



CTSCAFE PARA CIUDADANOS.....

<http://www.ctscafe.pe>

ISSN 2521-8093



REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen IX- N° 25 Marzo 2025

ISSN 2521-8093

2



Impacto en el costo logístico por el uso de vehículos autónomos en el transporte de mercancías: Una revisión sistemática de la literatura (2020-2024)

Ing. Hernán Jossef Velasco Torres
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Correo Electrónico: hernan.velasco@unmsm.edu.pe

Mag. Jorge Luis Roca Becerra
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Correo Electrónico: jrocab@unmsm.edu.pe

Recibido: 15 Diciembre 2024 Aceptado: 03 Marzo 2025



Resumen: Actualmente, a nivel global uno de los principales problemas del alto costo logístico son los accidentes de tránsito y las ineficiencias en el traslado, ligados principalmente a la influencia del ser humano. El objetivo del presente artículo es evaluar y confirmar el grado de ahorro en los costos logísticos por el uso de vehículos autónomos (VA's), caracterizar los VA's y vehículos automatizados; así como identificar tipos de VA's y ventajas y desventajas del uso de esta tecnología. Para ello, se realizó la presente Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), utilizando la metodología PRISMA y el acrónimo PICOC para la selección de palabras claves y la formulación de la pregunta de investigación; encontrándose 46 artículos entre el 2020 al 2024. La revisión se enfocó en aquellos artículos que demuestren y prueben el grado de ahorro, la identificación clara de los niveles de automatización, los tipos de VA's existentes actualmente y las demás ventajas demostradas que genera el uso de VA's. Los resultados indican que en un escenario implementado de VA's el ahorro de los costos pueden variar entre 12 – 23% en un escenario pesimista hasta un 43-58% en un escenario optimista, el cual varía dependiente de la metodología logística y el tipo de VA usada para la distribución. Asimismo, esta RSL confirma que el uso de VA's genera un ahorro en costos, los mismos que se desprenden de prescindir del factor humano en el manejo y que indirectamente elimina el error humano causante de los accidentes de tránsito.

Palabras claves: Vehículo autónomo (VA)/ Vehículo automatizado/ Costos logísticos/ Accidentes/ Transporte de mercancías.

Abstract: Currently, at a global level, one of the main problems of high logistics costs is traffic accidents and inefficiencies in transportation, mainly linked to human influence. The objective of this article is to evaluate and confirm the degree of savings in logistics costs due to the use of autonomous vehicles (AVs), to characterize the AVs and automated vehicles; as well as to identify types of AVs and advantages and disadvantages of using this technology. To this end, the present Systematic Literature Review (SLR) was carried out, using the PRISMA methodology and the PICOC acronym for the selection of keywords and the formulation of the research question; finding 46 articles between 2020 and 2024. The review focused on those articles that demonstrate and prove the degree of savings, the clear identification of the levels of automation, the types of AVs currently existing and the other demonstrated advantages generated by the

use of AVs. The results indicate that in an implemented scenario of AVs, cost savings can vary between 12-23% in a pessimistic scenario and 43-58% in an optimistic scenario, which varies depending on the logistics methodology and the type of AV used for distribution. Likewise, this RSL confirms that the use of AVs generates cost savings, which arise from eliminating the human factor in management and which indirectly eliminates human error that causes traffic accidents.

Keywords: Autonomous vehicle (AV)/ Automated vehicle/ Logistics costs/ Accidents/ Freight transport.

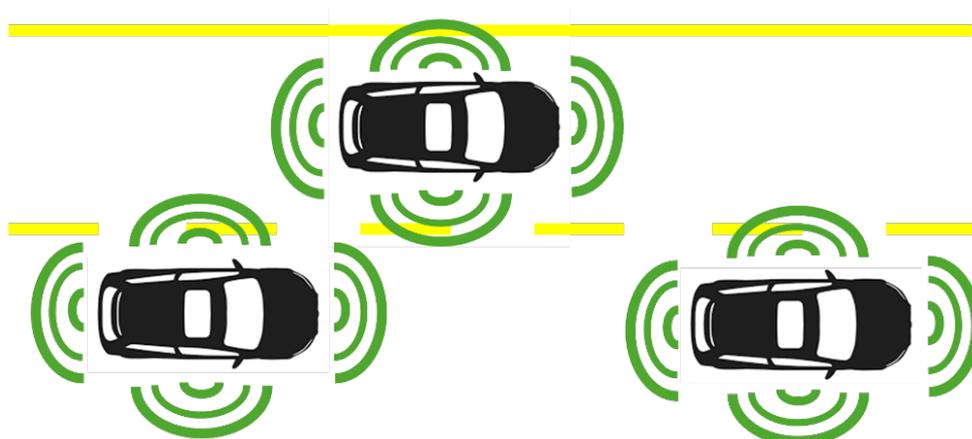
Résumé : Actuellement, au niveau mondial, l'un des principaux problèmes de coûts logistiques élevés sont les accidents de la circulation et l'inefficacité des transports, principalement liés à l'influence des êtres humains. L'objectif de cet article est d'évaluer et de confirmer le degré d'économies de coûts logistiques grâce à l'utilisation de véhicules autonomes (VA), de caractériser les AV et les véhicules automatisés ; ainsi qu'identifier les types de VA ainsi que les avantages et les inconvénients de l'utilisation de cette technologie. A cet effet, cette Revue Systématique de la Littérature (RSL) a été réalisée, en utilisant la méthodologie PRISMA et l'acronyme PICOC pour la sélection des mots-clés et la formulation de la question de recherche ; Trouver 46 articles entre 2020 et 2024. L'analyse s'est concentrée sur les articles qui démontrent et prouvent le degré d'économies, l'identification claire des niveaux d'automatisation, les types de VA actuellement existants et les autres avantages démontrés générés par l'utilisation des VA. Les résultats indiquent que dans un scénario mis en œuvre par les VA, les économies de coûts peuvent varier entre 12 et 23 % dans un scénario pessimiste jusqu'à 43 à 58 % dans un scénario optimiste, ce qui varie en fonction de la méthodologie logistique et du type de VA utilisé. distribution. De même, ce RSL confirme que l'utilisation des VA génère des économies de coûts, qui découlent de la suppression du facteur humain dans la manipulation et éliminent indirectement l'erreur humaine qui provoque des accidents de la circulation.

Mots-clés : Autonomous vehicle (AV)/ Automated vehicle/ Logistics costs/ Accidents/ Freight transport.

1. Introducción

Los vehículos autónomos (VA's) están llamados a convertir la gestión logística de entrega de mercancías a nivel global, según Markets & Markets, quienes realizan análisis de alto nivel de tecnologías emergentes, se espera que entre el 2021 y 2028 el mercado global de uso de VA's crezca a una tasa anual de 14,9% y además que esta reduzca el costo de operación logístico en un 30% (Pulpo, 2023); básicamente enfocados a reducir los costos de los fletes, la eficiencia de los almacenes y los tiempos de entrega de mercancías, lo que conlleva a la reducción del uso del combustible y a la reducción de accidentes que eventualmente puede provocar la pérdida de mercancías y elevar aún más los costos del transporte (Sayol, 2022). Cabe recalcar que los VA's utilizan inteligencia artificial y cuentan con sensores o visión de cámaras implementados, los cuales permiten procesar una gran cantidad de información y a tener el control del espacio en el cual se desplazan; por ello, estos vehículos toman decisiones en fracción de segundos y pueden identificar rutas más cortas y con menor congestión vehicular; además de prevenir siniestros, ya que se elimina la acción humana y los factores que contribuyen a los accidentes vehiculares (Conlógika, s.f). En la figura 1 se presenta el actuar de los sensores de los VA's

Figura N° 1: Imagen referencial de actuación de sensores en vehículos autónomos.



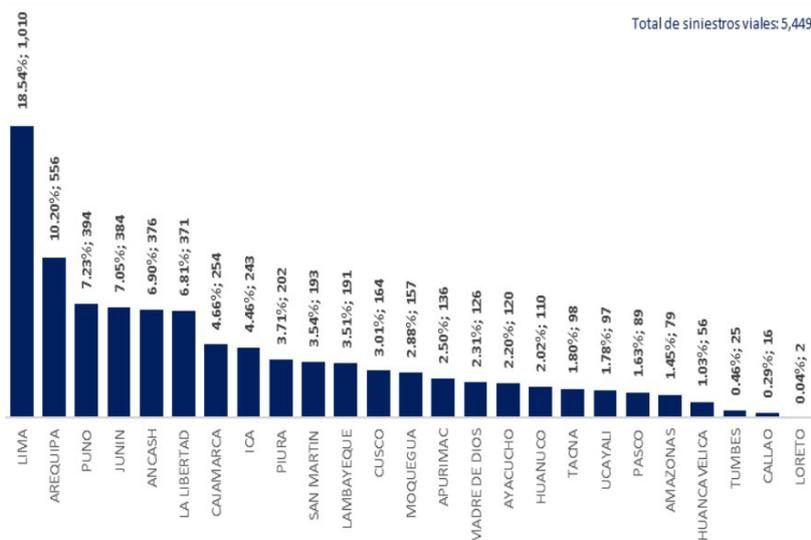
Fuente: Elaboración propia **Nota:** La imagen simula los detectores que actúan en los vehículos autónomos.

Planteamiento del Problema

113

Dentro de los beneficios del uso de los VA's se encuentran la compensación de escasez de conductores, el ahorro de costos, el aumento de eficiencia y la mejora de la seguridad ya que esta última elimina los errores humanos, que es principal factor (90 – 95%) de los accidentes de tránsito (Sayol, 2022). Por ejemplo, según datos del Instituto de Seguros para la Seguridad en Carreteras (IIHS) de los EE. UU., los accidentes de camiones que transportan mercancías causan alrededor de 4,000 muertes por año (McKay Law, 2022). Asimismo, en el Perú, según el Reporte estadístico de siniestros viales de la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN, 2022), se produjeron 5,449 siniestros en todo el Perú, identificándose a Lima como la provincia con mayor incidencia de siniestros con 1,010 (18,5%). Ver Figura 2.

Figura N° 2: Total de siniestros viales según región periodo 2022.



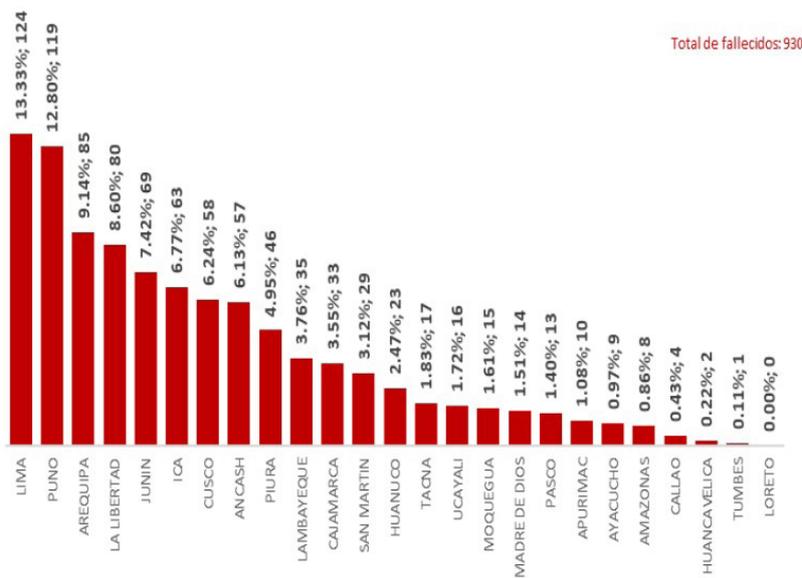
Fuente: DIRPRCAR-PNP y CGM-SUTRAN
 Elaboración: Gerencia de Seguimiento y Evaluación.

114

Fuente: Reporte estadístico de siniestros viales 2022 – SUTRAN. **Nota:** La figura muestra la cantidad de siniestros en las regiones del Perú del año 2022.

En este mismo Reporte estadístico de siniestros viales (SUTRAN, 2022), se describen las cifras de fallecidos, que ascienden a 124 personas, sólo en Lima Metropolitana y un total de 930 en todo el Perú. Ver Figura 3.

Figura N° 3: Total de fallecidos, según región periodo 2022.



Fuente: DIRPRCAR-PNP y CGM-SUTRAN.
 Elaboración: Gerencia de Seguimiento y Evaluación.

