y matemáticas. Se recurrió al uso de la base de datos Scopus para asegurar la selección de artículos de calidad. Este estudio, que combina una revisión sistemática y un metaanálisis, siguió la guía PRISMA, garantizando así la calidad y la posibilidad de replicación por parte de otros investigadores. La finalidad de este estudio fue ofrecer una revisión sistemática de excelente calidad en el escenario de la IA y el control de inventarios en el sector industrial.

La pregunta de investigación, anteriormente mostrada, se formuló empleando la metodología PICOC, de modo que, para un mejor entendimiento de la pregunta y para abarcar todos los factores de investigación, se formularon preguntas específicas para cada uno de los elementos del PICOC (Ver Tabla I).

TABLA I
PREGUNTAS RELACIONADAS A COMPONENTES PICOC

Componente PICOC	Preguntas Relacionadas
P (Problema / Población)	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan las empresas industriales en la gestión de inventarios, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo? ¿Cómo ha evolucionado el uso de la IA en la gestión de inventarios a lo largo del tiempo, y cuáles son las tendencias actuales en su implementación? ¿Existen diferencias significativas en el nivel de adopción y uso de herramientas de IA para la gestión de inventarios entre países desarrollados y en vías de desarrollo?
I (Intervención)	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué tipos de herramientas de IA se utilizan actualmente para la gestión de inventarios en empresas industriales? ¿Cuáles son las funcionalidades y beneficios clave de cada tipo de herramienta de IA para la gestión de inventarios? ¿Cómo se integran las herramientas de IA con los sistemas de gestión de inventarios existentes?
C (Comparación)	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo se comparan las prácticas de gestión de inventarios tradicionales con las prácticas impulsadas por IA en términos de eficiencia, precisión y costos? ¿Cuál es la razón detrás de la escasez de investigaciones que aborden de manera comparativa el impacto de la IA en la gestión de inventarios entre empresas ubicadas en países desarrollados y en vías de desarrollo? ¿Qué factores contextuales, como el nivel de desarrollo tecnológico, la infraestructura

	digital y las regulaciones gubernamentales, influyen en la adopción y el uso efectivo de la IA para la gestión de inventarios?
O (Resultados)	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los resultados demostrados del uso de la IA para la gestión de inventarios en términos de reducción de costos, mejora de la eficiencia, optimización de niveles de stock y aumento de la satisfacción del cliente? ¿Qué ejemplos existen de empresas que hayan logrado una implementación exitosa de herramientas basadas en Inteligencia Artificial para la gestión de inventarios? ¿Qué recomendaciones o mejores se pueden derivar de la literatura para optimizar el uso de la IA en la gestión de inventarios en empresas, en su contexto específico?
C (Contexto)	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo afecta la globalización a la gestión de inventarios en el sector industrial, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo? ¿Qué desafíos y oportunidades específicas presenta la globalización para la implementación de herramientas de IA en la gestión de inventarios? ¿De qué manera pueden las empresas aprovechar las oportunidades que ofrece la IA en la gestión de inventarios en un contexto globalizado, considerando su posición en el mercado internacional y las cadenas de suministro globales?

A continuación, se realiza la identificación de las palabras clave pertinentes para cada uno de estos componentes, con el propósito de formular una ecuación de búsqueda adecuada, para la identificación de artículos apropiados para la revisión sistemática de la información (Ver Tabla II).

TABLA II
PALABRAS CLAVES DE LOS COMPONENTES PICOC

Componente PICOC	Palabras Claves
P (Problema / Población)	"Inventory management" OR "Stock management" OR "Logistics management"
I (Intervención)	"Artificial intelligence" OR "AI" OR "Machine learning" OR "Predictive analytics"
C (Comparación)	"Developed countries" OR "First world countries" OR "Industrialized nations" OR "Developing countries" OR "Third world countries" OR "Emerging markets"
O (Resultados)	"Optimization" OR "Efficiency" OR "Cost reduction" OR "Inventory turnover" OR "Customer satisfaction"
C (Contexto)	"Globalization" OR "Supply chain management" OR "International trade" OR "Latin America"

A partir de lo mencionado anteriormente, se derivó la siguiente ecuación de búsqueda: ("Inventory management" OR "Stock management" OR "Logistics management") AND ("Artificial intelligence" OR "AI" OR "Machine learning" OR "Predictive analytics"); como resultado de esta primera búsqueda se encontraron un total de 23,752 artículos internacionales publicados, completando el proceso de identificación de la guía PRISMA.

B. Criterios de Inclusión y Exclusión

En el desarrollo de la RSL, se especificaron estándares de admisión y exclusión para asegurar la selección adecuada de los artículos a analizar. Los criterios de inclusión se desarrollaron en cuatro puntos fundamentales, que ayudaron a delimitar el alcance de la investigación. En primer lugar, se consideró esencial que los artículos incluyeran una o más variables de investigación directamente relacionadas con la revisión sistemática, enfocándose especialmente en estudios cualitativos y conceptuales (CI1). Esto permitió centrar la atención en trabajos que proporcionaran información relevante para el análisis propuesto. El segundo criterio de inclusión (CI2) exigía que los estudios revisados exploraran diversas dimensiones de la IA y su vinculación con la gestión de inventarios.

En tercer lugar, se estableció que los artículos deben pertenecer a alguna de las temáticas de: Informática, Ingeniería, Ciencias de la Decisión y Negocios, Gestión y Contabilidad (CI3). Esta decisión se tomó para asegurar que los estudios seleccionados fueran pertinentes a los objetivos del estudio. Finalmente, el cuarto criterio de inclusión (CI4) precisaba que se incluyeran al menos una de las palabras clave de búsqueda predefinidas. Estas palabras clave incorporaban términos como: "Aprendizaje automático", "Control de inventarios", "Gestión de inventarios", "Inteligencia artificial", "Gestión de la cadena de suministro", "Cadenas de suministro", "Optimización", "Toma de decisiones", "Gestión logística", "Eficiencia", "Sistema de gestión de inventarios", "Inventario", "Cadena de suministro", "Gestión de existencias", "Sistemas de gestión logística", "Modelos de inventario", "Sistemas de gestión de inventarios" y "Gestión automatizada de inventarios", todos ellos relacionados con el ámbito de la investigación.

