

# Incorporación de medidas de prevención de accidentes en el diseño de infraestructura vial: Una revisión sistemática

## Incorporation of accident prevention measures in road infrastructure design. A systematic review

AVALOS, Edgar<sup>1</sup>  
PALOMINO, Percy<sup>2</sup>  
MUÑOZ, Danixa<sup>3</sup>

### Resumen

El estudio analizó la incorporación de medidas de prevención de accidentes en el diseño de infraestructura vial. A través de una revisión sistemática en Scopus, Scielo y Dialnet, se seleccionaron 31 artículos. Los hallazgos destacan que la iluminación adecuada, señalización eficiente y tecnologías geoespaciales reducen la accidentalidad. Además, materiales innovadores y gestión optimizada mejoran la seguridad y sostenibilidad. Se concluye que integrar tecnologías avanzadas y políticas públicas es clave para infraestructuras viales seguras y accesibles.

**Palabras clave:** Prevención de accidentes, infraestructura vial, diseño vial seguro, seguridad vial

### Abstract

The study analyzed the incorporation of accident prevention measures in road infrastructure design. Through a systematic review of Scopus, Scielo, and Dialnet, 31 relevant articles were selected. Findings highlight that adequate lighting, efficient signage, and geospatial technologies significantly reduce accident rates. Moreover, innovative materials and optimized management enhance both safety and sustainability. The study concludes that integrating advanced technologies and public policies is essential for developing safe, accessible, and sustainable road infrastructure.

**Key words:** Accident prevention, road infrastructure, safe road design, road safety

---

## 1. Introducción

La infraestructura vial es un componente esencial para el desarrollo de las sociedades modernas porque influye directamente en la movilidad de bienes y personas, contribuyendo al crecimiento económico y la integración social. En esos entornos, la mejora de la seguridad vial ha cobrado relevancia porque los accidentes de tráfico continúan siendo una preocupación global (Chavarry y Príncipe, 2021). La CEPAL (2015) enfatiza que la falta de planificación adecuada y los recursos insuficientes para el mantenimiento de las infraestructuras contribuyen de manera significativa a la siniestralidad. En este contexto, los megaproyectos viales, esenciales para mejorar la

---

<sup>1</sup> Ingeniero Civil. Doctorando en Gestión Pública y Gobernabilidad. Universidad César Vallejo. Perú. Email: aavalosin@ucvvirtual.edu.pe

<sup>2</sup> Contador público. Doctorando en Gestión Pública y Gobernabilidad. Universidad César Vallejo. Perú. Email: ppalominoro@ucvvirtual.edu.pe

<sup>3</sup> Contadora Pública. Doctorando en Gestión Pública y Gobernabilidad. Universidad César Vallejo. Perú. Email: mmunozma6@ucvvirtual.edu.pe

conectividad y reducir costos logísticos, presentan desafíos por su alta complejidad. Ponzón y López (2020) también destacan la importancia de mejorar la infraestructura para garantizar la seguridad de los transeúntes.

A pesar de los esfuerzos y avances en algunos países, persisten diversas deficiencias en la infraestructura vial que contribuyen a los altos índices de accidentes. Según la Agencia Nacional de Seguridad Vial (2020), la falta de inspecciones y auditorías continuas en proyectos viales es uno de los obstáculos clave que afecta directamente la seguridad en países como Colombia. Chavarry y Príncipe (2021) alertan sobre la carencia de infraestructuras adecuadas en muchos tramos viales en Perú, lo que aumenta la vulnerabilidad de los usuarios, especialmente en zonas rurales y de alto riesgo. La CEPAL (2015), también recalca la necesidad de enfoques más integrales para la implementación medidas para la seguridad vial, donde la infraestructura debe ser vista como un factor fundamental para reducir la siniestralidad.