Fuente: Reporte estadístico de siniestros viales 2022 – SUTRAN **Nota:** La figura muestra la cantidad de fallecidos en siniestros de tránsito en las regiones del Perú del año 2022. Fuente: Reporte estadístico de siniestros viales 2022 – SUTRAN.

Asimismo, según la revisión de participación de vehículos en dichos siniestros totales se identificaron 14,959 vehículos, de los cuales 4,953 (33,1%) fueron vehículos de carga de mercancías (SUTRAN, 2022). Ver Figura 4.

Figura N° 4: Tipos de vehículos involucrados en siniestros, periodo 2022.

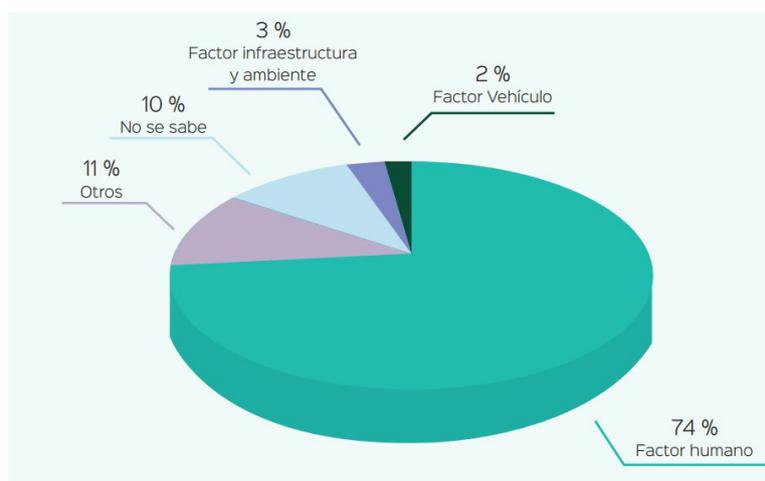


Fuente: DIRPRCAR-PNP y CGM-SUTRAN
 Elaboración: Gerencia de Seguimiento y Evaluación.

Fuente: Reporte estadístico de siniestros viales 2022 – SUTRAN. **Nota:** La figura muestra los tipos de vehículos involucrados en siniestros de tránsito en el Perú en el año 2022.

En esa misma línea, según el Reporte defensorial de accidentes de tránsito emitida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2023) en abril de ese año, se verificó estadísticamente las principales causas de los accidentes entre el 2017 y 2022, identificándose que un 74% de los accidentes es debido al factor humano. Ver Figura 5.

Figura N° 5: Factores de siniestralidad vial, durante 2017 – 2022.

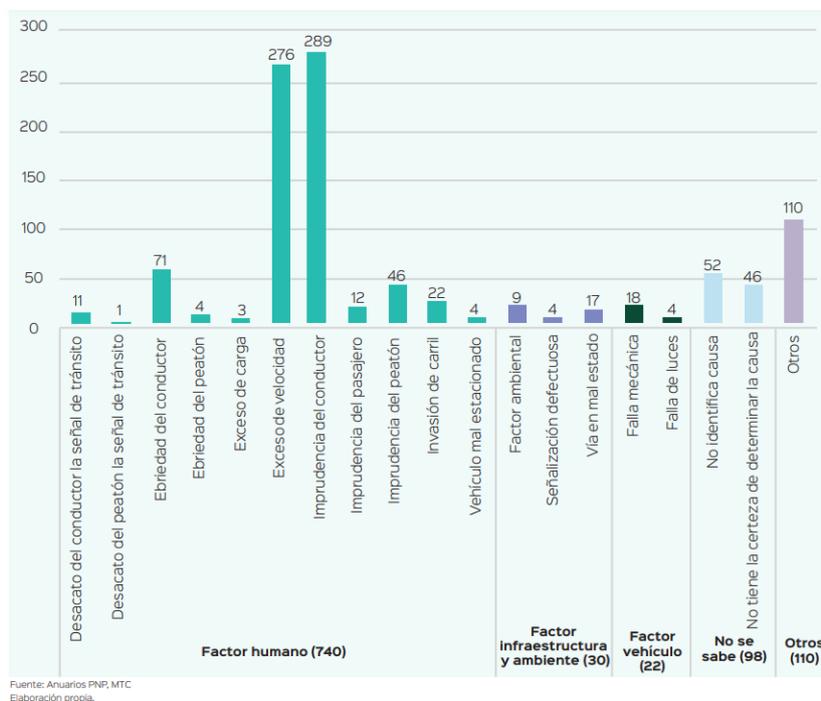


Fuente: Anuarios PNP, MTC
 Elaboración propia.

Fuente: Reporte Defensorial de accidentes de tránsito N° 01 – Defensoría del Pueblo 2023. **Nota:** La figura muestra los porcentajes de los factores que provocaron siniestros de tránsito en el Perú durante 2017 – 2022.

Asimismo, este Reporte describe las causas de cada factor, de las cuales el exceso de velocidad (276 de cada 1000 accidentes) y la imprudencia del conductor (289 de cada 1000 accidentes) son las causas más resaltantes (MTC, 2023). Ver Figura 6.

Figura N° 6: Causas de cada factor de siniestralidad vial, durante 2017 – 2022 (Por cada 1000 accidentes).



Fuente: Reporte defensorial de accidentes de tránsito N° 01 – Defensoría del Pueblo 2023. **Nota:** La figura muestra las causas o tipos de errores humanos que provocaron siniestros de tránsito en el Perú durante 2017 – 2022.

Lejos de reducir los accidentes, la Superintendencia de Administración Tributaria de Lima (SAT, 2023), reportó que en el primer semestre de dicho año se produjeron 42,782 accidentes a nivel nacional y a consecuencia de ello 1,518 personas perdieron la vida.

Ante esta problemática, el uso de VA's elimina los errores relacionados con el factor humano, las cuales están alineados principalmente al exceso de velocidad y la imprudencia del conductor, mejorando la seguridad y garantizando que la mercancía llegue a su destino en un menor tiempo de distribución, asimismo, el evitar los accidentes, eliminar las multas de tránsito y mejorar los tiempos de entrega, indudablemente se reducen los costos logísticos de transporte de la mercancía (Sayol, 2022).

Pregunta principal

P.P.: ¿Cuál es el impacto en los costos logísticos por el uso de vehículos autónomos en el transporte de mercancías globales?

Preguntas específicas

P.E1: ¿Cuál es la diferencia entre un vehículo automatizado y uno autónomo?

P.E2: ¿Cuáles son los tipos de vehículos autónomos para el transporte de mercancías?

P.E3: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de uso de vehículos autónomos en el transporte de mercancías a nivel global?

Objetivo principal

O.P.: Analizar el impacto en los costos por el uso de vehículos autónomos en el transporte de mercancías a nivel global.

Objetivos específicos

O.E1: Caracterizar los vehículos automatizados y autónomos, afín de identificar sus diferencias.

O.E2: Identificar los tipos de vehículos autónomos frecuentes de utilizar para el transporte de mercancías.

O.E3: Analizar las principales ventajas y desventajas del uso de vehículos autónomos en el transporte de mercancías a nivel global.

2. Material y métodos

2.1.Pregunta PICOC

Para el presente artículo de investigación se utilizó la metodología PICOC para la revisión sistemática de otros artículos de investigación y revisión que analizan el uso de vehículos autónomos en la actualidad, no sólo en la parte del transporte de mercancías en operaciones logísticas sino también en otros campos cotidianos como en el transporte de personas en zonas urbanas y rurales; por ello, para el uso de esta metodología se debe identificar adecuadamente quien es la población o problema a solucionar (P), la intervención o ámbito de aplicación que se investigará (I), la comparación entre las intervenciones para encontrar la mejor solución posible a aplicar al problema (C), los resultados o efectos que se desprenden de la posible solución por aplicar (O) y el contexto en el que se llevará a cabo la investigación del presente artículo (C).

Por lo antes descrito, se formuló la siguiente pregunta:

¿Cuál es el impacto en el costo logístico por el uso de vehículos autónomos en el transporte de mercancías?

2.2.Palabras claves especializadas

Las palabras claves de acuerdo con la pregunta PICOC es la que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 1: Estrategia del acrónimo PICOC

Código	Palabra Clave en español	Palabra Clave en inglés
P	Costo logístico	Logistics costs
I	Vehículo autónomo, IA	Autonomous vehicles, IA
C	Sin comparación	---
O	Impacto en costos, accidentes	Impact on costs, accidents
C	Transporte, leyes	Transport, laws

Fuente: Elaboración propia

Nota. En la tabla se muestra las palabras claves utilizadas para la búsqueda sistemática.

2.3. Ecuación de búsqueda

Para la ecuación de búsqueda se utilizó las siguientes palabras claves:

“Autonomous vehicles” or “IA”) and (“logistics and costs”) and (“impact on costs” or “accidents”) and (“transport” or “laws”)

2.4. Criterios de inclusión y exclusión de los artículos científicos

Para el presente artículo se han definido criterios de inclusiones y exclusiones que ayudarán a filtrar sólo la información relevante en donde se especifique y detalle el uso de VA's en general para el transporte logístico de mercancías a nivel global, las mismas que pueden estar relacionados al impacto en los costos y su uso efectivo o no, para la reducción de accidentes de tránsito, de tal manera que estos artículos de investigación y revisión previos sirvan de “input” bibliográfico principalmente para analizar y emitir recomendaciones o conclusiones por el uso de VA's en el transporte logístico global; asimismo, como segundo criterio de inclusión se deben revisar los artículos de investigación que ayuden a diferenciar las principales características de un VA y un vehículo automatizado; como tercer criterio de filtración se debe incluir los artículos que mencionen o describan los diferentes tipos de VA's que existen y cuáles son los más usados para el transporte de una determinada mercancía y por último se filtraran todos los artículos que describan ventajas y desventajas por el uso de estos vehículos en el transporte de mercancías.

Por otro lado, no es parte del tema de investigación conocer el fundamento raíz del funcionamiento de un VA, es decir, los artículos de modelos de algoritmos, diseños, modelados y controladores de VA's no forman parte de la revisión y deberán ser excluidos con excepción de aquellos artículos que dentro de sus conclusiones se mencione algún lineamiento que se pueda considerar dentro del ámbito de revisión; asimismo, no es parte del presente artículo conocer a profundidad los impactos ecológicos de usar VA's; sin embargo, se tomaran en el supuesto caso que se enfoque como una ventaja o desventaja (criterio 4to de inclusión) general, de igual manera que los dos últimos criterios de exclusión, no se tomaran en cuenta artículos que enfoquen los impactos de ataques cibernéticos por el uso de VA's y por último, se excluirán artículos que por su título no mencionen ninguno de los temas incluidos para revisión y que se enfoquen en otro tema.

Tabla N° 2: Criterios de inclusión y exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
i1. Publicaciones sobre VA en general, usado en logística	e1. Publicaciones sobre modelados, controladores y diseño de algoritmos de VA
i2. Publicaciones sobre uso de VA y su diferencia con vehículos automatizados	e2. Publicaciones que incluyan temas medioambientales o ecológicos por el uso de VA
i3. Publicaciones sobre tipos de VA usados en logística y su idoneidad para transportar una determinada mercancía	e3. Publicaciones sobre impactos de ataques cibernéticos por el uso de VA
i4. Publicaciones sobre VA y sus principales ventajas y desventajas	e4. Publicaciones que mencionen otros temas no relacionados a VA

Fuente: Elaboración propia **Nota:** En la tabla se detallan las inclusiones y exclusiones para la selección de los artículos a revisar.

2.5. Descripción del proceso de selección

- Resultados obtenidos del proceso de búsqueda de literatura científica

Utilizando la ecuación de búsqueda, se realizó la misma en la base de datos de ScienceDirect, encontrándose una cantidad de 1,910 publicaciones entre artículos de revisión, de investigación, enciclopedias, secciones de libros y resúmenes de conferencias como las más representativas de todos los años; asimismo, se realizó la búsqueda en la base de datos de Scopus, sin embargo, con la ecuación de búsqueda no se encontraron resultados.

Por ello, la población tomada para aplicarle las consideraciones de exclusión posteriores serán los 1,910 artículos.

- Descripción de la lógica de selección considerada

Para el proceso de selección y exclusión se toman en cuenta criterios básicos y específicos alineados al tema de investigación. Dentro del criterio básico se considera excluir las publicaciones con una antigüedad mayor a 5 años, es decir, sólo se consideró los artículos desde el año 2020 hasta 2024, después de esta exclusión la población de artículos se redujo a 1,070 artículos.

