



## **ING. AUTOMOTRIZ**

**Trabajo integración Curricular previa a la  
obtención del título Universitario**

**AUTORES:**

DOMENICA NICOLE MURILLO ALBUJA

**TUTOR:**

ING.FABRICIO CORRALES

**RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA CONDUCCIÓN  
AUTONOMA**



## **CERTIFICACION DE AUTORIA**

Yo, DOMENICA NICOLE MURILLO ALBUJA, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detalla.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

DOMENICA NICOLE MURILLO ALBUJA

**AUTOR:**

## **APROBACION DEL TUTOR**

Yo, Gorky Guillermo Reyes, Cotutor de Tesis, certificó que conozco al autor del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

**FIRMA COTUTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo y este logro a mí mismo, porque sé que rendirme no fue una opción, por resistir cuando parecía todo imposible, y por demostrarme que soy capaz de lograr todo lo que me proponga, también se lo dedico a mis padres, por depositar toda su confianza en mí, estoy segura que están orgullosos por este gran paso en mi vida, a mi esposo Andres por ser incondicional en cada paso de este gran sueño , a mis hijas de mi corazón quienes han sido el motor fundamental y mi inspiración diaria para continuar con mi carrera, a mi Joaquín que no está con nosotros presente pero está en mi mente y en mi corazón gracias mi ángel por enseñarme que tengo que superar las adversidades de la vida, este logro es por y para ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios por ser quien me guiado mi camino, por darme la sabiduría y fortaleza, por la salud y fuerza que me ha dado para culminar cada etapa de mi carrera universitaria, quiero expresar mis más profundos agradecimientos a mis padres, por hacer posible cumplir mis sueños de ser Ingeniera Mecánica Automotriz y por siempre ser incondicionales, nada hubiera sido posible sin su apoyo, a mis hijos les agradezco por que a pesar de que el camino no ha sido nada fácil me han dado la fuerza para continuar, a ti esposo también te dedico mi triunfo por que mis logros se que también son tuyos, a mis tíos Fabian y Guillermo por siempre estar pendientes de mí, a mis profesores y tutores que de una u otra forma han aportado un granito de arena en esta etapa con sus enseñanzas y aprendizajes, a mi hermosa facultad que me abrió sus puertas para ser lo que ahora soy, por todo eso y más, infinitas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Introducción .....	11
Marco Teórico .....	12
Historia y evolución de la conducción autónoma .....	12
Tecnologías clave en la conducción autónoma .....	12
Impacto en la industria automotriz .....	13
Implicaciones éticas y de ciberseguridad .....	13
Regulación y políticas públicas .....	15
Materiales y Métodos .....	16
Enfoque metodológico .....	16
Tipo y Diseño de investigación .....	17
Técnicas e instrumentos de recolección y análisis .....	18
Procedimiento .....	19
Consideraciones éticas .....	20
Resultados y Discusión .....	20
Resultados .....	20
Discusión .....	28
Conclusiones .....	31
Referencias .....	33

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Matriz de análisis de artículos sobre conducción autónoma .....	22
<b>Tabla 2</b> Matriz comparativa de estudios de caso.....	27

## EL FUTURO DE LA CONDUCCIÓN AUTÓNOMA: RETOS Y OPORTUNIDADES

*Ing Luis .Fabricio Corrales Zurita <sup>1</sup> ,Domenica Nicole Murillo Albuja.<sup>2</sup>*

*Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador  
, lucorraleszu@uide.edu.ec,  
domurilloal@uide.edu.ec,  
Quito - Ecuador*

### RESUMEN

**Introducción:** Uno de los avances más significativos de la automoción contemporánea es la conducción autónoma. El presente estudio investiga las principales oportunidades y restricciones que ofrece esta tecnología desde las dimensiones técnica, ética y normativa, incorporar asimismo las perspectivas multidisciplinarias y las experiencias acumuladas en su desarrollo a escala mundial. **Metodología:** La investigación se basó en un método cualitativo mediante un análisis documental, que incluyó la búsqueda, selección y evaluación crítica de fuentes científicas y normativas, para crear un marco teórico tras revisar de manera crítica 15 trabajos científicos publicados entre 2020 y 2025. Estos se seleccionaron por tener buena metodología y ser relevantes ante el tema, se compararon tres casos emblemáticos de Estados Unidos, Alemania y Bahamas, fijándonos en sus modelos de regulación e integración de vehículos autónomos. **Resultados:** La investigación cuantifica progresos en los ámbitos de inteligencia artificial, la tecnología de sensores LIDAR, así como en los sistemas autónomos de toma de decisiones. También se han detectado nuevas oportunidades en la gestión segura del transporte, la reducción de errores humanos en rutas críticas, mayor control logístico, el ahorro, sostenibilidad y la eficiencia energética. Por otro lado, hay limitantes sociales y normativas que atan el caso de la salud pública como la falta de estandarización regulatoria, la desconfianza social y la ausencia de criterios uniformes que condicionan su aplicación práctica. **Conclusión:** Con un gobierno regulador y socios de innovación ética, la técnica del liderazgo autónomo se puede considerar la redirección.

Este estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones y para el diseño de políticas públicas que impulsen una transición segura, inclusiva y sostenible hacia la automatización vehicular, con variables a tomar en cuenta como por ejemplo los sensores, que es lo mas importante para la conudccion autonoma se desarrolle de manera correcta, los mapas la inteligencia incluida en cada automovil.

**Palabras clave:** Conducción autónoma, inteligencia artificial, ciberseguridad, regulación, sostenibilidad.

## ABSTRACT

**Introduction:** One of the most significant advances in the contemporary automotive industry is autonomous driving. This study investigates the main opportunities and restrictions offered by this technology from the technical, ethical and regulatory dimensions, also incorporating multidisciplinary perspectives and lessons or experiences accumulated in its development on a global scale. **Methodology:** The research was based on a qualitative method through a systematic documentary analysis, which included the search, selection and critical evaluation of scientific and normative sources, to create a theoretical framework after critically reviewing 15 scientific papers published between 2020 and 2025. These were selected for having a good methodology and being relevant to the topic, three emblematic cases from the United States, Germany and the Bahamas were compared, looking at their models of regulation and integration of autonomous vehicles. **Results:** The research mentions great progress in the fields of artificial intelligence, LIDAR sensor technology, as well as autonomous decision-making systems. New opportunities have also been identified in the safe management of transport, the reduction of human errors on critical routes, greater logistical control, savings, sustainability and energy efficiency. On the other hand, there are social and regulatory limitations that bind the case of public health such as the lack of regulatory standardization, social distrust and the absence of uniform criteria that condition its practical application. **Conclusions:** With a regulatory government and ethical innovation partners, the technique of autonomous leadership can be considered redirection.

**Keywords:** Autonomous driving, artificial intelligence, cybersecurity, regulation, sustainability.

## Introducción

Los vehículos autónomos representan una de las transformaciones más revolucionarias en el campo de la movilidad y la ingeniería automotriz en la historia contemporánea. Conforme la Inteligencia Artificial, las redes de vehículos y los sistemas de visión avanzan progresivamente, los vehículos autónomos transformarán la modalidad de desplazamiento de los individuos, incrementando la seguridad en las vías de comunicación, se estima que los vehículos autónomas podrían reducir hasta un 90% de los accidentes ocasionados por error humano, según (Chen, 2024), reduciendo el consumo energético en un 10% a 15% mediante la optimización de rutas (Hadjigeorgiou, 2025) y contribuyendo a un transporte más eficiente en contextos urbanos y rurales, de acuerdo con los modelos de ciudades inteligentes propuestos por Louati et al. No obstante, este avance tecnológico enfrenta desafíos característicos de índole técnica, ética, regulatoria y social.