Los criterios de exclusión se establecieron para descartar aquellas publicaciones que no cumplieran con los estándares definidos para la RSL. Los criterios de inclusión también actuaron como filtros de exclusión, siguiendo el modelo PRISMA (Fig. 1). El primer criterio de exclusión (CE1) consistió en descartar estudios realizados antes del 2020 o después del 2024, eliminando así 44 publicaciones. El segundo criterio de exclusión (CE2) se centró en excluir estudios que no se etiquetaron como "Artículo" o "Revisión" en la base de datos Scopus. Esta medida se implementó para garantizar la calidad de documentos seleccionados, resultando en la eliminación de 34 publicaciones. El tercer criterio de exclusión (CE3) se aplicó a documentos que no estaban en fase final de publicación. Esta decisión se tomó para asegurar que la información analizada estuviera lo más actualizada posible al momento de realizar la revisión sistemática, eliminando un total de cinco publicaciones.

Finalmente, el cuarto criterio de exclusión (CE4) descartó documentos escritos en idiomas distintos al inglés. Esta elección se basó en la disponibilidad de todas las publicaciones relevantes en inglés, de este modo, se facilita la evaluación de los hallazgos; por lo tanto, se eliminaron 0 publicaciones. Adicionalmente, se descartaron artículos con

suscripciones de pago (6 artículos). La adopción de estos criterios de exclusión resultó en un total de 127 artículos eliminados.

C. Proceso de Selección de Estudios

Para establecer una base de datos que incluyera artículos relevantes para el análisis, se creó inicialmente una base de datos preliminares. Posteriormente, se eliminaron los artículos que no estaban relacionados con el tema de investigación, y que no habían sido identificados previamente, resultando una base de datos optimizada. Finalmente, se procedió con la evaluación de las investigaciones seleccionadas. El sistema de búsqueda de información y la selección clasificada de estudios se describen a continuación y se explican en la Fig. 1.

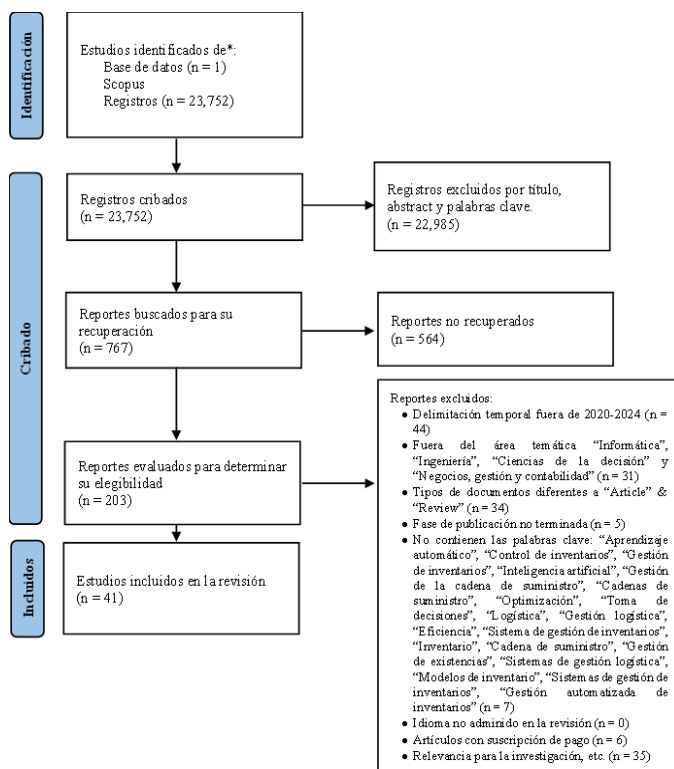


Fig. 1 Diagrama de flujo PRISMA

En un enfoque académico y metódico, se desarrolló una base de datos que proporcionó una visión integral de los rasgos destacados en los estudios sobre inteligencia artificial y gestión de inventarios. Este proceso, diseñado para la extracción de información primaria con fines de análisis y consideración posterior, involucró la selección de la base de datos Scopus. Esta plataforma alberga una variedad de estudios en campos como informática, ingeniería, ciencias de la decisión, negocios, gestión y contabilidad, y facilita el acceso sin limitaciones a los documentos. La selección de esta base de datos se determinó en la garantía de calidad de los trabajos publicados, dada la importancia significativa del rol de la inteligencia artificial en la gestión de inventarios, un enfoque novedoso hasta la fecha.

El lapso de búsqueda comprendió desde el 1 de enero de 2020 hasta el 31 de diciembre de 2024, durante el cual se aplicaron secuencias lógicas entre las palabras clave previamente identificadas y el uso de operadores booleanos. Se consideraron documentos de tipo "article" y "review" en fase de publicación final. Las palabras clave utilizadas en esta ecuación fueron seleccionadas mediante pruebas frecuentes para asegurar una selección adecuada de los artículos, evitando resultados inconexos con objetivos planteados y garantizando la identificación de documentos relevantes en la temática abordada. Además, se consideró el idioma inglés como el único permitido para los artículos obtenidos.