Asimismo, dentro de los tipos de documentos encontrados se identificaron como se mencionó anteriormente, artículos de investigación, artículos de revisión, secciones de revistas, capítulos de libros, enciclopedias, resúmenes de conferencias, entre otros documentos; sin embargo, sólo se incluirán los artículos de investigación, excluyendo todos los demás documentos. Producto de estas exclusiones la población resultante para revisión correspondiente fue de 643 artículos de investigación de la base de datos ScienceDirect.

Por último, de los 643 artículos para revisión se excluirán los que no tengan el acceso libre y como criterio específico se excluirán los artículos que se alineen a los criterios de exclusión de la Tabla N°2. Estos 643 artículos serán considerados en la revisión sistemática de la literatura y detallados en el flujograma PRISMA.

- Descripción detallada del proceso de selección y sus resultados

El diagrama PRISMA de la Figura. 7 se realizó en base a cuatro puntos fundamentales para su desarrollo, entre ellos; la identificación, cribado, idoneidad e inclusión.

A. Identificación

De la primera parte de exclusión se identificó en total una muestra de (n=643) de la base de datos ScienceDirect. Asimismo, al no encontrar resultados en la base de datos de Scopus no se identificaron artículos repetidos o duplicados, por tanto, la población de artículos para la revisión sistemática será de n=643.

B. Cribado

De estas n=643 publicaciones se identificaron que 20 artículos de investigación no mantenían el acceso libre y por ende fueron excluidas (20), quedando un total de n=623 artículos.

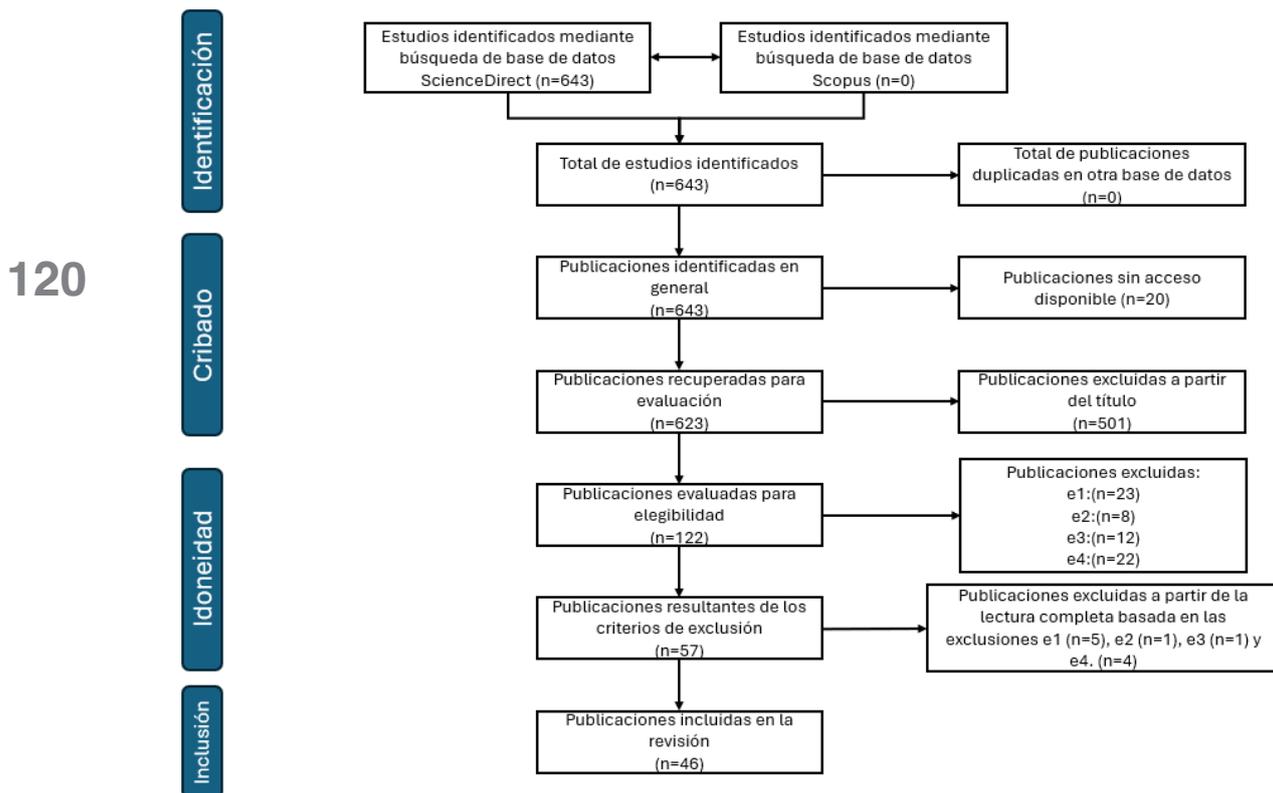
C, Idoneidad

En esta parte se excluyeron los artículos en referencia a los criterios específicos de exclusión de la tabla 2, excluyéndose 501 artículos a partir del título del artículo y en referencia al 4to criterio de exclusión y posteriormente 76 artículos a partir de una lectura a mayor detalle.

D. Inclusión

Por último, se obtuvo un total de n=46 artículos para la selección final, los cuales apoyaran el presente artículo de investigación.

Figura N° 7: Diagrama Prisma - Proceso de elección de artículos para la RSL.



Fuente: Elaboración propia **Nota:** La figura muestra el diagrama Prisma utilizado para la elección de los artículos.

Tabla N° 3: Aportes de artículos y revisiones seleccionados

N°	AÑO	AUTORES	TÍTULO	APORTE	PAÍS
1	2023	Ronik Ketankumar Patel, Roya Etminani-Ghasrodashti, Sharareh Kermanshachi, Jay Michael Rosenberger, Apurva Pamidimukkala, Ann Foss	Identifying individuals' perceptions, attitudes, preferences, and concerns of shared autonomous vehicles: During- and post-implementation evidence	Brinda percepciones y actitudes de usuarios de VA y su integración con servicios de viajes compartidos.	EE. UU.
2	2023	Tânia Rodriguez, Daniele Vigo	A new hybrid distribution paradigm: Integrating drones in medicines delivery	Analiza el impacto de agregar drones a operaciones de distribución de medicinas, impactos económicos y ambientales. Ahorros de hasta un 41%.	Portugal
3	2023	Valeska Engessera, Evy Rombauta, Lieselot Vanhaverbeke, Philippe Lebeau	Autonomous Delivery Robots for Urban Last-mile Logistics Operations: a modified UTAUT framework	Analiza el uso de robots de entrega autónomos (ADR) para optimizar las operaciones logísticas. Los resultados brindan información sobre los factores que configuraran la aceptación de ADR en las operaciones logísticas de última milla.	Bélgica
4	2024	Navid Zorbakhshnia, Zhenliang Ma	Critical success factors for the adoption of AVs in sustainable urban transportation	Determina los factores críticos que influyen en la adopción de los VA en el transporte urbano sostenible, se consideran siete dimensiones de factores principales: económica, técnica, operativa, ambiental, seguridad y riesgo, social y regulatoria, y aceptación del usuario.	Australia
5	2023	Dimitrios I. Tselentis, Eleonora Papadimitriou, Pieter van Gelder	The usefulness of artificial intelligence for safety assessment of different transport modes	Analiza el uso de la inteligencia artificial IA en diferentes modos de transporte (carretera, ferrocarril, marítimo y aviación) para abordar problemas de seguridad e identificar buenas prácticas y experiencias.	Países Bajos
6	2024	Ertugrul Ayyildiz, Melike Erdogan	Addressing the challenges of using autonomous robots for last-mile delivery	Evalúa la entrega de última milla (LMD) en las redes logísticas y determina los desafíos que surgen al usar robots de entrega autónomos (ADR) en LMD. Se categorizan seis títulos y se calcula su importancia.	Turquía
7	2024	Umut Ermağan, Barış Yıldız, F. Sibel Salman	Express shipments with autonomous robots and public transportation	Se explora un nuevo modelo de envío exprés que combina el transporte público con robots autónomos (AR). Se obtiene resultados que demuestran la reducción del tiempo de viaje, la agilización del tráfico de vehículos, las emisiones y el ruido.	Canadá
8	2023	Manuel Ostermeier, Andreas Heimfarth, Alexander Hübner	The multi-vehicle truck-and-robot routing problem for last-mile delivery	Analiza la entrega de última milla con robots autónomos lanzados desde camiones de reparto para reducir los costos logísticos. Se demuestra que los costos de transporte se pueden reducir hasta en un 24% utilizando un enfoque integrado de enrutamiento de múltiples vehículos y programación de robots.	Alemania
9	2024	Pericle Salvini, Lars Kunze, Marina Jirotko	On self-driving cars and its (broken?) promises. A case study analysis of the German Act on Autonomous Driving	Se analiza la Ley alemana sobre conducción autónoma (2021), para evaluar el papel de la regulación en la consecución de tres promesas socialmente deseables relacionadas con los automóviles sin conductor: reducir los accidentes de tránsito, mejorar la sostenibilidad ambiental y garantizar la igualdad de acceso a la movilidad vial.	U.K.
10	2023	Juliana Waltermann, Sven Henkel	Public discourse on automated vehicles in online discussion forums: A social constructionist perspective	Identifica cuatro corrientes de discusión: social, económica, ética y legal, para investigar la aceptación de los vehículos autónomos (VA) desde la perspectiva del consumidor.	Alemania
11	2023	Haishi Liu, Y.P. Tsang, C.K.M. Lee	A cyber-physical social system for autonomous drone trajectory planning in last-mile superchilling delivery	Este estudio investiga la distribución de productos superenfriados de la cadena de frío (productos farmacéuticos) con VA.	Hong Kong
12	2024	Haimanti Bala, Monika Filipovska	Demand-Aware Distributed Pathfinding for Repositioning Vehicles in Shared-use Autonomous Mobility Services	Se demuestra que los servicios de movilidad autónoma de uso compartido (SAMS) pueden reducir los tiempos de espera promedio de los pasajeros para la recogida.	EE. UU.
13	2023	Oguz Tengilimoglu, Oliver Carsten, Zia Wadud	Implications of automated vehicles for physical road environment: A comprehensive review	Identifican un total de trece temas clave en torno a la infraestructura a partir de la literatura existente sobre la automatización de vehículos que deben considerarse durante la fase inicial de implementación o la transición a la automatización total.	U.K.
14	2023	Xiao Yang, Weihua Gu, Wei Wang, Shuai Wang	Optimal scheduling of autonomous vessel trains in a hub-and-spoke network	Este estudio revela ahorros de costos considerables de las operaciones de trenes de buques autónomos en comparación de buques convencionales.	China