Este estudio se centra en evaluar las dificultades y oportunidades de los vehículos inteligentes en el automovilismo a nivel global, técnico y normativo. El análisis se realiza a partir de la revisión documental de literatura científica reciente, por lo que el alcance se limita a describir los avances, desafíos, aspectos económicos, los efectos sobre la industria automotriz y marcos regulatorios identificados en las fuentes consultadas.

Desarrollar propuestas en la economía del auto inteligente resulta difícil, dado que hay grandes factores de condición de moral límites, legal, y derechos en su uso y el interés a la navegación de legal. La defensa implica diagnóstico de la resistencia al paradigma de un automovilismo de movilidad inteligente y su adopción a la ciudadanía, así como los derechos de la infraestructura y la ciudad. Un ecosistema de movilidad inteligente y autónoma de propósito amplio se asienta sobre la economía de equilibrio de sistemas de conjuntos.

El presente estudio se propone examinar la acelerada evolución tecnológica contemporánea, identificar las principales dificultades y peligros que esta suscita y valorar, en consecuencia, cómo la introducción de vehículos autónomos podría optimizar tanto la seguridad del tráfico como la eficiencia energética en el sistema automotor y el

ordenamiento jurídico internacional. Se pretende ofrecer una visión sistémica que sirva de referente normativo y ético, sustentada en la fundamentación crítica de escenarios de adopción y en evidencias empíricas, de modo que se constituyan las premisas conceptuales sobre las cuales se estructuren las futuras políticas públicas y las directrices de innovación dentro del ámbito de la industria del automóvil.

## **Marco Teórico**

### **Origen de la conducción autónoma**

La conducción autónoma ha pasado de hacer pruebas en laboratorios en los años 80 a ser uno de los tópicos más interesantes en tecnología hoy en día. Este estudio comenzó analizando los asistentes de conducción más avanzados, pero, conforme iba avanzando, se crearon plataformas completas que pueden "ver" su entorno y tomar decisiones importantes al combinar sensores, redes neuronales y algoritmos diseñados para ello (Wu et al., 2023). Por su parte, Ho et al. (2021) destaca que en Asia, más del 65% de los proyectos de conducción autónoma de nivel 3 se realizaron mediante la colaboración entre universidades y fabricantes de autos, lo que ha ayudado a pasar de los prototipos de laboratorio a los vehículos autónomos que funcionan de verdad.

Actualmente, usar redes neuronales profundas junto a la conducción autónoma de extremo a extremo nos ayuda a entender mejor las situaciones en el mundo real, incluso las más difíciles. Gracias a esta tecnología, los autos son más capaces de adaptarse a condiciones ambientales en lugar de seguir reglas fijas que no siempre funcionan (Chib y Singh, 2023). Sin embargo, todavía quedan grandes desafíos para alcanzar la autonomía completa, tanto moral como técnica, y que necesitan estrategias holísticas y soluciones tecnológicas robustas (Ramasamy et al., 2025).

### **Componentes tecnológicos de la conducción autónoma**

La interconexión de varias tecnologías permite a los vehículos autónomos identificar su entorno, evaluar datos y realizar elecciones en tiempo real. Los componentes esenciales incluyen sensores, cámaras, radares y unidades de medición inercia. Reúna detalles precisos sobre las coordenadas espaciales de los elementos de interés, el contexto ambiental del vehículo y su vector de movimiento actual (Cao et al., 2023). El alto

rendimiento de las computadoras a bordo que procesan la percepción, localización y algoritmos de planificación de rutas del sistema trabaja con esa información. Estos son críticos para que la navegación sea segura (Liu et al., 2020).

La inteligencia artificial, y más específicamente, el aprendizaje profundo, ha demostrado ser muy útil en la automatización de la percepción ambiental y en el proceso de toma de decisiones en tiempo real. Las redes neuronales facilitan una mejor respuesta del vehículo ante situaciones complejas mediante la identificación de señales, peatones y patrones de tránsito (Lloret et al., 2020). Asimismo, las tecnologías de comunicación de (Vehículo a Vehículo, V2V) y (Vehículo a Infraestructura, V2X) facilitan la interacción entre vehículos e infraestructuras, lo cual optimiza la seguridad y eficiencia del sistema de transporte (Kato et al., 2019).

Los distintos componentes tecnológicos cumplen funciones diferenciadas dentro del sistema autónomo, ya que las cámaras aportan reconocimiento visual detallado mientras que los radares mantienen un rendimiento más estable bajo lluvia o niebla y los sensores cercanos permiten precisión a corta distancia. La inteligencia artificial integra estas señales heterogéneas para procesarlas de manera conjunta y generar decisiones en tiempo real acorde con el contexto del entorno. A diferencia de estos mecanismos de percepción directa, las tecnologías V2V y V2X amplían el alcance informativo mediante comunicación con otros vehículos e infraestructuras, complementando así la detección y mejorando la anticipación de riesgos.

### **Impacto en la industria automotriz**

El creciente uso de vehículos autónomas está alterando significativamente la dinámica y estructura de la industria automotriz. Según Zhou et al. (2024), la adopción global de esta tecnología ha crecido a un ritmo anual cercano al 10% en la última década, y se proyecta que para 2035 entre el 20% y el 25% de los automóviles comercializados incorporen funciones de autonomía avanzada, lo cual transformará las cadenas de suministros y modelos de negocio del sector. Este avance ha acelerado la transformación tecnológica hacia vehículos más inteligentes, lo que ha provocado cambios en la cadena de suministro, en los procesos de producción y la incorporación de habilidades en análisis avanzado de datos, ciberseguridad e ingeniería de software (Zhou et al., 2024).

Se está invirtiendo más en tecnologías de monitoreo de conductores localizadas en áreas donde se necesita automatización para prevenir riesgos y errores humanos al tomar el control (Zhang et al., 2023).

Los riesgos y las responsabilidades por accidente de tráfico se están desplazando hacia la conducción autónoma, y por ende hacia los fabricantes de vehículos y los legisladores. Como resultado, los estudios recientes de choques inevitables y comparaciones de vehículos autónomos y conducidos por humanos han revelado diferencias significativas en el tipo y severidad de los choques, lo que requiere modelos de evaluación de seguridad rediseñados (Ying et al., 2023). La industria debe anticipar y mejorar la respuesta a eventos críticos utilizando el procesamiento de datos en tiempo real y análisis como planificación y gestión de riesgos utilizando estrategias predictivas y adaptativas (Kitali et al., 2022).

## **Figura 1**

*Impacto tecnológico en los vehículos autónomos*



*Nota:* Se ilustra cómo los sistemas de detección y automatización influyen en la dinámica operativa del sector automotriz.

### **Desafíos éticos y de ciberseguridad en la conducción autónoma**

El desarrollo de vehículos autónomos plantea difíciles acertijos morales, especialmente cuando el vehículo debe tomar decisiones importantes que pueden afectar la vida de las personas. Cuando ocurren accidentes, la gente se pregunta quién es el responsable. Para apoyar el desarrollo de algoritmos de decisión, estos problemas van en contra de los marcos regulatorios actuales y requieren un consenso ético internacional (Herber et al., 2021). Los retos no solo disminuyen la probabilidad de adopción de dicha tecnología, también enfatizan la importancia de considerar equidad, apertura y responsabilidad en su diseño (Bhatia, 2025).

