

GESTIÓN DE OPERACIONES INDUSTRIALES

Revista de Ingeniería Industrial con Enfoque en la Industria 4.0



GESTIÓN DE OPERACIONES INDUSTRIALES

Revista de Ingeniería Industrial con enfoque en la Industria 4.0

Vol. 03, N° 01, Enero - Julio 2024

Editado en julio 2024

ISSN: 2810 - 8914 (En línea)

URL: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND>

Email: goi4.0@unitru.edu.pe

© Universidad Nacional de Trujillo

Facultad de Ingeniería, Trujillo

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Av. Juan Pablo II S/N – Ciudad Universitaria, Trujillo, La Libertad, Perú.

EDITORES:

Dr. Luis Alberto Benites Gutiérrez 
Universidad Nacional de Trujillo
Av. Juan Pablo II, km 4.6 - 13011
Trujillo (Perú)
Correo-e: lbenites@unitru.edu.pe

Dr. Joe Alexis González Vásquez 
Universidad Nacional de Trujillo
Av. Juan Pablo II, km 4.6 - 13011
Trujillo (Perú)
Correo-e: jgonzalezv@unitru.edu.pe

COMITÉ EDITORIAL:

Dr. Claudio Ruff, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago (Chile) 
Dra. Purificación Galindo Villardón, Universidad de Salamanca, Salamanca (España) 
Dr. Rafael Espinosa Mosqueda, Universidad de Guanajuato, Guanajuato (México) 
Dr. Marcelo Ruiz Toledo, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago (Chile) 
Dr. Orivel Jackson Buchelli Perales, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo (Perú) 
Dr. Segundo Seijas Velásquez, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo (Perú) 
Dr. Alexis Matheu Pérez, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago (Chile) 
Dr. Iván Martín Olivares Espino, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo (Perú) 
Dr. Joel David Vargas Sagastegui, Universidad San Martín de Porres, Lima (Perú) 
Dr. Alex Ruiz Torres, Universidad de Puerto Rico, San Juan (Puerto Rico) 
Dr. Segundo Castro Gonzáles, Universidad de Puerto Rico, San Juan (Puerto Rico) 
Dr. Edgar D. Ramos, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima (Perú) 
Dr. Jorge Luis Rojas Arce, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 
(México)

CRÉDITOS

REVISTA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CON
ENFOQUE EN LA INDUSTRIA 4.0

GESTIÓN EN OPERACIONES INDUSTRIALES

VOL. 03, N° 01

2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
TRUJILLO**

RECTOR

Dr. Carlos Alberto Vásquez Boyer

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dr. Juan Amaro Villacorta Vásquez

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Guillermo Arturo García Pérez

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Dr. Miguel Armando Benites Gutiérrez

DIRECTOR DE LA INVESTIGACIÓN Y ÉTICA

Dr. Juan Carlos Rodríguez Soto

**DIRECTOR DE DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Dr. Hermes Natividad Sifuentes Inostroza

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Dr. Orivel Jackson Buchelli Perales

PRÓLOGO

Es un honor dar la bienvenida a nuestros lectores al Volumen 03, Número 01 de la revista "Gestión de Operaciones Industriales", una publicación académica de la Escuela de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo. A lo largo de estos años, nuestra revista ha sido un espacio importante para compartir conocimientos e investigaciones sobre los profundos cambios que la Industria 4.0 está introduciendo en los procesos industriales y en la gestión operativa.

En esta edición, nos enfocamos en explorar cómo la convergencia de tecnologías emergentes sigue configurando el futuro de la industria. Los artículos de revisión seleccionados proporcionan una visión completa de las nuevas fronteras de automatización, inteligencia artificial y análisis de datos masivos. Incluyen investigaciones que analizan el uso de gemelos digitales para mejorar cadenas logísticas, el impacto del machine learning en decisiones estratégicas y el empleo de robótica colaborativa en ambientes industriales complejos.

Es notable cómo, en tan solo tres volúmenes, hemos observado un crecimiento significativo tanto en cantidad como calidad de las investigaciones recibidas. Esto no solo refleja un mayor interés en la Industria 4.0, sino también resalta la importancia que nuestra revista tiene como medio para difundir conocimiento científico en este ámbito.

Queremos expresar nuestra gratitud a los autores que han confiado en nosotros para la publicación de sus trabajos, así como a los revisores que con su dedicación y rigor académico garantizan la calidad de cada artículo. También queremos destacar el trabajo del equipo editorial, cuyo compromiso es esencial para el éxito continuo de esta revista.

Confiamos en que los artículos de revisiones sistemáticas presentados en este número ofrecerán a nuestros lectores valiosas perspectivas e ideas que puedan aplicar en sus propias prácticas industriales. Y de esta manera seguir comprometidos con la misión de ser un referente en el estudio y la promoción de la Industria 4.0, contribuyendo al avance de nuestra comunidad académica e industrial.

Comité Editorial
Julio, 2024

Impacto de la Impresión 3D en la Cadena de Suministros para la Reducción de Inventarios y Tiempos de Espera: Una Revisión Sistemática

PGS. 09 - 25

Autores:

Álvarez Guerra Arnold José
Ávila Rebaza Sergio Fernando
Díaz Tomas Marcos Iván
Guevara Saldaña Rodrigo Alonso
Gutiérrez Sánchez Frank Josep

Relación entre la Gestión de la Cadena de Suministro Verde y el Desempeño Organizacional de las Empresas Agroindustriales: Revisión Sistemática

PGS. 26 - 47

Autores:

Campos Gamarra Alejandro Román
Córdova Urbina Daily Ashley
Gálvez Carrillo Kevin Eduardo
Huamanchumo Trujillo Francisco Gerardo
Ugaz Julián Edson Alexis

Análisis de Factores Críticos de Éxito para la Implementación de Drones en el Sector Logístico: Revisión Sistemática

PGS. 48 - 63

Autores:

Gutiérrez Sandoval Carlos Daniel
Takemoto Silva Tahashy Allinson
Venegas Minchola Brahayán Anghelo
Vidondo Chafloc Gianfranco
Villanueva Ramos Juan Rodrigo

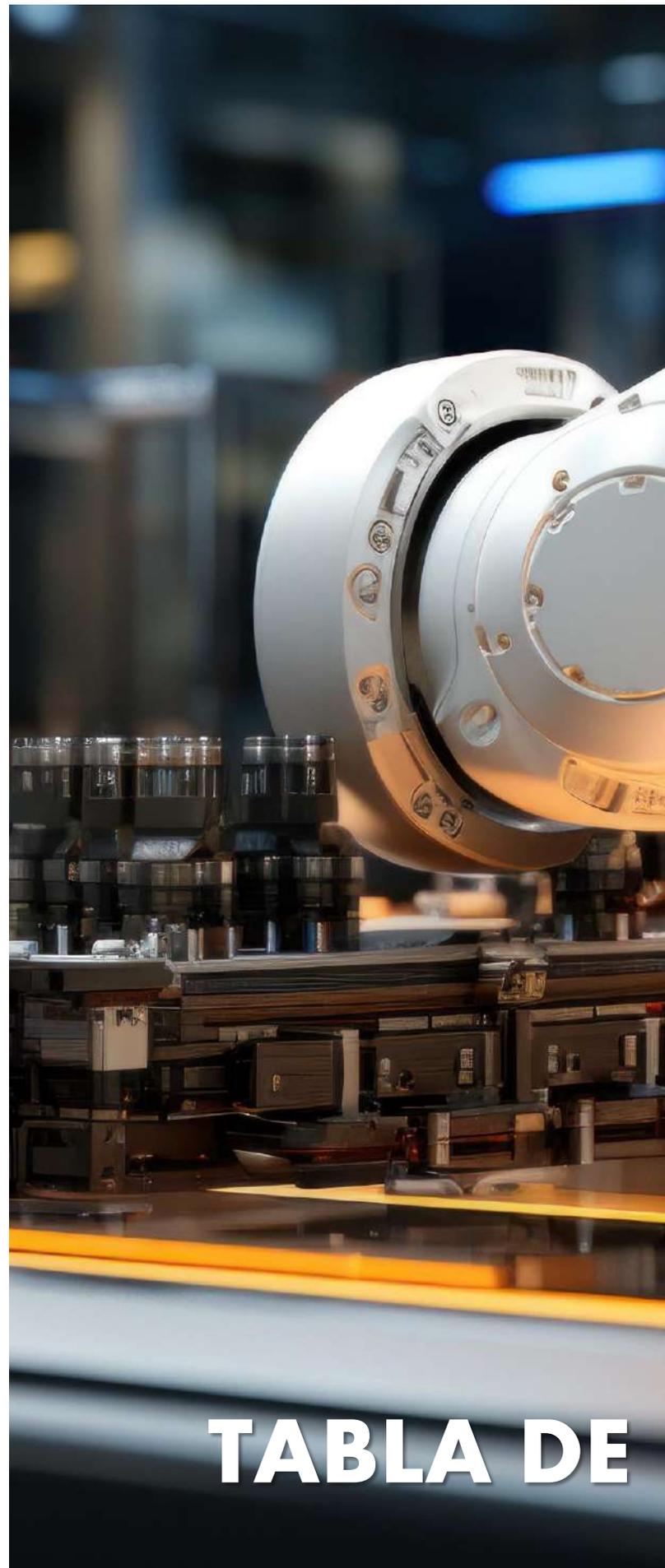


TABLA DE



CONTENIDOS

Automatización Robótica de Procesos y su Impacto en la Gestión de Compras y Cadena de Suministros: Revisión Sistemática

PGS. 64 - 79

Autores:

**Mecola Bernedo Jesús Christopher
Tirado Ávila Julio David**

El Impacto de la Aplicación de la Tecnología de Gemelos Digitales en la Cadena de Suministro 4.0: Una Revisión Sistemática

PGS. 80 - 92

Autores:

**Castillo Rabanal Luis Javier
Huamanchumo Gordillo Alexander Saúl
Lecca Rengifo María Alexandra**

Impact of 3D Printing on the Supply Chain for Reducing Inventories and Lead Time: A Systematic Review

PGS. 09 - 25

Authors:

Álvarez Guerra Arnold José
Ávila Rebaza Sergio Fernando
Díaz Tomas Marcos Iván
Guevara Saldaña Rodrigo Alonso
Gutiérrez Sánchez Frank Josep

Relationship Between Green Supply Chain Management and the Organizational Performance of Agribusiness Companies: Systematic Review

PGS. 26 - 47

Authors:

Campos Gamarra Alejandro Román
Córdova Urbina Daily Ashley
Gálvez Carrillo Kevin Eduardo
Huamanchumo Trujillo Francisco Gerardo
Ugaz Julián Edson Alexis

Analysis of Critical Success Factors for the Implementation of Drones in the Logistics Sector: Systematic Review

PGS. 48 - 63

Authors:

Gutiérrez Sandoval Carlos Daniel
Takemoto Silva Tahashy Allinson
Venegas Minchola Brahayán Anghelo
Vidondo Chafloc Gianfranco
Villanueva Ramos Juan Rodrigo

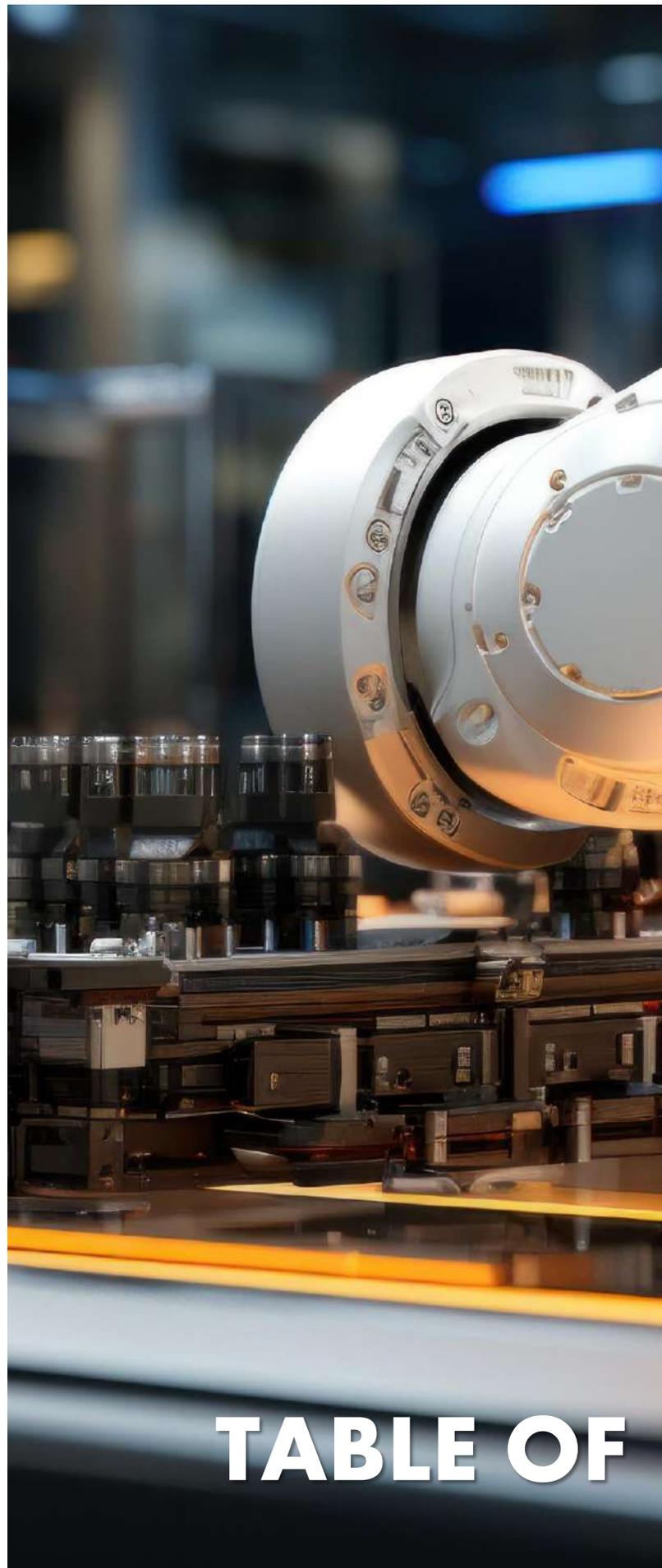
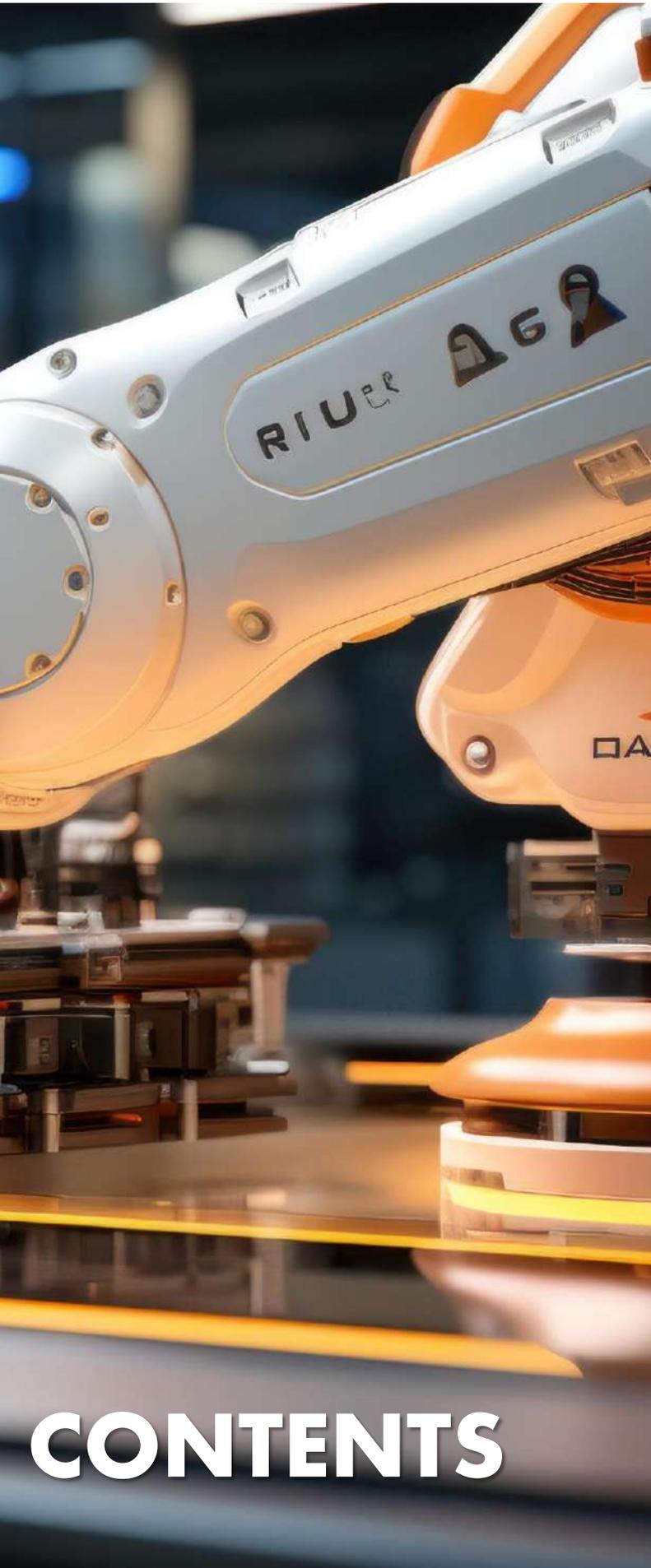


TABLE OF



CONTENTS

Robotic Process Automation and its Impact on Purchasing and Supply Chain Management

PGS. 64 - 79

Authors:

Mecola Bernedo Jesús Christopher
Tirado Ávila Julio David

The Impact of the Application of Digital Twin Technology in Supply Chain 4.0: A Systematic Review

PGS. 80 - 92

Authors:

Castillo Rabanal Luis Javier
Huamanchumo Gordillo Alexander Saúl
Lecca Rengifo María Alexandra

Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Fecha de recepción: 06.05.2024 | Fecha de aceptación: 31.07.2024 | Fecha de publicación: 15.08.2024



Impacto de la Impresión 3D en la Cadena de Suministros para la Reducción de Inventarios y Tiempos de Espera: Una Revisión Sistemática

Impact of 3D Printing on the Supply Chain for Reducing Inventories and Lead Time: A Systematic Review

Álvarez Guerra Arnold Jose¹; Ávila Rebaza Sergio Fernando¹; Diaz Tomas Marcos Ivan^{1*}; Guevara Saldaña Rodrigo Alonso¹; Gutiérrez Sánchez Frank Jhosep¹

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

*Autor de correspondencia: t1533300221@unitru.edu.pe

RESUMEN

La investigación presenta una revisión sistemática sobre el impacto que puede llegar a tener la integración de la impresión 3D en la cadena de suministro, enfocándose en aspectos clave como la reducción de inventarios y la disminución de tiempos de espera. En la actualidad, esta tecnología está presente en muchas áreas de investigación y comercialización, desde la creación de prótesis médicas personalizadas hasta la fabricación de componentes automotrices. Además, su bajo costo y alta eficiencia han demostrado ser de gran utilidad ante la exigente demanda de productos altamente personalizados. Sin embargo, esta integración entre la cadena de suministros y la impresión 3D conlleva un costo de inversión muy elevado y requiere la obtención de personal capacitado. La impresión 3D, o manufactura aditiva, ha emergido como una tecnología innovadora con el potencial de revolucionar significativamente los procesos de fabricación y logística en la industria 4.0, creando una cadena de suministro más flexible y autónoma.

Palabras Clave: Cadena de Suministro, Impresión 3D, Reducción de inventarios, Tiempos de espera, Industria 4.0.

ABSTRACT

The research presents a systematic review of the impact that the integration of 3D printing can have on the supply chain, focusing on key aspects such as inventory reduction and reduced lead times. Currently, this technology is present in many areas of research and commercialization, from the creation of customized medical prostheses to the manufacture of automotive components. In addition, its low cost and high efficiency have proven to be very useful in the face of the demanding demand for highly customized products. However, this integration between the supply chain and 3D printing comes at a very high investment cost and requires the procurement of skilled personnel. 3D printing, or additive manufacturing, has emerged as an innovative technology with the potential to significantly revolutionize manufacturing and logistics processes in Industry 4.0, creating a more flexible and autonomous supply chain.

Keyword: Supply Chain, 3D Printing, Inventory Reduction, Delivery Times, Industry 4.0.

1. Introducción

La gestión de la cadena de suministros es crucial para las organizaciones, sobre todo para garantizar una producción fluida y eficiente ante los cambios en los patrones de la demanda. En los últimos años, la creciente demanda de productos personalizados ha ocasionado una disminución significativa en los ciclos de vida de los productos. Otros factores, como la competencia y la globalización, también influyen en la fluctuación de la demanda [1]. Esta situación plantea una serie de desafíos a las organizaciones que buscan reducir sus inventarios para reducir costos y, a su vez, mejorar los tiempos de entrega para tener una ventaja competitiva ante el resto de la industria. La cadena de suministros tiene que cumplir con los tres principios de la triple cuenta de resultados (TBL, Triple Bottom Line): económico, medioambiental y de igualdad social [2].

El principio económico se enfoca en maximizar el rendimiento financiero para las partes interesadas internas y externas, el principio medioambiental pretende reducir los efectos de la liberación de residuos, uso de recursos y consumo de energía y el principio de igualdad social se centra en analizar y poner en práctica acciones organizacionales para maximizar el bienestar de todas las partes interesadas. La manufactura aditiva o tecnología de impresión 3D se está introduciendo para aplicar estos principios de forma eficaz. Según [2], esta tecnología supone un gran avance en términos de eficiencia y desempeño gracias su contribución a los procesos de la cadena de suministro. Desde puntos de vista financieros y económicos, esta tecnología mejoraría la sostenibilidad económica al reducir tiempos y costos, reemplazando inventarios físicos con inventarios digitales, resultando en menos stock, manipulación de materiales y embalaje.

La cadena de suministros está enfrentando desafíos significativos en la actualidad, especialmente debido a la pandemia de COVID-19, que condujo a una desmedida fluctuación en la demanda y una significativa necesidad de adaptabilidad y flexibilidad en la gestión de inventarios y tiempos de espera. La tecnología de manufactura aditiva, o impresión 3D, surgió como una herramienta innovadora para abordar estos retos, ofreciendo soluciones para la reducción de inventarios y tiempos de espera y mejorar la eficiencia y productividad, esta tecnología se ha convertido en una herramienta valiosa para facilitar la creación de productos personalizados, eliminar procesos de montaje y reducir residuos y costes de transformación.

En este contexto, la impresión 3D ha demostrado ser eficiente en la industria aeroespacial, en donde se calculó que todos los indicadores mejoraron (fueron reducidos) a través de la adopción de la metodología de manufactura aditiva [2]. [3] describe la situación actual del uso de la manufactura aditiva en los procesos de fabricación de prótesis médicas. Menciona los beneficios que trae esta tecnología como la capacidad de personalizar la prótesis acorde a las necesidades y gustos del paciente, su bajo costo, y el corto tiempo de fabricación. También menciona algunos casos en los que se utilizó esta tecnología para mejorar la calidad de vida de algunas personas con discapacidad y enfatiza como y en que situaciones se podría utilizar esta tecnología en la actualidad.

La impresión 3D, al utilizar modelos digitales, permite personalizar las medidas y características de los objetos a imprimir. Esta revisión es de suma importancia, ya que analiza cómo la integración de la impresión 3D afecta de manera positiva a la cadena de suministros y cómo afecta en aspectos claves de esta. Una clara ventaja estratégica que

puede generar la implementación de esta tecnología es la de convertirse en el proveedor de uno mismo, es decir, perder la necesidad de comprar ciertas partes o componentes a un proveedor externo, lo que generaría un retraso en el tiempo de entrega, creando un valor agregado para el cliente en el producto final.

Esta revisión sistemática tiene como objetivo profundizar en el impacto de la implementación de la impresión 3D en la cadena de suministros, destacando su impacto en los inventarios y en los tiempos de espera.

2. Metodología

Para el presente estudio se ha realizado una revisión sistemática siguiendo los parámetros de la metodología PRISMA [4], teniendo en cuenta el tema del impacto de la impresión 3D en la cadena de suministros, siendo mucho más específicos, en la reducción de inventarios y tiempo de espera.

En la Figura 1 se muestra el análisis bibliométrico, realizado con el software VosViewer, que nos ayudaron con la selección de palabras clave para la búsqueda de artículos, en la Figura 2 se presentan las verificaciones de la metodología PRISMA que ayudaron durante el proceso de selección de artículos para la revisión.

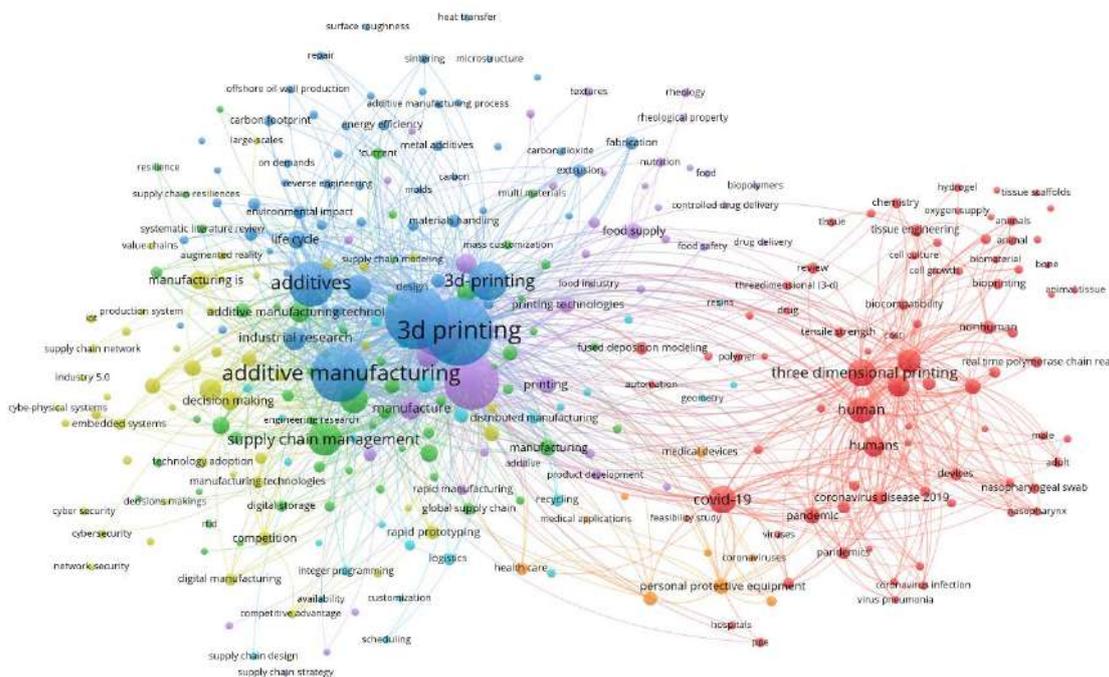


Figura 1. Análisis bibliométrico de los artículos seleccionados.