15	2024	Li Yiteng, Zhu Ling	Exploring industry acceptance of maritime autonomous surface ships: A grounded theory approach	Este artículo analiza los factores que influyen en la decisión de la industria de adoptar y operar buques de superficie autónomos marítimos (MASS).	China
16	2023	Qiong Chen a, Yui-yip Lau b, Pengfei Zhang a,*, Maxim A. Dulebenets c, Ning Wang a, Tian-ni Wang	From concept to practicality: Unmanned vessel research in China	Este artículo determina que la principal ventaja de desplegar buques no tripulados es la reducción del tamaño de la tripulación o su eliminación total, lo que reduciría los costos operativos y eliminaría los errores humanos a bordo de los buques.	China
17	2023	Lanhui Cai, Kum Fai Yuen, Xueqin Wang	Explore public acceptance of autonomous buses: An integrated model of UTAUT, TTF and trust	Este estudio sintetiza tres teorías para explicar la intención del público de utilizar autobuses autónomos, a saber, la teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT), la teoría de ajuste a la tecnología de la tarea (TTF) y la teoría de la confianza.	Corea del Sur
18	2023	Eliane Horschutz Nemoto, Dorien Korbee, Ines Jaroudi, Tobias Viere, Gabriele Naderer, Guy Fournier	Integrating automated minibuses into mobility systems – Socio-technical transitions analysis and multi-level perspectives	En este estudio se analizan los vehículos automatizados y, en específico, los minibuses automatizados integrados en los sistemas de movilidad como una tecnología innovadora desde la perspectiva de diferentes grupos de interesados y ciudadanos.	Alemania
19	2023	Shuo Li, Yanghanzi Zhang, Phil Blythe, Simon Edwards, Yanjie Ji	Remote driving as the Failsafe: Qualitative investigation of Users’ perceptions and requirements towards the 5G-enabled Level 4 automated vehicles	Analiza los beneficios sociales, económicos, de seguridad y ambientales que ofrecen los vehículos automatizados de nivel 4 (L4 AV) y una comprensión de la percepción, las necesidades y los requisitos de los usuarios finales con respecto a los vehículos automatizados de nivel 4.	U.K.
20	2023	Anirudh Kishore Bhoopalam, Roy Van Den Berg, Niels Agatz, Caspar G. Chorus	The long road to automated trucking: Insights from driver focus groups	Este artículo analiza la tecnología sobre los pelotones de transporte con conductores que descansan mientras están en el camión, o incluso pelotones en los que no todos los camiones requieren conductores.	Países Bajos
21	2022	Saulius Baskutis, Valentas Gruzauskas, Peter Leibl, Linas Obcarskas	Agent-based modelling approach for autonomous vehicle influence on countries’ welfare	Modela una predicción de reducción significativa de los accidentes de tráfico y la contaminación ambiental.	Lituania
22	2022	Siyang Zhu Qiang Meng	What can we learn from autonomous vehicle collision data on crash severity? A cost-sensitive CART approach	Utiliza el método de clasificación del árbol para investigar los efectos del tiempo, las condiciones ambientales, las ubicaciones, las características del vehículo, los movimientos, los modos de conducción y los tipos de colisión en la gravedad de los accidentes de VA.	Singapur
23	2020	Binh Nguyen Thi, Huong Trinh Thi Thu	Impact of Decisions in Freight Transport Management on Rice Logistics in the Mekong Delta of Vietnam	Investiga y evalúa los impactos de la toma de decisiones públicas en la gestión del transporte de mercancías sobre la logística del arroz en el delta del Mekong.	Vietnam
24	2022	Heleen Buldeo Rai, Sabrina Touami, Laetitia Dablan	Autonomous e-commerce delivery in ordinary and exceptional circumstances. The French case	Analiza el estado de la práctica y el potencial futuro de los vehículos autónomos para la entrega de comercio electrónico en las ciudades.	Francia
25	2021	Yewen Gu, Stein W. Wallace	Operational benefits of autonomous vessels in logistics—A case of autonomous water-taxis in Bergen	Evalúa la introducción de taxis acuáticos autónomos en la ciudad de Bergen e identifica dos ventajas operativas de éstos.	Noruega
26	2022	Andreas Heimfarth, Manuel Ostermeier, Alexander Hübner	A mixed truck and robot delivery approach for the daily supply of customers	Formula un modelo integral para la entrega a domicilio minorista combinando entregas con robots autónomos y camiones clásicos.	Alemania
27	2021	Marián Šotek, Peter Márton, Viliam Lendel, Lucie Lendelová	Investigation of Opinions on the Acceptance of Autonomous Railway Vehicles in Slovakia	Analiza a la población eslovaca en cuanto a la percepción de seguridad, ciberseguridad y automatización del transporte ferroviario autónomo.	Eslovaquia
28	2020	Ladislav Bartuska and Remigiusz Labudzki	Research of basic issues of autonomous mobility	Analiza escenarios en los que los usuarios prefieren determinados atributos de vehículos autónomos y cómo se debería comportar en diversas situaciones de crisis.	Republica Checa
29	2021	Safaa Sindi, Roger Woodman	Implementing commercial autonomous road haulage in freight operations: An industry perspective	Analiza el impacto y las barreras para la implementación del transporte comercial autónomo por carretera en el transporte de mercancías en el Reino Unido, desde la perspectiva de la industria logística.	U.K.
30	2021	Kostas Mouratidis, Victoria Cobeña Serrano	Autonomous buses: Intentions to use, passenger experiences, and suggestions for improvement	El artículo examina las intenciones de uso de autobuses autónomos, así como la experiencia de los pasajeros al viajar en éstos.	Noruega
31	2020	Serio Agriesti, Fausto Brevi, Paolo Gandini, Giovanna Marchionni, Rahul Parmar, Luca Studer	Impact of Driverless Vehicles on Urban Environment and Future Mobility	Analiza el impacto y prevé los cambios en el comportamiento de la movilidad a través de un ejercicio de construcción de escenarios en que esta tecnología puede afectar nuestros entornos urbanos y sentar las bases para cambios de políticas en diferentes niveles.	Italia

32	2021	Zitong Liao, Morteza Taiebat, Ming Xu	Shared autonomous electric vehicle fleets with vehicle-to-grid capability: Economic viability and environmental co-benefits	Examina los co-beneficios económicos y ambientales de los servicios V2G en flotas de SAEV, utilizando resultados de simulaciones operativas en una ciudad de tamaño medio (Ann Arbor, MI)	EE. UU.
33	2022	Manuel Seet, Andrei Dragomir, Jonathan Harvy, Nitish V. Thakor, Anastasios Bezerianos	Objective assessment of trait attentional control predicts driver response to emergency failures of vehicular automation	Evalúa la toma de control del vehículo durante fallas de automatización para llevar al vehículo a un lugar seguro bajo presión del tiempo.	Grecia
34	2022	Carina Goldbach, Jörn Sickingmann, Thomas Pitz, Tatjana Zimasa	Towards autonomous public transportation: Attitudes and intentions of the local population	Muestra resultados sobre la disposición a usar un vehículo autónomo público, el cual cambia drásticamente con el nivel de supervisión a bordo. Se revela algunos factores como la confianza y la experiencia previa las cuales influyen de manera más general en la intención de uso.	Alemania
35	2020	Sara El Hamdani, Nabil Benamar, Mohamed Younis	Pedestrian Support in Intelligent Transportation Systems: Challenges, Solutions and Open issues	Se analiza las diferentes cuestiones relacionadas con los peatones como usuarios de la vía expuestos a posibles accidentes provocados por vehículos autónomos.	Marruecos
36	2020	Eva Kassens-Noor, Zeenat Kotval-Karamchandani, Meng Cai	Willingness to ride and perceptions of autonomous public transit	Analiza la percepción de usar transporte público autónomo. Se obtuvo que el 15% de las personas, que ocasionalmente viajan o no viajan en transporte público, aceptan la idea de utilizar el servicio de autobuses autónomos.	EE. UU.
37	2022	Jon Williamsson	Business model design for campus-based autonomous deliveries – A Swedish case study	Analiza las entregas autónomas en campus universitarios de todo el mundo, evaluando el impacto de dicha tecnología en los modelos de negocios de los proveedores de servicios de transporte de carga el cual es poco conocido.	Suecia
38	2022	María Alonso Raposo, Monica Grosso, Andromachi Mourtzouchou, Jette Krause, Amandine Duboz, Biagio Ciuffo	Economic implications of a connected and automated mobility in Europe	Se muestra que la implementación de vehículos conectados y automatizados podría proporcionar oportunidades rentables para sectores como la automoción, la electrónica y el software, las telecomunicaciones, los servicios de datos, los medios digitales y el transporte de mercancías.	Italia
39	2020	Ronald Cárdenas Krenz, Valeria Padilla Verde	Autonomous Vehicles: Road Issues - Vital Dilemmas Technology Takes The Wheel	Reflexión por la aparición de vehículos autónomos, analiza los riesgos e implicancias éticas y jurídicas, así como la falta de una cultura de cumplimiento respecto a las reglas de tránsito, entre otros factores.	Perú
40	2021	Anna Karmańska	The benefits of connected vehicles within organizations	Identifica los beneficios de los vehículos conectados dentro de una organización, a su vez se analiza los datos del vehículo, que pueden usarse en sistemas de información de gestión para impulsar su eficacia y nuevos modelos comerciales.	Polonia
41	2021	Giuseppe Fragapane, René Koster, Fabio Sgarbossa, Jan Ola Strandhagen	Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics: Literature review and research agenda	Identifica y clasifica la investigación relacionada con la planificación y el control de los robots móviles autónomos (AMR) en intralogística.	Noruega
42	2020	Benedikt Anderhofstadt, Stefan Spinler	Preferences for autonomous and alternative fuel-powered heavy-duty trucks in Germany	Analiza como una solución posible al aumento de las emisiones y la escasez de conductores, el uso de los camiones pesados autónomos y propulsados por combustibles alternativos.	Alemania
43	2022	Lama Al Hajj Hassan, Mike Hewitt, Hani S. Mahmassani	Daily load planning under different autonomous truck deployment scenarios	Este documento presenta y prueba formulaciones de diseño de red de servicio modificadas que dan cuenta de cinco niveles de automatización de camiones en un entorno de planificación de carga diaria.	EE.UU.
44	2021	Mustapha Harb, Amanda Stathopoulos, Yoram Shiftan, Joan L. Walker	What do we (Not) know about our future with automated vehicles?	Analiza la literatura que se centra en los impactos de los VA en el comportamiento relacionado con los viajes de los niveles 4 y 5.	EE. UU.
45	2021	Margarita Martínez-Díaz, Christelle Al-Haddad, Francesc Soriguera, Constantinos Antoniou	Platooning of connected automated vehicles on freeways: a bird's eye view	Analiza que los vehículos autónomos tienen como objetivo reducir las externalidades no deseadas del tráfico, la congestión, los accidentes y los daños medioambientales.	España
46	2020	Alexandra M. Boggs, Behram Wali, Asad J. Khattak	Exploratory analysis of automated vehicle crashes in California: A text analytics & hierarchical Bayesian heterogeneity-based approach	Estudio que ayuda a comprender las interacciones de los vehículos autónomos y los vehículos convencionales conducidos por humanos en entornos urbanos complejos.	EE. UU.

Fuente: Elaboración propia

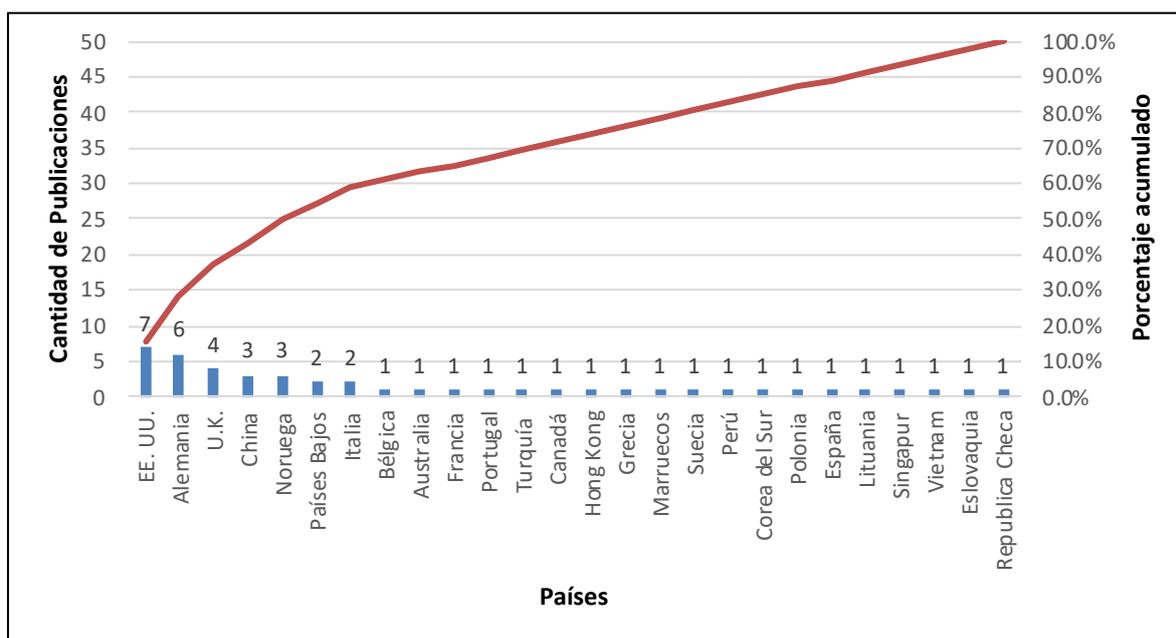
Nota: En la tabla se muestran los artículos seleccionados para la revisión sistemática de literatura del presente artículo.

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis descriptivo de los artículos

El número de publicaciones en los últimos años en referencia al tema materia de revisión es limitada ya que la mayor cantidad de artículos se enfocan a la etapa de modelado, diseño y uso de algoritmos para el funcionamiento de los vehículos autónomos, aún no se ha investigado a profundidad sobre la implicancia de este uso y el impacto posible en los costos de la logística de mercancías. De la exclusión realizada en el apartado 2.5, se han identificado 46 artículos para el análisis, los cuales se han detallados por año en la figura 8.