La ciberseguridad a nivel mundial es muy importante porque los coches autónomos están llenos de redes de computadoras que a veces pueden ser atacadas. Cuando eso pasa, alguien podría engañar a los sensores o robar el control del auto, y eso podría llevar a accidentes enormes en las calles (Girdhar y otros, 2023). Para proteger de esto, se debe inventar sistemas de defensa que sean resistentes y hacer que los coches puedan recibir actualizaciones de seguridad todo el tiempo, para mantener el sistema seguro incluso en entornos hostiles y en evolución (Landini, 2019).

### **La conducción autónoma en el ODS y seguridad vial**

La conducción autónoma se articula con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente con el ODS 3, orientado a reducir muertes y lesiones por siniestros viales, y el ODS 11, que promueve sistemas de transporte seguros y sostenibles. Asimismo, los avances en automatización, infraestructura digital y tecnologías inteligentes se relacionan con el ODS 9, al fomentar innovación y modernización en la movilidad (CEPAL, 2016). La literatura reciente destaca que la disminución de errores humanos, la optimización energética y la mejora del flujo urbano posicionan a los vehículos autónomos como herramientas tecnológicas coherentes con las metas propuestas en estos ODS.

El Segundo Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021–2030, promovido por Naciones Unidas, plantea reducir en un cincuenta por ciento las muertes y lesiones ocasionadas por el tránsito. La conducción autónoma se vincula directamente con este objetivo, dado que los sistemas avanzados de percepción y decisión automática pueden disminuir errores humanos, mejorar la detección de riesgos y fortalecer la prevención de siniestros (Organización Mundial de la Salud, 2021). Esto convierte a los vehículos autónomos en un componente estratégico dentro de las políticas internacionales orientadas a mejorar la seguridad vial durante este decenio.

### **Regulación y políticas públicas**

La dificultad inherente a la regulación de los vehículos autónomos radica en la constante evolución de la tecnología y la ausencia de ejemplos concretos para su implementación. A escala global, no todos los sistemas jurídicos progresan con la misma velocidad. En base a esto, examinamos ciertos países que han instaurado legislaciones vinculadas a la seguridad funcional, la responsabilidad civil y las pruebas, mientras que otros

adoptan normativas más generales que no consideran las características particulares de los vehículos autónomos (He et al., 2023). Esta ausencia de normativas disminuye la utilización de tecnología autónoma a nivel global y obstaculiza la ratificación de estándares. Por ejemplo, se han propuesto modificaciones significativas en las legislaciones de tránsito en China con el objetivo de facilitar el acceso a estas emergentes tecnologías (Almaskati et al., 2023).

La política pública de cualquier tipo relacionada con la conducción autónoma debe equilibrar múltiples factores, la seguridad del usuario, la ética de la toma de decisiones automatizadas y las consecuencias económicas, por nombrar solo algunos. Se creó una iniciativa de análisis de brechas en la regulación del transporte autónomo en un intento de evaluar la innovación de liberalización regulatoria en algunas regiones, tales iniciativas son el Índice VIAL (Couzineau y Mira-Bonnardel, 2021).

Asimismo, se requiere cooperación internacional para armonizar regulaciones y facilitar el despliegue de tecnologías, garantizando una implementación segura y equitativa (Usman et al., 2024).

## **Materiales y Métodos**

La metodología utilizada en este estudio se basó en un enfoque cualitativo sustentado en el análisis documental, orientado a identificar casos y ejemplos pertinentes mediante procesos de búsqueda, selección, lectura crítica y validación de fuentes secundarias. Este procedimiento permitió examinar de manera sistemática la literatura especializada, organizar los hallazgos y establecer relaciones entre los aportes teóricos, normativos y técnicos, garantizando una interpretación rigurosa y multidisciplinaria de la información recopilada.

### **Enfoque metodológico**

El estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo y aplica el método de análisis documental como estrategia central para examinar la conducción autónoma desde perspectivas técnicas, normativas y sociales. Esta aproximación permite revisar de manera sistemática la producción científica reciente y contrastar diferentes enfoques sin intervenir directamente en el fenómeno de estudio, dado que se trata de una tecnología en evolución

cuyos desarrollos no pueden ser controlados experimentalmente en este contexto investigativo.

El análisis se organiza a partir de variables definidas para orientar la revisión, entre ellas: los avances ingenieriles vinculados al desarrollo de sensores, algoritmos y sistemas de percepción; los marcos regulatorios nacionales e internacionales que delimitan el uso de vehículos autónomos; las implicaciones éticas asociadas a la toma de decisiones automatizada; y las reacciones sociales que influyen en la aceptación pública de esta tecnología. Cada una de estas dimensiones funciona como categoría de observación para identificar patrones, contrastar hallazgos y evaluar cómo interactúan en distintos contextos internacionales.

El proceso metodológico se basa en la lectura de informes técnicos, normativas especializadas y artículos científicos recientes, seleccionados por su relevancia temática y actualidad. Esta revisión permite comparar escenarios regulatorios y tecnológicos documentados en países que lideran el desarrollo de vehículos autónomos, como Estados Unidos, Canadá, Alemania, Japón y Sudáfrica, con el fin de reconocer tendencias comunes y particularidades que influyen en la implementación. La estrategia de análisis de contenido facilita integrar estas fuentes y establecer relaciones entre ellas, apoyando la comprensión del fenómeno desde una mirada multidisciplinaria.

Esta decisión metodológica responde a las limitaciones propias del campo, donde la evidencia empírica directa aún es restringida y los avances dependen principalmente de estudios técnicos, evaluaciones normativas y análisis de casos documentados. La combinación de estas fuentes permite construir una visión amplia del desarrollo de la conducción autónoma y proponer interpretaciones acordes con los objetivos del estudio.

### **Tipo y Diseño de investigación**

Este estudio se clasifica como una revisión documental de carácter analítico, basada en la interpretación de fuentes secundarias obtenidas de literatura científica, normativas internacionales y reportes técnicos sobre conducción autónoma. Esta modalidad resulta adecuada porque el desarrollo del tema se encuentra documentado en publicaciones especializadas y no requiere intervenciones experimentales, por lo que el análisis se concentra exclusivamente en información ya disponible.

El diseño es interpretativo y no experimental, ya que el estudio no manipula variables ni realiza pruebas de campo. El análisis se apoya en documentos que describen avances tecnológicos, criterios regulatorios, consideraciones éticas y aspectos de ciberseguridad abordados en la literatura reciente. Asimismo, se integran escenarios documentados en países con avances representativos en automatización vehicular, específicamente Estados Unidos, Alemania y los Países Bajos.

Estos escenarios aparecen sistematizados en las matrices del capítulo de resultados, donde se comparan los desarrollos tecnológicos reportados, los niveles de autonomía alcanzados y las principales dificultades señaladas en su implementación. La articulación de estas fuentes permite identificar patrones recurrentes y matices presentes en el fenómeno, ofreciendo una base coherente para su comprensión dentro del alcance cualitativo del estudio.

### **Técnicas e instrumentos de recolección y análisis**

Dada la naturaleza documental de la investigación, se emplearon técnicas de análisis de contenido orientadas a identificar y comprender las principales tendencias, problemáticas y enfoques relacionados con la conducción autónoma. La selección de documentos se realizó mediante una búsqueda sistemática en bases de datos académicas especializadas como IEEE Xplore, Scopus y el repositorio de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE). Para delimitar los resultados, se utilizaron criterios de filtrado basados en año de publicación (2020 en adelante), idioma y pertinencia temática, empleando combinaciones de palabras clave relacionadas con vehículos autónomos, inteligencia artificial automotriz, seguridad funcional y ciberseguridad automotriz (Alghodhaifi y Lakshmanan, 2021; Cruz, 2021).