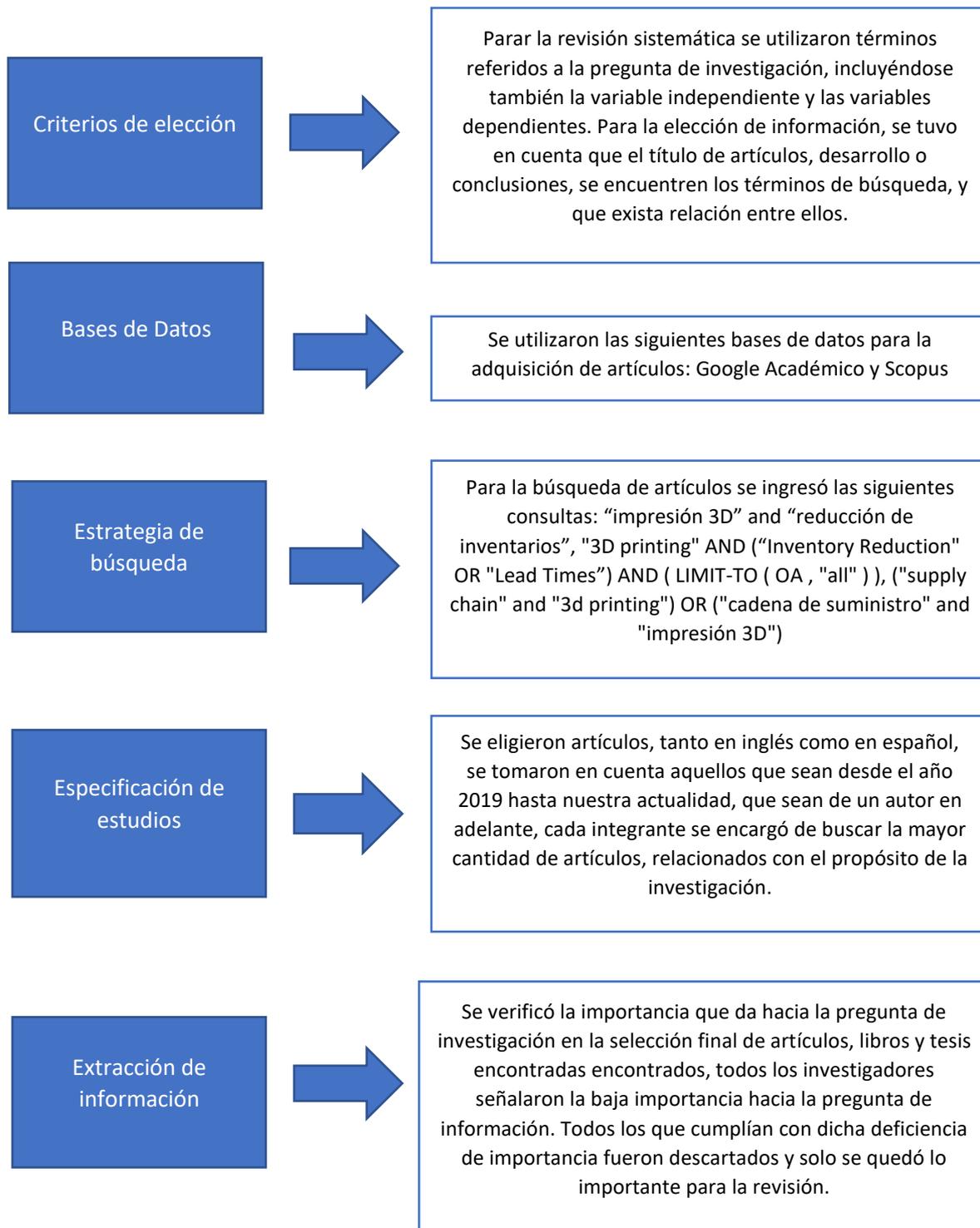


Figura 2. Metodología PRISMA.

Se implementó el método del diagrama de flujo de 4 fases, diagrama importante para la selección de información según la metodología PRISMA. La Figura 3 muestra el diagrama.

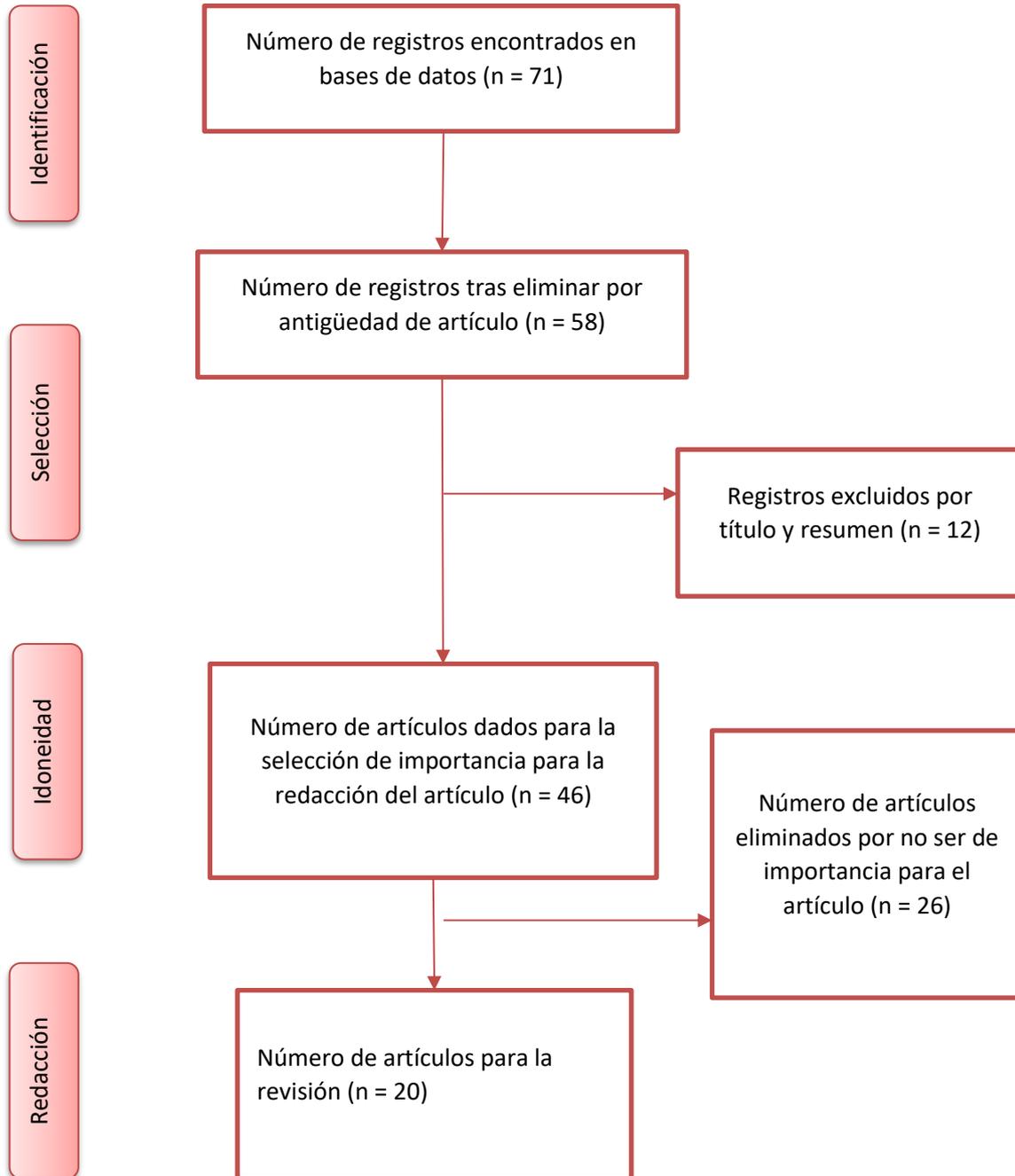


Figura 3. Diagrama de flujo de la metodología PRISMA

3. Resultados y discusión

La Tabla 1 muestra los detalles de los 20 artículos seleccionados, sus autores, el año de publicación y el país de procedencia, también se recogieron los resultados principales para poder hacer la revisión.

Autores	Título	Año	País	Resultados Principales
Zambrano, C. et al.	Beneficios y desafíos del uso de las TIC en la cadena de suministro	2020	Ecuador	El estudio clasificó a la impresión 3D como una de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) más relevantes en la cadena de suministros. Además, quedó demostrado que la integración de las TIC permite una colaboración casi en tiempo real tanto interna como externamente con proveedores y clientes, lo que confirmó que, efectivamente, las TIC reducen los tiempos de ciclo, los inventarios, mejora la precisión de pronósticos, y optimiza la comunicación y seguridad de la información.
Cubillos, L.	La tecnología de la impresión 3D y sus disrupciones en la cadena de suministro	2019	Colombia	En sus conclusiones, describe como la impresión 3D está remodelando la cadena de suministro en todas las industrias, reduciendo los costos operativos, el exceso de inventario de existencias, al mejorar la capacidad de personalización masiva y al proporcionar una respuesta más rápida a la demanda, además de la disminución en la dependencia de proveedores y rápida obtención de prototipos.
Tinoco-Plasencia, C. J. et al.	Tecnologías disruptivas en el supply chain y la logística: una revisión sistemática	2024	Perú	El estudio concluye que las tecnologías aditivas como la impresión 3D son factores significativos en la transformación de la cadena de suministro y la logística. Resalta la importancia de adaptarse e innovar para mantener un nivel de competitividad alto en un mercado de constante cambio. Además, recalca el potencial que poseen estas tecnologías para mejorar la eficiencia reducir costos y crear nuevas oportunidades de negocio.

Ramírez, C.	Evolución de la gestión de la cadena de suministro y la logística, desde una visión tecnológica y sostenible	2021	Colombia	En su estudio cataloga la fabricación aditiva como uno de los pilares tecnológicos que son los que soportan las bases del desarrollo de la industria 4.0 gracias a las ventajas que ofrece como la reducción de tiempos de espera, los costos de transporte y el inventario de existencias.
Noorwali, A. et al.	Impactos de la fabricación aditiva en las cadenas de suministro: Una investigación empírica.	2022	Francia	Esta investigación identifica los impactos de la fabricación aditiva (AM) en la cadena de suministro en comparación con el caso de la fabricación convencional. Se analizan los principales impactos de la AM centrándose en las operaciones de post-procesamiento, los plazos de entrega, las implicaciones de costo, estrategias de gestión de flujo y mantenimiento
Sun, H. et al.	Decisiones de inversión personalizadas para la cadena de suministro de productos nuevos y remanufacturados basadas en tecnología de impresión 3D	2022	China	La principal contribución de este trabajo es la integración de la personalización y la impresión 3D en un marco analítico para la remanufactura de decisiones de inversión. Basado en los modelos de remanufactura OEM y remanufactura minorista, nos enfocamos en analizar los factores que influyen en el nivel de esfuerzo de personalización, lo que ayuda a los miembros de la cadena de suministro de remanufactura a tomar decisiones más científicas y enriquece la teoría de la economía circular.
Friedrich, A. et al.	Modelos de negocio para proveedores de servicios logísticos en cadenas de suministro de fabricación aditiva industrial	2023	Alemania	Este estudio contribuye a la escasa literatura sobre modelos de negocio de AM para LSP con conocimientos empíricos en profundidad. Con base en las seis configuraciones identificadas, este estudio sienta las bases para teorizar sobre los modelos de negocio, en particular, la creación de valor, la propuesta de valor y los mecanismos para la captura de valor de los modelos de negocio. Además, este estudio sugiere cómo las configuraciones genéricas se ajustan a las características de tipos específicos de LSP.

Chen, Z. et al.	Optimización de la cadena de suministro de impresión 3D en la era del comercio electrónico en vivo	2024	China	Esta investigación analiza el impacto del cada vez más popular comercio electrónico de transmisión en vivo en la cadena de suministro de 3DP, y utiliza métodos de dinámica de sistemas para construir dos modelos de cadena de suministro para impresión de polímeros puros e impresión mixta de polímeros metálicos, explorando el diseño de optimización de la cadena de suministro 3DP. La conclusión muestra que, si solo se consideran los indicadores equivalentes de tiempo de impresión, costo de impresión y calidad de impresión, independientemente de los materiales utilizados, el servicio Corporate-live-3DP es la mejor opción para el comercio electrónico de transmisión en vivo.
Brandtner, P. et al.	Implicaciones de la impresión 3D en la distribución física en la logística y la gestión de la cadena de suministro	2023	Austria	El objetivo de este artículo es elaborar las implicaciones y beneficios de la impresión 3D para estrategias y procesos de distribución física, el papel del proveedor de servicios logísticos (LSP) y los procesos conectados de almacenamiento, picking y transporte. Mediante entrevistas a expertos, analizamos estas implicaciones y derivamos un conjunto de impactos y posibles implicaciones futuras de la impresión 3D en LSCM. Nuestros resultados muestran que los expertos esperan un gran potencial de este tipo de tecnología. Los expertos coinciden en que el transporte global puede reducirse significativamente en el futuro.
Naghshineh, P.	Mapeo de los efectos mejorados de la adopción de tecnología de fabricación aditiva en la agilidad de la cadena de suministro	2024	Portugal	Este estudio logro mapear las características de adopción de la tecnología AM que aumentarían la capacidad de la empresa adoptiva para lidiar con entornos comerciales erráticos de manera ágil, por lo tanto, obtener una ventaja competitiva. El mapa derivado proporciona una revisión estratégica tanto para académicos como para profesionales en el campo que desean analizar los efectos de mejora de la adopción de la tecnología AM en la cadena de suministro.

Cyplik, P., y Zwolak, M.	Industria 4.0 e impresión 3D: un nuevo enfoque heurístico para el punto de desacoplamiento en la futura gestión de la cadena de suministro	2022	Polonia	El objetivo principal de este trabajo fue analizar cómo la cadena de suministro y la fabricación pueden evolucionar gracias a la implementación de herramientas que forman parte del marco de la Industria 4.0. Estamos de acuerdo con los investigadores en que la digitalización y las soluciones modernas tienen un enorme potencial para convertirse en los agentes de cambio en la redefinición de la cadena de suministro. Al mismo tiempo, entendemos los cambios en el mercado global, considerando también los factores geopolíticos.
Zhao, Q. et al.	El impacto de la inversión en tecnología de impresión tridimensional en una cadena de suministro de fabricación con bajas emisiones de carbono, investigado a través del juego Stackelberg	2024	China	Este documento investiga estrategias de inversión en tecnología de impresión tridimensional que promueven el desarrollo de la cadena de suministro baja en carbono. Se construye un modelo teórico en el que el fabricante o minorista puede liderar una inversión en 3DPT. Los principales resultados son los siguientes: el fabricante siempre se beneficia de invertir en 3DPT y está dispuesto a liderar la inversión, mientras que el minorista también se beneficia, pero solo está dispuesto a liderar la inversión con un gran coeficiente de costo de inversión 3DPT.
Gaurav Prashar et al.	Additive manufacturing: expanding 3D printing horizon in industry 4.0.	2022	India	Este estudio analiza los diferentes sectores donde se usa la Manufactura aditiva y como está ganando terreno gracias a sus beneficios que ofrece, pero también cuenta con desafíos como la capacitación de personal, problemas tecnológicos. Se concluye que la implementación de la AM en diferentes sectores o industrias tiene ventajas significativas como la reducción de costos y tiempo, personalización de productos pero que aún le falta superar desafíos de capacitación y técnicos; se espera que con el avance de la investigación la AM supere sus desafíos y se vuelva más factible aplicarla.

Christian,K Kveller et al.	First experiences of a hospital-based 3D printing facility – an analytical observational study	2022	Dinamarca	Este estudio tiene como objetivo determinar el impacto y los beneficios de los instrumentos quirúrgicos, modelo anatómicos personalizados hechos con la impresión 3D, este estudio es enfoco en: Educación del paciente, planificación preoperatoria y trabajo interdisciplinario. En los resultados el personal clínico reporto que utilizar estas herramientas mejora los procedimientos operatorios y ayuda a la comprensión de sus diagnósticos por parte del paciente.
Tekalign L.W. et al.	Impacts of Adopting Additive Manufacturing Process on Supply Chain: Systematic Literature Review	2023	Rusia	El objetivo de esta revisión literaria es explorar los diferentes desafíos que presenta la cadena de suministro con los procesos de producción elaborados con la manufactura aditiva. Como resultado de este artículo señala la falta estudios en diversos países lo cual genera una investigación limitada. Asu vez se determinaron las mejores prácticas de la Manufactura Aditiva asociadas con la cadena de suministro relacionados con inventario, costos, energía, eficiencia, desechos y fabricación.
Abusaleh Nayeen, Nasim Hossain	Usage Of Additive Manufacturing In The Automotive Industry: A Review	2023	USA	Este estudio se centra en el análisis de los procesos de manufactura aditiva (impresión 3D) utilizada en la industria automotriz e identificar cuáles son sus beneficios y que desafíos aparecen al implementarse esta tecnología. Como resultados sobresalen las diferentes ventajas que tiene al usar la manufactura aditiva en esta industria, los resultados verifican el potencial de esta tecnología en la industria automotriz que va creciendo a gran escala.
Anirban C. et al.	Laser additive manufacturing of aluminum-based stochastic and nonstochastic cellular materials	2023	Australia	Este artículo es una revisión de la aplicación de la fabricación aditiva con aluminio para producir materiales o partes de celulares, se hace un gran hincapié en los métodos convencionales vs la fabricación aditiva con láser dándonos a entender la importancia de la fabricación aditiva en la producción de materiales celulares destacando sus ventajas como diseños más complejos y personalizaos que sobrepasan a los de los métodos convencionales.

Alorda B. et al.	Proyecto para la autofabricación de mascarillas con filtros bioactivos y tecnología de impresión 3D para la lucha contra la COVID en Baleares	2024	España	Esta investigación busca instaurar un nuevo proceso de producción de mascarillas faciales usando la impresión 3D que cuenten con capacidades viricidas, esto a consecuencia de la pandemia del 2020, cuando la dependencia de insumos externos de equipos de protección se vio vulnerada ante la insuficiencia de respuesta rápida. En conclusión, la implementación de la impresión 3D en la fabricación de mascarillas ayudaría a la disponibilidad inmediata de estos y así en el futuro se evitaría dependencias de insumos para su fabricación.
Marcillo K et al.	Impresión 3d como eje de desarrollo en la industria 4.0	2021	Cuba	Este Estudio Tiene como objetivos evaluar las diferencias entre la fabricación tradicional y la fabricación aditiva (impresión 3D), evaluar el nivel de aceptación de la impresión 3D dentro de los mercados internacionales y nacionales. Los principales resultados obtenidos son: la implementación de la impresión 3D en la fabricación genera un margen de utilidad del 13% a comparación de la fabricación tradicional, la impresión 3D ayuda a mejorar la competitividad empresarial al aumentar sus niveles de eficiencia.
H.Y Ma et al.	Advances in Additively Manufactured Titanium Alloys by Powder Bed Fusion and Directed Energy Deposition: Microstructure, Defects, and Mechanical Behavior	2023	China	Este artículo estudia los avances de la fabricación aditiva de aleaciones de titanio en las cuales se utiliza principalmente dos técnicas: fusión de polvo (PBF) y deposición de energía (DED). Estas técnicas cuentan con importantes ventajas, pero al mismo tiempo también con algunos desafíos. Este estudio proporciona una revisión de los avances que tiene las aleaciones de titanio en la fabricación aditiva dándonos a entender su importancia en los aspectos científicos y tecnológicos para la mejora de las piezas fabricadas.

Tabla 2. Artículos seleccionados para la revisión

3.1. Impresión 3D en la cadena de suministro

La impresión 3D, o fabricación aditiva, es una tecnología que permite crear objetos físicos a partir de modelos digitales o planos 3D, estos modelos son creados mediante software de diseño asistido por computadora.

Esta tecnología aporta varias ventajas significativas a las empresas, dentro de la cadena de suministro. Permite la fabricación de productos complejos sin suponer costos añadidos, a diferencia de la fabricación tradicional, evita el costo que genera la capacitación de los operadores necesarios en la fabricación tradicional y no precisa de ensamblaje, ya que, al crear objetos por capas, es capaz de crear productos completos, como una puerta y sus bisagras al mismo tiempo. Además, permite la elaboración bajo demanda, fabricación compacta y portátil in situ, reducción de residuos, que mejoran los indicadores planteados como la reducción de inventarios, de tiempos de entrega y, además, los desechos o residuos generados. También ofrece la personalización de los productos cuando el cliente requiere de componentes personalizados o a medida, modificando el modelo digital de acuerdo con las necesidades del cliente, por otro lado, la fabricación tradicional involucra la creación de un molde y demás objetos necesarios durante la fabricación para poder elaborar el producto requerido [22].

Sin embargo, la inversión inicial en equipos de impresión 3D y la disponibilidad de estos son una de las limitaciones más recurrentes en la actualidad. La resistencia y durabilidad de algunos materiales de impresión pueden restringir su uso en aplicaciones complejas. Esta tecnología también puede incurrir en problemas de derechos de autor, ya que con el hecho de una copia de algún diseño puede dar lugar a infracciones de patente o de propiedad intelectual. Finalmente, la velocidad de impresión y la cantidad limitada de piezas que se pueden imprimir a la vez pueden suponer un obstáculo para la producción en masa [6].

Cada resultado debe ir acompañado de una discusión, significado que los autores se deben preocupar por adicionar contenido científico a sus resultados, a través del análisis, interpretación y comparación. Al final de la discusión se deben incluir las generalizaciones del caso, así como la importancia de sus resultados y donde ellos pueden ser aplicados, sugiriendo nuevos trabajos futuros que se pueden realizar.

3.2. Aplicaciones de la impresión 3D en la cadena de suministro

La impresión 3D ha dado grandes resultados en diferentes sectores a los que ha sido aplicada, como en el sector de salud, automotriz, comercio electrónico e industria aeroespacial, la Figura 4 muestra los diferentes sectores de aplicación de los artículos revisados.

SECTORES DE APLICACIÓN DE IMPRESIÓN 3D

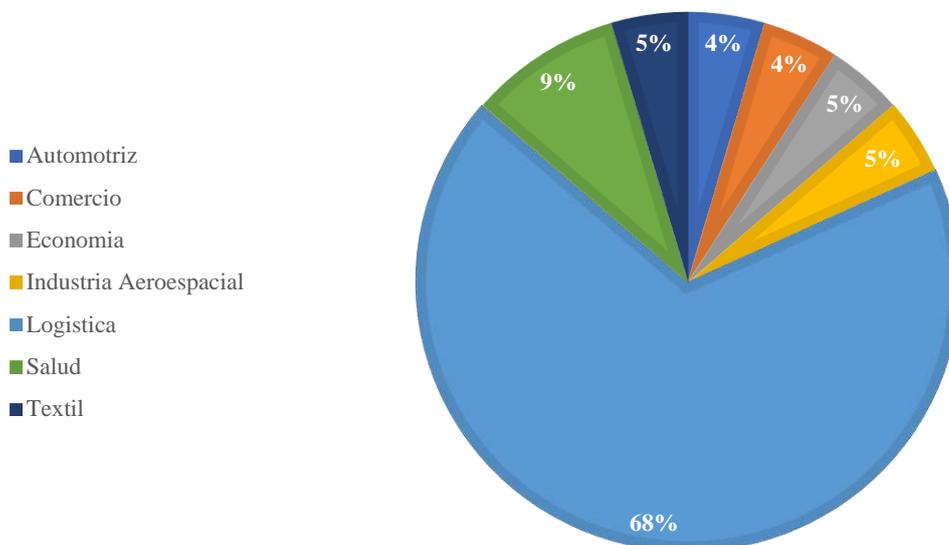


Figura 4. Sectores de aplicación de impresión 3D en los artículos seleccionados

En el sector logístico es donde la impresión 3D otorga mayores beneficios, solo requiere almacenar la materia prima necesaria para la impresión de los productos, esto supone una reducción en los costes de inventario y transporte, disminuye los tiempos de entrega y mejora la eficiencia productiva. Estos beneficios ofrecen una mayor eficiencia y flexibilidad en las empresas, al reducir costos operativos y mejorar el nivel de producción, así el negocio se encontraría a la altura de la competencia para adaptarse a las demandas del mercado.

Dentro del comercio ofrece la posibilidad de la personalización de productos, cada cliente puede pedir su producto con medidas o características que se adecuen a sus necesidades, facilita la fabricación de diseños complejos y aumentar la competitividad de las empresas. El sector automotriz.

La integración de la impresión 3D en el sector textil ha cambiado significativamente la forma en la que se creaban piezas con mucha complejidad y altamente personalizadas, ya que permite generar un diseño digital, generando una mayor eficiencia en la producción y reduciendo la cantidad de residuos. También, permite utilizar materiales biodegradables y la producción local, además de la producción de ropa técnica y de alto rendimiento.

Con la llegada de nuevas tecnologías para la industria automotriz es necesaria la implementación de ideas novedosas para aprovechar las capacidades actuales. Los ingenieros han considerado la creación y diseño de automóviles para la impresión 3D, que promueve prácticas sostenibles y de mejor rendimiento, minimizando los recursos modificados para su posterior reutilización.

En la industria aeroespacial se han logrado mejoras en aspectos como los costos y tiempos de producción, también en la optimización de diseños con estructuras complejas, y la mejora del rendimiento de componentes con el uso de materiales avanzados. Todas estas mejoras significativas se lograron gracias a las facilidades que brinda esta tecnología al momento de fabricar piezas, haciéndolas más ligeras y robustas, también cuando se hace el mantenimiento y reparaciones, ya que permite la producción in situ de repuestos, y ha sido clave en la innovación de componentes clave.

La aplicación de la impresión 3D en el campo de la Medicina tiene un impacto muy significativo especialmente en tres áreas principales: la educación del paciente al usar modelos 3D para informarlos sobre su condición, la cooperación interdisciplinaria y la planificación preoperatoria y ejecución perioperatoria. Todas estas ventajas significativas también presentan algunos desafíos al ser una tecnología muy actual como lo es el tiempo de espera y el costo adicional, pero la impresión 3D ofrece soluciones eficientes y eficaces como lo es la disminución de la dependencia de proveedores externos y facilitando el uso inmediato de su aplicación en situaciones agudas por lo que vale la pena implementarla en el sector salud.

4. Conclusiones

Según la evaluación llevada a cabo en esta investigación podemos concluir que, la impresión 3D o manufactura aditiva (AM) tiene un impacto positivo y significativo en la cadena de suministro. La AM ha mejorado su industria de fabricación, ya que con este sistema podemos diseñar piezas livianas y fuertes, con una buena flexibilidad, lo que nos ayuda a reducir costos y reducir significativamente los restos de material sobrante.