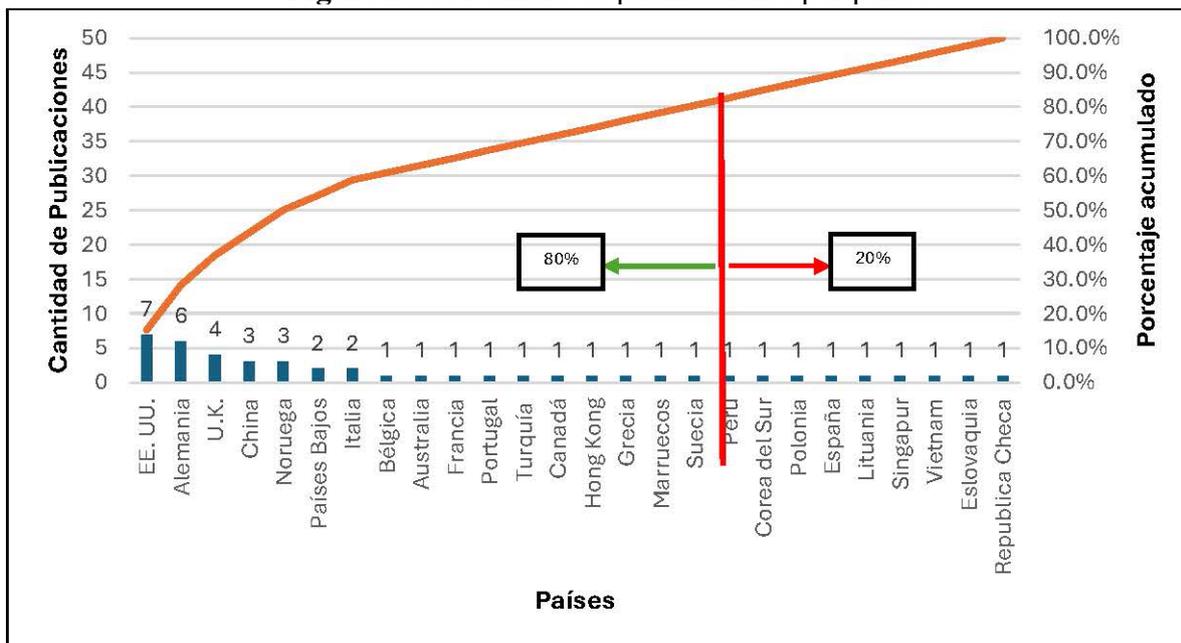
Figura N° 8: Número de publicaciones por año.



Fuente: Elaboración propia **Nota:** La figura muestra la cantidad de publicaciones por año seleccionados para la revisión sistemática.

Asimismo, en la siguiente figura 9 se detalla las cantidades de publicaciones por país, en las que se describen 26 países como la población de donde se presentan los 46 artículos para la revisión correspondiente. Se realizó un gráfico de Pareto para identificar a los países que actualmente enfocan la investigación materia de revisión de este artículo como un tema a desarrollar para liderar dicha ventaja a nivel global. Debido a ello se identifica a EE. UU. como uno de los principales países en estudiar la implementación de vehículos autónomos en la logística mundial, seguido por Alemania, China y Gran Bretaña.

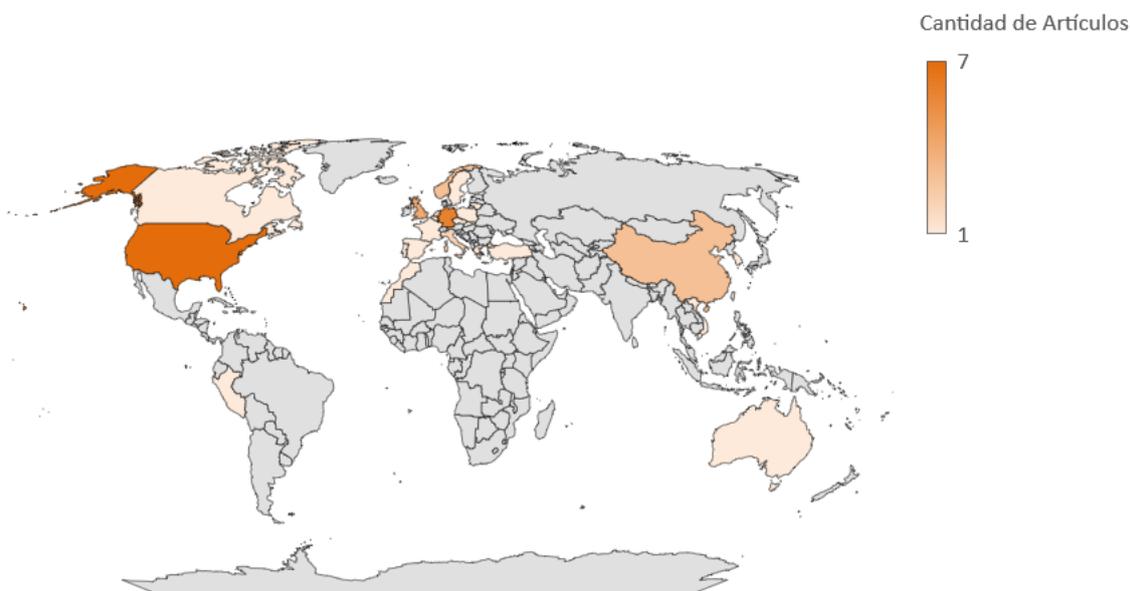
Figura N° 9: Número de publicaciones por países.



Fuente: Elaboración propia **Nota:** En la figura se muestra el gráfico de Pareto utilizado para los artículos seleccionados por países.

Por otro lado, en la figura 10 se ha identificado gráficamente en un mapa coroplético los países que tienen una mayor cantidad de artículos desarrollados para la presente revisión siendo EE. UU. el país que tiene una mayor cantidad de artículos publicados referidos al tema de revisión del presente artículo, seguido de países como Alemania, China y Gran Bretaña.

Figura N° 10: Mapa Coroplético de artículos publicados.



Fuente: Elaboración propia **Nota:** En la figura se muestra un mapa coroplético con la cantidad de artículos seleccionados por países.

Tabla N° 4: Artículos que responden a las preguntas planteadas.

P.E.	PREGUNTA ESPECÍFICA	ARTÍCULO
P.E. 1	¿Cuál es el impacto en los costos logísticos por el uso de vehículos autónomos en el transporte de mercancías globales?	[2], [3], [6], [7], [8], [11], [14], [26], [29], [37], [42]
P.E. 2	¿Cuál es la diferencia entre un vehículo automatizado y uno autónomo?	[13], [18], [19], [20], [24], [33], [37], [39], [41], [42], [43], [44], [45]
P.E. 3	¿Cuáles son los tipos de vehículos autónomos para el transporte de mercancías?	[2], [3], [6], [7], [8], [11], [14], [15], [20], [21], [24], [25], [26], [27], [37], [38],
P.E. 4	¿Cuáles son las ventajas y desventajas de uso de vehículos autónomos en el transporte de mercancías a nivel global?	[1], [2], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [12], [14], [15], [16], [17], [19], [20], [21], [22], [28], [29], [30], [31], [32], [34], [35], [36], [39], [40], [41], [42], [46]

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1. Vehículos Autónomos

En la actualidad el comercio electrónico y la posterior entrega de productos a domicilio ha incrementado la importancia de la entrega de última milla (LMD, siglas en inglés) por lo que han surgido un centenar de maneras y métodos de entregar las mercancías al cliente final, apareciendo distintos modos de vehículos autónomos (VA's) como drones, robots o camiones, que se encarguen de esta entrega y se reduzca la intervención humana y en consecuencia la falla producida por esta, incluidos los accidentes que se pueden provocar (Ayyildiz y Erdogan, 2024; Li et al, 2024); además de reducir los costos de transporte, el tiempo de traslado, el congestionamiento vehicular, las emisiones o contaminaciones y el ruido provocado por un vehículo convencional (Ermağan et al., 2024; Ostermeier et al., 2023). Por otro lado, se debe considerar cuáles deberían ser las condiciones óptimas de la infraestructura vial física para una conducción segura de estos VA's y qué reformas regulatorias deben adoptarse para una implementación de un sistema de conducción autónoma en carreteras (Tengilimoglu et al., 2023), las mismas que hoy en día son un limitante para el desarrollo y uso de VA's ya que son pocos los países que han establecido condiciones regulatorias previas, como por ejemplo Alemania, país que mantiene una de las regulaciones más avanzadas y antiguas (2021) en referencia al uso de vehículos sin conductor (Salvini et al., 2024). Pero en líneas generales podemos llamar VA a unidades móviles tienen la capacidad de imitar el accionamiento humano con apoyo de programas (inteligencia artificial-IA) y sensores electrónicos que toman decisiones para el manejo del vehículo en una fracción de milisegundos; de tal manera, que se reemplaza la intervención humana en su totalidad (Cárdenas y Padilla, 2020).

En contrapartida se podría pensar que los VA's son un invento reciente; sin embargo, estos datan de hace casi 100 años atrás; ya que en 1925 Francis Houdina, presentaba el primer vehículo manejado por radio que encendía el motor, cambiaba de dirección y hacia sonar el claxon; sin embargo, esta presentación también tuvo un contratiempo, ya que colisionó contra un sedán, causando la sorpresa y a la vez la admiración del público que presencié dicho evento. Asimismo, en los años 80' estos coches fueron dotados de alta tecnología como computadoras potentes, sensores que identifican magnitudes tanto físicas como químicas en señales o pulsos electrónicos, detectores de movimiento, GPS, actuadores de señales eléctricas, entre otras (Cár-

denas y Padilla, 2020).

2.2.2. Impacto de uso de vehículos autónomos en costos logísticos

Según un estudio de la American Transportation Research Institute (ATRI) del 2017, se determinó que, para las industrias del transporte logístico de mercancías por carreteras, la mano de obra representa el mayor costo incurrido, llegando a un 43% debido a los costos salariales y beneficios otorgados a los trabajadores, seguido por los costos de consumo de combustible, el cual puede llegar hasta un 22% (Woodman y Sindi, 2021). Ante ello se han abordado experimentos para encontrar soluciones logísticas innovadoras que reduzcan los costos de entrega de mercancías, la congestión vehicular y la contaminación ambiental; entre las cuales se han probado sistemas combinados de camiones y robots autónomos, que consisten en utilizar robots para cubrir los últimos metros de entrega, mientras que los camiones sólo se utilizan para transportar a los robots, encontrándose que este sistema permite la reducción de los costos hasta de un 43% en comparación con entregas utilizando sólo el camión en entregas clásicas (Heimfarth et al., 2022). Asimismo, se debe considerar el estudio de (Engholm et al., 2020), que demostró que el uso de VA's permite un ahorro de costos totales en el transporte logístico de mercancías en un escenario optimista de entre 43%-58% y en un escenario pesimista de entre 12%-23%.

128 Por otro lado, en un escenario de introducir VA's en el transporte de mercancías, existe el potencial ahorro de la mano de obra, en términos del manejo del vehículo; sin embargo, éste debe integrarse en un sistema de clasificación y carga para que el potencial de ahorro se materialice, ya que una implementación de VA's demandará inversiones complementarias en instalaciones de carga, estacionamientos, trabajo adicional para la carga y descarga de las mercancías y capacitación para el personal en caso el proveedor de los VA's no pueda hacerlo (Williamsson, 2022). En esa línea una encuesta en el Reino Unido concluyó que en un escenario de VA's implementados el mayor costo sería el propio costo de la tecnología usada por los VA's, seguido de la infraestructura del vehículo y en tercer lugar el costo de la mano de obra; reconociendo de esta manera que los costos de la tecnología autónoma usada en términos de su compra, implementación, operación y mantenimiento serían más altos a diferencia de los vehículos manuales y que los ahorros en combustible y costos laborales no serían suficientes para hacer el servicio más económico; pero así mismo, también se reconoce que estos costos iniciales por la introducción de los VA's en la distribución se recuperarían con el tiempo ya que este tipo de vehículos no se introducirían en el mercado hasta que se tenga un sólido argumento comercial y sean económicamente viables (Woodman y Sindi, 2021).