A pesar de los avances en la modernización de infraestructuras, continúan existiendo fallas significativas. Según Gonzales (2023), las barreras en la elaboración de medidas de seguridad vial, particularmente en zonas de construcción y carreteras rurales, siguen siendo las consecuencias de los accidentes. Para Arone *et al.*, (2022) la falta del mantenimiento vial, el deterioro de las superficies y la ausencia de medidas de seguridad básicas son factores que incrementan los riesgos. De Solminihac *et al.*, (2019) expresan que otro aspecto crítico es la falta de una planificación integrada en los proyectos viales, que a menudo no contemplan la sostenibilidad ni la inclusión de todos los actores involucrados, como ciclistas y peatones. Flores *et al.*, (2024) destacan que la incorporación de carriles para bicicletas es una necesidad urgente para garantizar la movilidad sostenible, algo que aún no se implementa de manera efectiva en muchas ciudades.

Los problemas de gestión también son evidentes, porque los proyectos de infraestructura vial enfrentan dificultades debido a la falta de coordinación y la ineficiencia en la asignación de recursos. Lavado y Sánchez (2021) revelan que, en muchos gobiernos regionales, la gestión de proyectos viales está dispersa, lo que provoca ineficiencias que afectan tanto la seguridad como la calidad del transporte. En países como Perú, Lavado *et al.*, (2023) revelan que la falta de políticas públicas claras y la insuficiente planificación estratégica conducen a la vulnerabilidad de los proyectos, a fallas estructurales y a un aumento de la siniestralidad. Adicionalmente, existe una disparidad en el desarrollo de la infraestructura vial entre países y regiones, lo que contribuye a un panorama de inseguridad vial. López *et al.*, (2019) destacan la diferencia en la infraestructura vial de Colombia y Ecuador, lo que refleja una falta de coherencia en la expansión de la red vial regional. STIAMA (2022) resalta la importancia de un diseño geométrico adecuado en las carreteras para garantizar la seguridad, lo cual sigue siendo un desafío en muchas zonas.

La seguridad vial es una prioridad tanto para gobiernos como para organismos internacionales. Como sostiene DEKRA (2024), una infraestructura vial adecuada podría salvar millones de vidas, por lo que es fundamental invertir en su diseño, mejora y mantenimiento. A pesar de los esfuerzos realizados, las deficiencias en la infraestructura siguen siendo una de las principales causas de accidentes viales; es importante investigar y evaluar las estrategias actuales de gestión vial para identificar mejores prácticas y políticas públicas que fortalezcan la seguridad y sostenibilidad de las vías (De Solminihac *et al.*, 2019).

En base a lo expuesto, el presente artículo tiene por objetivo profundizar el conocimiento sobre la incorporación de medidas de prevención de accidentes en el diseño de infraestructura vial.

### 1.1. Marco teórico

Respecto a la teoría de la seguridad vial, William Phelps Eno es reconocido como el precursor de la seguridad vial moderna porque en 1900 propuso un enfoque sistémico que integraba normas claras, educación ciudadana y autoridad reguladora como pilares fundamentales para el ordenamiento del tránsito. Bajo su teoría, se estructuraron principios que aún hoy resultan vigentes, como la señalización estandarizada y la circulación en un solo sentido; asimismo, con la creación de la Eno Foundation en 1921, institucionalizó la investigación técnica y la formulación de políticas públicas en materia vial (Instituto Mexicano del Transporte, 2011). El diseño de

