

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 Angehelo 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:

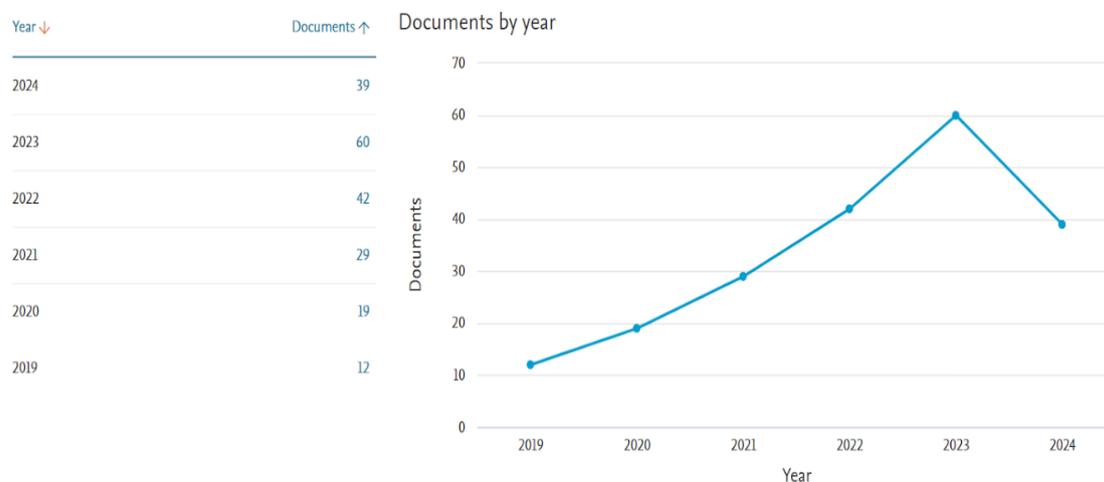


Figura 1. Gráfica de los artículos encontrados por año

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:

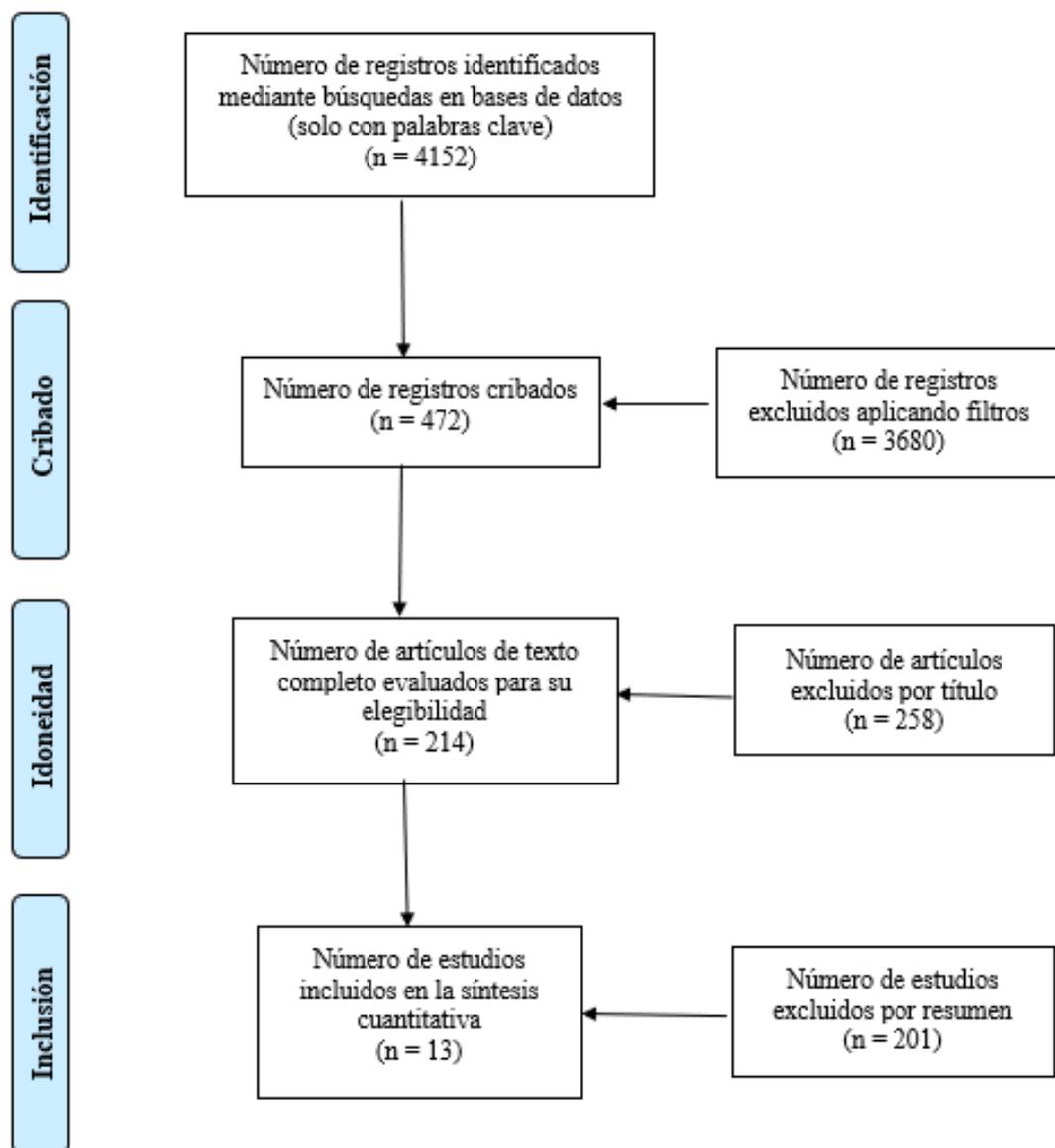


Figura 3. Diagrama de flujo PRISMA

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 sinnúmero 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>