En resumen, la impresión 3D tiene un gran impacto en la gestión de inventarios y tiempos de espera dentro de la cadena de suministro, ya que permite crear diseños personalizados a medida, al mismo tiempo que reduce los costos de fabricación, producción y transporte, instalación de la maquinaria necesaria, ahorra tiempo y aumenta el ritmo del diseño del producto. También permite satisfacer los cambios en la demanda con la fabricación in situ, es decir, la fabricación de los productos en el mismo punto en el que se requieren al momento necesario, de esta forma, se puede cumplir con la demanda necesaria. Esta reducción de costes, tanto en producción como en almacenamiento, permite a la empresa poder ofrecer un precio más competitivo para el cliente. Con estos beneficios, se espera que muchas empresas opten por implementar la impresión 3D dentro de su cadena de suministro, con el fin de mejorar sus servicios.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Alogla, A. A., Baumers, M., Tuck, C., & Elmadih, W. (2021). The Impact of Additive Manufacturing on the Flexibility of a Manufacturing Supply Chain. *Applied Sciences*, 11(8), 3707. <https://doi.org/10.3390/app11083707>
- [2] Woldesilassiea, T. L., Lemu, H. G., & Gutema, E. M. (2024). Impacts of Adopting Additive Manufacturing Process on Supply Chain: Systematic Literature Review. *Logistics*, 8(1), 3. <https://doi.org/10.3390/logistics8010003>
- [3] Dodziuk, H. (2016). Applications of 3D printing in healthcare. *Kardiochirurgia I Torakochirurgia Polska*, 3, 283-293. <https://doi.org/10.5114/kitp.2016.62625>
- [4] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- [5] Zambrano, C., Giler, E., Velásquez, M., & Franco, Y. (2020). Beneficios y desafíos del uso de las TIC en la cadena de suministro. *Revista de Investigación En Tecnologías de La Información: RITI*, 8(15), 128–142. <https://doi.org/10.36825/RITI.08.15.012>
- [6] Cubillos, L. (2019). La tecnología de la impresión 3D y sus disrupciones en la cadena de suministro. *Loginn*, 3(2), 8. <https://doi.org/10.23850/25907441.2637>
- [7] Tinoco-Plasencia, C. J., Falcón-Tuesta, J. A., Mateo-Lopez, H., Quispe-Canales, G. R., Juarez-Trinidad, A. S., Quispe-Lozano, R. S., & Cruz-Gutierrez, A. S. (2024). Tecnologías disruptivas en el supply chain y la logística: una revisión sistemática. *Paideia XXI*, 14(1), 247–268. <https://doi.org/10.31381/paideiaxxi.v14i1.6492>
- [8] Ramírez, C. (2021). Evolución de la gestión de la cadena de suministro y la logística, desde una visión tecnológica y sostenible. *AAA Now!*, 8(1), 22-31. <https://doi.org/10.23850/reto.v8i1.2863>
- [9] Noorwali, A., Babai, MZ y Ducq, Y. (2022). Impactos de la fabricación aditiva en las cadenas de suministro: una investigación empírica. *Foro sobre la cadena de suministro: una revista internacional*, 24(2), 182–193. <https://doi.org/10.1080/16258312.2022.2142480>
- [10] Sun, H., Zheng, H., Sun, X. y Li, W. (2022). Decisiones de inversión personalizadas para la cadena de suministro de productos nuevos y remanufacturados basadas en tecnología de impresión 3D. *Sostenibilidad*, 14(5), 2502–2502. <https://doi.org/10.3390/su14052502>
- [11] Anne F. Anne L. y Ralf E. (2024). Modelos de negocio para proveedores de servicios logísticos en cadenas de suministro de fabricación aditiva industrial | Perspectiva

- esmeralda. (2022). La Revista Internacional de Gestión Logística, 35(2), 364–394. <https://doi.org/10.1108/IJLM-04-2022-0165>
- [12] Chen, Z. y Tang, Y. (2024). Optimización de la cadena de suministro de la impresión 3D en la era del comercio electrónico en vivo. PloS One, 19(5), e0303218–e0303218. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303218>
- [13] Brandtner, P., Zimmermann, R. y Allmendinger, J. (2023). Implicaciones de la impresión 3D en la distribución física en la logística y la gestión de la cadena de suministro. Apuntes de conferencias sobre redes y sistemas, 641–653. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3091-3_53
- [14] Bardia Naghshineh. (2024). Mapeo de los efectos mejorados de la adopción de tecnología de fabricación aditiva en la agilidad de la cadena de suministro. Revisión de la gestión trimestral. <https://doi.org/10.1007/s11301-023-00376-y>
- [15] Piotr Cyplik, Mateusz Zwolak (2022). Industry 4.0 and 3D print: a new heuristic approach for decoupling point in future supply chain management. Logforum 18 (2), 2. <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2022.73>
- [16] Gaurav Prashar, Hitesh Vasudev, & Dharam Bhuddhi. (2022). Additive manufacturing: expanding 3D printing horizon in industry 4.0. IJIDEM, 17(5), 2221–2235. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00956-4>
- [17] Kveller, C., Jakobsen, A. M., Larsen, N. H., Lindhardt, J. L., & Baad-Hansen, T. (2024). First experiences of a hospital-based 3D printing facility – an analytical observational study. BMC Health Services Research, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-023-10511-w>
- [18] Tekalign Lemma Woldesilassiea, Lemu, H. G., & Endalkachew Mosisa Gutema. (2024). Impacts of Adopting Additive Manufacturing Process on Supply Chain: Systematic Literature Review. Logistics, 8(1), 3–3. <https://doi.org/10.3390/logistics8010003>
- [19] Abusaleh Md Nayeem, & Mir Md Nasim Hossain (2023, December 7). USAGE OF ADDITIVE MANUFACTURING IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY: A REVIEW. ResearchGate; Centre for Research on Islamic Banking and Finance and Business. <http://dx.doi.org/10.46281/bjmsr.v8i1.2135>
- [20] Anirban Changdar, Shitanshu Shekhar Chakraborty, Li, Y., & Wen, C. (2024). Laser additive manufacturing of aluminum-based stochastic and nonstochastic cellular materials. Journal of Materials Science and Technology/Journal of Materials Science & Technology, 183, 89–119. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2023.09.045>
- [21] Bartomeu Alorda Ladaria, José Reyes Moreno, Yolanda González Cid, & Pilar, del. (2020). Proyecto para la autofabricación de mascarillas con filtros bioactivos y tecnología de impresión 3D para la lucha contra la COVID en Baleares. Medicina Balear, 35(4), 78–81. <https://doi.org/10.3306/MEDICINABALEAR.35.04.78>

- [22] Marcillo Parrales, K., Mero Lino, E., & Ortiz Hernández, M. (2021). Impresión 3d como eje de desarrollo en la industria 4.0. *Serie Científica De La Universidad De Las Ciencias Informáticas*, 14(4), 151-160. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/794>
- [23] Ma, H. Y., Wang, J. C., Qin, P., Liu, Y. J., Chen, L. Y., Wang, L. Q., & Zhang, L. C. (2024). Advances in additively manufactured titanium alloys by powder bed fusion and directed energy deposition: Microstructure, defects, and mechanical behavior. *Journal of Materials Science and Technology/Journal of Materials Science & Technology*, 183, 32–62. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2023.11.003>



GESTIÓN DE OPERACIONES INDUSTRIALES

Sitio Web: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND>

Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial



Universidad Nacional de Trujillo

Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Fecha de recepción: 06.05.2024 | Fecha de aceptación: 31.07.2024 | Fecha de publicación: 15.08.2024



Relación entre la Gestión de la Cadena de Suministro Verde y el Desempeño Organizacional de las Empresas Agroindustriales: Revisión Sistemática

Relationship Between Green Supply Chain Management and the Organizational Performance of Agribusiness Companies: Systematic Review

Campos Gamarra Alejandro Roman¹; Córdova Urbina Daily Ashley^{1*}; Gálvez Carrillo Kevin Eduardo¹; Huamanchumo Trujillo Francisco Gerardo¹; Ugaz Julián Edson Alexis¹

*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Autor de correspondencia: t1023300821@unitru.edu.pe

RESUMEN

El documento explora esa relación que tiene la gestión para su cadena de suministro verde (GCV) y el desempeño organizacional en empresas agroindustriales. Se hizo la revisión de manera sistemática en la literatura, utilizando el enfoque PRISMA, así se pudo calcular el impacto en su GCV viendo su competitividad, reputación, innovación tecnológica y desempeño financiero de estas empresas. Se identifican diversas estrategias de GCV, como la optimización de procesos, el uso de tecnologías sostenibles, la gestión de los que proveen de manera responsable, tratar de cumplir las normas empresariales y su innovación en productos, además de los embalajes. El estudio destaca que la GCV no solo reduce el impacto en el ambiente, sino que también genera ventajas que son económicas a largo plazo, mejora la imagen corporativa y fortalece el duelo en el mercado en el mundo cada vez más consciente en su sostenibilidad. Sin embargo, la implementación de la GCV presenta desafíos como la necesidad de inversiones iniciales, la coordinación con proveedores y estas capacitaciones del personal. Se recomienda que las corporaciones agroindustriales consideren cuidadosamente los beneficios, desafíos y recomendaciones derivadas de estudios y mejores prácticas para implementar la GCV de una manera útil.

Palabras Clave: *desempeño organizacional, empresas agroindustriales, sostenibilidad, competitividad.*

ABSTRACT

The document explores the relationship between green supply chain management (GCV) and organizational performance in agribusiness companies. A systematic review of the literature is carried out, using the PRISMA approach, to analyze the impact of GCV on the competitiveness, reputation, technological innovation and financial performance of these companies. Various GCV strategies are identified, such as process optimization, the use of sustainable technologies, responsible supplier management, regulatory compliance, and innovation in products and packaging. The study highlights that GCV not only reduces environmental impact, but also generates long-term economic benefits, improves corporate image and strengthens competitiveness in a global market increasingly aware of sustainability. However, the implementation of GCV presents challenges such as the need for initial investments, coordination with suppliers and staff training. It is recommended that agribusiness companies carefully consider the benefits, challenges and derivatives of studies and best practices to implement GCV effectively.

Keyword: *organizational performance, agribusiness companies, sustainability, competitiveness.*

1. Introducción

El vínculo en gestión para su CSV y los desempeños organizacionales en corporaciones agroindustriales es un tema de creciente interés tanto académicos y círculos empresariales, debido a la necesidad urgente de implementar prácticas que ayudan en todos los aspectos del desempeño organizacional. Con el cambio climático y la degradación ambiental como desafíos críticos, la adopción de vistas sustentables en todas las industrias, particularmente en la agroindustria, se vuelve cada vez más necesaria.

Esta literatura para su gestión de la cadena de suministro verde (GCSM, siglas realizadas en idioma del inglés) ha aumentado considerablemente, a medida que organizaciones e investigadores comprenden que la gestión de programas y actividades del medio trasciende en límites organizacionales [1]. Por lo general, la indagación del vínculo entre sus sugerencias del ambiente corporativo y su desempeño ha crecido en los últimos años. Los numerosos documentos que destacan esta relación y subrayan la necesidad de profundizar en la GCSM y este está estrechamente vinculada a los asuntos ambientales interorganizacionales, así como; la ecología industrial, analizar el ciclo de vida que tiene el producto, su responsable alargue del productor y su completa administración [2]. Además, la GCSM se integra en la literatura gradual sobre ética y la sostenibilidad que tiende a abarcar otras implicaciones en la sociedad y para lo económico [3]. La indagación quiere explorar más y más múltiples desafíos.

Sus prácticas ecológicas, cómo fue su optimización en su utilización del recurso y la minimización del desperdicio, han demostrado beneficios en términos de eficiencia y productividad en la fabricación. Por otro lado, se requiere un análisis más profundo de cómo adaptar y aplicar eficazmente lo aprendido en el tema de la agroindustria. En los últimos años, la tendencia a construir una cadena de suministro verde se ha vuelto cada vez más evidente.

Por otro lado, las corporaciones, enfrentándose a los altos precios del petróleo, están descubriendo la necesidad de ajustar sus procesos operativos y logísticos para reducir el uso de este recurso y, en consecuencia, los costos asociados. Este cambio hacia prácticas más sustentables y eficientes no solo tiene el potencial de disminuir el impacto ambiental, sino que también puede resultar en una mejora significativa del desempeño financiero de las empresas al optimizar el uso de recursos y reducir costos industriales [4].

En este sentido, se da a conocer la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo afecta la gestión de la cadena de suministro verde al desempeño organizacional de las empresas agroindustriales? Así los objetivos que abordaron en el análisis de la investigación sistemática: (i) Identificar la influencia de la Gestión de la cadena de suministro verde en la competitividad y reputación de las empresas agroindustriales, (ii) Examinar la promoción de la innovación y el Desarrollo tecnológico y (iii) Determinar el impacto en el desempeño financiero en las empresas.

2. Metodología

Esta investigación implementará el enfoque PRISMA que aporta un conjunto de pautas para realizar y presentar una revisión sistemática. En el enfoque, ampliamente reconocido y utilizado en el ámbito académico, consta de 27 elementos clave que guían el crecimiento de un título que identifique de manera de manera explícita el estudio como una revisión

sistemática, una introducción y explicación detallada de los principios subyacentes, tiene los objetivos y las preguntas en la investigación que se realizará [4].

En primer lugar, se desarrollará una investigación exhaustiva de la literatura científica disponible en diversos repositorios y plataformas digitales. En los criterios que se realizó la inclusión y exclusión serán rigurosamente definidos para garantizar la relevancia y calidad del estudio seleccionado. Estos criterios incluirán, pero no se limitarán a, la relevancia del contenido respecto en “GCSM y el desempeño organizacional en el sector agroindustrial”, la fecha de publicación, y la metodología empleada en los estudios.

La estrategia de esta investigación realizada incluirá palabras clave específicas y combinaciones de términos relacionados con el tema realizado, su desempeño organizacional y las corporaciones agroindustriales. Se utilizarán operadores booleanos para refinar y optimizar la búsqueda. Además, se emplearán algunas bases de datos que mayormente se conoce como es; Scopus, Web of Science, y Google Scholar, entre otras, para asegurar una cobertura amplia y exhaustiva de la literatura relevante.

Una vez recopilados los informes publicados, se procederá a un proceso de selección meticuloso que incluirá una revisión por pares y un análisis crítico de cada estudio. Este procedimiento asegurará que sólo los estudios más pertinentes y de alta calidad sean incluidos en su revisión sistemática. Los datos de los estudios seleccionados serán extraídos y compilados de manera estructurada, siguiendo las pautas establecidas por el enfoque PRISMA.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron analizados exhaustivamente para obtener pautas, novedades y obtener relaciones significativas sobre la GCSV y su desempeño organizacional de las empresas agroindustriales. La discusión de los hallazgos se centrará en interpretar los resultados de la literatura existente, demostrar las implicaciones de prácticas, teóricas y áreas para futuras investigaciones. Las conclusiones proporcionarán una síntesis de los principales alcances y la relevancia en el campo de estudio, contribuyendo así al avance del conocimiento en las GCV del sector agroindustrial.

2.1.Estrategia de búsqueda

Tuvo como inicio la investigación exhaustiva en las siguientes bases de datos académicas claves como lo es Scopus, Dialnet y Scielo para adjuntar distintos estudios relacionados que fueron publicados entre 2020 y 2024. Las consultas se diseñaron utilizando palabras clave relevantes que abordan la correlación en las gestiones para su CSV y su desempeño organizacional en el contexto de las empresas agroindustriales. Entre las palabras clave utilizadas se incluyen "cadena de suministro verde", "desempeño organizacional", "industria agroalimentaria", y "logística sostenible". Las estrategias de búsqueda se configuraron con operadores booleanos "Y" y "O" para maximizar la exhaustividad de los resultados. Los detalles específicos de cada consulta realizada en cada base de datos se detallan y sus especificaciones que están en la Tabla 1.

Base de datos	Consultas de las búsquedas de los documentos
Scopus	"green supply chain" and industry and performance and organization
Dialnet	cadena de suministro and agroindustria
Scielo	((cadena de suministro) or (logística)) AND industria

Tabla 1. Consultas que fueron buscadas en selección de cada base de datos.

2.2. Criterios de elegibilidad

Las investigaciones realizadas serán tomados en cuenta para la supervisión si cumplen con las próximas pautas: (I) La publicación debe haber sido realizada en español o inglés (II) Los documentos deben ser accesibles a cualquier lector, ya sea mediante acceso gratuito o institucional mostrando el contenido solicitado (III) Verificar en estudios mostrados más recientemente sean de los últimos 5 años para una mejora en la precisión de la búsqueda (IV) Pertenecen a la categoría: Artículos de revistas (V) Están relacionados para el tema, los objetivos y conceptos relacionados de este estudio son: Cadena de suministro verde, Desempeño de la corporación, Agronegocios, Logística Sostenible (VI) Debe producir datos medibles, evaluaciones o análisis válidos y recomendaciones de la información.

Respecto a los criterios de exclusión: (1) No se incluirán archivos que no pertenezcan a la base de datos anterior (2) Se descartaron trabajos de investigación que no cumplan con el interés de revisión.

3. Resultados y discusión

Inicialmente, se identificaron 130 trabajos de investigación relevantes para el estudio. Tras realizar una exhaustiva revisión, se eliminaron 32 artículos duplicados, dejando un total de 99 artículos únicos.

Base de datos	Cantidad de trabajos de investigación hallados
Scopus	57
Dialnet	37
Scielo	36
Total	130

Tabla 2. Cantidad de trabajos de investigación hallados de acuerdo a su base de datos.

Posteriormente, colocaron criterios en la exclusión basados para su análisis del título y resumen de cada artículo, lo cual redujo la cantidad a 44 artículos potencialmente pertinentes. Luego de una evaluación más detallada y la aplicación de criterios adicionales, se seleccionaron cuidadosamente 20 artículos que cumplieran con los estándares requeridos para el estudio.

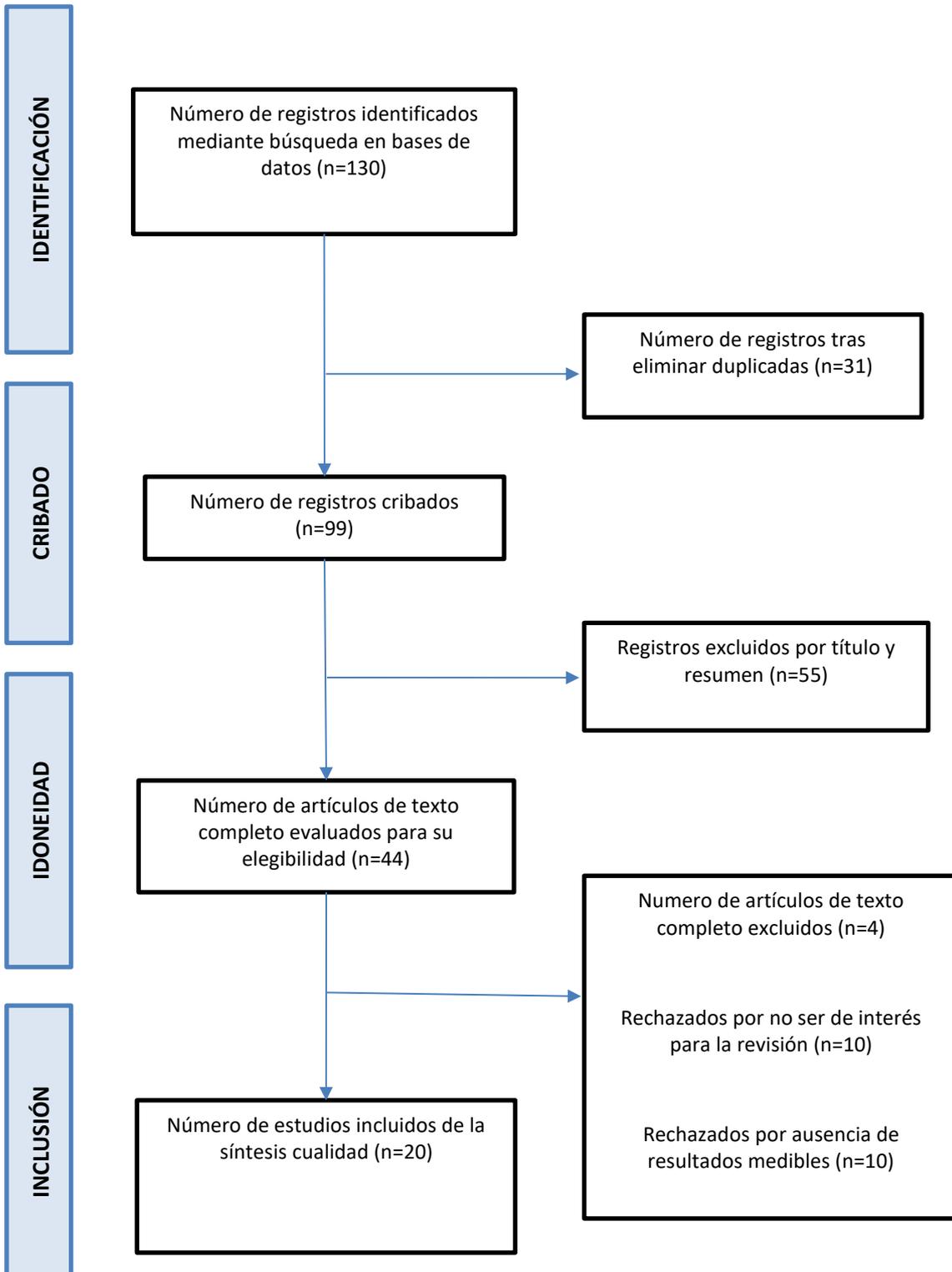


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

	empresas manufactureras. Los hallazgos indican que las prácticas de GCV tienen una influencia de varias maneras positivas y muy significativas para su realización de lo ambiental y lo social de las organizaciones, aunque no tienen el mismo efecto en el desempeño económico. Se identifican relaciones positivas entre sus realizaciones de la GCV y las dimensiones que son ambientales y las sociales en su sostenibilidad, mientras que no se observa una relación significativa entre sus realizaciones de GCV y el desempeño económico.
(Thanh Tiep Le et al., 2024) [15]	Este artículo investiga el papel de la digitalización en la conducción del desempeño corporativo sostenible (DCS) a través de la innovación verde (IV) y sus gestiones en la cadena de suministro verde (GCV). Se utiliza un formulario de ecuaciones estructurales para verificar datos de 200 empresas manufactureras en el país de China. Los resultados revelan que la digitalización obtiene un impacto tanto positivo como significativo para el DCS a través de la mediación de la IV y la GCV. La digitalización facilita la implementación de prácticas de IV y GCV, lo que a su vez conduce a un mejor DCS.
(Mongkhon Yupat & Nuttawut Rojniruttikul, 2024) [16]	Este artículo analiza las influencias de la presión y las gestiones de su cadena de suministro verde (GCV) y en la realización para la fabricación manufacturera verde en Tailandia. Se utiliza un enfoque de modelado de ecuaciones de estructura para el análisis de datos de 320 empresas manufactureras verdes. Los resultados revelan que la presión institucional y la del consumidor, conlleva a un golpe positivo en la GCV, lo que a su vez conduce a un mejor desempeño sostenible.
(Hurtado et al., 2022) [17]	El estudio fue además realmente administrativo de la producción para los chocolates en el país de Ecuador es el enfoque principal de este artículo. Con ayuda de la revisión detallada de la invención y entrevistas con expertos en la industria chocolatera del país, se examinan las etapas cruciales en esta cadena de suministro para el chocolate, comenzando con el cultivo del cacao y culminando en la producción y distribución del producto final. Además, se abordan desafíos y en oportunidades que se desafían las empresas ecuatorianas de chocolate en cada fase de esta cadena de suministro.
(Antonio & Enrique, 2022) [18]	Este artículo examina los efectos de las habilidades laborales y la holgura en la demora de los proyectos que realizan las organizaciones de movilidad y su logística para la industria del petróleo realizado en Bolivia. Se utilizaron métodos de investigación cualitativos, incluidas entrevistas a gerentes, supervisores y empleados de empresas de movilidad y logística. Los resultados muestran que las malas habilidades laborales y los efectos de relajación harán una contribución significativa al retraso del proyecto. El efecto de relajación se refiere a la reducción de la tendencia para los empleados sin consecuencias negativas.
(Enrique et al., 2023) [19]	Este artículo analiza las cadenas agrarias en el suministro hacia la producción en muebles, construidos con madera en Misantla, Veracruz. Se utiliza un enfoque de investigación cualitativa que incluye entrevistas a productores, carpinteros, comerciantes y consumidores. El estudio identifica los principales actores, flujos de materiales e información, y desafíos que afronta su cadena de suministro rurales de muebles de madera. Los desafíos incluyen su desaparecido acceso al financiamiento, tecnología y capacitación, así como la fragmentación de la cadena de suministro.
(Yamilhet Andrade Arango et al., 2021) [20]	Este artículo analiza las certificaciones e incentivaciones para toda sostenibilidad en su sector que sería el cafetero del departamento situado en Caldas, Colombia. Se utiliza un enfoque de investigación cualitativa que incluye entrevistas a productores de café, representantes de organizaciones certificadoras y funcionarios gubernamentales. El estudio encuentra que las

	certificaciones e iniciativas de sostenibilidad tienen un impacto positivo en la obtención de experiencias agrícolas sostenibles por parte de los productores de café. Los estudios agrícolas sostenibles incluyen un uso bien aprovechado del recurso comentando el agua y de su energía, su gestión sostenible para el uso del suelo y su buena protección para la biodiversidad.
(Lisette Guillen Peña et al., 2023) [21]	Este artículo presenta planes para la cadena en su logística empresarial con su baja del banano prohibiendo la corporación Tierra Fértil realizado en el Pasaje en Ecuador. El estudio identifica las principales causas del rechazo del banano, que incluyen daños físicos, enfermedades y maduración inadecuada. Se proponen estrategias para reducir el rechazo del banano, como el aumento de las prácticas de precosecha y cosecha, la realización de mejores prácticas de manejo poscosecha y la optimización del transporte y la logística.
(Parra et al., 2023) [22]	Este artículo identifica los puntos que están vinculados en su competencia por su cadena de suministro en la ciudad de la malanga en Veracruz, México. Se utiliza un enfoque de investigación cualitativa que incluye entrevistas a productores, comercializadores y consumidores de malanga. El estudio encuentra que los principales factores que influyen en su competitividad en su cadena de suministro son su eficiencia, su eficacia y la calidad. La eficiencia adapta una capacidad mencionando la cadena de suministro en producir y distribuir malanga al menor costo posible. La palabra "eficacia" menciona la capacidad en su cadena de suministro para así poder llegar a satisfacer sus necesidades en los consumidores. La calidad se tiende a referir a sus propiedades que tienen los productos al lograr cumplir las expectativas que tienen los clientes.
(López et al., 2021) [23]	Este artículo analiza las gestiones para su logística en la manufactura del área salinera ubicada en la Guajira, Colombia. Se utiliza un enfoque de investigación cualitativa que incluye entrevistas a productores de sal, transportistas y representantes del gobierno. El estudio identifica los principales desafíos y oportunidades de su gestión logística para la industria en el sector salinera. Los desafíos incluyen la falta de infraestructura adecuada, la alta incidencia de robos y la ineficiencia en la cadena de aprovisionamiento. Las oportunidades incluyen la implementación de nuevas tecnologías, la mejora de la seguridad y la formalización para su cadena de suministro.
(Patricia et al., 2023) [24]	Este artículo propone una estrategia verde para la implementación en las organizaciones agroexportadoras residentes en la región de Lambayeque-Perú. Su logística en áreas verdes se define como la gestión para su cadena de suministro en su gran enfoque de su minimización del impacto ambiental. El estudio identifica los beneficios de implementar una logística verde, como la bajar los costos, tener mejoras en su imagen corporativa y el cumplimiento de las regulaciones ambientales. Se proponen estrategias específicas para implementar una logística verde en las empresas agro-exportadoras de Lambayeque.
(Diego et al., 2021) [25]	Este artículo analiza las ventajas para la exportación de la piña (Ananas comosus) para los mercados franceses. El estudio identifica las principales tendencias del mercado francés de piña, los requisitos de calidad y seguridad alimentaria, y los canales de distribución. Se presentan estrategias para ingresar al mercado francés y aumentar las exportaciones de piña peruana.
(Lizbeth Yunga Armijos et al., 2023) [26]	Este artículo presenta un estudio de caso que está planificado en un Sistema de Gestión para su Calidad (SGC) para las exportaciones del banano por parte del grupo de cultivadores del 3 de Julio del Ecuador. El estudio describe los pasos de realización de un sistema para la gestión con calidad, desde la definición de requisitos hasta las auditorías internas. Se presentan los beneficios

	de la implementación del SGC, como la mejora de la condición del producto, el agrado del cliente y acceso a nuevos mercados.
(Inés et al., 2023) [27]	Este artículo identifica los desafíos de la gestión del emprendimiento en las organizaciones en la agroindustria de alimentos en la localidad de Boyacá, país en Colombia. Utiliza un enfoque de investigación cualitativa que incluye entrevistas a gerentes y directivos de empresas agroindustriales. El estudio encuentra que los principales retos son la escasez de medios financieros y sobre todo humanos, la cultura organizacional poco propicia para la innovación y la dificultad para acceder a nuevas tecnologías.
(Ramos, 2024) [28]	Este artículo analiza la implementación de chatbots para superar la tranquilidad de los clientes en la logística para las principales organizaciones de los países de Colombia, Perú y por último de Ecuador. Se utiliza un enfoque de investigación cualitativa que incluye entrevistas a clientes y representantes de empresas. El estudio encuentra que los chatbots serán una herramienta eficaz para mejorar la satisfacción del cliente, pero es importante implementarlos y utilizarlos de manera adecuada.
(Briseño-García et al., 2024) [29]	Este artículo informa de una revisión sobre la literatura para obtener la sostenibilidad en el pensamiento gerencial. El estudio analiza las contribuciones pasadas, los desafíos presentes y las direcciones futuras del desarrollo sostenible en las empresas. Se identifica la necesidad de una visión holística integrada en el desarrollo sostenible para considerar las dimensiones económica, comunitaria y del entorno.
(María Mercedes Prado & Vanel, 2020) [30]	Este artículo analiza la inserción de la rosa ecuatoriana para su comercio agrícola en el mundo. El estudio describe las características del sector floricultor ecuatoriano, los principales mercados de destino de la rosa ecuatoriana y las estrategias que tienen las empresas de Ecuador en su competencia con el mercado internacional.
(Belén Espinosa Zambrano & Nicolás, 2021) [31]	Este artículo verifica el impacto en los Sistemas de Gestión para su Calidad (SGC) y su CSV de las corporaciones agro-exportadoras en la fruta llamada pitahaya para el país del Ecuador. Se utiliza un enfoque de investigación cuantitativa que incluye encuestas a empresas agroexportadoras de pitahaya. El estudio encuentra que los SGC tienen una influencia positiva sobre la eficiencia, eficacia y excelencia en su cadena de suministro administrando la gestión en la pitahaya.