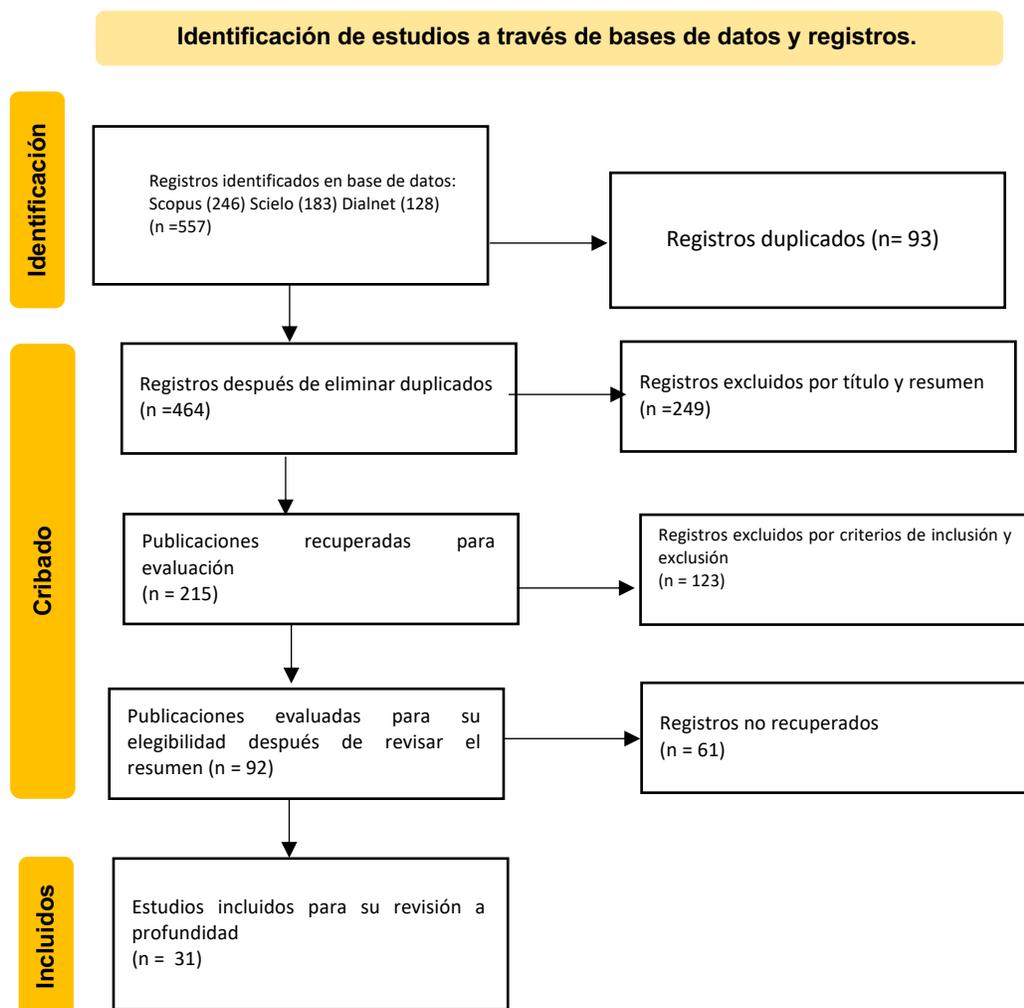
infraestructura vial es una disciplina fundamental dentro de la ingeniería civil y el urbanismo, encargada de la planificación, construcción y mantenimiento de las vías terrestres con el fin de garantizar una circulación segura y eficiente de personas y vehículos (Abdelkader, 2024). El propósito de la infraestructura vial es facilitar el transporte, optimizar la movilidad y reducir la incidencia de accidentes viales mediante la aplicación de normativas y tecnologías adecuadas (Hilbers, 2024). Desde una perspectiva estructural y funcional del desarrollo, Sanabria (2008) plantea que la seguridad vial puede ser entendida como una condición derivada de la adecuada planificación, inversión y articulación de infraestructura vial, capaz de incidir directamente en la equidad del acceso a servicios esenciales y en la cohesión territorial. Por su parte, Blanco (2010) profundiza este enfoque al considerar que la infraestructura vial —y con ella la seguridad vial— no es únicamente un soporte físico, sino un entramado sociotécnico que habilita prácticas de reproducción social, en la medida que permite desplazamientos seguros y funcionales hacia actividades fundamentales como la salud, la educación y la recreación. Además, el diseño de infraestructura vial implica un análisis detallado del flujo vehicular, la capacidad de las vías y las necesidades de la población para establecer soluciones eficientes que contribuyan al desarrollo de las ciudades y la conectividad entre diferentes regiones (Abdelkader, 2024). Para ello, se deben considerar aspectos como la topografía del lugar, el tipo de suelo, el impacto ambiental y la integración con otras formas de transporte como el ferroviario o el marítimo (Hilbers, 2024). Una adecuada planificación vial permite la idónea señalización, la correcta iluminación, la implementación de barreras de protección y la distribución de carriles de acuerdo con la cantidad de tráfico que soportará la vía (Abdelkader, 2024).