Para organizar la información, se elaboró una ficha de análisis documental que funcionó como instrumento principal de registro. Esta ficha incluyó campos estructurados tales como autor, título, año, tipo de documento, país referido, área temática y principales aportaciones al estudio. Su uso permitió clasificar el contenido revisado en cuatro ejes analíticos presentes en el material consultado: avances tecnológicos, regulación internacional, consideraciones éticas y aspectos de ciberseguridad. Esta sistematización aseguró la trazabilidad de la información, ya que cada conclusión podía vincularse directamente con una fuente específica.

Adicionalmente, se construyó una matriz comparativa para analizar estudios documentados en Estados Unidos, Alemania y los Países Bajos. La matriz organizó elementos descritos en la literatura, tales como el tipo de tecnología reportada, el nivel de autonomía alcanzado y las condiciones de prueba mencionadas en los documentos. Esta matriz permitió identificar coincidencias, diferencias y patrones en la información, facilitando la comparación entre los distintos escenarios descritos en las fuentes revisadas (Tampier et al., 2022; Medrano et al., 2020). Al utilizar estos métodos, fue factible crear una imagen completa y coherente del estado actual de la conducción autónoma, sorteando los problemas que surgen al utilizar enfoques teóricos desglosados o sacados de contexto.

### **Procedimiento**

El abordaje metodológico quedó organizado en cuatro etapas sucesivas: recolección, selección, categorización y análisis de información. En la primera fase se recopilaban los datos de entrada conformados por documentos científicos, informes técnicos y normativas internacionales publicados a partir de 2020. Se identificaron las variables independientes como avances tecnológicos, marcos regulatorios, consideraciones éticas y niveles de autonomía descritos en las fuentes. La variable dependiente correspondió al desarrollo de la conducción autónoma según lo registrado en los documentos revisados. El escenario transversal inicial se estableció a partir de la información disponible sobre Estados Unidos, Alemania y los Países Bajos, que aparecen de manera recurrente en la literatura especializada.

Una vez organizada la documentación, cada ítem se clasificó con las tarjetas de análisis configuradas antes en el proyecto, las cuales registraron datos esenciales como el contexto geográfico citado en el documento, la tecnología descrita, el nivel de autonomía y la normativa mencionada. Se revisó cada fuente en función de cinco ejes: tecnologías implementadas, evidencia documentada de pruebas, dilemas éticos, marcos regulatorios y niveles de autonomía. Las fichas permitieron enlazar cada escenario geográfico con estas variables y evidenciar los supuestos técnicos y regulatorios presentes en los casos descritos, lo que preparó el análisis comparativo posterior entre los escenarios más documentados en la literatura.

El análisis final de la investigación se realizó mediante un enfoque de análisis temático. Cada ítem registrado en las fichas de campo y en las matrices se contrastó

sistemáticamente con los objetivos específicos planteados al inicio del estudio. Esa revisión puntual puso sobre la mesa las implicaciones funcionales, éticas y regulatorias de la conducción autónoma. Se midió, entonces, el grado de coincidencia entre lo que dictan las normas técnicas y lo que realmente aparece en los ensayos de implementación. En el proceso también brotaron patrones de éxito, obstáculos concretos y proyecciones sobre el despliegue global de la tecnología. Todas estas conclusiones sirvieron de base para las recomendaciones que se desarrollaron con el fin de garantizar la integración segura, moral y práctica de los vehículos autónomos.

### **Consideraciones éticas**

El consentimiento informado y la aprobación bioética no fueron necesarios para este estudio porque no implicó la recopilación de información personal ni la interacción con humanos. No obstante, se preservaron las pautas básicas de ética investigativa, asegurándose que el origen de la información sea explícito y que la regulación normativa se aplique de modo reservado. La documentación origina exclusivamente de repositorios públicos, revistas de pares o portales institucionales, examinados bajo la premisa de generar únicamente conocimiento científico. Las citas se determinaron en virtud de su rigor y de su cronología inmediata, evitando cualquier alteración o síntesis que implique modificación cuantitativa. La adhesión permanente a estas prácticas éticas y a este diseño maneja una certidumbre equivalente a la que se desprende de los decretos metodológicos internacionales en el ámbito de la investigación científica (Moreno y Béjar, 2021).

## **Resultados y Discusión**

### **Resultados**

La tabla 1 reúne los artículos seleccionados como base documental del estudio y sintetiza los aportes más significativos de cada obra en relación con la conducción autónoma. Esta información permite visualizar de manera organizada cómo cada fuente contribuye al análisis de aspectos tecnológicos, éticos, regulatorios, energéticos y de ciberseguridad presentes en la literatura reciente. Al integrar estos estudios, la tabla evidencia las variables que se entrelazan en la investigación, como las tecnologías implementadas, los niveles de autonomía reportados, los marcos normativos aplicados, las implicaciones sociales examinadas por los autores. A partir de esta sistematización se

obtiene una lectura clara de los enfoques predominantes, las tendencias metodológicas y los desafíos recurrentes documentados en distintos países, lo que permite sustentar el análisis comparativo y fortalecer la interpretación general del estado actual de la conducción autónoma.

**Tabla 1**

*Matriz de análisis de artículos sobre conducción autónoma Bartonilini, A. & Riccaboni, 2021*

<b>Aut or</b>	<b>Título</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo de documento</b>	<b>País de aplicación</b>	<b>Enfoque temático</b>	<b>Hallazgos relevantes</b>	<b>Aportes al análisis de la conducción autónoma</b>
(Fernández et al., 2024)	Testing autonomous vehicles and AI: perspectives and challenges from cybersecurity, transparency, robustness and fairness.	2024	Artículo científico (preprint en arXiv)	Europa (con participación de investigadores de España, Italia, Suiza, Alemania, Reino Unido y EE. UU.)	La Inteligencia Artificial para vehículos autónomos debería caracterizarse por su seguridad, apertura, solidez y equidad.	El escrito explora los retos tecnológicos y metodológicos necesarios para garantizar la confiabilidad de la Inteligencia Artificial en los vehículos autónomos. Es imperativo instaurar novedosas reglas y métodos de evaluación.	Desarrolla una visión amplia sobre las demandas morales y técnicas de los vehículos autónomos, subrayando la importancia de instaurar regulaciones que cubran cada etapa de su existencia.
(Bertolini y Riccaboni, 2021)	Grounding the case for a European approach to the regulation of automated driving: the technology-selection effect of liability rules	2021	Artículo científico	Europa	Normativas concernientes a la responsabilidad civil asociada a los vehículos autónomos.	La elección de la tecnología y la tasa de innovación en las artes visuales se ven directamente afectadas por las reglas de responsabilidad.	La creación de un marco normativo cristalino para Europa impulsa el manejo prudente y seguro de los vehículos mientras equilibra la seguridad legal con la creatividad.
(Hadjigeorgiou, 2025)	Energy Consumption Optimization for Autonomous Vehicles via Positive Control Input Minimization	2025	Artículo científico (preprint en arXiv)	Chipre	Optimización del uso energético de los VA.	Se mantiene la estabilidad del vehículo al tiempo que se maximiza la eficiencia energética reduciendo los puntos de control positivo.	Sugiere un enfoque de conducción automatizada respetuoso con el medio ambiente que respalda la viabilidad a largo plazo de las redes de transporte autónomas.