Costos en entregas de última milla (LMD)

Este tipo de entregas ha cobrado gran relevancia en las entregas logísticas de productos que son comercializados por comercio electrónico, ya que este sector ha aumentado en los últimos años, ya no es necesario salir a adquirirlos, sino más bien sólo solicitarlos vía web; por ello han surgido varios modos de entrega como el uso de drones y robots autónomos incorporadas con IA, industria 4.0 y IoT, que ayuden a resolver las entregas de última milla y se reduzca la intervención humana en el proceso de entrega, se reduzca el tiempo de entrega y que los costos incurridos en ella sea mínima (Ayyildiz y Erdogan, 2024). Ante ello, se evaluó el impacto económico de utilizar drones como vehículo aéreo no tripulado (UAV) en una actividad de entrega de medicamentos de una farmacia hacia un asilo de ancianos obteniéndose una comparativa de costos de 195€ para una operación de entrega sólo con auto y 157 € para una operación de auto

y dron (Pereira y Vigo, 2023), asimismo, se debe considerar que debido a la capacidad de carga de los drones en comparación con otros métodos de distribución, estos tienen mayores ventajas para una distribución de productos livianos y superenfriantes, por ejemplo medicamentos a corta distancia (Liu et al., 2023). Por otro lado, en referencia a las entregas con robots, se empleó robots autónomos repartidores de productos comercializados electrónicamente, que fueron complementados en un traslado inicial con redes de transporte público, ésta combinación provocó una optimización de las entregas, aumentando la tasa de éstas desde un 64% (transporte público) hasta un 85% (robots autónomos– transporte público), es decir, se entregaron una mayor cantidad de productos en un mismo tiempo de medida (Ermağan et al, 2024); similar sistema se usó con un camión y robot autónomo reduciendo los costos de transporte de hasta un 24% utilizando un enfoque camión-robot-camión; además, estos costos podrían reducirse aún más hasta un 62% utilizando varios camiones en comparación de realizar la entrega convencional con un solo camión (Ostermeier et al., 2023).

2.2.3. Vehículos automatizados

Un VA tiene un hardware avanzado y un software de control que permiten al vehículo operar de manera autónoma en un entorno de conducción dinámico comparado a un vehículo automatizado en donde éste es guiado por una central que toma el control sobre las decisiones de conducción del vehículo como la programación, funciones de conducción, elección de ruta, etc.; por ello, los VA's pueden comunicarse y negociar de manera independiente con otros sistemas la descentralización del proceso de toma de decisiones de conducción, la cual permite al sistema reaccionar a cualquier cambio del estado o entorno de conducción dinámico (Fragapane et al., 2021).

En otras palabras, un vehículo que tiene un sistema automatizado puede llamarse autónomo siempre y cuando el vehículo pueda ejecutar las todas funciones de conducción dinámica en un entorno de conducción; para la Política federal de vehículos automatizados del Departamento de Transporte de los EE.UU. un vehículo se considera autónomo si posee sistemas automatizados desde el nivel 3 al 5, estos niveles son definidos por Sociedad de Ingenieros Automotrices Internacionales (SAE, por sus siglas en inglés) (Shladover, 2018).

Niveles de automatización

La Administración Nacional de Seguridad Vial (NHTSA) y la Sociedad Internacional de Ingenieros Automotrices (SAE) de los EE. UU. introdujeron los niveles de automatización en función del grado de participación del conductor humano en la conducción del vehículo. Esta clasificación SAE (SAE International, 2021), de seis niveles (SAE J3016) describen completamente y de manera precisa las particularidades de los vehículos automatizados y autónomos, por ello la industria europea acordó utilizar esta clasificación para una comprensión común de la conducción automatizada (Tengilimoglu et al., 2023). Estos niveles son presentados en la figura 12.

Figura N° 12: Niveles de automatización de vehículos.

	NIVELES SAE (J3016) NHTSA	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL CONDUCTOR	DESCRIPCIÓN DEL CONDUCTOR	DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO
El conductor supervisa el entorno de conducción	0 No Automatizado		Se requiere supervisión constante del conductor humano	El conductor siempre debe controlar todas las funciones de conducción del vehículo.
	1 Asistencia al Conductor		El conductor humano debe observar la conducción y estar listo para tomar el control total, puede dejar de usar el pie.	El vehículo puede operar la dirección o la aceleración / desaceleración en casos de uso específicos.
	2 Automatización Parcial		El conductor humano debe observar la conducción y estar listo para tomar el control total, puede dejar de usar el pie y las manos.	El vehículo puede operar la dirección y la aceleración / desaceleración en casos de uso específicos.
El sistema de conducción automatizado monitorea el entorno de conducción	3 Automatización Condicional		El conductor no necesita observar la conducción, pero debe estar listo para tomar el control total al recibir una alerta.	El vehículo puede controlar la dirección y la aceleración/desaceleración en casos de uso específicos. El sistema puede reconocer sus límites, alertar al conductor y mantener el control hasta que el conductor tome el control.
	4 Automatización Alta		No se requiere ningún controlador, pero el conductor debe estar a bordo para tomar el control del vehículo.	El vehículo puede funcionar en condiciones de conducción limitadas. Por ejemplo a baja velocidad y por zonas mapeadas previamente.
	5 Automatización Total		No se requiere ningún controlador, ni interno ni externo.	El vehículo puede funcionar por sí solo en todas las condiciones de conducción. Incluso no posee volante, acelerador ni freno.

Fuente: Elaborado propia adoptado a partir SAE J3016, 2021.

Los vehículos de nivel 0 al 2 son sistemas de automatización bajos, pero pueden ayudar a los conductores con asistencia sensorial, acceso a la información y control del vehículo; sin embargo, los conductores humanos siguen siendo completamente responsables de la conducción del vehículo. Los vehículos de nivel 3 dependen de los conductores humanos para manejar las situaciones críticas (Shuo Li et al, 2024).

Por último, los vehículos automatizados de nivel 4 tienen la característica que pueden ser operados, en ciertos momentos, por conductores de manera remota a través de un sistema de teleoperación controlado (Shuo Li et al, 2024); y los vehículos del nivel SAE 5 no necesitan de un conductor humano debido a que el sistema de conducción puede realizar todas las tareas de conducción en todas las condiciones previstas (Anderhofstadt et al, 2020).

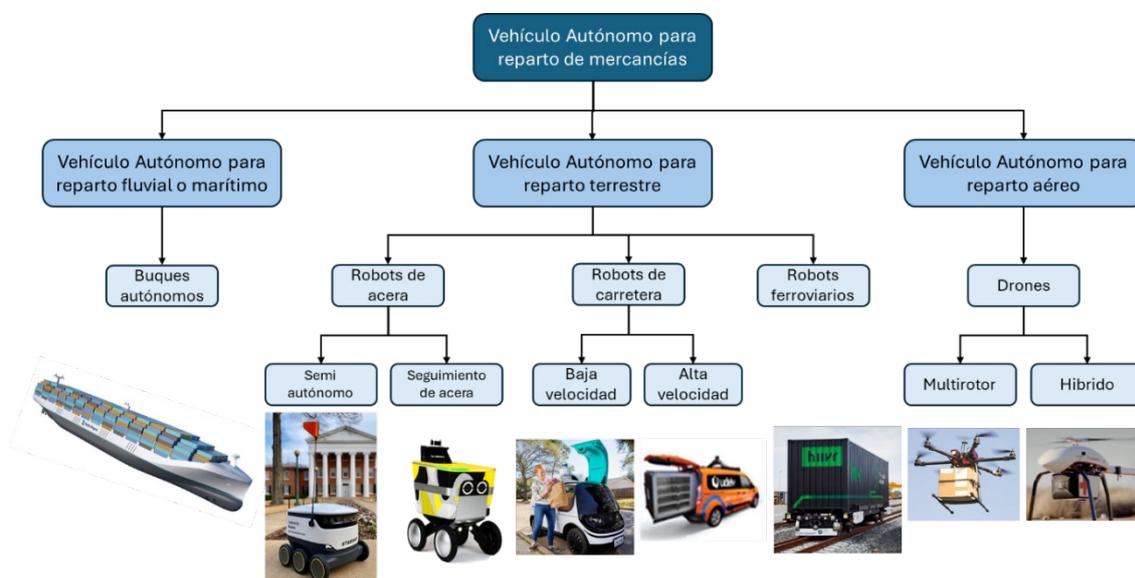
3.2.4. Tipos de vehículos autónomos para el transporte de mercancías

La tipología de vehículos autónomos se puede diferenciar por aspectos particulares del vehículo, según la siguiente relación:

- Infraestructura o medio de operación (fluvial, terrestre y aéreo)
- La velocidad
- El nivel de automatización
- El tamaño y la capacidad del vehículo

En la figura. 13 se detalla los tipos de vehículos autónomos (Buldeo et al, 2022).

Figura N° 13: Tipología de vehículo autónomo de reparto.



Fuente: Adaptado de Buldeo et al., 2022. **Nota:** La figura presenta los tipos de vehículos autónomos existentes a nivel fluvial, terrestre y aéreo.

a. Infraestructura o medio de operación

Estos vehículos se distinguen por la infraestructura que emplean para operar en un determinado medio ya sea a terrestre o aéreo (Buldeo et al, 2022), además de los buques autónomos que operan a nivel fluvial o marítimo (Wallace y Gu, 2021).

Terrestre

Estos vehículos de distribución necesitan infraestructura diseñada y mantenida para poder circular, tanto a nivel de aceras, carreteras y rieles. Por ejemplo, los vehículos de aceras como Starship y Kiwibot (robots autónomos) que se desplazan sobre dos a seis ruedas y comparten zonas peatonales con los usuarios, por ello estos vehículos son una tecnología emergente dirigida a campus universitarios en donde se reparten comidas y paquetes postales, ya que incluso existe un modelo como el Agility Robotics que puede subir escaleras. Por otro lado, los vehículos de carretera como los robots Neolix y Nuro comparten la infraestructura con otros vehículos y son utilizados para el traslado de mercancías de un mayor peso, pero a una menor velocidad;

asimismo, se tienen los robots de carretera de alta velocidad como Udelv o AutoX, que son vehículos convencionales automatizados o modificados para adaptarse a entregas autónomas (Buldeo et al, 2022).

A pesar de que los trenes autónomos actualmente son usados principalmente para el transporte de pasajeros, se espera que estos sistemas ferroviarios puedan interconectarse para el traslado de mercancías, así como el modelo tranvía Flexity, el cual se dio a conocer por Alstom en Berlín como el tren autónomo más largo jamás construido capaz de operar con pasajeros y mercancías (Buldeo et al, 2022).

Aéreo

Se utilizan los llamados vehículos aéreos no tripulados o drones, en un inicio se introdujo con un fin militar ya que tienen la capacidad de acceder a zonas remotas con difícil acceso. Existen de 2 tipos: drones multirrotor (cuatri, hexa u octocópteros) popular por su maniobrabilidad y drones híbridos con hélices (alas) que aumentan su alcance. Actualmente este tipo de vehículos son usados en el sector salud transportando medicamentos, por ejemplo, la empresa Zipline usa drones híbridos para transportar sangre y medicamentos hacia Ghana, Ruanda y Tanzania; mientras que Swiss Post utiliza drones multirrotor para trasladar muestras de laboratorio hacia hospitales de Zurich, Berna y Lugano (Buldeo et al, 2022). Comparado con otros tipos de vehículos de distribución estos tienen una ventaja de distribuir mercancías de manera rápida y a cortas distancias cubriendo entregas de última milla y son muy beneficiosos para distribución de productos superenfriantes o cadenas de frío como medicamentos; sin embargo, se debe tener especial cuidado en entornos urbanos, ya que existe la preocupación pública sobre el riesgo de accidentes y afectación a la privacidad (Liu et al, 2023).