Tras una lectura exhaustiva de los 76 artículos restantes, se alcanzó la etapa de "Incluidos" de manera preliminar, según los lineamientos en el flujo de la guía PRISMA. Como resultado de este proceso, se excluyeron 35 artículos que no estaban relacionados con la pregunta de investigación PICOC, o sus temáticas afines. Con la aplicación de criterios de exclusión, tales como, la pertinencia al tema de la RSL, la relevancia de variables específicas, el impacto de dichas variables, entre otros aspectos, se llegó a tener un conjunto final de 41 artículos.

Es relevante destacar que la selección de los artículos científicos se realizó con el propósito de reducir cualquier tipo de sesgo o subjetividad por parte de los autores, logrando acuerdos rápidos al discutir las discrepancias que surgieron durante este proceso de selección.

III. RESULTADOS

En este capítulo, se mostrarán tablas y gráficos que destacan las herramientas de Inteligencia Artificial que, según los autores de los artículos seleccionados, han obtenido los mejores resultados. Estas herramientas se evaluaron en función de sus resultados económicos y operativos, como eficiencia, efectividad y productividad. Además, se incluirá un artículo que describe la iniciativa para el despliegue de soluciones de la Inteligencia artificial en la gestión de inventarios en Perú, el cual será analizado posteriormente en el estudio. Todo lo presentado en este capítulo contribuirá a responder la pregunta de investigación previamente planteada y contribuye en la discusión final del artículo de revisión.

A. Influencia Económica de IA en la Gestión de Inventarios

La Tabla III muestra los resultados de artículos por año, en donde se destacan los subcampos de adopciones de la IA, por país, continente, y temática, con beneficios económicos en la gestión de inventarios en el ámbito industrial.

TABLA III
PUBLICACIONES SOBRE GESTIÓN DE INVENTARIOS CON IA QUE MUESTRAN
BENEFICIOS ECONÓMICOS POR SUBCAMPO

Continente	País	Año	Área	
			Temática de la Gestión de Inventario	Subcampos de la IA
Asia	Malasia [22]	2020	Gestión del Inventario	Machine Learning

China [23]				
Tailandia [24]	2021-2024	Métodos de Predicción	Machine Learning	
India [20]				
Pakistán [25]	2023	Cadena de Suministro	Aplicaciones IA	
Dinamarca [26]			Machine Learning	
Polonia [27]	2022-2024	Gestión del Inventario	Neural Networks	
Polonia [28]				
República Checa [29]	2022	Métodos de Predicción	Hybrid Models	

La Fig. 2 revela que la mayor parte de los documentos se centran en una gestión integral de inventarios, y evaluados con diversos métodos de predicción, cada uno representando el 40%, en contraste, el porcentaje que respecta a la sección de la cadena de abastecimiento el cual comprende el 20% del total de los artículos publicados.



Fig. 2 Porcentaje de publicaciones sobre áreas temáticas de la gestión de inventarios utilizando IA con beneficios económicos.

Del mismo modo, la Fig. 3 ilustra los porcentajes de los subcampos de la IA, donde se han desarrollado herramientas y modelos que aportan beneficios económicos a la gestión de inventarios. El Machine Learning aparece con el 56% de los artículos revisados, seguido por las Redes Neuronales con un 22%, y los Modelos Híbridos y las Aplicaciones de la IA con un 11% de representación respecto al total de artículos.

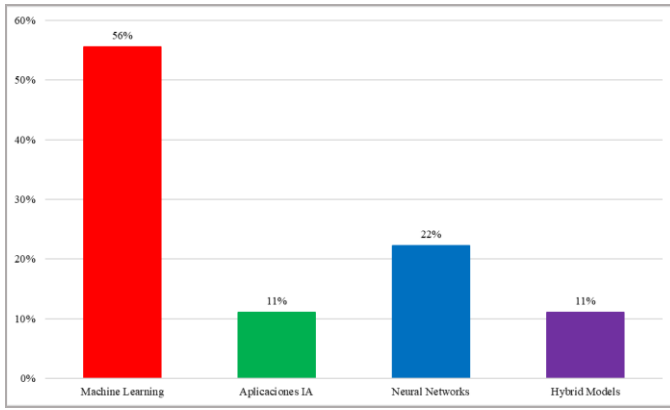


Fig. 3 Proporción de subcampos de IA utilizados en publicaciones sobre gestión de inventarios para obtener beneficios económicos.

Asimismo, en la Fig. 4 se detalla el análisis bibliométrico de la tendencia de las publicaciones por cada año desde el 2020 al 2024, con mayor publicación el 2023 con el 33%, seguido con el 22% los años 2022 y 2024 respectivamente.

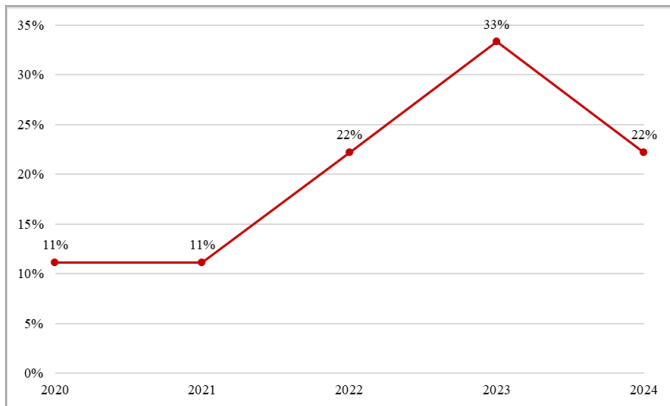


Fig. 4 Año de las publicaciones de IA en la gestión de inventarios con beneficios económicos.

Asimismo, los resultados de las publicaciones sobre las herramientas IA que obtienen réditos económicos, se detallan en la Tabla IV, esto con el objetivo de representarlos de una manera más clara y accesible.