## 2. Metodología

El presente estudio se llevó a cabo mediante una revisión sistemática de la literatura, una metodología que permite analizar un fenómeno específico dentro de un período determinado. La revisión siguió las directrices establecidas por la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Las búsquedas se realizaron en las bases de datos Scopus, Scielo y Dialnet, utilizando las palabras clave "prevención de accidentes", "infraestructura vial", "seguridad vial", "diseño vial", "medidas preventivas", "ingeniería de tráfico", "gestión de riesgos", "normativas viales" y "planeación vial", lo que resultó en la obtención de 557 artículos científicos.

Para la selección de los artículos, se establecieron los siguientes criterios de inclusión: a) publicaciones desde el año 2015 hasta 2024, b) investigaciones de tipo cuantitativo, cualitativo, mixto o de revisión. Se excluyeron: a) comentarios editoriales, reseñas, estudios sin revisión por pares, b) publicaciones no relacionadas con la temática investigada, c) artículos que no se centraran en la incorporación de medidas de prevención de accidentes en el diseño de infraestructura vial, d) estudios que no ofrecieran una contribución nueva, e) publicaciones a las que no se tuviera acceso completo. Además, se utilizaron operadores booleanos como AND y OR para combinar los términos de búsqueda, creando las siguientes cadenas: "prevención de accidentes" AND "infraestructura vial" AND "diseño seguro"; "prevención de accidentes" OR "infraestructura vial" OR "diseño seguro"; "prevención de accidentes" AND "infraestructura vial" AND ("diseño seguro"); "prevención de accidentes" AND "diseño seguro" AND ("infraestructura vial"); "infraestructura vial" AND "diseño seguro" AND ("prevención de accidentes"); "infraestructura vial" AND ("prevención de accidentes" OR "diseño seguro"). (Ver Figura 1).

**Figura 1**  
Flujo PRISMA de artículos de revistas a través del proceso de revisión sistemática



### 3. Resultados y discusión

Después de aplicar los criterios se seleccionaron 31 publicaciones completas para su análisis sistemático, como se aprecia en el cuadro 1.

**Cuadro 1**  
**Características de los artículos seleccionados**

N°	Autor	Título del artículo	Metodología	País	Año	Base de Datos
1	Adu y Dorasamy (2024)	Road Infrastructure, Supply Chain Costs Reduction, and Road Safety in Economic Geography Perspective	Cuantitativa	Ghana	2024	Scopus
2	Coiret <i>et al.</i> , (2023)	Enhancement of Vehicle Eco-Driving Applicability through Road Infrastructure Design and Exploitation	Mixta	Francia	2023	Scopus
3	Díaz-Bateca y Rolón-Cárdenas (2020)	El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta	Cuantitativa	Colombia	2020	Scopus
4	Fowode <i>et al.</i> , (2023)	Effect of Safety Education Intervention on Knowledge of Road Accident Prevention among Drivers in Lagos State, Nigeria	Cuantitativa	Nigeria	2023	Scopus