Tabla 3. Lista que se incluyeron para su verificación sistemática por los criterios

Autores	Título	Año	País(es)
Ahmad, A., Ikram, A., Muhammad Farooq Rehan, & Ahmad, A. [12]	Going green: Impact of green supply chain management practices on sustainability performance	2022	Pakistán
Azadi, E., Zohreh Moghaddas, Reza Farzipoor Saen, Abbas Mardani, & Azadi, M. [13]	Green supply chains and performance evaluation: A multiplier network analytics model with common set of weights	2023	Reino Unido, Omán, Irán, EE. UU
Sarwar, A., Zafar, A., Hamza, M. A., & Qadir, A. [14]	The effect of green supply chain practices on firm sustainability performance: Evidence from Pakistan	2021	Pakistán
Thanh Tiep Le, Phan, Q., Bao, N., Vu, L., & Pereira, V.. [15]	Digitalisation driving sustainable corporate performance: The mediation of green innovation and green supply chain management	2024	Vietnam, Francia
Mongkhol Yupat & Nuttawut Rojniruttik [16]	Influences of Pressure and Green Supply Chain Management on Sustainable Performance of Green Manufacturing Industry in Thailand	2024	Tailandia
Hurtado, E., Yadaicela, L., & Vinicio, N. [17]	Análisis operativo y administrativo de la fabricación de chocolate en Ecuador	2022	Ecuador
Antonio, O., & Enrique, F. [18]	Competencias laborales y el efecto relajación: impacto en los retrasos de proyectos en empresas de transporte y logística en la industria petrolera de Bolivia	2022	Colombia
Enrique, L., Gregorio Fernández Lambert, Yesica Mayett Moreno, Teodoro Alarcón Ruiz, & Amalia, N. [19]	Cadenas rurales de suministro para la producción de muebles de madera en Misantla, Veracruz	2023	México
Yamilhet Andrade Arango, Edison Castro Escobar, & Ramírez, E. [20]	Certificaciones e iniciativas de sostenibilidad en el sector cafetero: un análisis desde la auditoría ambiental en el departamento de Caldas, Colombia	2021	Ecuador

Lisette Guillen Peña, David Espinoza Buele, & Felipe, E. [21]	Estrategias en la cadena logística empresarial para la disminución del banano rechazado de la Asociación Tierra Fértil de Pasaje en el 2022.	2023	Colombia
Parra, E., Arturo Pérez Vázquez, Ezequiel Arvizu Barrón, Jonás Velasco Álvarez, & Alberto Asiain Hoyos. [22]	Factores vinculados a la competitividad de la cadena de suministro de la malanga en Veracruz, México.	2023	México
López, D. D., Melo, G. M., & Mendoza, D. L. [23]	Gestión logística en la industria salinera del departamento de La Guajira, Colombia	2021	Colombia
Patricia, P., Leunela Hurtado Huanca, Alfredo, P., & Francisco-Eduardo Cúneo Fernández. [24]	Logística verde como estrategia para las empresas agroexportadoras de la región Lambayeque-Perú	2023	Perú
Diego, J., Yelitza, D., & Carolina, A. [25]	Oportunidades de exportación de piña (Ananas comosus) en el mercado francés	2021	Colombia
Lizbeth Yunga Armijos, Asley Toro Vivanco, & Marcela Capa Tejedor. [26]	Planificación de un Sistema de Gestión de Calidad para exportación de banano: Caso Asociación de Agricultores 3 de Julio	2023	Perú
Inés, L., Fernando Corbelle Cacabelos, & Tatiana, L. [27]	Retos en gestión de la innovación en empresas de la agroindustria alimentaria en Boyacá, Colombia	2023	Colombia
Ramos, P. [28]	Satisfacción del cliente en la logística: un análisis de chatbots en las empresas líderes de Colombia, Perú y Ecuador	2024	Ecuador
Briseño-García, A., Ana Luz Zorrilla-delCastillo, & Cristabell Azuela-Flores. [29]	Sustainable Development in Management Thinking: Past Contributions, Present Challenges and Future Directions	2024	México
María Mercedes Prado, & Vanel, G. [30]	Una Inserción Particular en el Comercio Agrícola Mundial: El Caso de la Rosa Ecuatoriana	2020	Ecuador

Belén Zambrano, & Nicolás, S. [31]	Espinosa agroexportadoras de Ecuador	Análisis de la influencia de los SGC en la cadena de suministro de empresas de pitahaya en 2021	Ecuador
--	--	---	---------

Tabla 4. Lista a detalle de los artículos vistos

3.1. Estrategias de Cadena de Suministros Verdes y desempeño organización de empresas agroindustriales

En el contexto de las empresas agroindustriales, las estrategias de Cadena de Suministros Verdes juegan un papel crucial no solo en la optimización operativa, sino también en promocionar su sostenibilidad ambiental y el cumplimiento de responsabilidades sociales corporativas. Estas estrategias están diseñadas para integrar prácticas y tecnologías que reduzcan el impacto ambiental de las operaciones, mejorando a la vez el desempeño organizacional.

Las compañías agroindustriales implementan tecnologías y procesos eficientes que minimizan el consumo de recursos naturales y energía. Esto incluye el uso de recursos y la optimización de los ciclos de producción para reducir residuos. Se adoptan tecnologías avanzadas, como la agricultura de precisión, que utiliza datos y sensores para mejorar la productividad agrícola, reduciendo el uso de agroquímicos y agua. Además, se implementan sistemas de gestión de residuos y reciclaje para minimizar la huella ambiental.

Se establecen relaciones con proveedores comprometidos con prácticas responsables. Esto no solo asegura la calidad de los insumos, sino que también refuerza la imagen de la empresa como un actor responsable en su cadena de suministro. Las empresas se adhieren a regulaciones ambientales rigurosas y obtienen certificaciones que validan sus prácticas sostenibles. Esto no solo mejora la reputación corporativa, sino que también abre oportunidades de mercado al satisfacer las demandas de consumidores y socios comerciales preocupados por la sostenibilidad.

Se desarrollan productos y embalajes que minimizan el impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida, utilizando materiales biodegradables o reciclables y diseñando productos que requieren menos recursos para su fabricación y distribución. Estas estrategias no solo están orientadas a mejorar la eficiencia operativa y reducir costos a largo plazo, sino que también posicionan a las empresas agroindustriales como líderes en responsabilidad ambiental. Este liderazgo es cada vez más valorado por consumidores y partes interesadas en un mercado global consciente del impacto ambiental. A continuación, las estrategias implementadas en las cadenas de suministros verdes según los artículos escogidos:

Nombre	Concepto Generales
Logística Verde	<p>Logística Verde tiende a la realización de prácticas y planes sostenibles con el manejo de su desempeño y CS. En este enfoque encontramos minimizar su impacto ambiental de sus operaciones realizadas logísticamente, a partir de las materias primas terminando la entrega que termina al consumidor. Involucra la mejora en rutas de transporte para reducir el CO2 que salen del carbono, el uso eficiente de recursos como el embalaje y el acumular, y la adopción de tecnologías verdes como vehículos eléctricos y sistemas de energía renovable.</p> <p>La Logística Verde no solo busca cumplir con normativas ambientales, sino también generar eficiencias que puedan traducirse en ahorros económicos para su largo plazo. Todo lo mencionado incluye su disminución en costos asociados con el transporte y el guardado mediante prácticas como el embalaje biodegradable, la reutilización de materiales y la gestión eficiente de inventarios para minimizar desperdicios.</p> <p>En un contexto empresarial, implementar esta Logística Verde puede mejorar la representación de las empresas, mejorar la satisfacción del cliente al alinear los valores ambientales con las expectativas del consumidor, y fortalecer las relaciones con proveedores comprometidos con la sostenibilidad. Además, contribuye al desarrollo de cadenas de suministro resilientes ante desafíos ambientales y regulatorios futuros.</p>
CS ecológicas y evaluación de rendimiento	<p>Las cadenas de suministro ecológicas y la evaluación de rendimiento tienen un papel especial en su panorama para el día a día de las organizaciones, donde la sostenibilidad y la eficiencia operativa son imperativos crecientes. Estos enfoques permiten a las empresas mejorar su desempeño integrando consideraciones ambientales profundas. Esto implica identificar y demostrar impactos malos en el medio a lo largo que tiene su cadena de suministro, así obteniendo las materias de primer grado o segundo hasta que llegue al cliente.</p> <p>La evaluación de rendimiento en este contexto no solo se centra en indicadores tradicionales como costos y tiempos de entrega, sino también en métricas ambientales como la huella que bota el carbono y su consumo en los recursos naturales. Esta integración mejora las organizaciones para identificar cuellos de botella y oportunidades que puede aportar a su mejora tanto en la asignación de recursos como en la proyección estratégica de producción y recursos humanos.</p> <p>Al adoptar operaciones para la cadena de suministro ecológicas y obtener su expectativa de manera integral, las empresas no solo cumplen con exigencias regulatorias y expectativas de los consumidores respecto a la sostenibilidad, sino que también fortalecen su posición competitiva a largo plazo al gestionar de manera eficaz sus impactos ambientales y operativos.</p>
Tecnología digital	<p>Tecnología digital se refiere al conjunto de herramientas, sistemas y dispositivos basados en tecnología electrónica que utilizan señales digitales para representar y procesar datos. Este término abarca una gran gama de tecnologías que han mejorado la manera en que interactuamos con el planeta y entre nosotros.</p> <p>En el contexto moderno, la tecnología digital comprende desde computadoras personales, teléfonos inteligentes y tabletas hasta redes de comunicación, sistemas en el almacenamiento de los datos en nube y software de gestión empresarial. La clave de la tecnología digital radica en su capacidad para codificar, transmitir y manipular datos de manera eficiente y precisa mediante el uso de dígitos binarios (1 y 0), lo que permite una mayor velocidad, precisión y flexibilidad en comparación con los métodos analógicos tradicionales.</p>

	<p>Esta evolución tecnológica ha podido plasmar prácticamente muchos aspectos para la vida moderna, transformando industrias, servicios públicos, educación, salud, entretenimiento y más. La digitalización ha facilitado la automatización de procesos, la mejora en sus decisiones a través de datos, y la generación de varias oportunidades en el negocio y colaboración a escala global.</p>
Certificación e iniciativas de sostenibilidad	<p>La certificación y las iniciativas de sostenibilidad se refieren a los procesos y programas que las organizaciones implementan para mostrar su compromiso en las prácticas ambientalmente responsables y socialmente beneficiosas. Estas acciones buscan asegurar que las operaciones de una empresa causan sus golpes negativos en el medio y contribuyen en aumentar el bienestar social y económico en comunidades donde operan.</p> <p>Las certificaciones en sostenibilidad pueden incluir estándares reconocidos mundialmente, como el ISO 14001 para las gestiones ambientales o ISO 26000 para responsabilidad de la sociedad corporativa. Estas certificaciones ayudan a las empresas a gestionar y mejorar sus desempeños ambientales y sociales de manera estructurada y verificable.</p> <p>Por otro lado, las iniciativas de sostenibilidad abarcan una variedad de acciones voluntarias que las organizaciones toman para reducir su huella ecológica y promover prácticas comerciales éticas. Esto puede incluir desde programas de disminución en emisiones de carbono hasta políticas de cadena de suministro responsable y prácticas laborales justas.</p>
Planificación para el Sistema de la Gestión de Calidad	<p>La proyección de su Sistema de Gestión de Calidad (SGC) es un proceso fundamental para las organizaciones que tienden asegurar la continuidad y mejora progresiva en sus productos o servicios. Este sistema se estructura en torno a reglamento y normas internacionales como, por ejemplo; ISO 9001, que establecen requisitos para la implementación efectiva de prácticas para gestionar de la mejor manera. En términos generales, la planificación del SGC involucra la definición de políticas y objetivos adecuados en alineamiento con la estrategia organizacional, las realidades de los procesos clave y su asignación de recursos adecuados para su ejecución.</p> <p>La elaboración de un SGC implica un análisis exhaustivo en lo que necesita y sus críticas de los clientes, también la identificación de los procesos internos que impactan directamente en la calidad del producto final. Además, se establecen métodos para monitorear y calcular la función del sistema, mediante indicadores clave de rendimiento (KPIs) que tienen a evaluar el cumplimiento en los objetivos establecidos. Este enfoque sistemático no solo facilita la detección temprana de problemas potenciales, sino que también fomenta una cultura organizacional que ayudará a su mejora progresiva y su satisfacción para los clientes, elementos críticos para su competitividad en el futuro y sostenibilidad de su organización en el mercado globalizado actual.</p>
Análisis de chatbots	<p>El análisis de chatbots constituye un proceso crítico en la evaluación y mejora continua de estas herramientas de inteligencia artificial diseñadas para interactuar con usuarios de manera conversacional. Este proceso implica la evaluación de múltiples dimensiones, desde la efectividad en el entendimiento del lenguaje natural hasta la habilidad de ofrecer soluciones precisas y teóricamente relevantes. Los análisis suelen centrarse en la precisión y coherencia de las respuestas, la velocidad de respuesta, la capacidad para manejar variaciones en las preguntas y la experiencia del usuario final.</p> <p>Además de evaluar la funcionalidad técnica, el análisis de chatbots también incluye aspectos cualitativos como la experiencia del usuario, la percepción de la marca a través de la interacción y la adaptabilidad del chatbot a diferentes</p>

escenarios y usuarios. Esto puede implicar pruebas exhaustivas de usabilidad, encuestas de satisfacción del usuario y análisis de datos para encontrar los patrones de uso y zonas de mejora. En resumen, el análisis de chatbots no solo busca optimizar la eficiencia técnica, sino también garantizar una pericia fluida y satisfactoria para los usuarios finales en diversos contextos de interacción digital.

Tabla 5. Lista de trabajos investigativos que se incluyeron en la revisión sistemática según los criterios

Para poder gestionar la cadena de suministro verde (GCV) emerge así en las habilidades cruciales para demostrar el desarrollo sostenible y mejorar la competencia que tienen las empresas agroindustriales. Este enfoque no solo busca mejorar los procedimientos en la CS y disminuir el golpe ambiental, sino que también conlleva una serie de beneficios tangibles. Entre estos beneficios se incluyen la disminución de costos operativos en el largo plazo mediante prácticas eficientes de uso de recursos, la mejora de la reputación corporativa al alinearse con prácticas sostenibles, y la mitigación de riesgos asociados en las reglas ambientales sean más estrictas.

Entonces, su implementación efectiva de GCV enfrenta desafíos significativos. Entre ellos se destacan la necesidad de inversiones iniciales para adoptar tecnologías y prácticas sostenibles, la coordinación con proveedores y los socios que están en camino de la cadena de suministro, y la capacitación del personal para asegurar una ejecución adecuada de las prácticas verdes. Es esencial que las empresas agroindustriales consideren estos desafíos al diseñar estrategias de GCV, integrando cuidadosamente los beneficios, desafíos y recomendaciones derivadas de estudios y mejores prácticas.

3.1.1. Software utilizado para la información de los artículos

Zotero y VOSviewer son herramientas gratuitas y de código abierto que facilitan la gestión y análisis de datos bibliográficos. Zotero, en su versión 6.0.26, está diseñada para la organización, recopilación, citación y compartición de referencias, y es compatible con diversas plataformas. Permite extraer automáticamente información como autores, citas, países, años y resúmenes de fuentes, así como guardar enlaces de las páginas web consultadas, lo que la convierte en un recurso esencial para quienes manejan grandes volúmenes de información. Por otro lado, VOSviewer se especializa en la creación y visualización de mapas bibliométricos, siendo particularmente útil para investigadores y académicos. Esta herramienta facilita el análisis gráfico de relaciones entre publicaciones, autores y términos, y ayuda a identificar patrones y tendencias en datos extensos, mejorando así la comprensión y el análisis de la información bibliográfica.

Objetivos	Artículos
<p>Identificar la influencia de gestión en la cadena de suministro verde en la competitividad y reputación de las empresas agroindustriales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Green supply chains and performance evaluation: A multiplier network analytics model with common set of weights - Digitalization driving sustainable corporate performance: The mediation of green innovation and green supply chain management - Competencias laborales y el efecto relajación: impacto en los retrasos de proyectos en empresas de transporte y logística en la industria petrolera de Bolivia - Factores vinculados a la competitividad de la cadena de suministro de la malanga en Veracruz, México. - Gestión logística en la industria salinera del departamento de La Guajira, Colombia - Logística verde como estrategia para las empresas agroexportadoras de la región Lambayeque-Perú - Retos en gestión de la innovación en empresas de la agroindustria alimentaria en Boyacá, Colombia - Sustainable Development in Management Thinking: Past Contributions, Present Challenges and Future Directions
<p>Examinar la promoción e innovación en el Desarrollo Tecnológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Going green: Impact of green supply chain management practices on sustainability performance - The effect of green supply chain practices on firm sustainability performance: Evidence from Pakistan - Cadenas rurales de suministro para la producción de muebles de madera en Misantla, Veracruz - Estrategias en la cadena logística empresarial para la disminución del banano rechazado de la Asociación Tierra Fértil de Pasaje en el 2022. - Oportunidades de exportación de piña (Ananas comosus) en el mercado francés - Planificación de un Sistema de Gestión de Calidad para exportación de banano: Caso Asociación de Agricultores 3 de Julio - Satisfacción del cliente en la logística: un análisis de chatbots en las empresas líderes de Colombia, Perú y Ecuador - Análisis de la influencia de los SGC en la cadena de suministro de empresas agroexportadoras de pitahaya en Ecuador
<p>Determinar el impacto en el desempeño financiero en las empresas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Influences of Pressure and Green Supply Chain Management on Sustainable Performance of Green Manufacturing Industry in Thailand - Análisis operativo y administrativo de la fabricación de chocolate en Ecuador - Certificaciones e iniciativas de sostenibilidad en el sector cafetero: un análisis desde la auditoría ambiental en el departamento de Caldas, Colombia - Una Inserción Particular en el Comercio Agrícola Mundial: El Caso de la Rosa Ecuatoriana

Tabla 6. Relación Objetivo – Artículo

4. Discusión

La gestión en la cadena de suministro verde representa un enfoque de táctica crucial para las empresas agroindustriales, orientado a mejorar tanto su eficiencia operativa como el gran impacto del ambiente y social. En los últimos años, esta práctica ha cobrado una relevancia significativa a nivel mundial, impulsada por la creciente adopción de tecnologías eco-amigables y el aumento de demanda en la parte de los que consumen y las regulaciones gubernamentales.

Este enfoque no solo busca realizar los objetivos corporativos y las metas establecidas, sino que también busca optimizar el avance económico y social que tienen las empresas. Integrando criterios ambientales en el transcurso para su cadena de suministro, empezando de elegir buenos proveedores hasta la llegada final de los productos, las organizaciones van a disminuir la mancha ambiental, para que el recurso tenga una mejor eficiencia y fortalecer su responsabilidad social corporativa.

Al adoptar pruebas para la cadena de suministro verde, en sus organizaciones a cada rato no sólo mejoran su estabilidad corporativa y sostenibilidad a largo plazo, sino que también aumentan su capacidad para innovar y atender proactivamente a las posibilidades del consumidor y las normativas ambientales. Este enfoque no solo es una tendencia emergente, sino también una estrategia vital en organizaciones que intentan asegurar una mejora competitiva del mercado global cada vez más enfocado en la sostenibilidad y su sociedad responsable.

4.1. Evaluación detallada del artículo en revisión

Esta evaluación del artículo de revisión titulado "Relación entre la GCSV y su Desempeño en lo Organizacional de las Empresas Agroindustriales" destaca la relevancia creciente de las prácticas en la CSV y su contexto actual. La GCSV se ha transformado en elementos cruciales para las empresas agroindustriales, no solo como una medida de eficiencia operativa, sino también siendo el componente fundamental en su desarrollo sostenible.

En las últimas décadas, estas prácticas han evolucionado significativamente, buscando aumentar sus desempeños en forma global en la cadena de suministro mientras se minimizan los factores perjudiciales en la sociedad y el medio ambiente. Esto implica adoptar reglas que no solo optimicen los procesos logísticos y de producción, sino que también promuevan la responsabilidad ambiental y social dentro de las organizaciones agroindustriales.

La utilización efectiva de estrategias de cadena de suministro verde siempre no sólo va ayudar a su eficiencia operativa y en su reducción de sus costos a largo plazo, sino que también fortalece la reputación corporativa y la relación con los stakeholders. Estas iniciativas abarcan desde la selección de proveedores que cumplen con estándares ambientales hasta la optimización en los recursos utilizados naturalmente en su producción y distribución.

5. Conclusiones

Según el análisis realizado en este estudio se pudo concluir que, en esta GCV, se obtiene un impacto muy destacado y preciso en el desempeño organizacional de las empresas agroindustriales. Las habilidades del GCV mejoran significativamente la competitividad y la reputación de las empresas agroindustriales. Estas empresas no solo reducen su impacto en el medio ambiente, sino que también ganan una ventaja que tiene competencia en los mercados, atraen a consumidores conscientes del medio ambiente y cumplen con las regulaciones ambientales cada vez más rigurosas.

Las prácticas de GCV impulsan la innovación y el crecimiento tecnológico en las organizaciones. La búsqueda de nuevas tecnologías y métodos más eficientes se ve impulsada por la necesidad de mejorar el uso de requerimientos y minimizar los desechos. Esto fortalece la habilidad de las empresas para adaptarse a la demanda en los mercados y mejorar su eficiencia operativa. A pesar de que la GCV tiene claros beneficios ambientales y sociales, también ha demostrado mejorar el desempeño financiero de las empresas agroindustriales. Un mejor rendimiento financiero se logra mediante la disminución de costos que tienen relación con su consumo en los recursos y su gestión de los desechos, así como la mejora en la eficiencia operativa. Sin embargo, recalcar que la implementación exitosa de la GCV puede requerir una inversión inicial considerable.

A pesar de los beneficios, la implementación de GCV enfrenta varios retos, como su desaparición de recursos financieros y humanos, resistencia al cambio y la necesidad de infraestructura adecuada. Las empresas agroindustriales deben invertir en capacitación y educación en prácticas sostenibles y gestión ambiental para sus empleados, fomentar la colaboración mediante alianzas con proveedores, clientes y otras partes interesadas para compartir conocimientos y recursos, adoptar tecnologías verdes que promuevan su eficiencia con sus recursos, y la disminución de desechos, e implementar sistemas de seguimiento y la evaluación así poder medir el golpe ambiental negativo de las actividades.

En resumen, la administración de la cadena de suministro verde es una estrategia esencial para las empresas agroindustriales que quieren lograr un desarrollo sostenible y competitivo. Los beneficios ambientales, sociales y económicos que se pertenecen a la GCV son significativos y justifican la inversión y los esfuerzos necesarios para su implementación. Se exhorta a las empresas agroindustriales a considerar seriamente estas prácticas como parte integral de su estrategia empresarial para garantizar un futuro más sostenible y exitoso.

6. Referencias Bibliográficas

- [1] Peña, C. C., Osorio, J. C., Vidal, C. J., Torres, P., & Marmolejo, L. F. (2015). Gestión de residuos sólidos en cadenas de suministro de ciclo cerrado desde la perspectiva de la investigación de operaciones. *Luna Azul*, 41(4), 5–28. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.2>
- [2] Cousins, P. D., Lawson, B., Petersen, K. J., Price, M. F., & Fugate, B. (2019). Investigating green supply chain management practices and performance The moderating roles of supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*, 39(5), 767–786. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-11-2018-0676>
- [3] Yu, H., Solvang, W., & Li, S. (2015). Optimization of long-term performance of municipal solid waste management system: A bi-objective mathematical model. *International journal of energy and environment*, 6(2), 153–164.
- [4] Green Supply Chain as a driver of operational excellence. (n.d.). <https://sintec.com/wp-content/uploads/2012/01/Green-Supply-Chain-Entrevista-Sintec-con-Charles-Corbett-espanol.pdf>
- [5] Declaración PRISMA 2020.pdf. (2020). Declaración PRISMA 2020.pdf. Google Docs. <https://drive.google.com/file/d/1r7B52AHFKPfDkR2ckRHZaHprej-JNrEp/view>
- [6] Guadalupe Rodríguez Pérez, E., Alejandra, R., Torres, D., & Mendoza Gómez, J. (n.d.). *InnOvaciones de Negocios*, 18. Retrieved June 13, 2024, from <http://eprints.uanl.mx/24330/1/24330.pdf>
- [7] Halder, & Romero, L. (2020). Impacto de la cadena de suministro en el desempeño organizacional. *E-IDEA Journal of Business Sciences*, 2(7), 13–24. <https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/eidea/article/view/48>
- [8] Alberto, M., Julia Teves Quispe, Marcelino, A., & Alberto, J. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(88), 1136–1146. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29062051009>
- [9] Nugent, M., Luis, M., Quispe, T., Llave, T., Marcelino, A., Morales, F., Alberto, J., & Julia Teves Quispe. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia*. <https://doi.org/10.37960/revista.v24i88.30168>
- [10] Vista de La gestión de la cadena de suministro y la Competitividad de la PYME Industrial en la Ciudad de México | Ciencias Administrativas. Teoría y Praxis. (2024). Uat.edu.mx. <https://cienciasadmvastyp.uat.edu.mx/index.php/ACACIA/article/view/215/241>

- [11] Alonso, E., Alfredo Bueno Solano, Gastón, M., & Velarde, M. (2018). Case study: Supply chain scenarios in a plastic container company. *Nova Scientia*, 10(20), 510–538. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1155>
- [12] Ahmad, A., Ikram, A., Muhammad Farooq Rehan, & Ahmad, A. (2022). Going green: Impact of green supply chain management practices on sustainability performance. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.973676>
- [13] Azadi, E., Zohreh Moghaddas, Reza Farzipoor Saen, Abbas Mardani, & Azadi, M. (2023). Green supply chains and performance evaluation: A multiplier network analytics model with common set of weights. *Journal of Cleaner Production*, 411, 137377–137377. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137377>
- [14] Sarwar, A., Zafar, A., Hamza, M. A., & Qadir, A. (2021). The effect of green supply chain practices on firm sustainability performance: Evidence from Pakistan. *Uncertain Supply Chain Management*, 31–38. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2020.12.004>
- [15] Thanh Tiep Le, Phan, Q., Bao, N., Vu, L., & Pereira, V. (2024). Digitalisation driving sustainable corporate performance: The mediation of green innovation and green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 446, 141290–141290. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141290>
- [16] Mongkhool Yupat, & Nuttawut Rojniruttikul. (2024). Influences of Pressure and Green Supply Chain Management on Sustainable Performance of Green Manufacturing Industry in Thailand. *RGSA*, 18(2), e04973–e04973. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n2-091>
- [17] Hurtado, E., Yadaicela, L., & Vinicio, N. (2022). Análisis operativo y administrativo de la fabricación de chocolate en Ecuador. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4), 579–595. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8549573.pdf>
- [18] Antonio, O., & Enrique, F. (2022). Competencias laborales y el efecto relajación: impacto en los retrasos de proyectos en empresas de transporte y logística en la industria petrolera de Bolivia. *Academo*, 10(1), 60–74. <https://doi.org/10.30545/academo.2023.ene-jun.6>
- [19] Enrique, L., Gregorio Fernández Lambert, Yesica Mayett Moreno, Teodoro Alarcón Ruiz, & Amalia, N. (2023). Cadenas rurales de suministro para la producción de muebles de madera en Misantla, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 14(78), 58–86. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v14i78.1389>
- [20] Yamilhet Andrade Arango, Edisson Castro Escobar, & Ramírez, E. (2021). Certificaciones e iniciativas de sostenibilidad en el sector cafetero: un análisis desde la auditoría ambiental en el departamento de Caldas, Colombia. *Contaduría Y Administración*, 66(4), 3. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8153379.pdf>

- [21] Lissette Guillen Peña, David Espinoza Buele, & Felipe, E. (2023). Estrategias en la cadena logística empresarial para la disminución del banano rechazado de la Asociación Tierra Fértil de Pasaje en el 2022. 593 Digital Publisher CEIT, 8(3), 596–607. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9124184.pdf>
- [22] Parra, E., Arturo Pérez Vázquez, Ezequiel Arvizu Barrón, Jonás Velasco Álvarez, & Alberto Asiain Hoyos. (2023). Factores vinculados a la competitividad de la cadena de suministro de la malanga en Veracruz, México. Agricultura, Sociedad Y Desarrollo, 20(3), 266–282. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9021748.pdf>
- [23] López, D. D., Melo, G. M., & Mendoza, D. L. (2021). Gestión logística en la industria salinera del departamento de La Guajira, Colombia. Información Tecnológica, 32(1), 39–46. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642021000100039>
- [24] Patricia, P., Leunela Hurtado Huanca, Alfredo, P., & Francisco-Eduardo Cúneo Fernández. (2023). Logística verde como estrategia para las empresas agroexportadoras de la región Lambayeque-Perú. Revista de Ciencias Sociales, 29(7), 44–65. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9034420.pdf>
- [25] Diego, J., Yelitz, D., & Carolina, A. (2021). Oportunidades de exportación de piña (Ananas comosus) en el mercado francés. Revista Ciencias Agropecuarias (RCA), 7(1), 69–84. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8658121.pdf>
- [26] Lizbeth Yunga Armijos, Asley Toro Vivanco, & Marcela Capa Tejedor. (2023). Planificación de un Sistema de Gestión de Calidad para exportación de banano: Caso Asociación de Agricultores 3 de Julio. 593 Digital Publisher CEIT, 8(3), 582–595. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9124192.pdf>
- [27] Inés, L., Fernando Corbelle Cacabelos, & Tatiana, L. (2023). Retos en gestión de la innovación en empresas de la agroindustria alimentaria en Boyacá, Colombia. Revista de Ciencias Sociales, 29(4), 185–199. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9235113.pdf>
- [28] Ramos, P. (2024). Satisfacción del cliente en la logística: un análisis de chatbots en las empresas líderes de Colombia, Perú y Ecuador. RETOS. Revista de Ciencias de La Administración Y Economía, 14(27), 115–130. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-86182024000100115&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [29] Briseño-García, A., Ana Luz Zorrilla-delCastillo, & Cristabell Azuela-Flores. (2024). Sustainable Development in Management Thinking: Past Contributions, Present Challenges and Future Directions. Ciencias Administrativas Teoría Y Praxis/Ciencias Administrativas Teoría Y Praxis, 20(1), 35–50. <https://doi.org/10.46443/catyp.v20i1.363>
- [30] María Mercedes Prado, & Vanel, G. (2020). Una Inserción Particular en el Comercio Agrícola Mundial: El Caso de la Rosa Ecuatoriana. Latin American Journal of Trade Policy, 3(8), 49–66. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7863571.pdf>

- [31] Belén Espinosa Zambrano, & Nicolás, S. (2021). Análisis de la influencia de los SGC en la cadena de suministro de empresas agroexportadoras de pitahaya en Ecuador. 593 Digital Publisher CEIT, 6(6), 181–195. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8149623.pdf>
- [32] Zotero | Your personal research assistant. (2024). Zotero.org. <https://www.zotero.org/>

Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Fecha de recepción: 06.05.2024 | Fecha de aceptación: 31.07.2024 | Fecha de publicación: 15.08.2024

Análisis de Factores Críticos de Éxito para la Implementación de Drones en el Sector Logístico: Revisión Sistemática

Analysis of Critical Success Factors for the Implementation of Drones in the Logistics Sector: Systematic Review

Carlos Daniel Gutiérrez Sandoval^{1*}; Tahashy Allinson Takemoto Silva¹; Brahayán Anghelo Venegas Minchola¹; Gianfranco Vidondo Chafloc¹; Juan Rodrigo Villanueva Ramos¹

*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Autor de correspondencia: t1013300221@unitru.edu.pe

RESUMEN

En un mundo donde la eficiencia en la entrega de productos es clave para el éxito empresarial, los drones se presentan como una solución innovadora en la logística, destacando su capacidad para reducir tiempos de entrega y costos operativos. Este artículo, a través de una revisión sistemática basada en la metodología PRISMA y centrada en estudios recientes y de acceso libre obtenidos de bases de datos como SCOPUS, SCIENCEDIRECT y EBSCO, identifica factores críticos de éxito como la aceptación pública, la regulación y seguridad, la integración con sistemas existentes y la eficiencia operativa. Aplicando criterios de elegibilidad, obtuvimos 472 artículos para su posterior evaluación. Para representar los resultados obtenidos, hemos hecho uso de flujogramas y tablas de escritura. Por consiguiente, luego de un análisis exhaustivo, llegamos a una síntesis general que, a pesar de su potencial, los drones enfrentan desafíos significativos que requieren metodologías de evaluación rigurosas, pruebas piloto, marcos regulatorios flexibles y una mayor concientización pública.