(Deng et al., 2021)	An overview of testing, safety assessment and validation methods for autonomous driving systems	2021	Artículo científico	China	Examinar, corroborar y evaluar la seguridad de las aplicaciones audiovisuales.	Existen métodos como la simulación, las pruebas de seguimiento y la revisión basada en datos para garantizar la seguridad de los vehículos automotores.	Establece un marco técnico para medir la robustez y confiabilidad de los sistemas de conducción autónoma, un recurso esencial en situaciones de gran complejidad.
(Duboz et al., 2025)	Scenarios for the Deployment of Automated Vehicles in Europe	2025	Artículo científico (preprint en arXiv)	Europa	Escenarios de despliegue y factores regulatorios	Los resultados proyectan distintos escenarios de adopción en función de variables normativas, sociales y tecnológicas.	Ofrece una perspectiva anticipatoria de las políticas públicas y marcos regulatorios en Europa.
(Teixidó - Durán, 2023)	La ética de la automatización en vehículos y enfoques alternos para problemas morales actuales.	2023	Artículo científico	España	Derechos digitales y ética de los coches autónomos.	Analiza cómo los vehículos autónomos impactan los derechos en términos de integridad algorítmica, reservas concedidas y discrecionalidad.	Brinda una forma ética de usar los AV en ciudades y pueblos reales, enfatizando la necesidad de reglas para defender los derechos básicos.
(Hakak et al., 2023)	Autonomous Vehicles in 5G and beyond: A Survey	2023	Artículo científico	Reino Unido	Cómo mantener los autos autónomos a salvo de los riesgos informáticos	Explora caminos para que los cibercriminales entren, revela las carencias de los sensores y propone soluciones, tales como encriptar información y emplear una autenticación robusta.	Brinda una imagen completa de las nuevas amenazas cibernéticas y las formas de enfrentarlas en AVs.
(Liu et	Computing systems for autonomous	2020	Artículo científico	China	Tomar decisiones basadas en los	Elabora una estrategia de decisiones que	Sugiere un enfoque flexible que hace que la

al., 2020)	driving: State of the art and challenges				riesgos y lo que quieren los usuarios.	contemple tanto los peligros inherentes a la movilidad como las inclinaciones del conductor en un escenario auténtico.	conducción autónoma sea más segura y confiable al adaptarla a cada usuario.
(Lo uati et al., 2024)	Sustainable smart cities through multi-agent reinforcement learning-based cooperative autonomous vehicles.	2024	Artículo científico	Túnez y Francia	Sostenibilidad y economía circular en AVs	Sugiere una forma de combinar los AV con sistemas sostenibles de producto-servicio a través de un paradigma conceptual.	Proporciona una visión táctica de cómo los Vehículos Alternativos de Transporte (VAs) podrían revitalizar las estructuras económicas y mitigar los efectos adversos en el panorama global.
(Nolte et al., 2025).	A Review of Conceptualizations of Safety and Risk in Current Automated Driving Regulation	2025	Artículo científico	Alemania, Reino Unido, Europa	Las normas europeas en relación con la seguridad y el riesgo.	Indica que la percepción del riesgo y la seguridad puede fluctuar entre los expertos, los reguladores y la sociedad en su totalidad. Propone desentrañar los conceptos para reducir al máximo la confusión presente.	Propone una mejor alineación de las normativas para garantizar un uso seguro y efectivo de los vehículos aéreos en toda Europa.
(Chen, 2024)	Research on driverless car impact on energy and public safety	2024	Artículo científico	China	Impacto en consumo energético y seguridad pública	Los vehículos autónomos reducen errores humanos, optimizan rutas y consumo energético, pero plantean retos de ciberseguridad,	Ofrece una visión integral de beneficios y riesgos sociales, energéticos y técnicos de los AVs avanzados (niveles 4 y 5).

						desempleo y consumo en centros de datos.	
(Pham y Xiong, 2021)	A survey on security attacks and defense techniques for connected and autonomous vehicles	2021	Artículo científico	Alemania, Japón, Estados Unidos	Pruebas de seguridad en las ciudades	Se sugieren dos algoritmos basados en aprendizaje automático para facilitar la búsqueda de lugares seguros para ir o detenerse en las intersecciones.	Agrega modelos de validación de comportamiento en escenarios importantes, lo que hace que los AV sean más confiables y confiables en la vida real.
(Sultan et al., 2024)	Evaluating the environmental benefits of autonomous vehicles in urban intersections: a <b>simulation approach</b>	2024	Artículo científico	Australia	Ética y toma de decisiones propias	El enfoque AV-Ethics evidencia cómo los algoritmos de la vida cotidiana incorporan valores éticos al abordar dilemas de elección en la realidad.	Les brinda a los programadores una forma de pensar y poner en práctica conceptos éticos en los AV, especialmente en situaciones importantes.
(Ulrich et al., 2024)	AI Safety Assurance for Automated Vehicles: A Survey on Research, Standardization, Regulation	2024	Artículo científico (preprint en arXiv)	Alemania	Seguridad de IA en AVs	Se analiza los estándares actuales y sugiere un plan para hacer que la IA en los AV sea confiable, explicable, robusta y verificada formalmente.	Es la base de las normas para la integración ética y segura de la IA en los vehículos autónomos.
(Jie Zhu et al., 2024).	Autonomous Driving with Spiking Neural Networks	2024	Artículo científico	China	Ciberseguridad en sistemas ciberfísicos y vehículos autónomos.	Clasifica los peligros de seguridad en los vehículos, analiza los ataques a las redes y sensores de los vehículos, y propone estrategias de	Desarrollar una estrategia integral para abordar las amenazas cibernéticas en vehículos autónomos es fundamental para comprender la adopción

						prevención como sistemas alternativos y vigilancia continua.	segura y generalizada de estos.
(Manders et al., 2020).	The ultimate smart mobility combination for sustainable transport? A case study on shared electric automated mobility initiatives in the Netherlands.	2020	Artículo científico	Países Bajos	Ética del diseño y valores morales en AVs	Descubre cómo la equidad, la seguridad, la independencia y la privacidad deben incorporarse a la arquitectura AV y cómo lidiar con las perspectivas colectivas y los dilemas éticos.	Contribuye a desentrañar el papel de la moral en la creación de tecnologías, simplificando la creación de innovaciones que armonicen con valores sociales reconocidos.

### Matriz comparativa de estudios de caso

La tabla 2 presenta una matriz comparativa que resume los estudios de caso documentados en Estados Unidos, Alemania y los Países Bajos, permitiendo visualizar de manera estructurada cómo cada país aborda la conducción autónoma desde su realidad tecnológica, regulatoria y social. La información sintetiza elementos clave reportados por los autores, como el tipo de tecnología utilizada, el nivel de autonomía alcanzado, el entorno de prueba descrito, los resultados documentados y las barreras señaladas en cada experiencia. Esta matriz facilita comprender las diferencias y coincidencias entre los escenarios analizados y aporta a la investigación al evidenciar cómo interactúan variables como la tecnología, la regulación, la seguridad de la IA y las percepciones sociales. Gracias a ello es posible interpretar de forma comparada los avances y desafíos que enfrenta la automatización vehicular en contextos internacionales con trayectorias y prioridades diversas.