Nº	Autor	Título del artículo	Metodología	País	Año	Base de Datos
5	Guerrero Aguilera (2015)	Seguridad vial en planes de inversión. Caso de estudio: Ruta Nacional 27, Costa Rica	Mixta	Costa Rica	2015	Scopus
6	Montenegro Martínez <i>et al.</i> , (2023)	Análisis de la normatividad colombiana para la regulación de tránsito terrestre y la seguridad vial, 1990-2017	Revisión documental	Colombia	2023	Scopus
7	Moreno Parra (2023)	Paradoja de los megaproyectos y gestión presupuestaria vial en Ecuador 2002-2006	Cuantitativa	Ecuador	2023	Scopus
8	Munera Pérez (2017)	Estudio de mejora de la seguridad vial de la carretera N-322 entre los P.K. 411+000 y 426+000, entre los municipios de Alborea y Villatoya (Albacete)	Mixta	España	2017	Scopus
9	Orjuela Ramírez (2023)	Aporte estratégico de la infraestructura vial intervenida por los ingenieros militares a la seguridad y defensa de Colombia	Mixta	Colombia	2023	Scopus
10	Reddy (2024)	Enhanced Safety Measures for Accident Prevention in Mountainous Regions	Mixta	India	2024	Scopus
11	Ríos Cotazo <i>et al.</i> , (2020)	Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles	Revisión	Colombia	2020	Scopus
12	Rodríguez Tabitas (2023)	Influencia del ordenamiento territorial y la movilidad urbana en la percepción de la satisfacción residencial. Caso de estudio: el norponiente de la zona metropolitana de Monterrey	Cuantitativa	México	2023	Scopus
13	Tessema <i>et al.</i> , (2023)	Tendencias, causas y medidas de prevención de accidentes de tráfico en el distrito de la zona sur de Gondar (Etiopía)	Mixta	Etiopía	2023	Scopus
14	Tsikis <i>et al.</i> , (2024)	Optimizing Road Infrastructure Design Using I-BIM Technology	Mixta	Grecia	2024	Scopus
15	Yusupov <i>et al.</i> (2023)	Improvement of accident prevention measures in cases of spontaneous derailment of railway rolling stock	Mixta	Uzbekistán	2023	Scopus
16	Zastavni <i>et al.</i> , (2022)	What is the legacy of Structural Design Expertise? The Parametric Design Approach to High-Rise Buildings	Mixta	Bélgica	2022	Scopus
17	Dasari <i>et al.</i> , (2024)	Integrating Shape and Topology Optimization: A Multi-Stage Design Approach for Shell Structures	Mixta	Italia	2024	Scopus
18	Rodríguez-Hernández y Urrego (2023)	Medidas poblacionales para la seguridad vial: más allá de la responsabilidad individual.	Revisión sistemática	Colombia	2023	Scielo
19	Muñoz y Hinojosa (2023)	Diseño y creación de una herramienta geotecnológica para el análisis de la accidentalidad vial en la Ciudad de Toluca, México, SIGESEV-TC.	Mixta	México	2023	Scielo
20	Díaz de la Rosa <i>et al.</i> , (2022)	Caracterización de los accidentes de tránsito en la provincia de Cienfuegos.	Cuantitativa	Cuba	2022	Scielo
21	Mejía <i>et al.</i> , (2023)	Geographic areas with the highest concentration of traffic accidents in San Salvador, El Salvador: a spatial analysis of the period 2014-2018.	Cuantitativa	El Salvador	2023	Scielo
22	Vásquez (2022)	El déficit de formulación de la política pública de la infraestructura vial nacional de 1998.	Mixta	Costa Rica	2019	Scielo
23	Serrano y Rojas (2023)	Desarrollo de ciclovía como una estrategia para el logro de la movilidad sostenible en Barquisimeto.	Cualitativa	Venezuela	2023	Scielo
24	Birche (2021)	Diagnóstico de diseño y uso del espacio vial peatonal: aportes desde el paisaje para la Ciudad De La Plata.	Mixta	Argentina	2021	Scielo
25	Paucara Rojas <i>et al.</i> , (2023)	Utilización de la microsimulación para el estudio de tráfico vehicular en vías urbanas.	Cuantitativa	Perú	2023	Scielo
26	Flores-Juca <i>et al.</i> , (2024)	Hacia una movilidad sostenible: Metodología de evaluación para la incorporación de carriles de bicicleta en la infraestructura vial de Cuenca.	Cuantitativa	Ecuador	2024	Scielo
27	Guerra y Guerra (2020)	Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible.	Cuantitativa	Perú	2020	Scielo
28	Loyola y Rivas (2024)	Accesibilidad y Desarrollo en la Región de Ñuble, Chile.	Cuantitativa	Chile	2024	Scielo
29	Zambrano, M. K., Barberán, S. M., & García, J. J. (2023)	Factores de riesgo en seguridad vial: caso de intersección 15 de abril y Miguel H. Alcívar – Portoviejo.	Mixta	Ecuador	2023	Dialnet
30	Moreira-Villavicencio, L. (2022)	Infraestructura y dotación de servicio del transporte público urbano de la ciudad de Portoviejo	Cuantitativa	Ecuador	2022	Dialnet
31	Zapata y Vásquez (2024)	Estabilización de la subrasante arenosa con ceniza de cebada y yeso en una localidad costera peruana.	Cuantitativa	Perú	2024	Dialnet

La literatura revisada permite observar que este tema ha sido abordado desde múltiples dimensiones, que han sido sistematizadas y organizadas temáticamente con el objetivo de comprender cómo la prevención de accidentes se incorpora en el ciclo de vida de la infraestructura vial, considerando tanto criterios técnicos como sociales, normativos y territoriales, como se presenta a continuación:

### 3.1. Diseño de infraestructura vial con iluminación y señalización eficiente para la prevención de accidentes

La iluminación y la señalización vial son fundamentales para reducir accidentes ya que minimizan errores humanos y mejoran la percepción del entorno (Rodríguez y Urrego, 2023). Una infraestructura con distribución eficiente de luminarias y señalética clara fortalece la seguridad, especialmente en intersecciones de alta siniestralidad (Mejía *et al.*, 2023). La deficiencia de estos elementos incrementa la incertidumbre en la toma de decisiones y el riesgo de colisiones (Serrano y Rojas, 2023). El déficit de iluminación compromete la percepción de profundidad y distancia, elevando la probabilidad de accidentes en tramos de alta velocidad (Rodríguez y Urrego, 2023). En entornos urbanos, la mala distribución del alumbrado y la falta de mantenimiento agravan la inseguridad vial (Baque-Solis, 2022). Asimismo, la ausencia de señalización adecuada aumenta la exposición de peatones y ciclistas a riesgos viales (Mejía *et al.*, 2023).

La integración de reductores de velocidad y semaforización optimizada mejora la gestión del tráfico y reduce incidentes (Baque-Solis, 2022). Además, el uso de señalización variable y materiales retroreflectantes refuerza la respuesta de los conductores ante situaciones críticas (Serrano y Rojas, 2023). En el ámbito de la seguridad vial y estructural, Yusupov *et al.*, (2023) proponen un sistema automatizado para prevenir accidentes ferroviarios, mientras que Zastavni *et al.*, (2022) destacan el diseño paramétrico como estrategia para optimizar la eficiencia estructural. Ambos estudios resaltan la importancia de metodologías innovadoras para mejorar la seguridad y sostenibilidad en la infraestructura de transporte y edificación. Los corredores viales con alta siniestralidad presentan fallas en la demarcación y dispositivos de control, afectando la seguridad del tránsito (Mejía *et al.*, 2023).

### 3.2. Gestión de proyectos y optimización de procesos en infraestructura vial

La infraestructura vial enfrenta limitaciones operativas por la baja adopción de *Lean Construction*, lo que afecta la eficiencia de los proyectos (Díaz y Rolón, 2021). Herramientas como *Last Planner System* y *Value Stream Mapping* optimizarían el rendimiento y reducirían desperdicios en la construcción de carreteras. En seguridad vial, Fowode *et al.*, (2023) evidencian que la educación vial mejora el conocimiento de los conductores en 17.3%, pero no reduce accidentes sin mejoras en infraestructura. Guerrero (2015) identifica tramos críticos en la Ruta Nacional 27, resaltando la urgencia de intervenciones estratégicas en geometría vial y seguridad peatonal. La normativa vial colombiana prioriza medidas correctivas sobre preventivas, limitando la gestión proactiva de seguridad (Montenegro *et al.*, 2023). En Ecuador, la falta de planificación plurianual genera sobrecostos del 80% en proyectos viales, afectando su sostenibilidad (Moreno, 2023).

La infraestructura vial impacta la eficiencia logística y la sostenibilidad ambiental. Adu y Dorasamy (2024) señalan que mejoras viales reducen costos logísticos, mientras que Coiret *et al.*, (2023) muestran que la optimización del diseño vial ahorra hasta 308.4 litros de combustible diarios. El diseño vial también incide en la movilidad y calidad de vida. Tessema *et al.*, (2023) evidencian que la infraestructura deficiente en el sur de Gondar- Etiopía aumenta el riesgo de accidentes. Orjuela (2023) enfatizan que la planificación estratégica de estas obras se alinea con las políticas nacionales y busca mitigar las vulnerabilidades territoriales, promoviendo así un entorno propicio para el desarrollo sostenible y la cohesión social.