Palabras Clave: *drones, logística, factor crítico, riesgos, implementación.*

ABSTRACT

In a world where efficiency in product delivery is key to business success, drones are presented as an innovative solution in logistics, highlighting their ability to reduce delivery times and operating costs. This article, through a systematic review based on the PRISMA methodology and focused on recent and open access studies obtained from databases such as SCOPUS, SCIENCEDIRECT and EBSCO, identifies critical success factors such as public acceptance, regulation and safety, integration with existing systems and operational efficiency. Applying eligibility criteria, we obtained 472 articles for further evaluation. To represent the results obtained, we have made use of flowcharts and writing tables. Therefore, after an exhaustive analysis, we arrived at a general synthesis that, despite their potential, drones face significant challenges that require rigorous evaluation methodologies, pilot tests, flexible regulatory frameworks and greater public awareness.

Keyword: *drones, logistics, critical factor, risks, implementation.*

1. Introducción

En un entorno donde la agilidad y celeridad en la distribución de entregas de productos son esenciales para el éxito empresarial, la adopción de tecnologías innovadoras en la logística se ha vuelto crucial. Los drones, que también se denominan aeronaves no tripuladas (UAVs, por sus siglas en inglés) se destacan como una de las tecnologías emergentes más prometedoras en este campo. La elección de este tema para un artículo se justifica por su relevancia actual y su potencial transformador en el sector logístico, así como por la necesidad de identificar y analizar los elementos clave para una implementación efectiva y exitosa.

Boysen et al. [6] nos indica que el sector logístico se enfrenta a importantes retos debido al aumento de la demanda de entregas rápidas y eficientes, impulsado por el auge del comercio electrónico. Un informe reciente señala que el comercio electrónico ha crecido de manera exponencial, ejerciendo una mayor presión sobre las cadenas de suministro para optimizar la eficiencia operativa y acortar los tiempos de entrega.

No obstante, Choe, Y., & He, Q. et al. [8] nos dice que las soluciones tradicionales de transporte y entrega a menudo no logran satisfacer las expectativas del consumidor actual, que demanda entregas rápidas, precisas y económicas.

Se ha comenzado a explorar el uso de drones como una solución viable para los problemas logísticos actuales. Investigaciones recientes como la de Goodchild, A., & Toy, et al. [16], han mostrado que los drones pueden disminuir de manera significativa los tiempos de entrega y los costos operativos, particularmente en zonas urbanas con alta congestión y en áreas rurales de difícil acceso. Asimismo, estudios como el de Hu, Z.-H. et al. [17] resaltan el potencial de los drones para complementar las flotas de entrega terrestres, mejorando así la adaptabilidad y la capacidad de reacción de las cadenas de suministro.

Dada la capacidad de los drones para transformar la logística, es esencial entender los factores clave para su implementación exitosa. A pesar de los beneficios potenciales, hay varios desafíos técnicos, regulatorios y operativos que deben resolverse para integrarlos adecuadamente. Este estudio busca ofrecer una guía detallada sobre los aspectos cruciales que las empresas deben tener en cuenta al incorporar drones en sus operaciones logísticas, facilitando así una adopción más informada y eficiente de esta tecnología.

El propósito principal de esta investigación es determinar y examinar los factores clave para el éxito en la integración de drones dentro del sector logístico. Mediante una revisión detallada de la literatura científica contemporánea y el estudio de ejemplos prácticos, este artículo pretende proporcionar una visión completa de las mejores prácticas y estrategias necesarias para optimizar los beneficios y reducir los riesgos vinculados al uso de drones en la logística.

2. Metodología

Barquero Morales, W. G. [3] en su estudio nos indica que es muy frecuente que al enfrentarnos a la tarea de revisar la literatura surjan preguntas como por dónde empezar, cómo seleccionar un tema, y cuántos artículos a incluir en la revisión. Es por ello que elegimos una metodología adecuada que nos dé solución a estas preguntas.

En este estudio se realizó mediante una revisión sistemática utilizando la metodología PRISMA, que nos va a permitir analizar los estudios científicos e identificar de manera rigurosa los que son más relevantes para nuestra revisión.

Según Page et al. [30], la declaración PRISMA está destinada a ser utilizada en revisiones sistemáticas que incluyen síntesis, como metaanálisis de comparaciones por pares u otros métodos de síntesis estadística o que no incluyen síntesis, por ejemplo, porque solo se identifica un estudio elegible. De ello, deducimos que es la metodología apropiada para nuestra revisión.

Nuestra búsqueda inicial consistió en primero identificar las palabras clave: drones y logistic. En vista que nos aparecían muchos artículos, filtramos por acceso abierto para reducir el número de resultados. También consideramos los artículos de los últimos 5 años. Posteriormente tomamos en cuenta sólo los artículos y documentos de investigación en inglés. Además de filtrar por el área temática (Informática, Negocios, Ingeniería, Contabilidad y Gestión).

Se seleccionaron las fuentes de datos SCOPUS, SCIENCEDIRECT y EBSCO para la búsqueda de información. Hemos considerado usar fuentes de datos reconocidas para tener la información más relevante para nuestro tema. Además, por parte de Marín, V. I. [23], sabemos que las bases de datos internacionales de mayor uso permiten búsquedas avanzadas con operadores booleanos y la exportación en diferentes formatos. Éstos suelen ser compatibles con gestores de referencias bibliográficas y software de apoyo directo a la revisión sistemática.

Seguidamente, se muestra la consulta de búsqueda hecha en SCOPUS:

TITLE-ABS-KEY (drones AND logistic) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "BUSI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "COMP"))

Además, podemos observar la gráfica de la cantidad de artículos según su año de publicación:

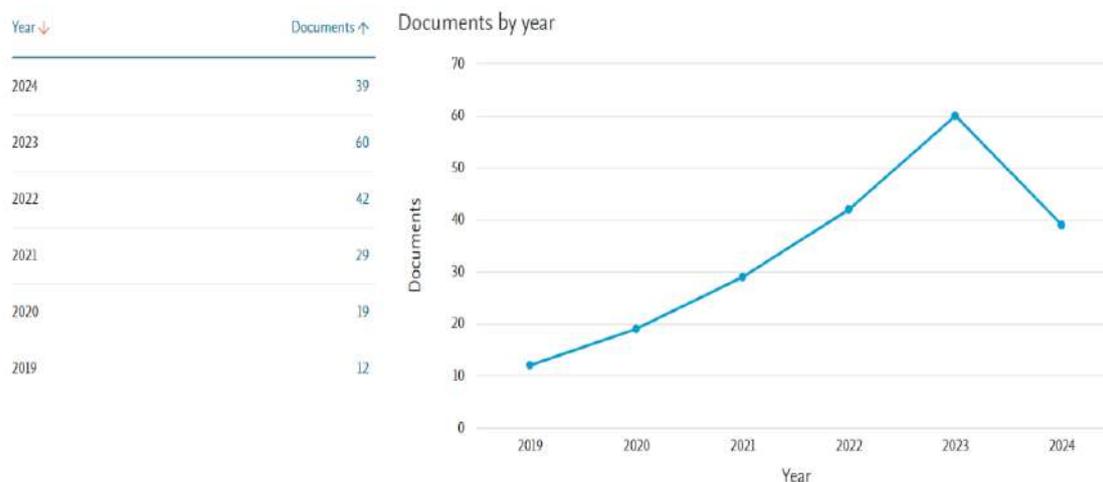


Figura 1. Gráfica de los artículos encontrados por año

Con ayuda del software VOSViewer, generamos un gráfico donde se pueden apreciar las palabras clave de los distintos artículos encontrados en SCOPUS y sus diversas relaciones que tienen cada una de ellas. La palabra clave principal, es decir la más predominante, según nuestro estudio es “drones”.

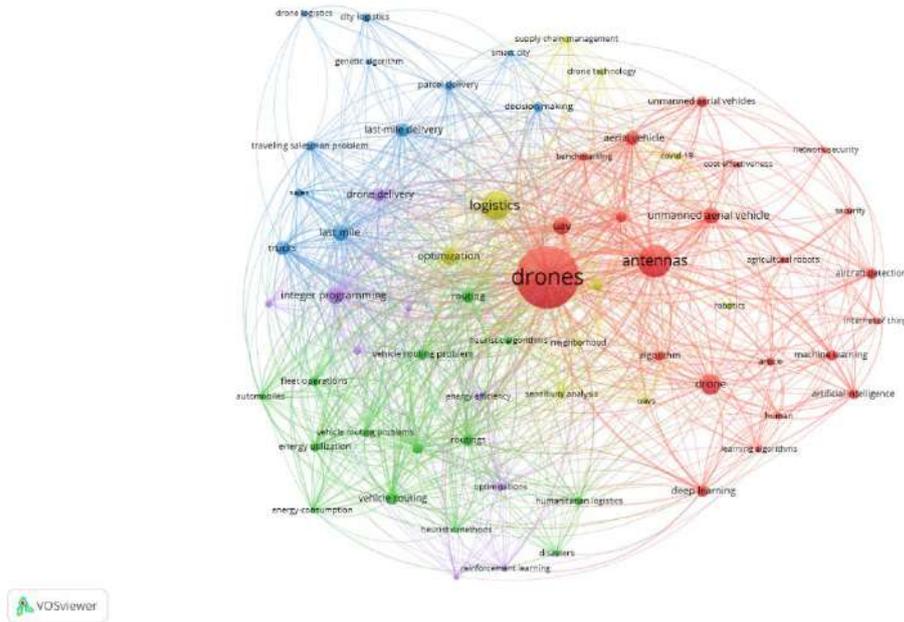


Figura 2. Gráfico de palabras clave elaborado en VOSViewer

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de nuestra búsqueda inicial:

Tabla 1.
Número de artículos encontrados en las bases de datos

Bases de datos	Número de artículos encontrados
Scopus	199
ScienceDirect	152
EBSCO	121
Total	472

Posteriormente se consideraron los siguientes criterios de inclusión y exclusión para descartar artículos por su título y resumen:

Criterios de inclusión:

- Debe estar relacionado con investigaciones empíricas, estudios de caso único, libros o manuales.
- Debe presentar información relevante en relación al sector logístico empresarial
- Contiene elementos clave para el éxito en la implementación de los drones

Criterios de exclusión:

- No está enfocado en el ámbito empresarial o en producción
- No tienen relación con factores críticos de éxitos
- No se deben considerar revisiones sistemáticas

A continuación, se puede apreciar un diagrama de flujo que representa el procedimiento de elección de los artículos:

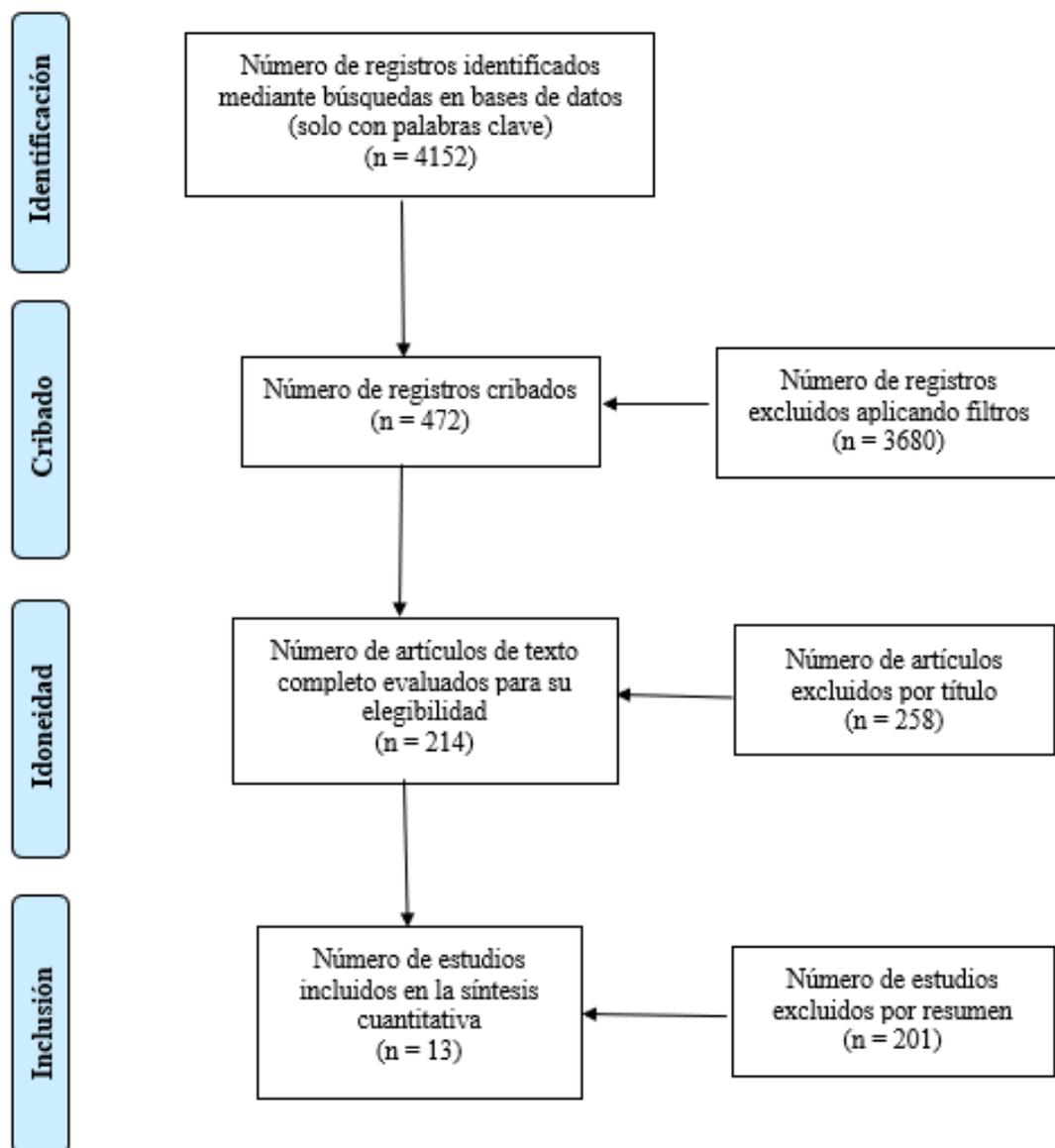


Figura 3. Diagrama de flujo PRISMA

3. Resultados y discusión

Se presentan 13 de los artículos que fueron seleccionados para realizar el correspondiente análisis:

Tabla 2.

Lista de artículos seleccionados

Nº	Autor (es)	País	Año	Factores
1	Fabio Borghetti, Claudia Cabanilla, Ángela Carboni, Gaia Grossato, Roberto Maja, Benedetto Barabino	Italia	2022	Borghetti F. et al. [5] realiza un estudio que aborda el análisis de preferencias declaradas para evaluar qué tan propensos son los consumidores a utilizar drones en lugar de métodos de entrega tradicionales; siendo un factor importante para analizar la viabilidad financiera que tendría la implementación de drones específicamente en el servicio de entrega de última milla.
2	Agnieszka A. Tubis, Jacek Ryczy y Arkadiusz Zurek	Polonia	2021	Tubis A. et al. [48] presenta un nuevo enfoque de evaluación de riesgos enfocado a la implementación de sistemas UAV (Sistema Aéreo no Tripulado) en operaciones de almacén, posteriormente a su análisis se identificó diez escenarios de eventos adversos, destacando: Estructura mecánica inadecuada. Errores de gestión de hardware. Estos escenarios sirven como puntos de referencia para entender los desafíos que conlleva implementar drones en almacén.
3	Christian Fehling y Adriana Saraceni	EE.UU	2023	Fehling C. & Saraceni A. [12] identifican diversos factores críticos y legales que impactan en la viabilidad de implementar drones enfocados en la entrega de última milla destacando: Escasez de conductores Seguridad operativa Capacidad técnica Este estudio utiliza el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) para evaluar estos factores críticos de éxito, lo cual se puede utilizar como base para el desarrollo de metodologías de evaluación en posteriores investigaciones.
4	Xinhui Ren y Caixa Cheng	China	2020	Los autores Ren X. & Cheng C. [36] destacan los riesgos potenciales asociados con la operación de drones en entornos urbanos, mencionando los factores ambientales que pueden influir en la operación de drones como su navegación y seguridad de los vuelos, siendo crucial identificarlos para planificar eficazmente operaciones con drones.

5	Mariusz Deja, Mieczysław Siemiątkowski, George-Ch. Vosniakos y Gerásimos Maltezos	Polonia	2021	Deja M. et al. [9] presentan un escenario típico de un sistema de fabricación flexible, identificando las tareas específicas que los drones pueden realizar en un entorno de fabricación, identificando las limitaciones que tiene como la necesidad de integración mecánica con maquinaria y sistemas de información, considerándose como factor crítico para una exitosa implementación de drones en el sector logístico.
6	Ángela Smith, Janet E. Dickinson, Greg Marsden, Tom Cherret, Andrew Oakey y Matt Grote	Reino Unido	2022	Smith A. et al. [40] destacan la importancia de la aceptación pública para la integración de drones en el transporte y logística, teniendo como principales preocupaciones la seguridad del servicio, además se enfatiza en la necesidad de un debate más informado acerca del uso de drones y sus capacidades, debido a la falta de conocimiento que tiene el público en general sobre este tema.
7	Linpei Li, Chunlei Sun, Jiahao Huo, Yu Su, Lei Sun, Yao Huang, Ning Wang, and Haijun Zhang	China	2023	Li L. et al. [22] señalan que el éxito de los drones en logística depende de varios factores, entre ellos, la eficiencia operativa que permite agilizar entregas y optimizar rutas. Además, la integración con sistemas actuales asegura que los drones se conecten bien con la gestión de almacenes al igual que una buena gestión de la cadena de suministro es crucial para coordinar y mejorar la eficiencia y productividad con la incorporación de drones.
8	Pedro L. Gonzalez-R, David Sanchez-Wells y José L. Andrade-Pineda	España	2024	Gonzalez-R et al. [15] destacan varios factores importantes para mejorar la entrega de última milla en la logística de comercio electrónico. La autonomía y velocidad de los drones son fundamentales para garantizar un servicio rápido y eficiente, y el tamaño de la flota afecta cómo responden a la demanda. Además, la eficiencia en la planificación de rutas ayuda a equilibrar el tiempo de entrega y a reducir el impacto ambiental, algo muy necesario en el mundo del comercio digital hoy en día.
9	Tadić, S.; Krstić, M.; Radovanović, L.	Serbia	2024	Tadić, S. et al. [43] mencionan que uno de los mayores obstáculos para usar drones en la logística de última milla es la falta de regulaciones claras en aviación al igual que el riesgo de acceso no autorizado, el mal uso de datos y problemas de privacidad y seguridad. Estos puntos resaltan la necesidad de crear un marco legal que garantice la seguridad, proteja los intereses de la comunidad y el medio ambiente, y defina regulaciones claras para el uso de drones en este tipo de logística.

10	Thomaidis, N.C. y Zeimpekis, V.	No se especifica	2024	Thomaidis N.C. & Zeimpekis, V. [46] destacan que, para implementar drones en logística, es esencial reducir los costos operativos, aumentar la productividad y mejorar la precisión en el control de inventarios. Estos elementos son cruciales para optimizar las operaciones logísticas y conseguir una ventaja competitiva en la cadena de suministro, lo que podría resultar muy beneficioso para las empresas peruanas en el sector.
11	Jack Saunders, Sajad Saeedi y Wenbin Li.	Reino Unido	2024	Saunders J. et al. [38] abordan varios factores clave para implementar drones en el sector logístico. Primero, destacan la importancia de tener una buena estructura del espacio aéreo para reducir la congestión y permitir operaciones más eficientes. También señalan que es crucial optimizar la infraestructura de intercambio de baterías para asegurar la autonomía de los drones. Además, resaltan la necesidad de una flexibilidad legislativa que permita adaptar las regulaciones a la entrega de paquetes con drones, así como la estandarización como medida fundamental para garantizar la seguridad pública en estas operaciones.
12	Charalabos Ioannidis, Argyro-Maria Boutsis, Georgios Tsingenopoulos, Sofia Soile, Regina Chliverou y Chryssy Potsiou	Grecia	2023	Ioannidis et al. [18] resaltan la importancia de la aceptación pública y de que tanto las autoridades como los ciudadanos comprendan los beneficios de esta tecnología; de esta manera generar confianza al mostrar la eficiencia de los drones en condiciones reales, así como demostrar su eficacia, fiabilidad y rentabilidad a través de vuelos piloto extensos.
13	Snežana Tadić, Mladen Krstić, Miloš Veljović, Olja Čokorilo y Milica Milovanović	Serbia	2024	Tadić et al. [44] destacan la importancia de realizar una evaluación detallada de los riesgos asociados al uso de drones y de seleccionar aquellos que presenten menor riesgo para las entregas en entornos urbanos, con esto presente enfatizan la necesidad de aplicar métodos de toma de decisiones multicriterio para comparar y elegir entre diferentes opciones de drones.

Discutiendo los artículos revisados y analizados en esta investigación podemos reconocer que la implementación de drones en el sector logístico presenta un sinfín de oportunidades, aunque también enfrenta varias limitaciones que no se pueden ignorar.

En cuanto a las ventajas que ofrece la implementación de drones, Muricho & Mogaka [26] destacan la eficiencia en la entrega de productos, la reducción de costos operativos y la mejora en la velocidad de entrega a la par de ventajas significativas en términos de competitividad y satisfacción del cliente, al permitir entregas rápidas y confiables.

Otra de las ventajas lo podemos apreciar en el estudio de Portillo F. et al. [34], quienes señalan que los drones permiten la automatización del seguimiento y control de inventarios, lo que no solo optimiza los tiempos de procesamiento, sino que también reduce los costos operativos. En referente a lo mencionado anteriormente la implementación de los drones disminuye errores humanos y costos laborales al ofrecer un monitoreo más preciso y constante de los inventarios.

En ese mismo sentido, Thomaidis et al. [45] apoyan las ventajas de los drones, sustentadas en pruebas que muestran que la velocidad del dron, el stock automático y la programación de rutas son beneficiosos para optimizar los costos operativos, lo que podría transformar significativamente la sociedad y la revolución tecnológica.

Discutiendo la idea de los factores clave para una implementación exitosa tenemos la optimización de la utilización de los centros logísticos de drones como lo menciona Pan J.-S. et al. [31]. En relación a lo mencionado, este elemento es especialmente relevante en la entrega de última milla, ya que los drones no solo mejoran la confiabilidad de las entregas, sino que también proporcionan soluciones eficientes en áreas rurales y de difícil acceso.

Mientras que Gardizan M. T. et al. [14] sostiene que los drones pueden optimizar los procesos logísticos al reducir costos y tiempos de entrega, mejorar la confiabilidad de las entregas y facilitar la entrada a áreas de difícil acceso.

Al comparar Pan J.-S. et al. [31] con Gardizan M. T. et al. [14], ambos autores están de acuerdo en que los drones pueden facilitar el acceso a zonas remotas y difíciles de alcanzar, además, al operar mayoritariamente con energía eléctrica o híbrida, tienen la capacidad de reducir la congestión vial y optimizar las rutas de entrega, lo que genera un impacto positivo en la sostenibilidad al disminuir las emisiones contaminantes.

En relación a la energía que utiliza los drones, Troudi A. et al. [47] destaca dimensionar adecuadamente el tamaño de la flota de drones considerando factores como la autonomía energética y la estrategia de carga de baterías. Según este enfoque, no solo mejora la eficiencia operativa al garantizar que los drones operen dentro de sus capacidades energéticas, sino que también maximiza el tiempo de vuelo y la efectividad de cada unidad en la flota.

Otro de los factores clave lo mencionan los autores Aksentijević S. et al. [1], Melo S. et al. [25] y Kovač M. et al. [21] haciendo énfasis en una regulación adecuada; en la República de Croacia, por ejemplo, la regulación de drones está bajo la supervisión de la Agencia de Aviación Civil Croata, que se alinea con las normativas establecidas por la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), asegurando no solo la seguridad del tráfico aéreo, sino también proporcionando un marco claro para la clasificación y operación de drones.

Esto también lleva a analizar la tecnología utilizada en los drones en sí, ya que actualmente, las limitaciones en la capacidad de carga y la duración de la batería son desafíos significativos que deben ser abordados, y la investigación sugiere que la mejora en las fuentes de energía y la eficiencia de los sistemas de propulsión son esenciales para expandir el uso de drones en la logística.

Además, este enfoque nos hace considerar algunos aspectos igual de importantes como lo señalan Nurgaliev & Eskander [28], los cuales son los costos asociados con la implementación y el mantenimiento de estas tecnologías, ya que las empresas deben evaluar si los beneficios superan las inversiones necesarias además que la percepción pública también juega un papel importante, ya que la aceptación de drones por parte de los consumidores puede influir positiva o negativamente en su integración.

Por otra parte, Shao Q. et al. [39] resalta también que la evaluación de riesgos es un requisito técnico esencial para la aplicación de drones en la logística; en las organizaciones de aviación como la FAA por ejemplo, exigen una evaluación de mitigación de riesgos antes del vuelo. Este enfoque no solo mejora la seguridad operativa, sino que también fomenta la aceptación pública de los drones como una alternativa viable en la logística urbana, lo que podría facilitar su adopción generalizada en el futuro.

Thomaidis et al. [45] nos aborda puntos clave sobre desafíos en la implementación de los drones mediante pruebas, donde los resultados afirman que la velocidad con la que va el dron, el stock automático y la programación de ruta son beneficiosos para cumplir el objetivo optimizando costos operativos; esto refleja que teniendo puntos a tomar en cuenta para su implementación sería de un beneficio brutal ante la sociedad y la revolución tecnológica.

Para explicar el problema que existe Xia, Yang et al. [50] nos menciona que el peso del dron afecta radicalmente el costo del transporte, así que para solucionar este problema formularon un sistema de programación para implementar entrega mediante camiones y drones; esto los autores proponen para poder reducir claramente los costos de transporte y sea más rentable su implementación.