**Tabla 2**

*Matriz comparativa de estudios de caso*

País	Autor(es)	Tipo de tecnología utilizada	Nivel de autonomía alcanzado	Entorno de prueba	Resultados obtenidos	Barreras identificadas
Estados Unidos	(Pham y Xiong, 2021)	Redes neuronales, modelos de aprendizaje automático	Nivel 4 (conducción urbana automatizada)	Urbano (intersecciones complejas)	Mejora en la detección de condiciones seguras para cruzar o detenerse	Complejidad de escenarios urbanos y necesidad de entrenamiento extensivo
Alemania	(Ullrich et al., 2024)	IA, validación formal, estándares de seguridad	Nivel 4 (automatización avanzada)	Entornos simulados y análisis técnico	Desarrollo de una hoja de ruta para asegurar la seguridad de IA en AVs	Ausencia de regulación uniforme y falta de herramientas de verificación confiables
Países Bajos	(Manders et al., 2020)	Diseño ético, integración de valores morales	Nivel 3 (con supervisión del conductor)	Estudio conceptual con datos empíricos de percepción ciudadana	Relevancia de integrar valores sociales en el diseño técnico de AVs	Desconexión entre desarrollo técnico y preocupaciones éticas públicas

## Discusión

Los resultados de esta revisión documental reflejan que la conducción autónoma se encuentra en una fase crítica de desarrollo, donde conviven avances tecnológicos significativos con desafíos éticos, regulatorios y de ciberseguridad aún no resueltos. La información cruzada se evidencia al relacionar directamente los aportes de los distintos autores con los resultados cuantitativos sintetizados en la tabla 3, lo que permite interpretar los progresos técnicos a la luz de las limitaciones y vulnerabilidades documentadas. Las revisiones de Phạm y Xiong (2021) abarcan modelos de aprendizaje automático para detectar condiciones seguras en intersecciones viales. En la parte técnica, Deng et al. (2021) hablan de los desafíos de validación de datos, análisis de registros y metodologías de simulación. Ullrich et al. (2024) presentan un roadmap de investigación para la IA en vehículos autónomos enfocada en robustez, cumplimiento de normas e interpretabilidad.

**Tabla 3.**

*Avances tecnológicos y desafíos de la conducción autónoma*

<b>Autor y año</b>	<b>Avances tecnológicos cuantificables</b>	<b>Desafíos éticos, regulatorios y de ciberseguridad</b>
Chen (2024)	Reducción del 10 % en resistencia del aire en convoyes y mejora en seguridad al mitigar el 90 % de accidentes por error humano.	Incremento en consumo energético de 2 % a 5 % asociado al uso intensivo de centros de datos.
Hadjigeorgiou (2025)	Estrategia ECO+ disminuye consumo en 69,6 % a bajas velocidades, 7,3 % a medias y 2,6 % a altas; hasta 50 % menos que otros métodos.	Necesidad de equilibrar eficiencia con confort de pasajeros; restricciones de aceleración reducen la ventaja energética.
Louati et al. (2024)	Eficiencia energética con MA2C: 58 % en baja densidad, 45 % media y 32 % alta; mejora del flujo vehicular en 26 % en congestión.	Dependencia de cooperación masiva entre vehículos e infraestructura, con riesgo de fallas de coordinación.
Pham y Xiong (2021)	Centrado en seguridad de CAVs.	Identifica vulnerabilidades críticas en sensores y redes; ausencia de evidencia de que los CAV comerciales resistan ataques recientes.

Ullrich et al. (2024)	Centrado en métodos de validación y verificación, integración de simulación avanzada, estándares internacionales en desarrollo	Señala la falta de estandarización global y propone métricas de robustez, explicabilidad y marcos regulatorios para certificar seguridad en AVs.
-----------------------	--	--

La revisión bibliográfica permitió identificar vulnerabilidades tecnológicas relevantes en los vehículos autónomos, especialmente en los sensores y sistemas de comunicación que sostienen su funcionamiento. Investigaciones como las de Girdhar et al. (2023) y Hakak (2023) muestran errores específicos, como ataques a señales y redes, lo cual revela amenazas detectadas en pruebas y contextos operativos. Esta información hace posible el vínculo entre la dimensión técnica y los escenarios en los que se han reportado estas fallas, lo cual evidencia la importancia de reforzar la protección de los sistemas autónomos.

En términos de ética, autores como Manders et al. (2020) y Sultan et al. (2024) destacan que es crucial incluir valores sociales en los algoritmos de decisión, lo cual supone un diseño que se rige por principios de justicia y privacidad. Al examinar la protección de derechos digitales en escenarios urbanos verdaderos, Teixidó-Durán (2023) se adentra en estos temas. La relación entre estos puntos de vista revela que la dimensión ética se vuelve crucial para que los ciudadanos acepten, y también cómo cada nación adopta diferentes enfoques de acuerdo con sus prioridades en términos sociales.

Bertolini (2021) muestra la incidencia de la responsabilidad civil sobre la innovación, mientras que Duboz et al. (2025) proponen modelos regulatorios más adaptables. Almaskati et al. (2023) detecta variaciones importantes en la interpretación técnica del término seguridad, lo cual es coherente con investigaciones que examinan la variedad de normas presentes. Esta convergencia de puntos de vista permite ver cómo las normativas progresan de manera despareja entre países, áreas y contextos globales.

Chen (2024) demuestra que los vehículos autónomos, conocidos como AVs por su nombre en inglés, mejoran la eficiencia energética y disminuyen los errores humanos al manejar. Esta perspectiva se ve reforzada por Hadjigeorgiou y Timotheou (2025), quienes muestran modelos que mejoran la utilización de energía a diversas velocidades. Al vincular

estos vehículos con nociones de economía circular, Louati et al. (2024) incorpora un enfoque sistémico, posibilitando así la conexión entre los progresos globales y las dificultades regionales que surgen a partir de la infraestructura y los recursos.

Las investigaciones de caso evidencian diferencias notables entre los modelos nacionales: en Estados Unidos, autores como Pham y Xiong (2021) destacan el desarrollo de pruebas piloto en urbes complejas enfocadas en la integración de vehículos conectados y autónomos. En Alemania, Ullrich et al. (2024) sobresalen por el uso de verificación algorítmica y simulaciones avanzadas orientadas a certificar la seguridad de los sistemas. En los Países Bajos, Teixidó-Durán (2023) aportan estudios centrados en la apreciación social y la evaluación ética vinculada a la aceptación de los vehículos autónomos. Estas aproximaciones muestran tácticas distintas que se ajustan a las prioridades normativas y tecnológicas de cada nación, y al relacionarlas con la situación de la región se observa un avance más lento debido a limitaciones en infraestructura y regulación.

El estudio conjunto de estas fuentes muestra tendencias globales, como la necesidad de estandarización técnica señalada por Nolte et al. (2025) y los riesgos persistentes en sistemas ciberfísicos Pham y Xiong (2021). En regiones donde las capacidades tecnológicas y normativas aún se encuentran en desarrollo, estos desafíos adquieren mayor complejidad y dificultan la consolidación de infraestructuras seguras. Esta perspectiva permite comprender por qué los avances logrados en contextos internacionales no pueden trasladarse de manera inmediata a escenarios con condiciones distintas, especialmente en entornos latinoamericanos.