Fluvial o marítimo

Este tipo de vehículos como son los buques autónomos se han desarrollado en el último tiempo; sin embargo, actualmente no existe una literatura extensa para analizar los cambios operativos que se requieren para el manejo o los beneficios de la autonomía; por ejemplo, en Noruega el sistema de transporte terrestre no es eficiente para las demandas de distribución de áreas aisladas o separadas por ríos, por ello los sistemas acuáticos son muy atractivos y su autonomía hace que sean económicamente atractivos, pero deben analizarse a mayor medida y probarse en medios reales (Wallace y Gu, 2021).

b. La velocidad

Dependiendo del vehículo autónomo estas tienen una determinada velocidad de operación; por ejemplo, a nivel aéreo los drones multirrotor tienen una velocidad máxima de hasta 60 Km/h a diferencia de los drones híbridos que pueden llegar hasta los 120 Km/h. Respecto a los vehículos autónomos terrestres los vehículos de acera pueden llegar hasta los 6 Km/h, debido a que éstos tienen que compartir la acera con peatones, a diferencia de los vehículos de carretera que son más rápidos y pueden viajar desde 40 Km/h (más lentos) a 80 Km/h (más rápidos); además, los vehículos ferroviarios pueden llegar hasta los 120 Km/h (Buldeo et al, 2022).

c. El nivel de automatización

En esta parte se puede distinguir a los vehículos autónomos por su nivel de automatización, en donde se usa la descripción de la Sociedad de Ingenieros Automotrices – SAE; por ello, se identifica que los drones se encuentran en nivel SAE 3-4, lo que significa que estos pueden tomar algunas decisiones de conducción pero aún requieren la supervisión humana para la conducción; por otro lado, los vehículos terrestres para acera semiautónoma se encuentran en nivel SAE 3 ya que estos son supervisados por conductores que toman el control para casos de emergencias; asimismo, los vehículos de acera seguidoras se encuentran en nivel SAE 4 ya que estas brindan apoyo para la entrega y utilizan múltiples cámaras y sensores para rastrear a la persona, lo que implica que estén supervisadas. Por otro lado, los vehículos de carretera de baja y alta velocidad se encuentran en nivel SAE 4 ya que no requieren asistencia humana en muchas de las condiciones de conducción. Los sistemas autónomos ferroviarios y fluviales se encuentran en un nivel SAE 5 ya que no requiere la presencia de personal para la conducción y el control de la conducción es completamente autónoma (Buldeo et al, 2022).

d. El tamaño y capacidad del vehículo

Finalmente, estas dos características están relacionadas, por ejemplo, los drones multirrotor trasladadas cargas de 5 kilogramos (Ric, 2015), a diferencia de los drones híbridos que pueden trasladar hasta 25 kilogramos (Soesilo et al., 2016).

Los vehículos de acera semiautónomos pueden transportar de 10 a 36 kilogramos hasta un máximo de 50 kilogramos (Garaude, 2021), ya que estos sólo pueden transportar un paquete a la vez porque tienen poco espacio, asimismo los vehículos de acera seguidoras pueden transportar hasta 1000 kilogramos (Kucher, 2020). Por otro lado, los vehículos de carretera de baja velocidad son más livianos y pequeños que las furgonetas, pero tienen una gran capacidad de carga ya que el asiento del conductor no se necesita; de la misma manera, los vehículos de alta velocidad son las furgonetas que también tienen una capacidad de carga alta (Buldeo et al, 2022). Los trenes autónomos también tienen una gran capacidad de carga ya que depende mucho del diseño del vagón del tren y la red de vagones que sean conectados (Buldeo et al., 2022). De la misma manera para el traslado en vehículos fluviales como buques mantienen una gran capacidad de carga, los mismos que pueden aumentar en función del uso de una red de buques (Gu et al., 2023)

3.2.5. Ventajas y desventajas del uso de vehículos autónomos en transporte de mercancías

a. Costos logísticos

En líneas generales el uso de vehículos autónomos genera una ventaja en costos logísticos en referencia al transporte logístico convencional en cualquiera de sus medios, por ejemplo, añadir el uso de drones en la distribución de medicamentos provoca una reducción de los costos operativos en un 41% (Pereira y Vigo, 2023), por otro lado, el uso de robots en operaciones de distribución produce mejoras entre el 20-25% de los costos totales (Ostermeier et al., 2023). Este ahorro de costos se debe principalmente a que se exonera del uso de la mano de obra el cual corresponde al 43% del costo operativo; por otro lado, se optimiza el uso del combustible el cual corresponde al 22% del costo logístico; sin embargo, entre las desventajas se debe tener en cuenta que en un inicio se incurriría en costos altos de implementación y mantenimiento, pero se prevé que este se recupere con el tiempo y que dicha tecnología se introduzca cuando comercialmente sea rentable (Woodman y Sindi, 2021).

b. Contaminación

El uso de vehículos autónomos puede revolucionar el transporte urbano y de mercancías hacia la sostenibilidad optimizando el uso del combustible y así reduciendo la contaminación ambiental (Zarbakhshnia y Ma, 2024). Se simuló el nivel de emisiones de CO₂ en Baviera por el uso de vehículos autónomos hasta el año 2070 obteniéndose una reducción desde 85,660 Kg a 59,542 Kg de CO₂ (30.49%), en el mismo caso para Lituania el nivel reduciría de 17,892 Kg a 11,243 Kg (37.16%) en el mismo periodo de medición (Baskutis et al., 2022).

c. Accidentes

Si bien es cierto que los vehículos autónomos eliminan parcialmente el error humano, aún permanece latente el fallo de la máquina, ya que se conoce un estudio de Virginia Tech que identifica que el ser humano provoca 4.2 accidentes por cada 1 600 000 Km frente a los 3.2 accidentes que provocaría esta nueva tecnología, tal es el caso de Elaine Herzberg norteamericana de 49 años de edad que fue la 1ra víctima mortal de un vehículo autónomo, debido a un fallo en la programación y configuración de un vehículo autónomo de Uber, ya que el software habría estado ajustado equivocadamente para ignorar objetos en el camino e identificó a la Sra. Elaine como un “falso positivo”, por lo que el vehículo no detuvo ni esquivó la marcha (Cárdenas y Padilla, 2020).

134

d. Congestionamiento vehicular

En una encuesta realizada a usuarios de vehículos autónomos se obtuvo en respuesta que uno de los principales beneficios del uso de estos vehículos es el control del tráfico vial (Karmańska, 2021). Asimismo, con el rediseño de la conectividad en un entorno completamente automatizado en donde los vehículos autónomos transiten, existe la posibilidad de llegar a obtener un congestionamiento vehicular sin interrupciones y sincronizado (Tengilimoglu et al., 2023).

e. Percepción de usuarios

En cuestiones legales, como ya se ha mencionado no existe normativa globalizada por el uso de VA's, por ello se analizó la ley alemana sobre conducción autónoma que data del 2021; sin embargo, a pesar de ser una de las normas regulatorias más avanzadas en referencia al uso de VA, esta ley no contiene ninguna disposición para su implementación ni medios regulatorios positivos ni negativos como incentivos o sanciones que puedan hacer operativos los principios que se mencionan en dicha normativa (Salvini et al., 2024). Por tanto, se debe preparar marcos normativos para incluir temas como responsabilidades, por ejemplo, ante un accidente de tránsito producido por un VA a quién se debería responsabilizar, ya que existen varios actores como el fabricante, la persona que programó el VA, el empresario que adquirió el VA y el pasajero o usuario que utiliza el VA. (Cárdenas y Padilla, 2020).

4. Aportes y Discusión

En la presente revisión sistemática de literatura se realizó una revisión y análisis de los costos operativos logísticos para la distribución de mercancías por distintos medios de distribución, dentro de los que se incluyen los medios fluviales, terrestres y aéreos, dentro de la búsqueda se priorizó los artículos que han demostrado los impactos en los costos logísticos por el uso de vehículos autónomos, de tal manera que estos se alineen con las causas de raíz de los problemas planteados, resolviendo y planteando en primera instancia alternativas de solución para reducir los costos logísticos en la distribución de mercancías, principalmente en las entregas de última milla, concepto muy conocido últimamente por el gran auge de comercio electrónico; por otro lado, se buscó identificar y caracterizar, haciendo una diferencia conceptual, los vehículos autónomos y automatizados, de manera que estos marcos conceptuales sean de utilidad para diferenciarlos y saber cuándo un vehículo automatizado llega a ser completamente autónomo para que en futuras investigaciones se conozca y se diferencien sin complicaciones; se debe tener en cuenta que estos conceptos deben servir para catalogar la implicancia y responsabilidad del conductor tanto en el adecuado manejo como en las posibles fallas o errores que se puedan incurrir por manejo remoto.

Por otro lado, se analizó la tipología de los vehículos autónomos en primera instancia en cuanto a su infraestructura para mapear los distintos tipos de vehículos autónomos disponibles en el mercado y los potenciales emergentes, de tal manera que se analice a futuro a mayor profundidad sobre qué mercancía es preferible transportar en un determinado medio o canal de transporte, el segundo nivel de tipología descrita fue la velocidad de operación ya que también es importante conocer los tiempos de demora de cada medio de transporte y a su vez identificar a qué ambiente, accesible o no, se puede exponer el vehículo autónomo, el tercer nivel de tipología menciona los niveles de automatización para identificar los tipos de vehículos que se encuentran actualmente en el mercado para disponibilidad del público, ya que dependiendo de la tecnología colocada al vehículo este puede presentar un valor de implementación muy elevado; y como cuarto nivel se describió los tamaños y capacidades de carga de los vehículos para que aporten información sobre qué mercancías se deberían transportar en cada una de ellas; sin embargo, en referencia a este cuarto nivel aún se debe realizar mayores investigaciones en un futuro cercano, ya que no hay estudios completos que se enfoquen en esta tipología.

Por último, se describieron las ventajas y desventajas en varios aspectos como en los costos logísticos, los cuales se cuentan con artículos que demuestran que estos se reducen, pero que también puede llevar a altos costos en un inicio por la implementación y el mantenimiento; de la misma manera se describió que la contaminación disminuye con el uso, ya que al optimizar el uso del combustible al recorrer menor tramo y hacer más eficiente la operación de distribución de mercancías el uso de combustible se reduce y en consecuencia se reduce la contaminación por emisión de CO₂. Además, se presenta como una de las principales ventajas, la reducción de accidentes por eliminación parcial de los errores humanos las mismas que también dependen del nivel de automatización del vehículo, ya que esta se debería de reducir en el nivel SAE 5 en donde el conductor no interviene y el propio vehículo toma las decisiones totales de conducción, en contraposición de los demás niveles, en los que aún interviene en mayor o menor medida el conductor.

5. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

De la investigación sistemática se determina que el uso de vehículos autónomos, en todas sus formas, en el transporte de mercancías reduce los costos operativos totales, ya que la principal reducción se debe en gran medida a prescindir de los costos de mano de obra y a la reducción del uso de combustible, ya que este último, se optimiza en un enfoque automatizado de distribución; asimismo, la reducción de la contaminación ambiental también implica una reducción de los costos; y por último la reducción de los accidentes de tránsito ya que al eliminar parcialmente el error humano, el cual es el causante del 90 - 95% de accidentes indudablemente reduce los costos no planificados por accidentes de tránsito. Respecto a la caracterización de los VA se concluye que un vehículo automatizado no siempre debe considerarse como un VA, es decir, un VA sólo debe llamarse a los vehículos automatizados de nivel SAE 5, ya que sólo en este nivel el vehículo no depende de un conductor. En cuanto a la tipología de VA's para el transporte de mercancías se concluye que este tema debe ser estudiado a mayor detalle ya que no existen investigaciones que aporten evidencia clara sobre qué tipo de VA es mejor para el transporte de una determinada mercancía, sólo hay evidencia para unos cuantos productos como, por ejemplo, para mercancías de medicamentos y productos refrigerantes que pueden ser transportados usando drones como buena opción de transporte, así como para el traslado de correos postales y comidas son adecuados el uso de robots de acera. Por último, se concluye que hay varias ventajas por usar VA's en el transporte de mercancías, ya que se tienen investigaciones que demuestran con modelados, algoritmos y demás, es decir, que cuentan con respaldo estadístico, que el usar este tipo de vehículos reduce los costos logísticos, la tasa de accidentes por la eliminación de la intervención humana, la contaminación ambiental, el tiempo de entrega de la mercancía y demás; pero asimismo, también se han identificado ciertas desventajas, como el alto costo de implementación y mantenimiento que se puede incurrir en un inicio, los accidentes evitables que se pueden incurrir por falta de mantenimiento o por error en la programación del software y la nula normativa legal existente en la actualidad que dé forma y encamine la implementación futura de esta tecnología.