Para la aceptación de la comunidad Zhang, Zhao et al. [52] hizo un test para determinar el rechazo total de la sociedad antes la implementación de drones, sin embargo según el estudio hecho de debe tener una infraestructura adecuada, aumentar la conciencia, mejorar el plan de emergencia, reducir costos entre otros para una aceptación de la ciudadanía; lo que permite que con el tiempo las personas normalicen estos tipos de inventos tecnológicos para una rápida entrega de mensajería tomando los puntos en cuenta que nos brinda el autor.

Nishira Mao et al. [27] nos enfatiza que el problema de los drones se llama “Vendedor viajero consciente de la velocidad de vuelo”, la velocidad del dron hace más complicado el problema de enrutamiento y para poder solucionar esto se concluyó que se debe utilizar programación lineal; esto con el fin de que los drones puedan llevar su encargo o paquete evitando las incomodidades de los usuarios.

Para futuras investigaciones, sería clave enfocarse en desarrollar metodologías de evaluación que consideren todos estos factores y promover pruebas piloto que puedan demostrar la rentabilidad y la eficacia de los drones en condiciones reales. Además, es esencial que se avance en un marco regulatorio más flexible y se aumente la concientización pública sobre los beneficios de esta tecnología para facilitar su aceptación y uso a gran escala.

4. Conclusiones

La implementación de drones en la logística presenta una oportunidad notable para mejorar significativamente la eficiencia y reducción de costos operativos. Muricho & Mogaka [26] destacan la velocidad y confiabilidad de las entregas, lo que incrementa la competitividad y satisfacción del cliente. Portillo F. [34] subraya que la automatización del seguimiento y control de inventarios mediante drones no solo optimiza los tiempos de procesamiento, sino que también minimiza errores humanos y costos laborales. Thomaidis et al. [45], Zhao y Pan J.-S. et al. [31] resaltan la utilidad de los drones en la entrega de última milla y en áreas de difícil acceso, contribuyendo además a la sostenibilidad al reducir la congestión vial y las emisiones contaminantes.

Para evaluar adecuadamente esta implementación, es crucial considerar la viabilidad financiera y la predisposición de los consumidores hacia esta tecnología. Además, es esencial comprender y mitigar los riesgos asociados con las operaciones de almacén y las entregas diarias, lo que permite un mejor control y eficiencia. Sin embargo, es necesario superar desafíos técnicos como la capacidad de carga limitada y la duración de la batería deben ser superados. Aksentijević S. et al. [1], Melo S. et al. [25] y Kovač M. et al. [21] enfatizan la importancia de una regulación adecuada para asegurar la operación segura de los drones, mientras que Nurgaliev & Eskander [28] señalan que la aceptación pública es crucial para su integración exitosa. Zhang, Zhao et al. [52] mencionan la necesidad de evaluaciones de riesgo rigurosas, y Thomaidis et al. [45] destacan la optimización de costos a través del control del stock y la programación de rutas. Xia, Yang et al. [50] y Zhang, Zhao et al. [52] sugieren la combinación de drones con otros métodos de transporte y la necesidad de una infraestructura adecuada para una aceptación más amplia.

Futuras investigaciones deben enfocarse en desarrollar metodologías de evaluación integrales y llevar a cabo pruebas piloto para demostrar la rentabilidad de los drones en condiciones reales. Además, es crucial desarrollar un marco regulatorio flexible que facilite la adopción de esta tecnología y aumentar la concientización pública sobre los beneficios de esta tecnología para facilitar su adopción a gran escala.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Aksentijević, S., Martišković, K., Tijan, E., & Jović, M. (2023). Utilization of aerial drone technology in logistics. *Journal of Transportation and Logistics*, 63(2). <https://doi.org/10.18048/2023.63.02>
- [2] Alqarni, M. A., Saleem, S., Alkathairi, M. S., & Chaudhary, S. H. (2022). RETRACTED: Optimized path planning of drones for efficient logistics using turning point with evolutionary techniques. *Journal of Electronic Imaging*, 31(6), 061819. <https://doi.org/10.1117/1.JEI.31.6.061819>
- [3] Barquero Morales, W. G. (2022). ANALISIS DE PRISMA COMO METODOLOGÍA PARA REVISIÓN SISTEMÁTICA: UNA APROXIMACIÓN GENERAL. *Saúde Em Redes*, 8(sup1), 339–360. <https://doi.org/10.18310/2446-4813.2022v8nsup1p339-360>
- [4] Beliaev, M., Mehr, N., & Pedarsani, R. (2023). Congestion-aware bi-modal delivery systems utilizing drones. *Future Transportation*, 3(1), 20. <https://doi.org/10.3390/futuretransp3010020>
- [5] Borghetti, F., Caballini, C., Carboni, A., Grossato, G., Maja, R., & Barabino, B. (2022). The use of drones for last-mile delivery: A numerical case study in Milan, Italy. *Sustainability*, 14(3), 1766. <https://doi.org/10.3390/su14031766>
- [6] Boysen, N., Fedtke, S., & Schwerdfeger, S. (2021). Last-mile delivery concepts: A survey from an operational research perspective. *OR Spectrum*, 43, 1-58. <https://doi.org/10.1007/s00291-020-00592-7>
- [7] Carlsson, J. G., & Song, S. (2017) Coordinated Logistics with a Truck and a Drone. *Management Science*. 64(9), 4052-4069. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2017.2824>
- [8] Choe, Y., & He, Q. (2019). The economic and environmental impact of drone delivery on-demand services: A case study of Seoul, Korea. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 73, 156-168. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.06.012>
- [9] Deja, M., Siemiatkowski, M., Vosniakos, G., & Maltesos, G. (2020). Opportunities and Challenges for Exploiting Drones in Agile Manufacturing Systems. *Procedia Manufacturing*, 51, 527534. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
- [10] Ebay, E., & Eyob. S. (2019). TRENDS IN BLOCKCHAIN AND NEWER TECHNOLOGIES USES IN LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *Issues in Information Systems*. 20(2), 47-55. https://doi.org/10.48009/2_iis_2019_47-55
- [11] Edwards, D., Subramanian, N., Chaudhuri, A., Morlacchi, P., & Zeng, W. (2023). Use of delivery drones for humanitarian operations: analysis of adoption barriers among logistics service providers from the technology acceptance model perspective. *Annals Of Operation Research/Annals Of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05307-4>

- [12] Fehling, C., & Saraceni, A. (2023). Technical and legal critical success factors: Feasibility of drones & AGV in the last-mile-delivery. *Research in Transportation Business & Management*, 50, 101029. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2023.101029>
- [13] Gambella, C., Naoum-Sawaya, J., & Ghaddar, B. (2018) The Vehicle Routing Problem with Floating Targets: Formulation and Solution Approaches. *INFORMS Journal on Computing*. 30(3), 554-569. <https://doi.org/10.1287/ijoc.2017.0800>
- [14] Gardizan, M. T., Ribeiro, L. B., Santos, B. R., & Delgado G. -G. (2019). ENSAIO: ESTUDO DA CONTRIBUIÇÃO DO VANT (VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULÁVEL) PARA MELHORIA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS. *Intellectus*, 55. <https://revistasunifajunimax.unieduk.com.br/intellectus/article/view/648>
- [15] Gonzalez-R, P. L., Sanchez-Wells, D., & Andrade-Pineda, J. L. (2024). A bi-criteria approach to the truck-multidrone routing problem. *Expert Systems With Applications*, 243, 122809. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122809>
- [16] Goodchild, A., & Toy, J. (2018). Delivery by drone: An evaluation of unmanned aerial vehicle technology in reducing CO2 emissions in the delivery service industry. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.02.017>
- [17] Hu, Z.-H., Huang, Y.-L., Li, Y.-N., & Bao, X.-Q. (2024). Drone-based instant delivery hub-and-spoke network optimization. *Drones*, 8(6), 247. <https://doi.org/10.3390/drones8060247>
- [18] Ioannidis, C., Boutsis, A.-M., Tsingenopoulos, G., Soile, S., Chliverou, R., & Potsiou, C. (2023). Paving the Way for Last-Mile Delivery in Greece: Data-Driven Performance Analysis with a Customized Quadrotor. *Drones*, 8, 6. 2024, 8, 6. <https://doi.org/10.3390/drones8010006>
- [19] Iranmanesh. S., & Raad. R. (2019). A Novel Data Forwarding Strategy for a Drone Delay Tolerant Network with Range Extension. *Electronics*. 8(6), 659. <https://doi.org/10.3390/electronics8060659>
- [20] Kim, D., & Moon, I. (2023). Scheduling-location problem with drones. *International Transactions In Operational Research*. <https://doi.org/10.1111/itor.13423>
- [21] Kovač, M., Tadić, S., Krstić, M., & Bouraima, M. B. (2021). Novel spherical fuzzy MARCOS method for assessment of drone-based city logistics concepts. *Journal of Advanced Transportation*, 2021, 2374955. <https://doi.org/10.1155/2021/2374955>
- [22] Li, L., Sun, C., Huo, J., Su, Y., Sun, L., Huang, Y., Wang, N., & Zhang, H. (2023). Unmanned aerial vehicles towards future Industrial Internet: roles and opportunities. *Digital Communications and Networks*. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2023.09.003>

- [23] Marín, V. I. (2022). La revisión sistemática en la investigación en Tecnología Educativa: observaciones y consejos. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, 13, 62–79. <https://doi.org/10.6018/riite.533231>
- [24] Mckinnon, A. C. (2016). The Possible Impact of 3D Printing and Drones on Last-Mile Logistics: An Exploratory Study. *Built Environment*, 42(4), 617-629. <https://doi.org/10.2148/benv.42.4.617>
- [25] Melo, S., Silva, F., Abbasi, M., Ahani, P., & Macedo, J. (2023). Public acceptance of the use of drones in city logistics: A citizen-centric perspective. *Sustainability*, 15(3), 2621. <https://doi.org/10.3390/su15032621>
- [26] Muricho, M., W., & Mogaka, C. O. (2022). Drone technology and performance of retail logistics. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 7(1), 73-81. 10.14254/jsdtl.2022.7-1.6
- [27] Nishira, Mao et al.(2023). An Integer Programming Based Approach to Delivery Drone Routing under Load-Dependent Flight Speed.*Drones* (2504-446X), 2023, Vol 7, Issue 5, p320. <https://doi.org/10.3390/drones7050320>
- [28] Nurgaliev, I., Eskander, Y., & Lis, K. (2023). The use of drones and autonomous vehicles in logistics and delivery. *Journal of Logistics and Transportation*, 2(55), 6-23. <https://doi.org/10.26411/83-1734-2015-2-55-6-23>
- [29] Oakey, A., Pilko, A., Cherrett, T., & Scanlan, J. (2022). Are drones safer than vans?: A comparison of routing risk in logistics. *Future Transportation*, 2(4), 923-938. <https://doi.org/10.3390/futuretransp2040051>
- [30] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- [31] Pan, J.-S., Song, P.-C., Chu, S.-C., & Peng, Y.-J. (2020). Improved Compact Cuckoo Search Algorithm Applied to Location of Drone Logistics Hub. *Mathematics*, 8(3), 333. <https://doi.org/10.3390/math8030333>
- [32] Perera, S., Dawande, M., Janakiraman, G., & Mookerjee, V. (2020). Retail deliveries by drones: How will logistics networks change? *Production and Operations Management*, 29(9), 13217. <https://doi.org/10.1111/poms.13217>
- [33] Petrunya, Y. Y., & Pasichnyk, T. O. (2018). Impact of modern technologies on logistics and supply chain management. *Marketing and Management of Innovations*, 1, 130-139. <https://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-09>

- [34] Portillo, F. J., Rivera, M. F., & Cuevas, G. V. (2018). EL FUTURO DE LA LOGÍSTICA, LOS DRONES Y SU USO EN CEDIS A NIVEL NACIONAL. *Revista Científica Administrativa*, 8, 177-187. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2019/01/Vol8-2018-Especial.pdf>
- [35] Raivi, A. M., Huda, S. M. A., Alam, M. M., & Moh, S. (2023). Drone routing for drone-based delivery systems: A review of trajectory planning, charging, and security. *Sensors*, 23(3), 1463. <https://doi.org/10.3390/s23031463>
- [36] Ren, X., & Cheng C. (2020). Third-Party Risk Index Model for Unmanned Aerial Vehicle Delivery in Urban Environments. *Sustainability*, 12(20), 8318. <https://doi.org/10.3390/su12208318>
- [37] Saunders, J., Saeedi, S., & Li, W. (2023). Autonomous aerial robotics for package delivery: A technical review. *Journal of Field Robotics*. <https://doi.org/10.1002/rob.22231>
- [38] Saunders, J., Saeedi, S., & Li, W. (2024). Critical Success Factors for Implementing Drones in the Logistics Sector. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106118>
- [39] Shao, Q., Li, J., Li, R., Zhang, J., & Gao, X. (2022). Study of urban logistics drone path planning model incorporating service benefit and risk cost. *Drones*, 6(12), 418. <https://doi.org/10.3390/drones6120418>
- [40] Smith, A., Dickinson, J. E., Marsden, G., Cherrett, T., Oakey, A., & Grote, M. (2022). Public acceptance of the use of drones for logistics: The state of play and moving towards more informed debate. *Technology in Society*, 68, 101883. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101883>
- [41] Stolaroff, J. K., Samaras, C., O'Neill, E. R., Lubers, A., Mitchell, A. S., & Ceperley, D. (2018). Energy Use and Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Drones for Commercial Package Delivery. *Nature Communications*, 9(1), 409. [10.1038/s41467-017-02411-5](https://doi.org/10.1038/s41467-017-02411-5)
- [42] Szalanczi-Orban, V., & Vaczi, D. (2022). Use of drones in logistics: Options in inventory control systems. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 20(3), 295-303. <https://doi.org/10.7906/indecs.20.3.9>
- [43] Tadić, S., Krstić, M., & Radovanović, L. (2024). Assessing strategies to overcome barriers for drone usage in last-mile logistics: A novel hybrid fuzzy MCDM model. *Mathematics*, 12(3), 367. <https://doi.org/10.3390/math12030367>
- [44] Tadić, S., Krstić, M., Veljović, M., Čokorilo, O., & Milovanović, M. (2024). Risk Analysis of the Use of Drones in City Logistics. *Mathematics*, 12, 1250. <https://doi.org/10.3390/math12081250>
- [45] Thomaidis et al. (2024). Investigation of Operational Parameters that Affect the Use of Drones in Goods' Stock Count Process: Evidence from Experimental Results. *Journal of Industrial Engineering & Management*, 2024, Vol 17, Issue 1, p115. <https://doi.org/10.3926/jiem.6446>

- [46] Thomaidis, N.C., & Zeimpekis, V. (2024). Critical success factors for drone implementation in the logistics sector. <https://doi.org/10.3926/jiem.6446>
- [47] Troudi, A., Addouche, S. A., Dellagi, S., & Mhamedi, A. (2018). Sizing of the Drone Delivery Fleet Considering Energy Autonomy. *Sustainability*, 10, 3344. <https://doi.org/10.3390/su10093344>
- [48] Tubis, A. A., Ryczyński, J., & Żurek, A. (2021). Risk assessment for the use of drones in warehouse operations in the first phase of introducing the service to the market. *Sensors*, 21(20), 6713. <https://doi.org/10.3390/s21206713>
- [49] Wu, K., Lu, S., Chen, H., Feng, M., & Lu, Z. (2024). An Energy-Efficient Logistic Drone Routing Method Considering Dynamic Drone Speed and Payload. *Sustainability*, 16(12), 4995. <https://doi.org/10.3390/su16124995>
- [50] Xia, Yang et al.(2023).Truck-Drone Pickup and Delivery Problem with Drone Weight-Related Cost.*Sustainability* (2071-1050), 2023, Vol 15, Issue 23, p16342. <https://doi.org/10.3390/su152316342>
- [51] Xu Ling et al. (2024).Investigación sobre la optimización de rutas de entrega colaborativas de drones y vehículos en la logística del comercio electrónico rural.*Revista de ingeniería informática y aplicaciones*, 2024, vol. 60, número 1, pág. 310. <https://doi.org/10.3778/j.issn.1002-8331.2306-0115>
- [52] Zhang, Zhao et al.(2023).Analysis and Empirical Study of Factors Influencing Urban Residents' Acceptance of Routine Drone Deliveries.*Sustainability* (2071-1050), 2023, Vol 15, Issue 18, p13335. <https://doi.org/10.3390/su151813335>



Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Fecha de recepción: 06.05.2024 | Fecha de aceptación: 31.07.2024 | Fecha de publicación: 15.08.2024



Automatización Robótica de Procesos y su Impacto en la Gestión de Compras y Cadena de Suministros: Revisión Sistemática

Robotic Process Automation and its Impact on Purchasing and Supply Chain Management

Tirado Avila Julio David¹; Mecola Bernedo Jesus Christopher¹

* Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Autor de correspondencia: jtirado@unitru.edu.pe

RESUMEN

Este artículo explora de manera integral la automatización robótica de procesos y su impacto en la gestión de compras y cadena de suministros. La automatización robótica de procesos (RPA) está transformando la gestión de compras y la cadena de suministro al permitir la automatización de tareas repetitivas y basadas en reglas, como el procesamiento de pedidos y la conciliación de facturas. Esta tecnología trae consigo beneficios significativos, como un aumento en la eficiencia, reducción de errores, disminución de costos operativos y liberación de recursos humanos para actividades más valiosas. No obstante, su implementación exitosa requiere identificar cuidadosamente los procesos apropiados, integrarla correctamente con los sistemas existentes, gestionar el cambio efectivamente y abordar desafíos como la inversión inicial, seguridad de datos y las limitaciones que presenta para tareas no rutinarias.

Palabras Clave: *Transformación digital, eficiencia operativa, cadena de suministros, gestión de compras, robótica de procesos (RPA).*

ABSTRACT

This article comprehensively explores robotic process automation and its impact on purchasing and supply chain management. Robotic process automation (RPA) is transforming purchasing and supply chain management by enabling the automation of repetitive, rule-based tasks such as order processing and invoice reconciliation. This technology brings significant benefits, such as increased efficiency, reduced errors, decreased operating costs, and freeing up human resources for more valuable activities. However, its successful implementation requires carefully identifying appropriate processes, correctly integrating it with existing systems, managing change effectively and addressing challenges such as initial investment, data security and the limitations they present for non-routine tasks.

Keyword: *Digital transformation, operational efficiency, supply chain, purchasing management, process robotics (RPA).*

1. Introducción

En el contexto competitivo y rápidamente cambiante de hoy, las empresas necesitan optimizar sus procedimientos y operaciones, mantenerse informadas y actualizadas. En este contexto, la Automatización Robótica de Procesos (RPA) destaca como una tecnología prometedora para la transformación tecnológica en áreas clave como la logística y la gestión de la cadena de suministro. La logística y la cadena de suministro son procesos críticos llenos de tareas repetitivas basadas en reglas que consumen mucho tiempo y recursos. Desde pedir productos hasta verificar facturas, gestionar inventario y rastrear envíos, estas tareas suelen ser manuales, propensas a errores humanos e ineficientes. La RPA se considera una solución adecuada a estos problemas, permitiendo a las empresas automatizar tareas repetitivas y liberar a los empleados para tareas de mayor valor agregado.

La RPA es fundamental para la logística y la cadena de suministro, prometiendo mejoras operativas, reducción de costos, precisión de procesos y optimización del flujo de trabajo [1]. Sin embargo, su implementación adecuada requiere un análisis detallado, una gestión eficaz del cambio y la consideración de múltiples desafíos y factores críticos [2]. La automatización de procesos mediante la robótica también ha encontrado aplicaciones en la educación informal, facilitando la búsqueda de cursos en plataformas de e-learning [3]. La adopción de tecnologías de la Industria 4.0 ha sido crucial para mejorar la sostenibilidad ambiental en las operaciones [4], y la integración de SAP con la automatización robótica inteligente ha optimizado los procesos empresariales [5].

Investigaciones recientes han presentado en conferencias sobre sistemas eléctricos y energéticos modernos el impacto de estas tecnologías [6]. La implementación de sistemas distribuidos y descentralizados ha mejorado significativamente el control de las cadenas de suministro [7]. En las innovaciones de sistemas y aplicaciones inteligentes, se ha explorado un nuevo enfoque para la automatización de servicios [8].

El análisis de la literatura organizacional gris ha revelado el impacto de la RPA en diversas industrias [9], mientras que su aplicabilidad para la detección de señales débiles en internet ha sido demostrada [10]. La automatización robótica también se perfila como una fuerza laboral digital del futuro [11]. La integración de BIM con RPA ha mostrado ser una combinación poderosa en la construcción [12]. Sin embargo, la adopción organizacional de RPA debe manejarse cuidadosamente para evitar el exceso de expectativas [13]. Estudios científicos e industriales han sistematizado los beneficios y desafíos de la RPA [14].

El análisis de procesos de gestión reporta el potencial de automatización mediante RPA [15]. La RPA también se ha aplicado a la operatividad de procesos contables en sectores como telecomunicaciones y banca en América Latina [24], y en auditorías de cumplimiento en el sistema financiero [25]. La automatización de ensamblajes utilizando brazos robóticos ha mejorado la eficiencia y precisión en la manufactura [22], mientras que las administraciones fiscales han adoptado la RPA para mejorar la eficiencia y respetar los derechos humanos [23].

Finalmente, la RPA en la contabilidad y auditoría ha sido destacada como una innovación disruptiva [29], y su impacto en la Industria 4.0 continúa presentando desafíos y

oportunidades significativas [30]. Estas investigaciones subrayan el papel crucial de la robótica y la automatización en la modernización y optimización de las cadenas de suministro y otros sectores industriales.

Por lo tanto, este intercambio explorará en detalle el impacto del uso de RPA en la gestión de adquisiciones y cadena de suministro, describiendo los beneficios potenciales, los desafíos de implementación, las mejores prácticas y las consideraciones estratégicas para maximizar el valor de su negocio en estas áreas clave. El propósito de esta revisión sistemática es evaluar el impacto de la RPA en la gestión de la cadena de suministro y adquisiciones, centrándose en las mejoras en la eficiencia operativa, la reducción de costos y la eficiencia de los procesos.

2. Metodología

Esta investigación implementará el enfoque PRISMA que aporta un conjunto de pautas para realizar y presentar una revisión sistemática. En el enfoque, ampliamente reconocido y utilizado en el ámbito académico, consta de 27 elementos clave que guían el crecimiento de un título que identifique de manera explícita el estudio como una revisión sistemática, una introducción y explicación detallada de los principios subyacentes, tiene los objetivos y las preguntas en la investigación que se realizará.

En primer lugar, se desarrollará una investigación exhaustiva de la literatura científica disponible en diversos repositorios y plataformas digitales. En los criterios que se realizó la inclusión y exclusión serán rigurosamente definidos para garantizar la relevancia y calidad del estudio seleccionado. Estos criterios incluirán, pero no se limitarán a, la relevancia del contenido respecto en “Automatización Robótica de Procesos y su impacto en la Gestión de Compras y Cadena de Suministros” la fecha de publicación, y la metodología empleada en los estudios.

La estrategia de esta investigación realizada incluirá palabras clave específicas y combinaciones de términos relacionados con el tema realizado, su desempeño organizacional y las corporaciones agroindustriales. Se utilizarán operadores booleanos para refinar y optimizar la búsqueda. Además, se emplearán algunas bases de datos que mayormente se conoce como es; Scopus, Web of Science, y Google Scholar, entre otras, para asegurar una cobertura amplia y exhaustiva de la literatura relevante.

Una vez recopilados los informes publicados, se procederá a un proceso de selección meticuloso que incluirá una revisión por pares y un análisis crítico de cada estudio. Este procedimiento asegurará que sólo los estudios más pertinentes y de alta calidad sean incluidos en su revisión sistemática. Los datos de los estudios seleccionados serán extraídos y compilados de manera estructurada, siguiendo las pautas establecidas por el enfoque PRISMA.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron analizados exhaustivamente para obtener pautas, novedades y obtener relaciones significativas sobre este artículo y su desempeño hoy en día en el avance de la tecnología. La discusión de los hallazgos se centrará en interpretar los resultados de la literatura existente, demostrar las implicaciones de prácticas, teóricas y áreas para futuras investigaciones. Las conclusiones proporcionarán una síntesis de los principales alcances y la relevancia en el campo de estudio,

contribuyendo así al avance del conocimiento del impacto de la automatización de la robótica en la cadena de suministros.

2.1 Estrategia de búsqueda

Tuvo como inicio la investigación exhaustiva en las siguientes bases de datos académicas claves como lo es Scopus, Dialnet para adjuntar distintos estudios relacionados que fueron publicados entre 2020 y 2024. Las consultas se diseñaron utilizando palabras clave relevantes que abordan la correlación en las gestiones para su CSV y su desempeño en la actualidad del avance de la tecnología. Entre las palabras clave utilizadas se incluyen "cadena de suministro", "robótica", "Automatización", y "gestión de compras". Las estrategias de búsqueda se configuraron con el operador booleano "Y" para maximizar la exhaustividad de los resultados. Los detalles específicos de cada consulta realizada en cada base de datos se detallan y sus especificaciones que están en la Tabla 1.

Tabla 1.

Consultas que fueron buscadas en selección de cada base de datos

Base de datos	Consultas de las búsquedas de los documentos
Scopus	robotic AND process AND automation AND chain AND management
Dialnet	Robotic Process Automation

2.2 Criterios de elegibilidad

Las investigaciones realizadas serán tomados en cuenta para la supervisión si cumplen con las próximas pautas: (I) La publicación debe haber sido realizada en español o inglés (II) Los documentos deben ser accesibles a cualquier lector, ya sea mediante acceso gratuito o institucional mostrando el contenido solicitado (III) Verificar en estudios mostrados más recientemente sean de los últimos 5 años para una mejora en la precisión de la búsqueda (IV) Pertenecen a la categoría: Artículos de revistas (V) Están relacionados para el tema, los objetivos y conceptos relacionados de este estudio son: Cadena de suministro, El papel de la IA en LoT con Automatización, Robotización y dinámica del empleo en las cadenas suministradas.

Respecto a los criterios de exclusión: (1) No se incluirán archivos que no pertenezcan a la base de datos anterior (2) Se descartaron trabajos de investigación que no cumplan con el interés de revisión.

3. Resultados y discusión

Inicialmente, se identificaron 102 trabajos de investigación relevantes para el estudio. Tras realizar una exhaustiva revisión, se eliminaron 10 artículos duplicados, dejando un total de 92 artículos únicos.

Tabla 2.

Cantidad de trabajos de investigación hallados de acuerdo a su base de datos

Base de datos	Cantidad de trabajos de investigación hallados
Scopus	33
Dialnet	69
Total	102

Posteriormente, colocaron criterios en la exclusión basados para su análisis del título y resumen de cada artículo, lo cual redujo la cantidad a 62 artículos potencialmente pertinentes. Luego de una evaluación más detallada y la aplicación de criterios adicionales, se seleccionaron cuidadosamente 13 artículos que cumplieran con los estándares requeridos para el estudio.