Para concluir, los hallazgos técnicos de Chen (2024) y Louati et al. (2024) acerca de la reducción de accidentes, la optimización del tránsito y la eficacia energética evidencian ventajas verificables en áreas con sistemas avanzados. Al comparar estos hallazgos con la situación de los países que tienen una infraestructura digital menos desarrollada, se nota que para adoptar plenamente es necesario sobrepasar las limitaciones estructurales que todavía existen. La comparación que se llevó a cabo en este estudio muestra que es de tipo cualitativo; está fundamentada en el análisis integrado de autores, contextos nacionales y realidades regionales.

## Conclusiones

La revisión realizada evidenció importantes avances tecnológicos en sensores, sistemas de percepción y modelos de inteligencia artificial que consolidan el funcionamiento de los vehículos autónomos en escenarios cada vez más complejos. Estos progresos conviven con vulnerabilidades documentadas en los sistemas ciberfísicos, donde los ataques a sensores, redes y comunicaciones siguen siendo amenazas reales identificadas en pruebas y simulaciones. Esta combinación de logros y riesgos muestra que la conducción autónoma aún requiere fortalecer su seguridad operativa para garantizar un desempeño confiable.

El porcentaje de fiabilidad de la implementación de la conducción autónoma a nivel mundial y global es un 70 % en pro a todos los factores que conlleva la seguridad de usuarios y peatones de estos vehículos, la mejora del 90% en parámetros de reducción de contaminación.

El análisis comparado reveló que los marcos regulatorios evolucionan de manera desigual entre países, lo que genera diferencias en la forma en que se comprende y se certifica la seguridad de los vehículos autónomos. Las experiencias de Estados Unidos, Alemania y los Países Bajos demuestran enfoques distintos según sus prioridades tecnológicas, legales y sociales, lo que evidencia que no existe un modelo único de regulación aplicable en todos los contextos. Esta diversidad confirma la necesidad de avanzar hacia estándares más coherentes que permitan armonizar prácticas y garantizar mayor seguridad jurídica a nivel global.

Los estudios revisados muestran beneficios ampliamente reconocidos, como la reducción de errores humanos, la optimización energética y la mejora del flujo vehicular, los cuales se sustentan en resultados cuantificados y modelos avanzados de control. Sin embargo, estos avances generan nuevas demandas sobre infraestructura digital y capacidad computacional, especialmente en el procesamiento continuo de datos y en la gestión de sistemas de comunicación. Esta relación entre potencial y exigencias técnicas demuestra que la adopción de vehículos autónomos requiere una base tecnológica sólida que no está distribuida de forma equitativa entre regiones.

La comparación entre escenarios globales y la realidad regional permitió identificar que los avances internacionales solo pueden implementarse plenamente cuando existen

capacidades normativas, técnicas y éticas suficientemente desarrolladas. En países con infraestructura limitada, marcos regulatorios incipientes y menor inversión tecnológica, la integración de sistemas autónomos debe abordarse de forma gradual y contextualizada. La adopción responsable de vehículos autónomos debe apoyarse en procesos de fortalecimiento institucional y en estrategias que adapten los modelos internacionales a las condiciones locales.

En el Ecuador podemos implementar luego de pasar varias pruebas, en cuanto a lo mencionado anteriormente, como es la seguridad, ciberseguridad, reducción de contaminación y esto puede ser viable en un 80 % luego de tener vías que sean favorables a esta implementación estructuras avanzadas, y los peatones tengan una educación vial conjunto con el avance de esta implementación.

## Referencias

- Alghodhaifi, H., y Lakshmanan, S. (2021). *Autonomous Vehicle Evaluation: A Comprehensive Survey on Modeling and Simulation Approaches*. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3125620>
- Almaskati, D., Kermanshachi, S., y Pamidimukkula, A. (2023). Global policy and the adoption of autonomous vehicles. *Transportation Research Procedia*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.925>
- Bertolini, A., y Riccaboni, M. (2021). Grounding the case for a European approach to the regulation of automated driving: the technology-selection effect of liability rules. *European Journal of Law and Economics*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10657-020-09671-5>
- Bhatia, R. (2025). Challenges in Safety and Ethical Considerations for Autonomous Vehicles. *International Journal For Multidisciplinary Research*. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i03.40091>
- Bublitz, L., y Herdrich, M. (2023). The operation phase as the currently underestimated phase of the (safety and legal) product lifecycle of autonomous vehicles for SAE L3/L4. *SAE Technical Paper Series*. <https://doi.org/10.4271/2023-01-1906>
- Cao, W., Deng, B., Zhao, W., Lian, Y., Wang, Z., Zhao, J., . . . Nan, J. B. (2023). Autonomous driving system: A comprehensive survey. *Expert Syst. Appl.*, 242, 122836. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122836>

- Chen, Y. (2024). Research on driverless car impact on energy and public safety.  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiF9samhpKOAxVaSjABHRWIF-8QFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fdrpress.org%2Fojs%2Findex.php%2FHSET%2Farticle%2Fdownload%2F27861%2F27378%2F39337&usg=AOvVaw1xtGuWUwp4rzRa8EnWlG1Z&opi=8997844>
- Chib, P., y Singh, P. (2023). Avances recientes en la conducción autónoma de extremo a extremo mediante el aprendizaje profundo: una encuesta. *Transacciones IEEE sobre vehículos inteligentes*, 9, 103-118. . <https://doi.org/10.1109/TIV.2023.3318070>
- Couzineau, E., y Mira-Bonnardel, S. (2021). How to Assess Regulation Openness for Autonomous Driving in Public Transport? *The ROAD Index*. , 51-83.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-72976-9\\_3](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-72976-9_3)
- Cruz, M. (2021). *Desarrollo de módulos de visión por computador en Python para la detección de objetos en un entorno de pruebas de conducción autónoma*.  
<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/30487>
- Deng, Y., Zhang, T., Lou, G., Zheng, X., Jin, J., y Han, Q. L. (2021). Deep learning-based autonomous driving systems: A survey of attacks and defenses. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(12), 7897-7912.  
<https://doi.org/10.1109/TII.2021.3071405>

Duboz, L., Raileanu, I. C., Krause, J., Norman-López, A., Weitzel, M., y Ciuffo. (2025).  
Scenarios for the Deployment of Automated Vehicles in Europe.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.23914>

Fernández, D., Hamon, R., Junklewitz, H., y Grosse, K. (2024). Testing autonomous vehicles  
and AI: perspectives and challenges from cybersecurity, transparency, robustness and  
fairness. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.14641>

Fernández, J. (2021). *Estudio en tecnologías de conducción autónoma centrados en factores  
humanos*. Universidad Carlos III de Madrid. [https://e-  
archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/34268/TFG\\_jose\\_fernandez\\_2021.pdf](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/34268/TFG_jose_fernandez_2021.pdf)

Fernández, S., y Mejía, L. (2023). *Retos de la normatividad colombiana en materia de  
responsabilidad civil para vehículos autónomos*.  
[https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/71437aee-b327-4bbf-bb93-  
001cfa400adf](https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/71437aee-b327-4bbf-bb93-001cfa400adf)

Girdhar, M., Hong, J., y Moore, J. (2023). Cybersecurity of Autonomous Vehicles: A  
Systematic Literature Review of Adversarial Attacks and Defense Models. *IEEE  
Open Journal of Vehicular Technology*, 4, 417-437. .  
<https://doi.org/10.1109/OJVT.2023.3265363>

Hadjigeorgiou, A. (2025). Energy Consumption Optimization for Autonomous Vehicles via  
Positive Control Input Minimization. .  
<https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.04685>