TABLA IV
RESULTADOS DE LAS HERRAMIENTAS IA CON BENEFICIOS ECONÓMICOS EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS

Nº Referencia	Herramienta Utilizada	Resultado del estudio
[20]	Técnicas IA	Disminuir costos de almacenamiento y stock de seguridad
[22]	Algoritmos SIFT (Scale Invariant Feature Transform) y RANSAC (Random Sample Consensus)	Optimizar niveles de stock y ahorro de costos de almacenamiento
[23]	Algoritmos Deep Learning	Reducir costos de inventario un 25% aproximadamente

[24]	Clasificadores de Balanced Bagging, lógica difusa, autoencoders variacionales generativos (VAE) y clasificadores de perceptrón multicapa (MLP)	Reducir costos de almacenamiento
[25]	Clasificadores Naive Bayes, SVM (Support Vector Machine) y NN-MLP (Red Neuronal Perceptrón Multicapa)	Ahorro en la cadena de suministros
[26]	Modelo impulsado por Big Data	Ahorra un 60% en costos a otras modelos y un 6.37% en ahorro en costos
[27]	ChatGPT	Reducir costos de almacenamiento de inventario
[28]	Enfoque propuesto creado	Reducir costos de almacenamiento
[29]	Modelo Prophet	Ahorro en costos compra de productos

Para maximizar los beneficios económicos, las Referencias [20], [22], [23], [24] y [26] se enfocan en la aplicación de Machine Learning. Los algoritmos SIFT y RANSAC permitieron identificar la escasez de productos, optimizando los niveles de stock y reduciendo costos [22]. Los algoritmos de Deep Learning también lograron disminuir los costos de inventario [23]. Asimismo, los clasificadores de Balanced Bagging, lógica difusa, VAE y MLP mejoraron la gestión de inventarios y redujeron los costos de almacenamiento [24]. Los clasificadores Naive Bayes, SVM y NN-MLP contribuyeron a disminuir los costos de mantenimiento y el stock de seguridad [20]. Por último, un modelo basado en Big Data permitió ahorrar en costos en comparación con el mejor modelo de referencia, logrando un mayor incremento de ahorro en comparación con otros modelos basados en Big Data [26].

Por otro lado, las Referencias [27] y [28] resaltan en sus investigaciones el uso de Redes Neuronales para desarrollar herramientas que favorecen la gestión de inventarios. La primera publicación muestra que ChatGPT ofrece mayor precisión en las previsiones comparado con ARIMA, Esto optimiza los plazos de entrega y reduce los gastos asociados al mantenimiento de inventarios [27]. El segundo estudio propone un enfoque que disminuye significativamente los desechos en comparación con el método POUT, manteniendo bajos los niveles de inventarios y reduciendo así los costos de almacenamiento [28].

En otros ámbitos de la inteligencia artificial, la Ref. [25] señala que el control de la cadena de abastecimiento mejora el rendimiento de SCM y contribuye a generar ahorros significativos. Por su parte, la Ref. [29] aseguran que su método de predicción Prophet es más eficaz que otros enfoques, como los métodos estadísticos o híbridos, permitiendo ajustar la demanda de manera más precisa y evitando compras excesivas.

B. Influencia Operativa de IA en la Gestión de Inventarios

Los hallazgos de las investigaciones que destacan los subcampos de adopción de la IA, con beneficios operativos en la administración de inventarios en el ámbito industrial por país y continente, se encuentran en la Tabla V.

TABLA V
PUBLICACIONES SOBRE GESTIÓN DE INVENTARIOS CON IA QUE MUESTRAN BENEFICIOS OPERATIVOS POR SUBCAMPO

Continente	País	Año	Área Temática de la Gestión de Inventario	Subcampos de la IA
Asia	India [30]	2021-2024	Gestión del Inventario	Machine Learning
	Iraq [31]			
	Kazajistán [32]			
	Arabia Saudita [33]	2022-2024	Cadena de Suministro	Machine Learning
	China [34]			
	China [35]			
	China [36]			
Europa	Polonia [37]	2022	Métodos de Predicción	Neural Networks
	África	Túnez [38]	2023	Gestión del Inventario
Marruecos [39]		2024	Métodos de Predicción	Machine Learning

La Fig. 5 muestra que la mayoría de las publicaciones se enfocan en una gestión integral de inventarios con un 50%, mientras que, las relacionadas con la cadena de suministro representan el 30%, por lo tanto, el 20% restante de los artículos trata sobre métodos de predicción.

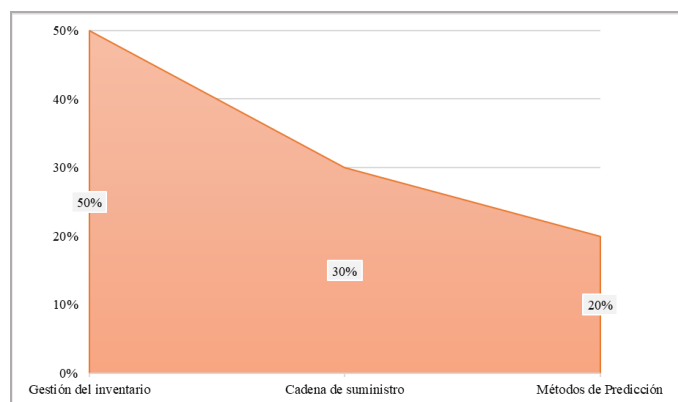


Fig. 5 Porcentaje de publicaciones sobre áreas temáticas de la gestión de inventarios utilizando IA con beneficios operativos.

De igual manera, en la Fig. 6 se ilustra porcentajes los subcampos de la IA en los que se han desarrollado herramientas y modelos que mejoran la gestión de inventarios. Machine Learning aparece en el 50% de los artículos, Redes Neuronales en un 30%, y el enfoque basado en los datos, así como el Internet de las Cosas (IoT), completan el porcentaje con un 10% cada uno respectivamente.