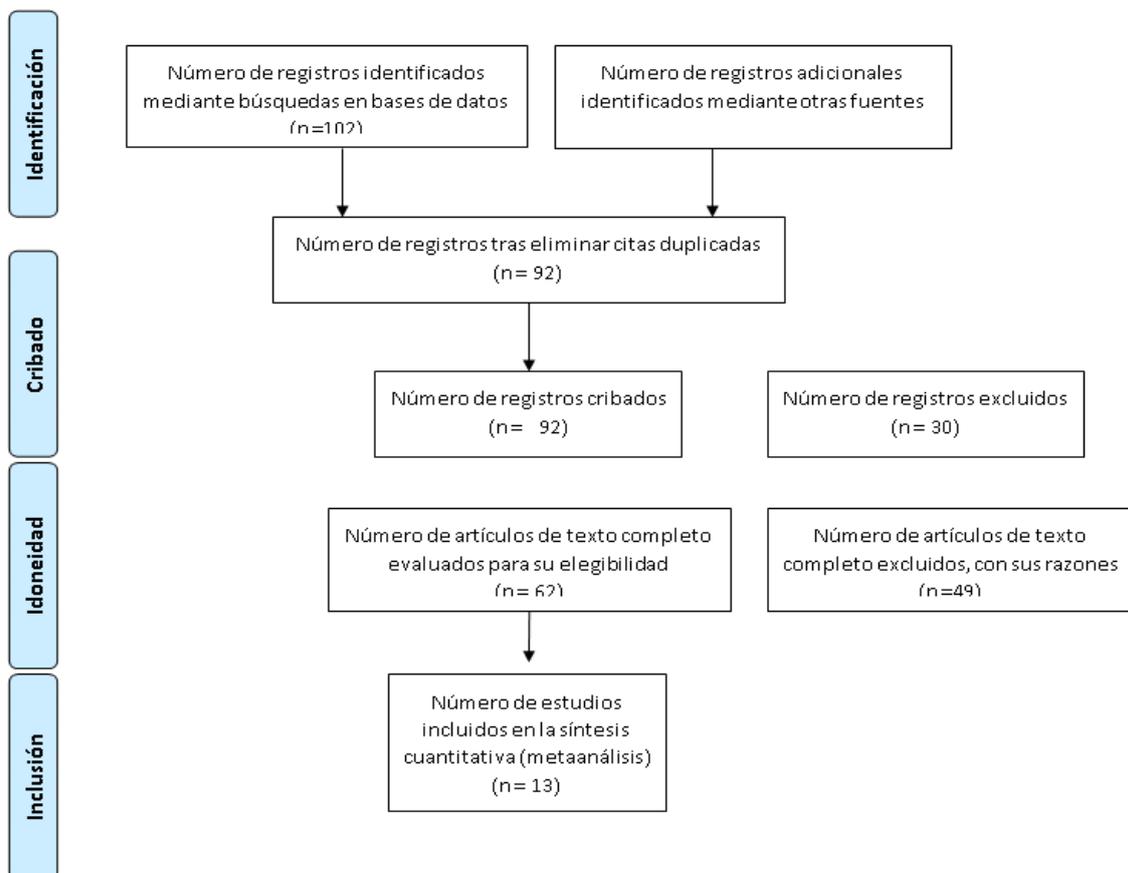


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA

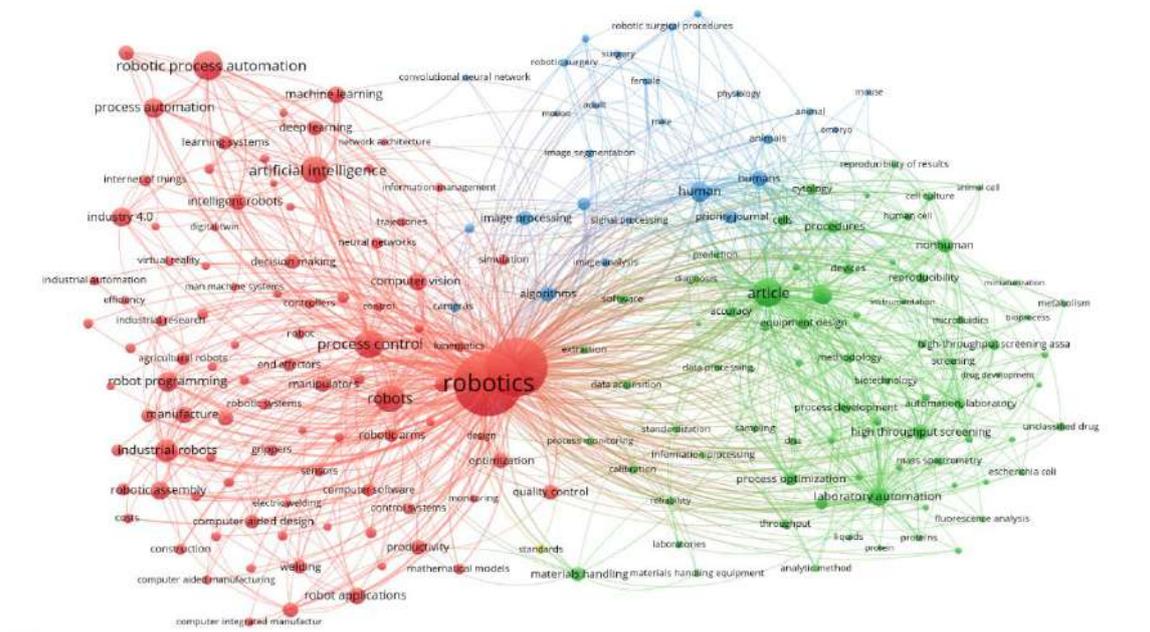


Figura 2. Diagrama VasViewer

Luego de quedarse con un total de 62 artículos que son parte de la temática, se escogió 13 de ellos, como se muestra en la Ilustración 1, esta selección se basó en los términos de inclusión que establecen las reglas para desarrollar la depuración de las categorías de nuestro interés de estudio, y principalmente se rescatara aquella información que tienen la relación muy fuerte con el tema que se está investigando, Tabla 3.

Tabla 3.

Lista de artículos que se incluyeron para su verificación sistemática por los criterios

Cita	Título	Año	Resultados principales
Diefenbach, H., Grosse, E.H., Glock, C.H. [1]	Robotic Process Automation: A Scientific and Industrial Systematic Mapping Study	2024	Este trabajo desarrolla un modelo integrado de asignación de inventario que optimiza tanto las dimensiones verticales como horizontales, reduciendo el tiempo total de procesamiento de pedidos y minimizando la carga física en los preparadores de pedidos. La estrategia propuesta mejora el rendimiento del almacén y las condiciones de trabajo.
Akpan, M. [2]	Contabilidad preparada para el futuro: estrategias de datos y tecnología.	2024	El artículo proporciona a estudiantes, educadores y profesionales del sector contable el conocimiento necesario para adaptarse a un entorno contable dinámico mediante el uso de tecnologías innovadoras. Se enfoca en cerrar la brecha entre el conocimiento teórico y la experiencia práctica, preparando a los contadores para el futuro con las últimas tecnologías.

Nakić, J., Boban, D. [3]	Enhancing Informal Education with Robotic Process Automation: A Method for Automating Course Search on E-Learning Platforms	2024	Este artículo presenta un enfoque innovador para el uso de RPA en la educación no formal, específicamente en la automatización de la búsqueda de cursos en plataformas de e-learning. El algoritmo desarrollado interactúa con interfaces de plataformas, recupera y almacena detalles del curso, y genera informes estructurados, mejorando la eficiencia en la educación informal.
Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Santibañez Gonzalez, E. [4]	Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability	2022	El estudio revisa la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 en la gestión de la cadena de suministro, identificando áreas de investigación clave y vacíos. Propone un marco para implementar I4.0 en la SCM, destacando su impacto en la sostenibilidad ambiental y la eficiencia operativa.
Yendluri, D. K., Tatikonda , R., Thatikond a, R., Ponnala, J., Kempann a, M., & Bhuvanesh, A. [5]	Integration of SAP and Intelligent Robotic Process Automation.	2023	La integración de IRPA con SAP mejora diversas operaciones empresariales, como la gestión de recursos humanos y procesos financieros. El estudio destaca los beneficios, desafíos y mejores prácticas de esta integración, presentando ejemplos concretos y explorando el futuro de la hiperautomatización y la colaboración entre humanos y robots.
Neвлиудов, I., Bronnikov, A., Chala, O., Allakhverano v, R. [6]	Improvement and Optimization of Automated Logistics Processes in Logistics Premises	2023	Se utiliza un método analítico jerárquico para minimizar errores al obtener información de expertos, desarrollando un software web para la selección de automóviles basado en varios factores prioritarios como el costo y la fiabilidad. Este enfoque mejora la toma de decisiones en logística.
Kumar, V., & Selvaprabhu, P [7]	An examination of distributed and decentralized systems for trustworthy control of supply chains	2023	El estudio analiza el potencial de la tecnología blockchain para mejorar la seguridad y privacidad en la gestión de la cadena de suministro. Se destacan aplicaciones prácticas en sectores como la agricultura y la salud, y se identifican avances recientes y futuras innovaciones en la SCM.
Ozkan, G., Esgin, E. [8]	Conferencia de Innovaciones en Sistemas y Aplicaciones Inteligentes	2023	La RPA transforma la gestión de la cadena de suministro al automatizar tareas repetitivas y mejorar la precisión de datos. El estudio subraya los beneficios, desafíos y mejores prácticas de la implementación de RPA, destacando su potencial para generar ahorros

			en costos y mejorar la competitividad empresarial.
Chugh, R., Macht, S., & Hossain, R. [9]	Robotic Process Automation: a review of organizational grey literature	2022	La revisión de la literatura gris sobre RPA identifica sus beneficios, desafíos y clasificaciones. El estudio proporciona una definición unificada de RPA y agrupa sus aplicaciones en automatización básica, cognitiva e inteligencia artificial, destacando los beneficios organizacionales a largo plazo.
Cabral, P. H. D., Janissek-Muniz, R., & Behr, A. [10]	Applicability of robotic process automation for weak signals detection on the internet.	2022	La RPA se evalúa en la detección de señales débiles mediante la minería de textos en internet, encontrando compatibilidad en 6 de las 8 fases de la actividad de análisis del entorno. El estudio mejora la eficiencia y calidad del análisis del entorno mediante RPA.
Madakam, S., Holmukhe, R. M., & Jaiswal, D. K. [11]	The future digital work force: Robotic process automation (RPA).	2019	La integración de RPA en los procesos de negocio utiliza tecnologías como inteligencia artificial y aprendizaje automático. El libro proporciona un resumen holístico de la implementación de RPA, útil para académicos, investigadores y profesionales.
Atencio, E., Alfaro, I., Muñoz La Rivera, F., Lozano Galant, F., & Lozano Galant, J. A. [12]	Hacia una integración entre BIM y Robotic Process Automation: Una prueba de concepto.	2023	La integración de BIM con RPA en la construcción mejora la eficiencia y precisión en los proyectos. El estudio muestra que RPA y BIM son tecnologías complementarias, motivando la investigación en ingeniería civil.
Antonios Kaniadakis, Laura Linturn. [13]	International Journal of Information Systems and Project Management	2022	El estudio examina el impacto del hype sobre la adopción de RPA en organizaciones del sector BFSI. Se identifica cómo las expectativas afectan el comportamiento de adopción y toma de decisiones, destacando la importancia de gestionar adecuadamente las expectativas de RPA.

3.1 Estrategias de Automatización en la robótica y la cadena de suministros

La automatización en la cadena de suministro y la robótica ha transformado significativamente las operaciones comerciales, aumentando la eficiencia, reduciendo costos y mejorando la precisión en la mayoría de las actividades. A continuación, se presentan algunas de las prácticas más populares en este ámbito:

- **Desarrollo de Robótica Avanzada:** El uso de cobots, es decir, robots colaborativos que trabajan junto a los empleados, ha mejorado los procesos y la productividad. Estos robots son especialmente útiles en actividades repetitivas y descriptivas, como el

ensamblaje y la inspección de productos. La percepción de los empleados sobre el aumento de las actividades de valor añadido y la eficiencia en tiempo y costo con la automatización robótica ha sido positiva [16].

- **Automatización de Almacenes:** Los almacenes automatizados emplean sistemas de robots para gestionar inventarios, preparar pedidos y manejar mercancías. Tecnologías como los sistemas de manejo y recuperación automática de materiales (AS/RS) y los vehículos guiados automáticamente (AGV) han incrementado la eficiencia de los almacenes al permitir un manejo más rápido y preciso de los productos [19].
- **Automatización de Procesos de Pedidos:** La automatización de los procesos de pedidos ayuda a las empresas a ejecutar más rápidamente las órdenes de compra. Utilizando software inteligente, se puede automatizar desde la disponibilidad de inventario hasta la generación de órdenes de compra y el seguimiento del estado del pedido, minimizando errores y tiempo de procesamiento [17].
- **Compensación de Errores en Herramientas de Máquinas:** La compensación de errores en tiempo real es crucial para mantener la precisión en procesos de manufactura. El uso de rastreadores láser para la compensación de errores en herramientas de máquinas de tres ejes ha demostrado mejorar significativamente la precisión y eficiencia [20].
- **Implementación de la Robótica en Cirugía:** La robótica ha revolucionado la cirugía, proporcionando mayor precisión y reduciendo los tiempos de operación. La implementación de sistemas robóticos ha permitido desarrollar una arquitectura funcional para la sutura robótica automatizada en cirugía laparoscópica, mejorando la precisión y eficiencia en estos procedimientos [21] [27].
- **Automatización de Sistemas de Ensamblaje:** La automatización de sistemas de ensamblaje utilizando brazos robóticos ha demostrado ser eficiente en la reducción del tiempo y mejora de la precisión en la producción. La aplicación de métodos de tiempo predeterminado ha sido clave en la automatización de estos sistemas [22].
- **Automatización de la Gestión de Devoluciones:** La gestión automatizada de devoluciones facilita un procesamiento rápido de la actualización de inventarios y reembolsos. Esto no solo mejora la satisfacción del cliente, sino que también optimiza el flujo de mercancías a través de la cadena de suministro. La relación entre la automatización de procesos y la operatividad en sectores específicos, como telecomunicaciones y banca, ha sido ampliamente evaluada [24].
- **Gemelo Digital Robótico en Rehabilitación:** El uso del gemelo digital robótico como plataforma de entrenamiento para personal de rehabilitación ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la formación y la práctica clínica en el ámbito de la salud [28].

La implementación de estas estrategias de automatización no solo mejora la eficiencia y precisión en la cadena de suministros, sino que también permite a las empresas adaptarse rápidamente a las demandas del mercado y mantener una ventaja competitiva en un entorno cada vez más dinámico y exigente. A continuación, se presentan las estrategias implementadas en la automatización de la robótica y la cadena de suministros según los artículos escogidos:

Tabla 4.

Lista de trabajos investigativos que se incluyeron en la revisión sistemática según los criterios

Nombre	Concepto Generales
Planificación Descentralizada de Rutas	La comunicación efectiva es crucial para coordinar múltiples robots de manera descentralizada. Se ha desarrollado un modelo que utiliza redes neuronales convolucionales (CNN) para identificar características relevantes y redes neuronales de grafos (GNN) para facilitar la comunicación entre robots. Este modelo, entrenado para replicar un algoritmo experto, optimiza la navegación en entornos complejos y desordenados, demostrando una notable capacidad para adaptarse a nuevas situaciones. La adopción de este tipo de planificación es esencial para el éxito de la automatización robótica en cadenas de suministro [19].
Automatización en Almacenes	El comercio electrónico y otras innovaciones han mejorado significativamente la eficiencia y precisión del servicio logístico. Los almacenes inteligentes, que incorporan tecnologías avanzadas, se están volviendo esenciales para adaptarse a la creciente demanda. Este estudio ofrece una crítica de la gestión de operaciones en almacenes inteligentes, enfocándose en la interconexión de información, automatización de equipos, integración de procesos y sostenibilidad ambiental. La optimización de la asignación de almacenamiento centrada en el ser humano y los costos mejora la eficiencia y reduce los costos operativos [1]. La integración de RPA con sistemas ERP como SAP transforma la gestión logística y de almacenes, aumentando la eficiencia y precisión [5]. La mejora de los procesos logísticos automatizados es fundamental para el desarrollo continuo [6].
Robótica Cooperativa basada en Blockchain	Los enjambres de robots están transformando las aplicaciones industriales, desde la entrega selectiva de materiales hasta la agricultura de precisión. Sin embargo, la autonomía, el control descentralizado y el comportamiento colectivo emergente presentan desafíos importantes para su desarrollo. La tecnología blockchain, originada en la economía de Bitcoin, permite que múltiples agentes alcancen un consenso y mantengan un registro sin una autoridad central. La integración de blockchain con sistemas de enjambre robótico proporciona la infraestructura necesaria para hacer estas operaciones más seguras, autónomas y eficientes [7].
Inteligencia Artificial y Escaneo	La aplicación de algoritmos de IA para el escaneo y análisis de literatura académica ha transformado la investigación. Las técnicas de aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural (NLP) permiten a las herramientas de IA identificar patrones, clasificar documentos y extraer información clave con una precisión y velocidad sin precedentes. Estas tecnologías facilitan la búsqueda de literatura relevante, la identificación de tendencias emergentes y la generación de resúmenes detallados a partir de grandes volúmenes de datos. La adopción de estas tecnologías en la investigación académica mejora significativamente la eficiencia y la precisión del análisis de datos [11].

La automatización robótica en la cadena de suministro (CR) se ha erigido como una innovación esencial para la transformación y optimización de procesos logísticos en diversos sectores, incluida la agroindustria. Esta tecnología se manifiesta en la incorporación de sistemas robóticos avanzados para ejecutar tareas repetitivas y laboriosas, así como en la implementación de sistemas autónomos que facilitan la gestión

eficiente de inventarios y la distribución de productos. La integración de RPA con sistemas ERP como SAP está transformando la gestión logística, proporcionando mayor eficiencia y precisión (Yendluri et al., 2023) [5]. Además, la robótica en la gestión de residuos sólidos en cadenas de suministro de ciclo cerrado mejora la eficiencia y sostenibilidad de estas operaciones (Peña et al., 2015) [18].

3.1.1. Software utilizado para la información de los artículos

Zotero y VOSviewer son herramientas gratuitas y de código abierto que le ayudan a gestionar y analizar materiales bibliográficos. La versión 6.0.26 de Zotero está diseñada para organizar, recopilar, citar y compartir referencias y es compatible con varias plataformas. Le permite extraer automáticamente información como autor, cita, país, año y resumen de la fuente y almacenar enlaces a las páginas web visitadas, lo que lo convierte en un recurso importante para las personas que manejan grandes cantidades de información. VOSviewer, por otro lado, se centra en la creación y visualización de gráficos bibliométricos y es particularmente útil para investigadores y académicos. Esta herramienta facilita el análisis gráfico de las relaciones entre publicaciones, autores y términos y ayuda a identificar patrones y tendencias en big data, mejorando así la comprensión y el análisis de la información bibliográfica.

Tabla 5.

Relación Objetivo - Artículo

Objetivos	Artículos
<p>Identificar la influencia de automatización de robótica en la cadena de suministros</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Human-and-cost-centric storage assignment optimization in picker-to-parts warehouses. - Integration of SAP and Intelligent Robotic Process Automation. - Improvement and Optimization of Automated Logistics Processes in Logistics Premises. - An examination of distributed and decentralized systems for trustworthy control of supply chains. - Automation of an assembly system using a robotic arm with predetermined time method.
<p>Examinar la innovación en el Desarrollo Tecnológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability. - Enhancing Informal Education with Robotic Process Automation: A Method for Automating Course Search on E-Learning Platforms. - A new approach to automating services. - Hacia una integración entre BIM y Robotic Process Automation: Una prueba de concepto.
<p>Determinar el impacto en el desempeño empresarial</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contabilidad preparada para el futuro: estrategias de datos y tecnología. - Robotic Process Automation: a review of organizational grey literature. - Applicability of robotic process automation for weak signals detection on the internet.

Los resultados de esta revisión sistemática indican que la Automatización Robótica de Procesos (RPA) tiene un impacto positivo significativo en la gestión de compras y la cadena de suministro. La mayoría de los estudios incluidos muestran que RPA mejora la eficiencia de los procesos al reducir el tiempo de procesamiento y minimizar los errores humanos. Además, se observa una reducción considerable en los costos operativos y una mejora en la precisión de los datos.

Sin embargo, algunos desafíos también se identifican en la implementación de RPA. Uno de los principales obstáculos es la integración tecnológica adecuada y la necesidad de una gestión efectiva del cambio. La resistencia al cambio por parte del personal y la falta de habilidades técnicas adecuadas pueden dificultar la adopción de RPA. Además, existe una variabilidad en la calidad de los estudios incluidos y una falta de datos a largo plazo que evalúen el impacto sostenido de RPA en las organizaciones.

A pesar de estas limitaciones, las implicaciones prácticas de la implementación de RPA son significativas. La automatización de tareas repetitivas y basadas en reglas puede liberar recursos humanos para tareas más estratégicas y de mayor valor añadido. Sin embargo, es esencial que las organizaciones aborden de manera proactiva los desafíos relacionados con la capacitación del personal y la gestión del cambio para maximizar los beneficios de RPA.

En términos de recomendaciones para futuras investigaciones, es crucial realizar estudios longitudinales que evalúen el impacto a largo plazo de RPA en la gestión de compras y la cadena de suministro. Además, se necesita explorar más a fondo las barreras para la implementación de RPA y desarrollar estrategias para superarlas. En particular, la investigación futura debería centrarse en cómo las organizaciones pueden gestionar eficazmente la transición hacia procesos automatizados y cómo pueden medir y demostrar los beneficios tangibles de RPA.

Esta evaluación del artículo de revisión titulado "Relación entre la automatización de la robótica y la cadena de suministros" destaca la relevancia creciente de las prácticas en la CSV y su contexto actual. La automatización de la robótica se ha transformado en elementos cruciales para la tecnología, no solo como una medida de eficiencia tecnológica, sino también siendo el componente fundamental en su desarrollo sostenible.

En las últimas décadas, estas prácticas han evolucionado significativamente, buscando aumentar sus desempeños en forma global en la cadena de suministro mientras se minimizan los factores perjudiciales en la sociedad. Esto implica adoptar reglas que no solo optimicen los procesos logísticos y de producción, sino que también promuevan la responsabilidad tecnológica en el ámbito empresarial.

La utilización efectiva de estrategias de la automatización de la robótica en la cadena de suministros siempre no sólo va a ayudar a su eficiencia operativa y en su reducción de sus costos a largo plazo, sino que también fortalece la reputación corporativa.

4. Conclusiones

Según el análisis realizado en este estudio se pudo concluir que, la revisión sistemática sobre la Automatización Robótica de Procesos (RPA) revela que esta tecnología tiene un impacto positivo notable en la gestión de compras y en la cadena de suministro. La RPA mejora la eficiencia operativa al reducir tiempos de procesamiento y minimizar errores humanos, lo que también resulta en una disminución significativa de los costos operativos y una mayor precisión en la gestión de datos. No obstante, su implementación enfrenta desafíos considerables, como la integración tecnológica, la resistencia del personal y la falta de habilidades técnicas adecuadas.

Para maximizar los beneficios de RPA, es crucial abordar proactivamente estos desafíos mediante una capacitación efectiva del personal y una gestión adecuada del cambio. Además, se recomienda realizar estudios longitudinales que evalúen el impacto a largo plazo de RPA y explorar más a fondo las barreras para su implementación, con el fin de desarrollar estrategias que faciliten la transición hacia procesos automatizados y optimicen los beneficios tangibles de esta tecnología.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Diefenbach, H., Grosse, E. H., & Glock, C. H. (2024). Human-and-cost-centric storage assignment optimization in picker-to-parts warehouses. *European Journal of Operational Research*, 315(1), 53-70. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.01.033>
- [2] Akpan, M., (2024). Contabilidad preparada para el futuro: estrategias de datos y tecnología. Pp. 1-251 <https://doi.org/10.51302/rcyt.2001.16639>
- [3] Nakić, J., Boban, D. (2024). Enhancing Informal Education with Robotic Process Automation: A Method for Automating Course Search on E-Learning Platforms, *Journal of Communications Software and Systems*, vol. 20, no. 2, pp. 215-225 <https://doi.org/10.24138/jcomss-2023-0178>
- [4] Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Santibañez Gonzalez, E. (2022). Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 203-217. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.008>
- [5] Yendluri, D. K., Tatikonda, R., Thatikonda, R., Ponnala, J., Kempanna, M., & Bhuvanesh, A. (2023). Integration of SAP and Intelligent Robotic Process Automation, *International Conference on Next Generation Electronics (NEleX)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/NEleX59773.2023.10420947>
- [6] Nevliudov, I., Bronnikov, A., Chala, O., Allakhveranov, R. (2023). Improvement and Optimization of Automated Logistics Processes in Logistics Premises, *IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*, 1-6 <https://doi.org/10.1109/MEES61502.2023.10402386>
- [7] Kumar, V., & Selvaprabhu, P. (2023). An examination of distributed and decentralized systems for trustworthy control of supply chains. *IEEE Access*, 11, 137025-137052. <http://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3338739>

- [8] Ozkan, G., Esgin, E.(2023) Conferencia de Innovaciones en Sistemas y Aplicaciones Inteligentes 2023, ASYU 2023 <http://sloanreview.mit.edu/article/a-new-approach-to-automating-services/>
- [9] Chugh, R., Macht, S., & Hossain, R. (2022). Robotic Process Automation: a review of organizational grey literature. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 10(1), 5–26. <https://doi.org/10.12821/ijispm100101>
- [10] Cabral, P. H. D., Janissek-Muniz, R., & Behr, A. (2022). Applicability of robotic process automation for weak signals detection on the internet. *Revista dos Mestrados Profissionais*, 11(2), 141-157. <https://doi.org/10.51359/2317-0115.2022.256791>
- [11] Madakam, S., Holmukhe, R. M., & Jaiswal, D. K. (2019). The future digital work force: Robotic process automation (RPA). *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, 16(1), 17 páginas. <https://doi.org/10.4301/S1807-1775201916001>
- [12] Atencio, E., Alfaro, I., Muñoz La Rivera, F., Lozano Galant, F., & Lozano Galant, J. A. (2023). Hacia una integración entre BIM y Robotic Process Automation: Una prueba de concepto. En I. Oliver Faubel & B. Fuentes Giner (Eds.), *EUBIM 2023. Congreso internacional BIM / 12º encuentro de usuarios BIM* (pp. 45-56). <https://doi.org/10.4995/eubim2023.2023.16863>
- [13] Kaniadakis, A., & Linturn, L. (2022). Organizational adoption of robotic process automation: Managing the performativity of hype. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 10(4), 20-36. <https://doi.org/10.12821/ijispm100402>
- [14] González Enríquez, J., Jiménez Ramírez, A., Domínguez Mayo, F. J., & García García, J. A. (2021). Robotic process automation: A scientific and industrial systematic mapping study. En *Actas de las XXV Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD 2021)* (pp. [número de páginas si está disponible]). <https://doi.org/10.1109/access.2020.2974934>
- [15] Häuser, M., & Schmid, A. (2018). Robotic Process Automation (RPA). *Computer Und Recht*, 34(4), 266–276. <https://doi.org/10.9785/cr-2018-340412>
- [16] Aydıner, A. S., Ortaköy, S., & Özsürünç, Z. (2023). Employees' perception of value-added activity increase of Robotic Process Automation with time and cost efficiency: a case study. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 11(1), 30-49. <https://doi.org/10.12821/ijispm110102>
- [17] Liévano Martínez, F., & Fernández Ledesma, J. D. (2022). Roadmap for the implementation of robotic process automation in enterprises, *DYNA: Revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín*, 89(220), 81-89. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n220.99205>

- [18] Peña, C. C., Osorio, J. C., Vidal, C. J., Torres, P., & Marmolejo, L. F. (2015). Gestión de residuos sólidos en cadenas de suministro de ciclo cerrado desde la perspectiva de la investigación de operaciones. *Luna Azul*, 41(4), 5–28. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.2>
- [19] Nielsen, I. E., Piyatilake, A., Thibbotuwawa, A., Silva, M. M. D., Bocewicz, G., & Banaszak, Z. A. (2023). Benefits realization of robotic process automation (RPA) initiatives in supply chains. *IEEE Access*, 11, 37623-37636. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3266293>
- [20] Wang, Z., & Maropoulos, P. G. (2013). Real-time error compensation of a three-axis machine tool using a laser tracker. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(1-4), 453-463. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5019-5>
- [21] Casals Àrbol, A., Frigola, M., & Amat i Girbau, J. (2009). La robótica: Una valiosa herramienta en cirugía. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 6(1), 5-19. [https://doi.org/10.1016/s1697-7912\(09\)70072-x](https://doi.org/10.1016/s1697-7912(09)70072-x)
- [22] Rodriguez-Alvarado, L., Martinez-Bibiano, J., Loyo-Quijada, J., & Silva-Rivera, U. (2022). Automation of an assembly system using a robotic arm with predetermined time method. *DYNA Management*, 10(1), 1-7. <https://doi.org/10.6036/MN10409>
- [23] Faúndez, A., & Mellado-Silva, R. (2023). Use of robotic process automation by tax administrations and impact on human rights. *Revista Chilena de Derecho y Tecnología*, 12. <https://doi.org/10.5354/0719-2584.2023.65457>
- [24] Larios Soldevilla, O. A., & Atoche Socola, C. J. (2023). La automatización robótica de procesos y su relación con la operatividad de los procesos contables en las empresas de telecomunicaciones y banca en los países de Argentina, Chile, Colombia y Perú en el año 2021. *Contabilidad y Negocios*, 18(35), 67-95. <https://doi.org/10.18800/contabilidad.202301.001>
- [25] Loiola, E. (2022). Panorama da automação no processo de auditoria de observância do Sistema Financeiro Nacional. *Revista dos Mestrados Profissionais*, 11, 158. <https://doi.org/10.51359/2317-0115.2022.256874>
- [26] Matthies, B. (2020). Assessing the automation potentials of management reporting processes. *The International Journal of Digital Accounting Research*, 20, 75-101. https://doi.org/10.4192/1577-8517-v20_4
- [27] Galán-Cuenca, Á., Herrera-López, J., Fernández-Naranjo, M., Garcia-Morales, I., Burrieza, A., & Muñoz, V. (2023). Arquitectura funcional para una sutura robótica automatizada en cirugía laparoscópica. Título de la publicación. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498609.035>
- [28] Sosa-Méndez, D., & García Cena, C. E. (2023). Robotic digital twin as a training platform for rehabilitation health personnel. *Enfoque UTE*, 14(3), 19-26. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.971>

- [29] Mookerjee, Joydeep & Rao, O R S. (2021). A Review of the Robotic Process Automation's Impact as a Disruptive Innovation in Accounting and Audit. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT). Vol.12. 3675-3682.
- [30] Onyshchenko, O., Shevchuk, K., Shara, Y., Koval, N., & Demchuk, O. (2022). Industry 4.0 and accounting: Directions, challenges, opportunities. Independent Journal of Management & Production, 13, s161-s195. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v13i3.1993>



Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Fecha de recepción: 06.05.2024 | Fecha de aceptación: 31.07.2024 | Fecha de publicación: 15.08.2024

El Impacto de la Aplicación de la Tecnología de Gemelos Digitales en la Cadena de Suministro 4.0: Una Revisión Sistemática

The Impact of the Application of Digital Twin Technology in Supply Chain 4.0: A Systematic Review

Luis Javier Castillo Rabanal¹; Alexander Saúl Huamanchumo Gordillo¹; María Alexandra Lecca Rengifo^{1*}

* Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Autor de correspondencia: t1033300321@unitru.edu.pe

RESUMEN

En la era de la Industria 4.0, la digitalización y la conectividad están revolucionando las cadenas de suministro a través de la tecnología de gemelos digitales. Estos son representaciones virtuales de objetos, procesos o sistemas físicos, permitiendo a las organizaciones monitorizar, simular y optimizar sus operaciones en tiempo real. Los gemelos digitales mejoran la visibilidad, la transparencia, y la eficiencia, facilitando la predicción y mitigación de riesgos. No obstante, su implementación presenta desafíos como la integración de datos, la infraestructura tecnológica y la seguridad. Esta tecnología promete revolucionar las operaciones de la cadena de suministro, llevándolas a nuevos niveles de eficiencia y resiliencia.