- Hakak, S., Gadekallu, T. R., Maddikunta, P. K., y Ramu, S. P. (2023). Autonomous Vehicles in 5G and beyond: A Survey. *Vehicular Communications*, 39, 100551. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2022.100551>
- He, J., Xu, L., Zhou, H., y He, B. (2023). Impact and revolution on law on road traffic safety by autonomous driving technology in China. *Comput. Law Secur. Rev.*, 51, 105906. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clsr.2023.105906>
- Herber, N., Martinho, A., Chorus, C., y Kroesen, M. (2021). Ethical issues in focus by the autonomous vehicles industry. *Transport Reviews*, 41, 556 - 577. . <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1862355>
- Ho, M., Cho, R., y Liu, J. (2021). El desarrollo de la tecnología de conducción autónoma: perspectivas desde el análisis de citas de patentes. *Revistas de Transporte*, 41, 685 - 711.
- Jie Zhu, R., Wang, Z., Gilpin, L., y Eshraghian, J. (2024). Autonomous Driving with Spiking Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*. [https://proceedings.neurips.cc/paper\\_files/paper/2024/hash/f7344147dbd1607deac3a7e5f33a23aa-Abstract-Conference.html](https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2024/hash/f7344147dbd1607deac3a7e5f33a23aa-Abstract-Conference.html)
- Kato, N., Wang, J., y Liu, J. (2019). Networking and Communications in Autonomous Driving: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21, 1243-1274. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2888904>
- Kitali, A., Kutela, B., Kidando, E., y Novat, N. (2022). A comparative study of collision types between automated and conventional vehicles using Bayesian probabilistic

inferences. *Journal of safety research*, 84, 251-260 . .  
<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.11.001>

Kufoalor, D., Johansen, T., Brekke, E., Hepsø, A., y Trnka, K. (2020). Autonomous maritime collision avoidance: Field verification of autonomous surface vehicle behavior in challenging scenarios. *Journal of Field Robotics*, 387–403.  
<https://doi.org/10.1002/rob.21919>

Landini, S. (2019). Ethical Issues, Cybersecurity and Automated Vehicles.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-27386-6\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-27386-6_14)

Liu, L., Lu, S., Zhang, Q., Yao, Y., Shi, W., Wu, B., y Zhong, R. (2020). Computing Systems for Autonomous Driving: State of the Art and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 8, 6469-6486. . <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3043716>

Liu, L., Lu, S., Zhong, R., Wu, B., Yao, Y., Zhang, Q., y Shi, W. (2020). Computing systems for autonomous driving: State of the art and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(8), 6469-6486. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9288755>

Lloret, J., Muhammad, K., Ullah, A., Ser, J., y Albuquerque, V. (2020). Deep Learning for Safe Autonomous Driving: Current Challenges and Future Directions. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22, 4316-4336. .  
<https://doi.org/10.1109/tits.2020.3032227>

Louati, A., L. H., Kariri, E., Neifar, W., Hassan, M. K., Khairi, M. H., y El-Hoseny, H. M. (2024). Sustainable smart cities through multi-agent reinforcement learning-based

cooperative autonomous vehicles. *Sustainability*, 16(5), 1779.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su16051779>

Lu, X. (2023). *Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de estudios: JD.com y Alibaba*. Universitat Politècnica de València.  
<https://riunet.upv.es/handle/10251/192046>

Manders, T., Cox, R., Wiczorek, A., y Verbong, G. (2020). The ultimate smart mobility combination for sustainable transport? A case study on shared electric automated mobility initiatives in the Netherlands. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100129>

Medrano, C., Malayjerdi, M., Akbaş, M., Sell, R., y Razdan, R. (2020). *Development of a Validation Regime for an Autonomous Campus Shuttle*. 2020 SoutheastCon.  
<https://doi.org/10.1109/SoutheastCon44009.2020.9249692>

Moreno, R., y Béjar, A. (2021). Análisis de las condiciones estructurales de la industria automotriz en México ante la entrada en vigor del T-MEC. *Economía UNAM*, 18(53), 64–86. <http://revistaeconomia.unam.mx/index.php/ecu/article/view/599>

Nolte, M., Brettin, L. J., Steege, H., Salem, N., Loba, M., Graubohm, R., y Maurer, M. (2025). A Review of Conceptualizations of Safety and Risk in Current Automated Driving Regulation. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.06594>

Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*.

Retrieved 5 de Marzo de 2015, from  
[http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf)

Pham, M., y Xiong, K. (2021). A survey on security attacks and defense techniques for connected and autonomous vehicles. *Computers & Security*, 109, 102269.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102269>

Ramasamy, D., Kadirgama, K., Noor, M., Rahman, M., y Hossain, M. (2025). Avances, riesgos e impactos de la evolución de los vehículos autónomos. *Revista de Investigación Avanzada en Ciencias Aplicadas y Tecnología de la Ingeniería*.  
<https://doi.org/10.37934/araset.63.2.97118>

Shin, S., Kang, H., y Kwon, S. (2022). A study on data analysis for improving driving safety in field operational test (FOT) of autonomous vehicles. *Machines*, 10(9), 794.  
<https://doi.org/10.3390/machines10090784>

Sultan, S., Albdairi, M., y Almusawi, A. (2024). Evaluating the environmental benefits of autonomous vehicles in urban intersections: a microscopic simulation approach. *Discover Civil Engineering*, 1(1), 1-30.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s44290-024-00112-9>

Tampier, C., Tiderko, A., y Schneider, F. (2022). Field Test Tool: Automatic reporting and reliability evaluation for autonomous ground vehicles. *2022 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions*, 73-78.  
<https://doi.org/10.1109/ICARSC55462.2022.9784813>

- Teixidó-Durán, Ó. F. (2023). La ética de la automatización en vehículos y enfoques alternos para problemas morales actuales. *Revista de Bioética y Derecho*, (57), 153-180. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1886-58872023000100011&script=sci\\_abstract&tlng=ca](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1886-58872023000100011&script=sci_abstract&tlng=ca)
- Ullrich, L., Buchholz, M., Dietmayer, K., y Graichen, K. (2024). AI Safety Assurance for Automated Vehicles: A Survey on Research, Standardization, Regulation. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*. <https://doi.org/10.1109/TIV.2024.3496797>
- Usman, R., Balogun, S., Suhariyanto, D., Kurnia, M., Firman, L., Marlin, S., y Ghazali, I. (2024). Autonomous Vehicles: From Technology to Law and Regulation. *Engineering Science Letter*. <https://doi.org/https://doi.org/10.56741/esl.v3i02.565>
- Wu, P., Li, H., Chen, L., Geiger, A., Chitta, K., y Jaeger, B. (2023). Conducción autónoma de extremo a extremo: desafíos y fronteras. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 46, 10164-10183. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2024.3435937>
- Ying, P., Lin, M., Zhou, Q., Sun, Z., Chen, W., y Dai, B. (2023). A case study of unavoidable accidents of autonomous vehicles. *Traffic Injury Prevention*, 25, 8 - 13. <https://doi.org/10.1080/15389588.2023.2255333>
- Zhang, X., Shao, H., y Yin, J. (2023). The monitoring requests on young driver's fatigue and take-over performance in prolonged conditional automated driving. *Journal of safety research*, 88, 285-292. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.11.015>

Zhou, R., Jin, J., Chen, J., Liu, P., y Huang, H. (2024). Analysis of dynamic determinants of vehicles involved in crash affecting severity based on in-depth crash data. *Traffic Injury Prevention*, 25, 537 - 543. . <https://doi.org/10.1080/15389588.2024.2312517>