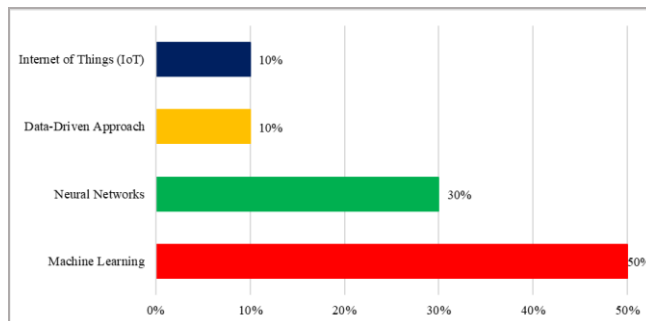


Fig. 6 Proporción de subcampos de IA utilizados en herramientas y modelos para obtener beneficios operativos.

Asimismo, en la Tabla VI se ofrecen los resultados de las investigaciones y herramientas que se utilizaron en las mismas, según varios autores, con el objetivo de ser representados de una manera más clara y accesible.

TABLA VI
RESULTADOS DE LAS HERRAMIENTAS IA CON BENEFICIOS OPERATIVOS EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS

Autor(es)	Resultado del estudio	Herramienta Utilizada
[30]	Reducir el tiempo de toma de pedidos a 2.2 min	Balizas BLE (Bluetooth Low Energy) y algoritmos de aprendizaje automático
[31]	Mejora en el seguimiento y gestión de inventarios	Algoritmos IA
[32]	Mejora en el rendimiento del negocio y facilidad en la toma de decisiones	Toma de decisiones intelectual
[33]	Mejor rendimiento del 94.12% en la toma de decisiones	Improved Feed Forward Network con la técnica de Particle Swarm Optimization (PSO)
[34]	Mejor tasa de rendimiento que otros algoritmos	Algoritmo IPSO-BPNN
[35]	Disminuye el error del pronóstico de demanda	Computación en la nube y análisis de datos
[36]	Mayor precisión del sistema y mejor gestión de procesos logísticos	Tecnologías IoT
[37]	Mejor precisión de pronóstico por encima del 80%	Algoritmos de coordinación basados en IA
[38]	Impacto significativo en ventas, ganancias y prioridad en atención al cliente	Técnicas de IA explicables
[39]	Mejor predicción de inventario y optimiza los tiempos de entrega	Modelos de lógica difusa

IV. DISCUSIÓN

Para aumentar de manera significativa los beneficios operativos, las Referencias [30], [31], [32], [33] y [34], se orientaron hacia la implementación de Machine Learning en el manejo de inventarios. El uso de balizas BLE y algoritmos, redujo el tiempo de toma de pedidos [30]. En Alfa Company, un sistema automatizado basado en inteligencia artificial mejoró la gestión de inventarios mediante el seguimiento de rastreo en vivo y el procesamiento de datos, aumentando la eficiencia operativa [31]. Además, un sistema IDMS (Integrated Decision Management System), integrado en un sistema de gestión de procesos de suministros LBPSMS, mejoró el rendimiento general del negocio y facilitó la toma de decisiones [32]. La IA aplicada en una cadena de suministro alcanzó un rendimiento casi perfecto en la toma de decisiones [33]. Por último, Un modelo decisional basado en lógica borrosa mejoró la predicción de inventarios, optimizando los plazos de envío y la confiabilidad en la producción [34].

Por otro lado, las Referencias [35], [36] y [37], destacan en sus estudios el aprovechamiento de las Redes Neuronales para construir herramientas con la IA. El primer estudio menciona el uso del algoritmo IPSO-BPNN para predecir el inventario de una empresa, obteniendo una mejor tasa de rendimiento que otros algoritmos evaluados [35]. El segundo estudio aborda una herramienta de pronóstico de demanda utilizando el entorno de programación R, logrando una precisión destacada [36]. El tercer artículo propone un enfoque basado en la inteligencia artificial mediante la clasificación ABC con el método Ex-k-means, mostrando un impacto significativo en criterios como el orden en ventas y la prioridad en la atención al cliente [37].

En otros aspectos de la inteligencia artificial, la Ref. [38] destaca cómo un enfoque basado en datos a través de la cadena de suministro alojada en la nube disminuyó el error de pronóstico de demanda a casi la mitad. Asimismo, la Referencia [39] mencionan la eficacia de la integración de la tecnología IoT, lo que resultó en una mayor precisión del sistema y una mejor gestión de los procesos logísticos.

C. Influencia de la IA en la Gestión de Inventarios en Perú

La Referencia [40] se enfoca en una reconocida empresa de huevos en Perú, con el objetivo de minimizar los productos deteriorados mediante la adopción de técnicas de Lean Manufacturing y el aprendizaje automático. En la Fig. 7 se muestra los principales resultados.

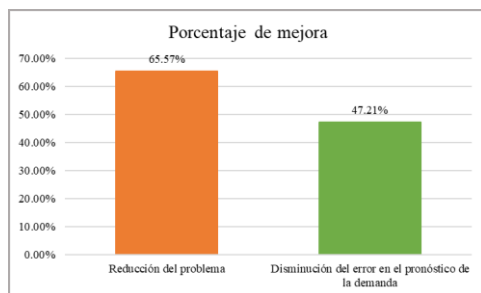


Fig. 7 Porcentaje de mejora acorde a los resultados del estudio realizado.