Palabras Clave: *compatibilidad, gemelos digitales, cadena de suministro, industria 4.0.*

ABSTRACT

In the era of Industry 4.0, digitalization and connectivity are revolutionizing supply chains through digital twin technology. These are virtual representations of physical objects, processes, or systems, allowing organizations to monitor, simulate, and optimize their operations in real time. Digital twins enhance visibility, transparency, and efficiency, facilitating risk prediction and mitigation. However, their implementation presents challenges such as data integration, technological infrastructure, and security. This technology promises to revolutionize supply chain operations, taking them to new levels of efficiency and resilience.

Keyword: *digital twins, supply chain, industry 4.0.*

1. Introducción

En la era de la Industria 4.0, la digitalización y la conectividad están revolucionando la manera en que las cadenas de suministro operan y gestionan sus procesos. Una de las innovaciones tecnológicas más destacadas en este contexto es la tecnología de gemelos digitales [1]. Son representaciones virtuales de objetos, procesos o sistemas físicos, que permiten a las organizaciones monitorizar, simular y optimizar sus operaciones en tiempo real. Esta tecnología se basa en la recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos provenientes de sensores y dispositivos IoT, lo que posibilita una comprensión profunda y detallada de cada aspecto de la cadena de suministro [2]. La cadena de suministro 4.0, caracterizada por su alta integración tecnológica, busca mejorar la eficiencia, la visibilidad y la flexibilidad a través de la adopción de tecnologías avanzadas [3]. Los gemelos digitales juegan un papel crucial en este contexto al permitir una interconexión perfecta entre el mundo físico y el digital [4]. Gracias a estos modelos virtuales, las empresas pueden prever problemas, optimizar rutas de transporte, gestionar inventarios de manera más eficiente y tomar decisiones informadas basadas en datos precisos y actualizados [5].

Uno de los principales beneficios de los gemelos digitales en la cadena de suministro es su capacidad para mejorar la visibilidad y la transparencia. Al tener una representación digital de cada componente de la cadena de suministro, las organizaciones pueden monitorear en tiempo real el estado de sus operaciones, identificar cuellos de botella y áreas de mejora, y responder rápidamente a cualquier cambio o imprevisto [6]. Esta visibilidad mejorada no solo facilita una gestión más eficiente de los recursos, sino que también permite una mejor colaboración y coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro [7]. Además, los gemelos digitales facilitan la predicción y la mitigación de riesgos. Utilizando modelos de simulación avanzados, las empresas pueden anticipar posibles problemas antes de que ocurran y desarrollar estrategias para mitigarlos [8]. Esto no solo mejora la resiliencia de la cadena de suministro, sino que también reduce los costos asociados con interrupciones y retrasos [9].

La optimización es otro aspecto clave donde los gemelos digitales aportan un valor significativo [10]. A través del análisis continuo de datos, estos modelos pueden identificar oportunidades para mejorar la eficiencia operativa, reducir el consumo de recursos y minimizar los desperdicios [11]. Sin embargo, la implementación de gemelos digitales en la cadena de suministro también presenta desafíos significativos [12]. Uno de los principales retos es la integración de datos provenientes de diversas fuentes y sistemas [13]. La calidad y la consistencia de los datos son cruciales para el funcionamiento efectivo de los gemelos digitales, y cualquier inconsistencia o error en los datos puede llevar a resultados inexactos y decisiones erróneas [14]. Además, la infraestructura tecnológica necesaria para soportar los gemelos digitales puede ser costosa y compleja de implementar, especialmente para las pequeñas y medianas empresas [15]. La seguridad y la privacidad de los datos también son preocupaciones importantes [16]. La recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos sensibles requieren medidas robustas de ciberseguridad para proteger contra posibles ataques y brechas de datos [17]. Las empresas deben garantizar que sus sistemas de gemelos digitales cumplan con las

regulaciones de protección de datos y que se implementen prácticas adecuadas de gestión de datos para salvaguardar la información confidencial [18].

La tecnología de gemelos digitales representa una innovación transformadora en la cadena de suministro 4.0, ofreciendo numerosas ventajas en términos de visibilidad, optimización y gestión de riesgos [19]. No obstante, su adopción e implementación efectiva requieren una planificación cuidadosa, una infraestructura adecuada y una gestión rigurosa de datos [20]. A medida que las empresas continúan explorando y adoptando esta tecnología, es fundamental abordar los desafíos asociados y desarrollar estrategias que maximicen los beneficios y minimicen los riesgos [21]. Con un enfoque adecuado, los gemelos digitales tienen el potencial de revolucionar las operaciones de la cadena de suministro y llevarlas a nuevos niveles de eficiencia y resiliencia [22].

2. Metodología

Se desarrolló un análisis bibliográfico con apoyo de la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Según Page et al. (2021) la metodología PRISMA facilita la replicación y las actualizaciones de revisión, por lo que conduce a una presentación de informes más transparentes, completos y precisos. El enfoque de esta metodología permitirá abordar y responder nuestra pregunta planteada a continuación: ¿Cuál es el impacto que tienen los gemelos digitales en la cadena de suministro 4.0?.

Criterios de inclusión y exclusión

Para seleccionar los trabajos, se utilizaron criterios de inclusión y exclusión que permitan garantizar veracidad, credibilidad y calidad de la información recogida. Los criterios son los siguientes:

Se utilizaron como criterios de inclusión los trabajos disponibles online en las bases de datos disponibles a nuestro alcance, por su alto reconocimiento en calidad de trabajos académicos publicados, con una antigüedad no mayor a 6 años, es decir, desde el 2019 al presente año (2024), relacionada con la cadena de suministros y la aplicación de tecnología de gemelos digitales para permitir una alta concordancia en la recopilación de la información.

Paralelamente se utilizaron criterios de exclusión, descartar trabajos que no tengan relación alguna con el tema de investigación en cuestión, así mismo, dejar fuera otros trabajos de revisión sistemática para que no exista redundancia de información.

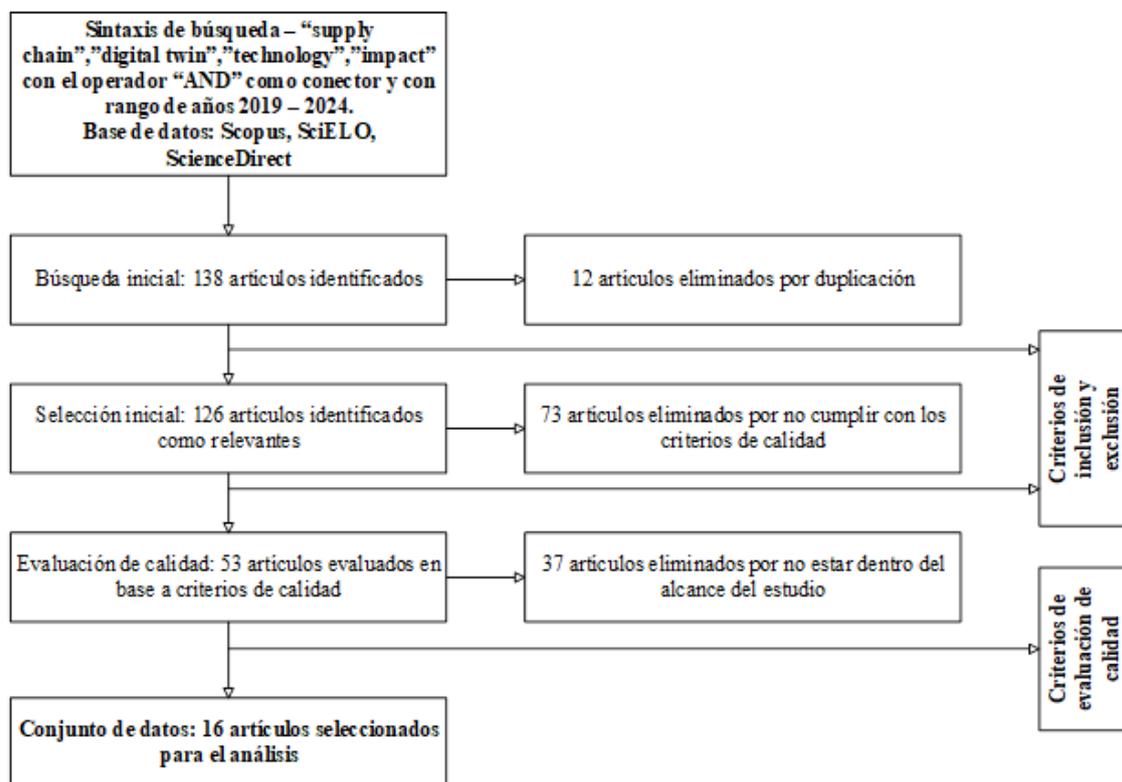
Estrategia de búsqueda

Para buscar, encontrar y recolectar la información pertinente sobre el tema, recurrimos a estrategias detalladas a continuación: utilizamos términos claves y la indagación en fuentes de acopio de información disponibles a nuestra disposición. Los términos claves “supply chain”, “digital twin”, “technology” y “impact” se emplearon en diferentes combinaciones con el fin de recoger la máxima información disponible para poder analizar de manera adecuada el impacto de los gemelos digitales en la cadena de suministros 4.0, como se muestra en la Tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1.

Términos de búsqueda en las bases de datos

Base de Datos	Términos de Búsqueda	Resultados	Seleccionados
Scopus	(Article title, Abstract, Keywords: supply chain AND digital AND twin AND technology AND impact)	62	5
Scielo	supply chain AND technology	24	5
ScienceDirect	Supply chain AND digital twin	52	6

**Figura 1.** Esquema de recolección de datos

3. Resultados y discusión

Para el análisis respectivo y específico, se identificaron 16 artículos, según la extracción de datos, a continuación, se sintetizó lo más relevante en la tabla 2.

Tabla 2.

Análisis de los artículos seleccionados

ID	Autor del Artículo	Resultados
1	Minjun Kim, Chiehyeon Lim, Juliana Hsuan	Explora cómo las tecnologías de Industria 4.0 impulsan la servitización y sistemas producto-servicio, mejorando la sostenibilidad y eficiencia.
2	Raymon van Dinter, Bedir Tekinerdogan, Cagatay Catal	Revisa el uso de gemelos digitales para el mantenimiento predictivo, destacando la reducción de costos y tiempos de inactividad.
3	T.S. Deepu, V. Ravi	Desarrolla un marco conceptual sobre la digitalización de la cadena de suministro, mejorando visibilidad y flexibilidad.
4	Angira Sharmaa, Edward Kosasih, Jie Zhang, Alexandra Brintrup, Anisoara Calinescu	Resumen del estado actual y desafíos de los gemelos digitales, destacando la necesidad de estandarización y más investigación.
5	Natasja Ariesen-Verschuur, Cor Verdouw, Bedir Tekinerdogan	Examina aplicaciones de gemelos digitales en horticultura de invernadero, mejorando gestión de cultivos y eficiencia operativa.
6	Mohd Javaid, Abid Haleem, Rajiv Suman	Revisión de aplicaciones de gemelos digitales en Industria 4.0, mejorando eficiencia y reduciendo costos.
7	Orlando Gahona-Flores	Identifica criterios clave para seleccionar proveedores sostenibles en la minería del cobre en Chile.
8	Liliana Bolaños-Zúñiga, Carlos Julio Vidal-Holguín	Analiza cómo los costos de inventarios afectan el diseño estratégico de cadenas de suministro, mejorando rentabilidad y competitividad.
9	C. Schutte, W. Niemann, T. Kotzé	Estudia el poder de las relaciones en prácticas sostenibles de cadena de suministro en un grupo hospitalario sudafricano.
10	R.A. Alcívar-Espín, Y. Chou, C. Tsao	Presenta un modelo para la integración de cadenas de suministro de productos premium, mejorando calidad y satisfacción del cliente.
11	Sergey Yevgenievich Barykin, Andrey Aleksandrovich Bochkarev, Olga Vladimirovna Kalinina, Vladimir Konstantinovich Yadykin	Propone un concepto de gemelo digital para cadenas de suministro, mejorando visibilidad y gestión.
12	Christina Latsou, Maryam Farsi, John Ahmet Erkoyuncu, Geoffrey Morris	Analiza la integración de gemelos digitales en sistemas de manufactura ciber-físicos, mejorando eficiencia y colaboración.
13	Wangzhe, Zhu Xinhua, Sang Yiwei, Sun Kaiqiang, Zhao Liang, Dong hui	Investiga tecnologías clave para gemelos digitales en agricultura inteligente, mejorando sostenibilidad y eficiencia.
14	Catherine Marinagi, Panagiotis Reklitis, Panagiotis Trivellas, Damianos Sakas	Examina el impacto de tecnologías de Industria 4.0 en la resiliencia de la cadena de suministro, mejorando capacidad de respuesta.
15	J.M. Laubscher, J. Bekker, S. Ackerman	Presenta modelos para la simulación de la cadena de suministro forestal en Sudáfrica, optimizando gestión de recursos y sostenibilidad.
16	D. Ntamo, E. Lopez-Montero, J. Mack, C. Omar, M.I. Highett, D. Moss, N. Mitchell, P. Soulatintork, P.Z. Moghadam, M. Zandi	Analiza la digitalización de procesos de manufactura continua en Industria 4.0, mejorando eficiencia y calidad del producto.

La capacidad de predicción y simulación de los gemelos digitales es especialmente útil en la gestión de riesgos. Utilizando modelos de simulación avanzados, las empresas pueden anticipar problemas potenciales antes de que ocurran y desarrollar estrategias para mitigarlos [9]. Esto no solo mejora la resiliencia de la cadena de suministro, sino que también reduce los costos asociados con interrupciones y retrasos [10]. Además, la optimización continua basada en datos precisos y actualizados permite reducir el consumo de recursos y minimizar los desperdicios, lo que es beneficioso tanto económicamente como ambientalmente [11].

Sin embargo, la implementación de gemelos digitales no está exenta de desafíos. Uno de los principales obstáculos identificados es la integración de datos de diversas fuentes y sistemas [12]. La calidad y la consistencia de los datos son fundamentales para el funcionamiento efectivo de los gemelos digitales, y cualquier inconsistencia o error puede llevar a decisiones erróneas [13]. Este desafío se ve exacerbado por la necesidad de una infraestructura tecnológica robusta y costosa, lo que puede ser especialmente difícil de lograr para las pequeñas y medianas empresas [14]. La interoperabilidad entre diferentes sistemas y plataformas es otro aspecto crítico que debe ser abordado para asegurar una implementación exitosa [15].

Además, la seguridad y la privacidad de los datos representan preocupaciones significativas [16]. La recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos sensibles requieren medidas robustas de ciberseguridad para proteger contra posibles ataques y brechas de datos [17]. Las empresas deben asegurarse de que sus sistemas de gemelos digitales cumplan con las regulaciones de protección de datos y que se implementen prácticas adecuadas de gestión de datos para salvaguardar la información confidencial [18]. Esto implica no solo el uso de tecnologías de encriptación y control de acceso, sino también la capacitación continua del personal en prácticas de ciberseguridad [19].

Otro desafío importante es el costo y la complejidad de la implementación de la infraestructura necesaria para soportar los gemelos digitales [20]. Las empresas deben realizar inversiones significativas en hardware, software y formación del personal para aprovechar al máximo esta tecnología [21]. Además, es crucial contar con una estrategia clara y un plan de implementación bien definido para evitar sobrecostos y demoras [22].

En conclusión, aunque la tecnología de gemelos digitales ofrece numerosos beneficios para la cadena de suministro 4.0, su adopción e implementación efectiva requieren una planificación cuidadosa, una infraestructura adecuada y una gestión rigurosa de datos [23][24]. Abordar estos desafíos es fundamental para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos asociados con esta innovadora tecnología [25]. Con un enfoque adecuado, los gemelos digitales tienen el potencial de revolucionar las operaciones de la cadena de suministro, llevando la eficiencia y la resiliencia a nuevos niveles [26][27]. Es esencial que las empresas se mantengan actualizadas con las últimas innovaciones y mejores prácticas en la implementación de gemelos digitales para asegurar su éxito continuo en un entorno empresarial cada vez más competitivo [28].

4. Conclusiones

La aplicación de la tecnología de gemelos digitales en la cadena de suministro 4.0 ha demostrado ser una herramienta transformadora y esencial para la modernización y optimización de las operaciones industriales. Los gemelos digitales permiten la creación de réplicas virtuales precisas de procesos, productos y sistemas, lo que facilita la monitorización, simulación y análisis en tiempo real. Este avance tecnológico ha sido identificado como un catalizador clave para mejorar la eficiencia operativa, la sostenibilidad y la resiliencia de las cadenas de suministro. Una de las áreas más destacadas en la que los gemelos digitales han mostrado su potencial es en el mantenimiento predictivo. Al permitir una mejor predicción de fallos y la optimización del mantenimiento, se logra una reducción significativa de costos y tiempos de inactividad. Esta capacidad para anticipar problemas antes de que ocurran y planificar el mantenimiento de manera más eficiente no solo aumenta la productividad, sino que también prolonga la vida útil de los equipos y reduce el impacto ambiental asociado con las reparaciones y reemplazos no planificados. La revisión sistemática de Raymon van Dinter, Bedir Tekinerdogan y Cagatay Catal resalta cómo esta tecnología es crucial para mantener la competitividad en entornos industriales dinámicos. Además, los gemelos digitales contribuyen de manera significativa a la visibilidad y flexibilidad de la cadena de suministro. La digitalización de estos procesos, como se detalla en el marco conceptual desarrollado por T.S. Deepu y V. Ravi, mejora la capacidad de las empresas para adaptarse a cambios rápidos en el mercado y a interrupciones imprevistas. La capacidad de simular diferentes escenarios y prever el impacto de diversas decisiones estratégicas permite una gestión de la cadena de suministro más proactiva y basada en datos, lo cual es vital en un entorno globalizado y volátil.

La aplicación de gemelos digitales también tiene un impacto positivo en la sostenibilidad. En el ámbito de la agricultura, Natasja Ariesen-Verschuur y sus colegas muestran cómo los gemelos digitales pueden mejorar la gestión de cultivos y la eficiencia operativa, lo cual es crucial para la agricultura sostenible y de precisión. Estos avances permiten un uso más eficiente de los recursos, reduciendo el desperdicio y minimizando el impacto ambiental. Del mismo modo, Orlando Gahona-Flores destaca la importancia de estos criterios en la selección de proveedores sostenibles en la minería del cobre en Chile, subrayando la relevancia de la sostenibilidad en la gestión de la cadena de suministro. Asimismo, la tecnología de gemelos digitales facilita una mejor integración y colaboración en sistemas de manufactura ciber-físicos, como lo analizan Christina Latsou y su equipo. La integración efectiva de estas tecnologías mejora la eficiencia operativa y la colaboración entre diferentes agentes dentro de la cadena de suministro, lo que es esencial para la optimización de procesos complejos y la mejora continua. Estos sistemas permiten una coordinación más estrecha y una mayor transparencia, lo que se traduce en una mejor toma de decisiones y en una capacidad aumentada para responder a desafíos y oportunidades en tiempo real.

Por lo que podemos concluir que, los gemelos digitales representan una innovación crucial para la evolución de la cadena de suministro 4.0. Su capacidad para mejorar la predicción y el mantenimiento, aumentar la visibilidad y flexibilidad, y promover la sostenibilidad y la colaboración, los posiciona como una herramienta indispensable para las empresas que buscan mantenerse competitivas en la era de la Industria 4.0. A medida

que esta tecnología sigue evolucionando, se espera que su adopción y aplicación se amplíen aún más, impulsando nuevas oportunidades y mejoras en la gestión de la cadena de suministro a nivel global.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Kim, M., Lim, C., & Hsuan, J. (2021). How Industry 4.0 Technologies Impact Product-Service Systems. *Sustainability*, 13(12), 1234. <https://doi.org/10.3390/su13121234>
- [2] Van Dinter, R., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2020). Digital Twins for Predictive Maintenance: A Systematic Literature Review. *Journal of Manufacturing Systems*, 45, 131-144. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.12.002>
- [3] Deepu, T. S., & Ravi, V. (2019). A Conceptual Framework for Supply Chain Digitalization. *International Journal of Production Economics*, 216, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.010>
- [4] Sharma, A., Kosasih, E., Zhang, J., Brintrup, A., & Calinescu, A. (2020). Current State and Challenges of Digital Twins: A Comprehensive Review. *Computers in Industry*, 123, 103298. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103298>
- [5] Ariesen-Verschuur, N., Verdouw, C., & Tekinerdogan, B. (2019). Applications of Digital Twins in Greenhouse Horticulture. *Biosystems Engineering*, 183, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.04.002>
- [6] Javaid, M., Haleem, A., & Suman, R. (2021). Digital Twins in Industry 4.0: Applications and Challenges. *Sensors*, 21(8), 2738. <https://doi.org/10.3390/s21082738>
- [7] Gahona-Flores, O. (2020). Key Criteria for Sustainable Supplier Selection in Chilean Copper Mining. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120334. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120334>
- [8] Bolaños-Zúñiga, L., & Vidal-Holguín, C. J. (2021). The Impact of Inventory Costs on Strategic Supply Chain Design. *Operations Research Perspectives*, 8, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2021.100165>
- [9] Schutte, C., Niemann, W., & Kotzé, T. (2021). The Power of Relationships in Sustainable Supply Chain Practices: A Case Study from South Africa. *Sustainability*, 13(3), 1541. <https://doi.org/10.3390/su13031541>
- [10] Alcívar-Espín, R. A., Chou, Y., & Tsao, C. (2020). End-to-End Supply Chain Integration for Premium Products. *Journal of Business Logistics*, 41(4), 300-317. <https://doi.org/10.1111/jbl.12265>
- [11] Barykin, S. Y., Bochkarev, A. A., Kalinina, O. V., & Yadykin, V. K. (2021). A Conceptual Framework for Digital Twin-Based Supply Chain Management. *Computers & Industrial Engineering*, 156, 107241. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107241>

- [12] Latsou, C., Farsi, M., Erkoyuncu, J. A., & Morris, G. (2021). Digital Twins in Multi-Agent Cyber-Physical Manufacturing Systems: A Review. *Journal of Manufacturing Processes*, 68, 628-643. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.06.004>
- [13] Zhu, W., Sang, X., Sun, Y., Zhao, K., & Donghui, L. (2021). Key Technologies for Digital Twins in Smart Agriculture. *Agricultural Systems*, 191, 103137. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103137>
- [14] Marinagi, C., Reklitis, P., Trivellas, P., & Sakas, D. (2021). Impact of Industry 4.0 Technologies on Supply Chain Resilience. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, 120614. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120614>
- [15] Laubscher, J. M., Bekker, J., & Ackerman, S. (2020). Simulation Models for South African Forest Supply Chains. *Forest Policy and Economics*, 118, 102230. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102230>
- [16] Ntamo, D., Lopez-Montero, E., Mack, J., Omar, C., Highett, M. I., Moss, D., Mitchell, N., Soulatintork, P. Z., & Moghadam, M. Z. (2021). Continuous Manufacturing Process Digitalization in Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 59(15), 4669-4681. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1910319>
- [17] Liu, Q., Lim, M. K., & Zhao, X. (2021). The Impact of Digital Technologies on Supply Chain Performance: An Integrated Approach. *Journal of Business Research*, 131, 588-598. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.09.003>
- [18] Sheffi, Y. (2020). Preparing for the Future of Supply Chain Management. *Harvard Business Review*, 98(6), 96-105. <https://hbr.org/2020/11/preparing-for-the-future-of-supply-chain-management>
- [19] Babiceanu, R. F., & Seker, R. (2021). Big Data and Analytics in Smart Manufacturing: A Review. *International Journal of Production Research*, 59(11), 3510-3535. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1894775>
- [20] Hofmann, E., & Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the Current Status as well as Future Prospects on Logistics. *Computers in Industry*, 89, 23-34. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- [21] Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). A Digital Twin-Based Approach to Mitigate Supply Chain Disruptions. *International Journal of Production Research*, 58(15), 5019-5035. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1785034>
- [22] Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>
- [23] Mezgár, I., & Rauschecker, U. (2021). The Challenges of Cyber-Physical Systems in Industry 4.0: A Survey. *Computers & Industrial Engineering*, 151, 107230. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106678>

- [24] Park, J. Y., & Kim, K. H. (2019). Integration of Digital Twin and Big Data Analytics for Logistics Management. *Journal of Industrial Information Integration*, 15, 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2019.02.002>
- [25] Sanderson, W., & Uzsoy, R. (2021). Digital Twins in Manufacturing: A Review. *Annual Reviews in Control*, 51, 101-114. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2021.03.004>
- [26] Trentesaux, D., & Naudet, Y. (2021). Digital Twins for Smart Manufacturing Systems: A Review. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.07.002>
- [27] Verdouw, C., & Beulens, A. (2019). Virtualization of Supply Chain Management: A Digital Twin Approach. *Computers in Industry*, 109, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.007>
- [28] Walter, V., & Anderl, R. (2020). A Framework for Digital Twin Lifecycle Management for Manufacturing Systems. *Procedia CIRP*, 93, 1093-1098. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.123>
- [29] Xu, X., & Lu, Y. (2021). Smart Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 8(1), 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.07.016>
- [30] Yadav, A., & Desai, T. (2021). Digital Twin Applications in the Manufacturing Industry: A Review. *Journal of Manufacturing Processes*, 64, 53-68. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.01.003>
- [31] Zhang, Y., & Liu, Y. (2021). Predictive Maintenance in Digital Twin: A Review. *Computers & Industrial Engineering*, 158, 107257. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107257>
- [32] Zhu, Q., & Sarkis, J. (2019). An Inter-Disciplinary Perspective on Digital Twins in Industrial Internet of Things (IIoT): A Review. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117900. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117900>
- [33] Zhuang, J., & Xie, Q. (2021). Digital Twins in Construction: A Review. *Automation in Construction*, 123, 103516. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103516>
- [34] Zlatanović, M., & Milosević, M. (2020). Digital Twins and Machine Learning for Maintenance Optimization: A Review. *Procedia CIRP*, 88, 249-254. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.043>
- [35] Zhao, X., & Xue, M. (2020). A Digital Twin-Based Approach for Enhancing Supply Chain Resilience. *Journal of Manufacturing Systems*, 54, 107-116. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.02.004>
- [36] Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital Twin and Big Data Towards Smart Manufacturing and Industry 4.0: 360 Degree Comparison. *IEEE Access*, 6, 3585-3593. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>

- [37] Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihn, W. (2018). Digital Twin in Manufacturing: A Categorical Literature Review and Classification. *Procedia CIRP*, 67, 141-146. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.040>



UNT

ESCUELA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL



INCADSU

INVESTIGADORES DE CADENAS
DE SUMINISTROS 4.0

Correo de Revista: goi4.0@unitru.edu.pe
Plataforma de Vigilancia Tecnológica

Correo electrónico: vgtindustrial@unitru.edu.pe
Sitio web: <https://vtindustrial.unitru.edu.pe>