Recomendaciones

En líneas generales se recomienda realizar un mayor análisis e investigación sobre los impactos de usar vehículos autónomos en el entorno de las autopistas de Lima Metropolitana, considerando la infraestructura casi nula y la cultura para mantener vehículos autónomos desplazándose por la ciudad. Asimismo, recomendamos que en los centros de investigación como Concytec de Perú y universidades se inicie investigaciones en asociación con empresas logísticas para que éstas empiecen a conocer las tecnologías emergentes como son los VA's, de tal manera que las empresas empiecen a conocer y analizar la posibilidad de invertir en la implementación no sólo de esta tecnología, sino que también conozcan la diferencia que existe entre los VA's y los vehículos automatizados. Por otro lado, respecto a la tipología de VA se recomienda investigar en corto tiempo los VA's emergentes, ya que estos pueden variar en corto tiempo debido a que esta es una tecnología emergente y que se viene desarrollando rápidamente; ejemplo resaltante es el desarrollo de vehículos fluviales y ferroviarios autónomos, que a futuro deberían ser los vehículos de transporte de mercancías de cantidades masivas. Por último, considerando que una de las ventajas del uso de VA's es la distribución en lugares de difícil acceso y la reducción significativa de accidentes de tránsito que implica las pérdidas de vidas humanas, se recomienda

que el estado peruano adopte políticas de inversión para que este tipo de tecnología se implemente en ciertos sectores logísticos, iniciando por ejemplo con la distribución de medicamentos a sectores muy alejados del Perú.

6. Agradecimiento

A Dios por guiar mi camino en los momentos más duros, a mis padres por brindarme su apoyo incondicional e inculcarme el valor del estudio y la superación, a mis hermanos por el apoyo fraternal y a mi alma mater por permitirme continuar con mis estudios superiores y desarrollarme como un profesional ético.

7. Literatura citada

- Agriesti S., F. Brevi, P. Gandini, et al.** (2020). Impact of Driverless Vehicles on Urban Environment and Future Mobility, 49, 44-59, pp. 53-56. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.09.005>
- Al Hajj Hassan L., M. Hewitt, H.S. Mahmassani** (2022). Daily load planning under different autonomous truck deployment scenarios, 166, pp. 17-18. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102885>
- Anderhofstadt B., & S. Spinler** (2020). Preferences for autonomous and alternative fuel-powered heavy-duty trucks in Germany, 79, pp. 4-6. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102232>
- Ayyildiz E., & M. Erdogan** (2024). Addressing the challenges of using autonomous robots for last-mile delivery, 190, pp. 12-15. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110096>
- Bala H., & M. Filipovska** (2024). Demand-aware distributed pathfinding for repositioning vehicles in shared-use autonomous mobility services. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2024.10.004>
- Bartuska L., & R. Labudzki** (2020). Research of basic issues of autonomous mobility, 44, 356-360, pp. 359. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.031>
- Baskutis S., V. Gružasuskas, P. Leibl, & L. Obcarskas** (2022). Agent-based modelling approach for autonomous vehicle influence on countries' welfare, 374, pp. 3-4. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134008>
- Boggs A.M., B. Wali, & A.J. Khattak** (2020). Exploratory analysis of automated vehicle crashes in California: A text analytics & hierarchical Bayesian heterogeneity-based approach, 135, pp. 18-19. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105354>
- Buldeo H., S. Touami, & L. Dablanc** (2022). Autonomous e-commerce delivery in ordinary and exceptional circumstances. The French case, 45(A), pp. 4-6. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100774>
- Cai L., K.F. Yuen, & X. Wang** (2023). Explore public acceptance of autonomous buses: An integrated model of UTAUT, TTF and trust, 31, 120-130, pp. 128. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.11.010>

- Cárdenas R., V. Padilla** (2020). *Autonomous Vehicles: Road Issues - Vital Dilemmas Technology Takes The Wheel*, 8, 67-77, pp. 68-71. <https://doi.org/10.33539/perifa.2019.n8.1956>
- Chen Q., Y. Lau, P. Zhang, et al.** (2023). *From concept to practicality: Unmanned vessel research in China*, 9(4), pp. 14. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15182>
- Conlógica. (s.f).** *Vehículos autónomos en el mundo de la logística*. <https://www.conlogika.es/2023/05/15/vehiculos-autonomos-en-el-mundo-de-la-logistica/>
- Defensoría del Pueblo.** (2023). *Reporte Defensorial de accidentes de tránsito (01)*. <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2023/04/Reporte-Defensorial-de-accidentes-de-tr%C3%A1nsito-N01-Abril-2023.pdf>
- El Hamdani S., N. Benamar, & M. Younis** (2020). *Pedestrian Support in Intelligent Transportation Systems: Challenges, Solutions and Open issues*, 121, pp. 7-10. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102856>
- Engessera V., E. Rombauta, L. Vanhaverbeke, & P. Lebeua** (2023). *Autonomous Delivery Robots for Urban Last-mile Logistics Operations: a modified UTAUT framework*, 72, 1816–1823, pp. 1818, 1820. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.658>
- Eрмаған U., B. Yıldız, & F.S. Salman** (2024). *Express shipments with autonomous robots and public transportation*, 192, pp. 10, 17-18. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103782>
- Fragapane G., R. De Koster, F. Sgarbossa, & J. Ola Strandhagen** (2021). *Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics: Literature review and research agenda*, 294(2), 405-426, pp. 407-409. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.01.019>
- Goldbach C., J. Sickmann, T. Pitz, & T. Zimasa** (2022). *Towards autonomous public transportation: Attitudes and intentions of the local population*, 13, pp. 7 <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100504>
- Gu Y., & S.W. Wallace** (2021). *Operational benefits of autonomous vessels in logistics—A case of autonomous water-taxis in Bergen*, 154(E), pp. 4-7, 15. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102456>
- Harb M., A. Stathopoulos, Y. Shiftan, & J.L. Walker** (2021). *What do we (Not) know about our future with automated vehicles?* 123(C), pp. 30. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102948>
- Heimfarth A., M. Ostermeier, & A. Hübner** (2022). *A mixed truck and robot delivery approach for the daily supply of customers*, 303(1), 401-421, pp. 402-404. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.02.028>
- Horschutz Nemoto E., D. Korbee, I. Jaroudi, et al.** (2023). *Integrating automated minibuses into mobility systems – Socio-technical transitions analysis and multi-level perspectives*, 188, pp. 3-4, 12-13. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122260>
- Karmańska A.** (2021). *The benefits of connected vehicles within organizations*, 192, 4721–4731, pp. 4728. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.250>

- Kassens-Noor E., Z. Kotval-Karamchandani, & M. Cai** (2020). Willingness to ride and perceptions of autonomous public transit, 138, 92-104, pp. 102. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.05.010>
- Ketankumar R., R. Etmnani-Ghasrodashti, S. Kermanshachi, et al.** (2023). Identifying individuals' perceptions, attitudes, preferences, and concerns of shared autonomous vehicles: During- and post-implementation evidence, 18, pp. 8. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100785>
- Kishore Bhoopalam A., R. Van Den Berg, N. Agatz, & C.G. Chorus** (2023). The long road to automated trucking: Insights from driver focus groups, 156, pp. 4, 10. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2023.104351>
- Li S., Y. Zhang, P. Blythe, et al.** (2024). Remote driving as the Failsafe: Qualitative investigation of Users' perceptions and requirements towards the 5G-enabled Level 4 automated vehicles, 100, 211-230, pp. 214-215. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.11.018>
- Li Y. Z.** (2024). Exploring industry acceptance of maritime autonomous surface ships: A grounded theory approach, 57, pp. 6. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2024.101221>
- Liao Z., M. Taiebat, & M. Xu** (2021). Shared autonomous electric vehicle fleets with vehicle-to-grid capability: Economic viability and environmental co-benefits, 302, pp. 4-8. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117500>
- Liu H., Y.P. Tsang, & C.K.M. Lee** (2024). A cyber-physical social system for autonomous drone trajectory planning in last-mile superchilling delivery, 158, pp. 2-4. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2023.104448>
- Martínez-Díaz M., C. Al-Haddad, F. Soriguera, & C. Antoniou** (2021). Platooning of connected automated vehicles on freeways: a bird's eye view, 58, 479-486, 482-484 <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.11.064>
- McKay Law Personal Injury** (2022, abril 12). Estadísticas de accidentes de camiones 2021. <https://mckaylawtx.com/es/accidentes-de-camiones-estadisticas-2021/>
- Mouratidis K., & V. Cobeña** (2021). Autonomous buses: Intentions to use, passenger experiences, and suggestions for improvement, 76, 321-335, pp. 323, 329-333. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.12.007>
- Nguyen B., & H. Trinh** (2020). Impact of Decisions in Freight Transport Management on Rice Logistics in the Mekong Delta of Vietnam, 48, 540-554, pp. 542, 545. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.058>
- Ostermeier M., A. Heimfarth, & A. Hübner** (2023). The multi-vehicle truck-and-robot routing problem for last-mile delivery, 310(2), 680-697, pp. 681. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.03.031>
- Pulpo.** (2023, 29 abril). Vehículos autónomos en la industria del transporte. <https://blog.getpulpo.com/blog/vehiculos-autonomos-en-la-industria-del-transporte>

- Raposo M.A., M. Grosso, A. Mourtzouchou, et al.** (2022). Economic implications of a connected and automated mobility in Europe, 92, pp.12-13. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101072>
- Rodrigues T., & D. Vigo** (2023). A new hybrid distribution paradigm: Integrating drones in medicines delivery, 234, pp. 11-15. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120992>
- Salvini P., L. Kunze, & M. Jirotko** (2024). On self-driving cars and its (broken?) promises. A case study analysis of the German Act on Autonomous Driving, 78, pp. 3-6. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102628>
- Sayol, I.** (2022, 08 diciembre). Beneficios de los coches autónomos en el sector logístico. Cegid Ekon. <https://www.ekon.es/blog/coches-autonomos-sector-logistico/>
- Seet M., A. Dragomir, J. Harvy, et al.** (2022). Objective assessment of trait attentional control predicts driver response to emergency failures of vehicular automation, 168, pp. 3-4. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106588>
- Servicio de Administración Tributaria de Lima [SAT].** (2023, agosto 31). ¡Alarmante! Se han registrado cerca de 43,000 accidentes de tránsito en el 2023. <https://www.sat.gob.pe/WebSiteV9/Noticias/aid/1100#:~:text=La%20entidad%20recaudadora%20inform%C3%B3%20que,la%20Polic%C3%ADa%20Nacional%20del%20Per%C3%BA.>
- Shuttleworth J.** (2019). SAE Standards News: J3016 automated-driving graphic update. SAE International. Levels of Driving. <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>
- Sindi S., & R. Woodman** (2021). Implementing commercial autonomous road haulage in freight operations: An industry perspective, 152, 235-253, pp. 243-249, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.08.003>
- Siyng Zhu Q.M.** (2022). What can we learn from autonomous vehicle collision data on crash severity? A cost-sensitive CART approach, 174, pp. 8-9. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106769>
- Šotek M., P. Márton, V. Lendel, & L. Lendelová** (2021). Investigation of Opinions on the Acceptance of Autonomous Railway Vehicles in Slovakia, 55, 1337-1344, pp. 1339-1340. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.118>
- Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías [SUTRAN].** (2022). Reporte Estadístico de Siniestros Viales 2022. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4489498/Reporte%20Estad%C3%ADstico%20de%20Siniestros%20Viales%202022.pdf?v=1682695174>
- Tengilimoglu O., O. Carsten, & Z. Wadud** (2023). Implications of automated vehicles for physical road environment: A comprehensive review, 169, pp. 3-5, 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102989>

- Tselentis D.I., E. Papadimitriou, & P. Van Gelder** (2023). The usefulness of artificial intelligence for safety assessment of different transport modes, 186, pp. 4-6. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107034>
- Waltermann J., & S. Henkel** (2023). Public discourse on automated vehicles in online discussion forums: A social constructionist perspective, 17, pp. 2, 5-6. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100743>
- Williamsson J.** (2022). Business model design for campus-based autonomous deliveries – A Swedish case study, 43, pp. 4-6. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100758>
- Yang X., W. Gu, W. Wang, & S. Wang** (2023). Optimal scheduling of autonomous vessel trains in a hub-and-spoke network, 231, pp. 2-3. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106386>
- Zarbakhshnia N., & Z. Ma** (2024). Critical success factors for the adoption of AVs in sustainable urban transportation, 156, 62-76, pp. 63, 64. <https://doi.org/10.1016/j.transpol.2024.07.002>

REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen IX- N° 25 Marzo 2025

210

Contáctenos en nuestro correo electrónico

revistactscafe@ctscafe.pe

Página Web:

<http://ctscafe.pe>