En el presente estudio de revisión, la evidencia recopilada sugiere que la IA, posee el potencial de transformar de manera significativa la gestión de inventarios, mejorando la precisión en las previsiones de demanda, optimizando las existencias en tiempo real y reduciendo costos operativos. A través del análisis de extensivos conjuntos de datos y tendencias actuales, los algoritmos de IA son capaces de predecir con mayor exactitud la demanda futura, permitiendo una optimización efectiva de los niveles de inventario y la prevención de excedentes y déficits. Además, la IA facilita el monitoreo continuo de los niveles de inventario y el ajuste dinámico de los puntos de reabastecimiento, asegurando la disponibilidad de productos sin incurrir en los elevados costos de almacenamiento. La sistematización de tareas monótonas y la eficiencia de los procesos logísticos mediante la IA pueden derivar en ahorros significativos en los gastos de transporte y almacenamiento.

Esta revisión subraya el uso exitoso de la IA en la gestión de inventarios en diversos países, incluyendo Malasia, China, India y Pakistán. Se ha observado que el aprendizaje automático ha sido particularmente efectivo en Malasia y China, donde se han logrado reducciones de hasta un 25% en los costos de inventario. En India y Pakistán, la adopción de IA en la cadena de suministro ha conducido a una reducción significativa en los costos operativos y de almacenamiento.

La implementación de la IA en la gestión de inventarios ha evidenciado un impacto operativo considerable. En la China, el uso de las redes neuronales ha permitido una optimización de los niveles de inventario, mejorando la eficiencia operativa. En Arabia Saudita, la aplicación de aprendizaje automático ha resultado en previsiones de demanda más precisas, reduciendo los tiempos de entrega. En la India, la adopción de los algoritmos de aprendizaje automático ha mejorado la eficiencia logística, demostrando el potencial de la IA, para transformar operaciones empresariales y optimizar procesos.

Del análisis se desprende que, en los países desarrollados, la mayor inversión en tecnología y capacitación resulta en una adopción más rápida y efectiva de la IA. No obstante, existen diferencias significativas en la adopción y efectividad de estas tecnologías, ya que los países en desarrollo tienen limitaciones en infraestructura tecnológica, disponibilidad de talento capacitado, y el acceso a financiamiento; factores que pueden obstaculizar la adopción de la IA. La Referencia [41] identifica diversas limitaciones para la integración de tecnologías de IA en la gestión de inventarios, incluyendo el apoyo de la alta dirección, el marco legal y regulatorio, la infraestructura, la confianza, la fiabilidad y la resistencia al cambio. Sin embargo, se observa un incremento gradual en las inversiones para la implementación de la IA en países en vías de desarrollo.

Surge la gran posibilidad de implementar la IA en la gestión de inventarios, con un enfoque específico en el Perú; este país presenta un terreno propicio para la investigación y

adopción de la IA en todos los ámbitos, considerando el amplio margen de mejora en las prácticas tradicionales de gestión de inventarios, los cuales frecuentemente resultan ineficientes y costosas. Las características del mercado peruano, como la estructura industrial y las peculiaridades económicas, requieren un enfoque adaptado para la implementación de la IA.

Sin embargo, se identifican varios desafíos como la infraestructura tecnológica limitada, la escasez de talento capacitado, y los costos y acceso a la tecnología. La carencia de acceso a internet rápido, y la infraestructura informática inadecuada pueden obstaculizar la ejecución de soluciones con uso de la IA. Además, la brecha en habilidades digitales y la carencia de personal con conocimientos en IA, limitan la capacidad de las empresas para adoptar estas tecnologías. El costo de las soluciones de IA puede ser prohibitivo para muchas empresas peruanas, especialmente las pequeñas y medianas.

La implementación de la IA podría fomentar una cultura de innovación y adaptabilidad en el sector industrial peruano. Es esencial realizar más estudios para explorar cómo las características específicas del mercado peruano influyen en la adopción y efectividad de la IA en la gestión de inventarios. En este contexto, la alianza entre instituciones académicas, corporaciones y el estado, resulta clave para desarrollar programas de capacitación en IA, específicos para la gestión de inventarios, así como para facilitar la adquisición de tecnología adecuada y accesible. Este esfuerzo conjunto, no solo podría acelerar la adopción de la IA, sino también asegurar su ejecución exitosa y sostenible a largo plazo.

Considerando la rápida evolución de la IA y las tecnologías emergentes, es fundamental que Perú no solo adopte estas tecnologías, sino que también participe activamente en la creación de innovaciones adaptadas a sus necesidades específicas. Esto podría convertir a la gestión de inventarios en un campo de eficiencia operativa con beneficios económicos, y un motor de innovación industrial. En vista de lo expuesto, se recomienda realizar estudios explicativos y empíricos futuros y desarrollar estrategias para facilitar la adopción de las nuevas tecnologías con IA en las naciones en vías de desarrollo, junto con inversiones en tecnología y capacitación.

VI. CONCLUSIÓN

Con la presente RSL se ha corroborado que la Inteligencia Artificial (IA), a través de herramientas como el aprendizaje automático y las redes neuronales, puede optimizar de manera significativa la gestión de inventarios en el sector industrial. Los resultados principales indican reducciones considerables en los costos operativos y avances en la eficiencia, especialmente en regiones con infraestructura tecnológica avanzada.

En el contexto peruano, los estudios realizados en una empresa del sector agroalimentario revelaron significativas mejoras en la gestión de productos perecederos mediante la

implementación de técnicas de IA. Sin embargo, las limitaciones del estudio incluyen la dependencia de datos secundarios y las variaciones regionales en los resultados.

El hallazgo fundamental de esta investigación es la evidencia del impacto transformador de la IA en la gestión de inventarios, generando beneficios económicos. No obstante, algunas de las consideraciones propuestas respecto a su implementación en países como Perú, si bien relevantes, exceden el alcance empírico de esta revisión sistemática. Por ello, se recomienda abordar dichas propuestas como líneas futuras de investigación, sustentadas en estudios de caso más específicos que profundicen en los desafíos y oportunidades locales.

Se sugiere la realización de investigaciones empíricas adicionales y la formulación de estrategias dirigidas a fomentar la adopción de la IA en los países en desarrollo, junto con inversiones en tecnología moderna y programas de capacitación, asegurando así una implementación sostenible y contextualizada.

REFERENCIAS

- [1] Y. Chen, y M. I. Biswas, "Turning crisis into opportunities: How a firm can enrich its business operations using artificial intelligence and big data during covid-19", *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 13, no. 22, 2021, doi: 10.3390/su132212656.
- [2] S. Wang, "Artificial Intelligence Applications in the New Model of Logistics Development Based on Wireless Communication Technology", *Scientific Programming*, Vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/5166993.
- [3] J. Mageto, "Current and Future Trends of Information Technology and Sustainability in Logistics Outsourcing", *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 14, no. 13, 2022, doi: 10.3390/su14137641.
- [4] N. Khalifa, M. Abd Elghany, y M. Abd Elghany, "Exploratory research on digitalization transformation practices within supply chain management context in developing countries specifically Egypt in the MENA region", *Cogent Business and Management*, Vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.1080/23311975.2021.1965459.
- [5] K. S. K. Maathavan y S. Venkatraman, "A secure encrypted classified electronic healthcare data for public cloud environment", *Intelligent Automation and Soft Computing*, Vol. 32, no. 2, pp. 765–779, 2022, doi: 10.32604/iasc.2022.022276.
- [6] W. ben Elmir, A. Hemmak, y B. Senouci, "Smart Platform for Data Blood Bank Management: Forecasting Demand in Blood Supply Chain Using Machine Learning", *Information (Switzerland)*, Vol. 14, no. 1, 2023, doi: 10.3390/info14010031.
- [7] R. Chalmeta, A. Navarro-Ruiz, y L. Soriano-Irigaray, "A computer architecture based on disruptive information technologies for drug management in hospitals", *PeerJ Computer Science*, Vol. 9, pp. 1–28, 2023, doi: 10.7717/peerj-cs.1455.
- [8] K. Kalaichelvan, S. Ramalingam, P. B. Dhandapani, V. Leiva, y C. Castro, "Optimizing the Economic Order Quantity Using Fuzzy Theory and Machine Learning Applied to a Pharmaceutical Framework", *Mathematics*, Vol. 12, no. 6, 2024, doi: 10.3390/math12060819.
- [9] Y. M. Tang, K. Y. Chau, Y.-Y. Lau, y Z. Zheng, "Data-Intensive Inventory Forecasting with Artificial Intelligence Models for Cross-Border E-Commerce Service Automation", *Applied Sciences (Switzerland)*, Vol. 13, no. 5, 2023, doi: 10.3390/app13053051.
- [10] W. Jiang, "Enhancing Operational Efficiency in E-Commerce Through Artificial Intelligence and Information Management Integration", *Revue d'Intelligence Artificielle*, Vol. 37, no. 6, pp. 1545–1555, 2023, doi: 10.18280/RIA.370619.
- [11] Y. Jiang, "Procurement Volume Prediction of Cross-Border E-Commerce Platform Based on BP-NN", *Wireless Communications and Mobile Computing*, Vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/7596819.

- [12] P. Cocci, E. Trolì, M. Angeletti, y F. A. Palermo, "Field Monitoring of *Tritia mutabilis* (Linnaeus, 1758) Egg Capsule Deposition and Intracapsular Embryonic Patterns Using Artificial Substrates and Machine Learning-Based Approaches", *Frontiers in Marine Science*, Vol. 8, 2021, doi: 10.3389/fmars.2021.661389.
- [13] R. Bidese-Puhl, Y. Bao, N. D. Payne, T. A. Stokes, R. L. Nadel, y S. A. Enebak, "In-Field Pine Seedling Counting Using End-To-End Deep Learning for Inventory Management", *Journal of the ASABE*, Vol. 66, no. 2, pp. 469–477, 2023, doi: 10.13031/ja.15383.
- [14] T. Gunda, S. Hackett, L. Kraus, C. Downs, R. Jones, C. McNalley, M. Bolen, y A. Walker, "A Machine Learning Evaluation of Maintenance Records for Common Failure Modes in PV Inverters", *IEEE Access*, Vol. 8, pp. 211610–211620, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3039182.
- [15] T. Demizu, Y. Fukazawa, y H. Morita, "Inventory management of new products in retailers using model-based deep reinforcement learning", *Expert Systems with Applications*, Vol. 229, 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.120256.
- [16] J.-D. Kim, T.-H. Kim, y S. W. Han, "Demand Forecasting of Spare Parts Using Artificial Intelligence: A Case Study of K-X Tanks", *Mathematics*, Vol. 11, no. 3, 2023, doi: 10.3390/math11030501.
- [17] C. Durán, C. Fernández-Campusano, R. Carrasco, y E. Carrillo, "DMLBC: Dependable machine learning for seaports using blockchain technology", *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, Vol. 36, no. 1, 2024, doi: 10.1016/j.jksuci.2024.101918.
- [18] S. Jagtap, F. Bader, G. Garcia-Garcia, H. Trollman, T. Fadji, y K. Salonitis, "Food Logistics 4.0: Opportunities and Challenges", *Logistics*, Vol. 5, no. 1, 2021, doi: 10.3390/logistics5010002.
- [19] P. Akhtar, S. Mittal, y S. Goyal, "Impact of artificial intelligence on inventory management: A systematic literature review and future research directions", *International Journal of Production Economics*, Vol. 246, no. 102350, 2022.
- [20] A. K. Singh, J. B. Simha, y R. Agarwal, "Prediction of Intermittent Demand Occurrence using Machine Learning", *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*, Vol. 10, 2024, doi: 10.4108/eetiot.5381.
- [21] S. Chopra, M. Sodhi, y R. Singh, "Artificial intelligence for supply chain management: A review, trends, and opportunities", 2023.
- [22] Y. Merrad, M. H. Habaebi, M. R. Islam, y T. S. Gunawan, "A real-time mobile notification system for inventory stock out detection using SIFT and RANSAC", *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, Vol. 14, no. 5, pp. 32–46, 2020, doi: 10.3991/IJIM.V14I05.13315.
- [23] C. Deng, y Y. Liu, "A Deep Learning-Based Inventory Management and Demand Prediction Optimization Method for Anomaly Detection", *Wireless Communications and Mobile Computing*, Vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/9969357.
- [24] S. Maitra, y S. Kundu, "Backorder Prediction in Inventory Management: Classification Techniques and Cost Considerations", *ECTI Transactions on Computer and Information Technology*, Vol. 17, no. 4, pp. 577–589, 2023, doi: 10.37936/ecti-cit.2023174.253571.
- [25] S. A. A. Bokhari, K. Duggal, y S. Myeong, "Artificial Intelligence Application in Supply Chain Management in the Government Sector of Pakistan †", *Engineering Proceedings*, Vol. 37, no. 1, 2023, doi: 10.3390/ECP2023-14697.
- [26] J. B. B. Clausen, y H. Li, "Big data driven order-up-to level model: Application of machine learning", *Computers and Operations Research*, Vol. 139, 2022, doi: 10.1016/j.cor.2021.105641.
- [27] D. Skórónóg, y M. Kmiecik, "Supporting the Inventory Management in the Manufacturing Company By Chatgpt", *Logforum*, Vol. 19, no. 4, pp. 535–554, 2023, doi: 10.17270/J.LOG.2023.917.
- [28] E. Chołodowicz, y P. Orłowski, "Neural Network Control of Perishable Inventory with Fixed Shelf Life Products and Fuzzy Order Refinement under Time-Varying Uncertain Demand", *Energies*, Vol. 17, no. 4, 2024, doi: 10.3390/en17040849.
- [29] A. Kolková, y A. Ključnikov, "Demand Forecasting: AI-Based, Statistical and Hybrid Models vs Practice-Based Models-The Case of Smes and Large Enterprises", *Economics and Sociology*, Vol. 15, no. 4, pp. 39–62, 2022, doi: 10.14254/2071-789X.2022/15-4/2.
- [30] H. Zadgaonkar, y M. Chandak, "Locating Objects in Warehouses Using BLE Beacons Machine Learning", *IEEE Access*, Vol. 9, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3127908.
- [31] H. S. Salih, M. Ghazi, y M. Aljanabi, "Implementing an Automated Inventory Management System for Small and Medium-sized Enterprises", *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, Vol. 4, no. 2, pp. 238–244, 2023, doi: 10.52866/ijcsm.2023.02.02.021.
- [32] Z. Kozhamkulova, L. Kuntunova, S. Amanzholova, A. Bizhanova, M. Vorogushina, A. Kuparova, M. Maikotov, y E. Nurlybayeva, "Development of Intellectual Decision Making System for Logistic Business Process Management", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 15, no. 1, pp. 857–865, 2024, doi: 10.14569/IJACSA.2024.0150186.
- [33] M. A. Alover, "Performance Optimization of Industrial Supply Chain Using Artificial Intelligence", *Computational Intelligence and Neuroscience*, Vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/9306265.
- [34] Y. Guan, Y. Huang, y H. Qin, "Inventory Management Optimization of Green Supply Chain Using IPSO-BPNN Algorithm under the Artificial Intelligence", *Wireless Communications and Mobile Computing*, Vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/8428964.
- [35] Y. Tan, L. Gu, S. Xu, y M. Li, "Supply Chain Inventory Management from the Perspective of "Cloud Supply Chain"—A Data Driven Approach", *Mathematics*, Vol. 12, no. 4, 2024, doi: 10.3390/math12040573.
- [36] P. Ren, M. Nie, y H. Ming, "Optimization of Sports Good Recycling Management System Based on Internet of Things", *Wireless Communications and Mobile Computing*, Vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/6415136.
- [37] M. Kmiecik, "Logistics Coordination Based on Inventory Management and Transportation Planning by Third-Party Logistics (3PL)", *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 14, no. 13, 2022, doi: 10.3390/su14138134.
- [38] A. A. Qaffas, M.-A. ben HajKacem, C.-E. ben Ncir, y O. Nasraoui, "An Explainable Artificial Intelligence Approach for Multi-Criteria ABC Item Classification", *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, Vol. 18, no. 2, pp. 848–866, 2023, doi: 10.3390/jtaer18020044.
- [39] H. Lakhouil, y A. Souhli, "Fuzzy Decision-Making Model for the inventory leveling under uncertainty condition | Modelo de toma de decisiones difusa para la nivelación del inventario en condiciones de incertidumbre", *Data and Metadata*, Vol. 3, 2024, doi: 10.56294/dm2024142.
- [40] K. A. Carbajal-Vásquez, R. A. Piscocoy-Alvites, J. C. Quiroz-Flores, Y. García-Lopez, y S. Nallusamy, "Minimization of Smashed Products in Sustenance Industries by Lean and Machine Learning Tools", *SSRG International Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 10, no. 10, pp. 26–36, 2023, doi: 10.14445/23488360/IJME-V10I10P102.
- [41] B. Rathore, R. Gupta, B. Biswas, A. Srivastava, y S. Gupta, "Identification and analysis of adoption barriers of disruptive technologies in the logistics industry", *International Journal of Logistics Management*, Vol. 33, no. 5, pp. 136–169, doi: 10.1108/IJLM-07-2021-0352