### 3.3. Diseño de infraestructura vial con tecnología y modelación geoespacial para la gestión y prevención de accidentes

El uso de tecnologías avanzadas en la gestión de accidentes de tránsito optimiza la seguridad vial y la planificación de infraestructura (Muñoz y Hinojosa, 2023). La integración de sistemas de información geográfica y modelos de simulación permite identificar zonas críticas y desarrollar estrategias de mitigación del riesgo (Paucara *et al.*,

2023). Asimismo, el análisis geoespacial facilita la predicción de siniestros y la toma de decisiones basada en datos históricos (Loyola y Rivas, 2024). La microsimulación mejora la evaluación de escenarios viales y permite detectar fallas en la infraestructura (Muñoz y Hinojosa, 2023). La combinación de software especializado y datos en tiempo real fortalece la planificación urbana y reduce la incidencia de accidentes (Paucara *et al.*, 2023). Además, el monitoreo inteligente de variables como flujo vehicular y estado del pavimento optimiza la respuesta ante emergencias (Loyola y Rivas, 2024).

La modelización predictiva mediante inteligencia artificial facilita la detección de patrones de siniestralidad y la optimización del diseño vial (Paucara *et al.*, 2023). La implementación de algoritmos de aprendizaje automático permite adaptar las infraestructuras a condiciones dinámicas y mejorar la seguridad en diferentes contextos urbanos y rurales (Loyola y Rivas, 2024). El diseño de ciclovías seguras contribuye a la movilidad sostenible y reduce accidentes en entornos urbanos (Serrano y Rojas, 2023). La segregación de flujos vehiculares y la implementación de barreras físicas minimizan el riesgo de colisiones (Flores-Juca *et al.*, 2024). La adopción de estándares internacionales en la planificación urbana fortalecería la seguridad y fomentaría una cultura vial inclusiva (Moreira-Villavicencio, 2022).

### **3.4. Diseño optimizado de intersecciones y flujo vehicular para la prevención de accidentes en entornos urbanos**

El diseño geométrico y estructural de las vías influye directamente en la seguridad vial. Munera (2017) identifica deficiencias en visibilidad y márgenes en la carretera N-322, afectando la seguridad de los conductores. La optimización de intersecciones y el mejoramiento del flujo vehicular constituyen estrategias clave para reducir accidentes y mejorar la eficiencia vial (Díaz *et al.*, 2022). Las intersecciones son puntos críticos en la movilidad urbana debido a la convergencia de flujos de tráfico, incrementando el riesgo de colisiones cuando el diseño es inadecuado (Paucara *et al.*, 2023). Soluciones basadas en microsimulación y análisis de tráfico permiten evaluar el desempeño y proponer mejoras estructurales que optimicen la seguridad (Zambrano *et al.*, 2023).

El rediseño geométrico de intersecciones junto con la optimización semafórica y la segregación de carriles de giro exclusivo, minimiza conflictos viales y mejora la fluidez del tráfico (Díaz *et al.*, 2022). Estrategias basadas en datos han demostrado ser efectivas para reducir tiempos de desplazamiento y aumentar la seguridad en ciudades con alta densidad vehicular (Paucara *et al.*, 2023). Además, la incorporación de cruces peatonales con señalización adecuada y la reubicación de paraderos de transporte público fortalecen la seguridad de usuarios vulnerables en entornos urbanos (Zambrano *et al.*, 2023). La integración de tecnologías avanzadas, como la detección automatizada de vehículos y los sistemas de gestión del tráfico en tiempo real, optimiza el desempeño de las intersecciones y reduce la siniestralidad en corredores urbanos críticos (Díaz *et al.*, 2022). En este sentido, el rediseño de infraestructuras y la aplicación de herramientas de modelado predictivo consolidan un sistema vial más seguro y eficiente (Paucara *et al.*, 2023).

### **3.5. Diseño de infraestructura vial segura y accesible para la protección de peatones y prevención de accidentes**

La infraestructura vial segura para peatones es clave en la reducción de accidentes urbanos (Birche, 2021). Deficiencias en accesibilidad y señalización aumentan el riesgo de siniestros, afectando a los usuarios más vulnerables (Loyola y Rivas, 2024). Estrategias como la optimización de espacios viales y la regulación del tráfico mejoran la seguridad peatonal (Zambrano *et al.*, 2023). En zonas con infraestructura deteriorada, intervenciones urgentes garantizan condiciones adecuadas de tránsito (Moreira-Villavicencio, 2022).

Birche (2021) señala que la falta de pasos peatonales y señalización adecuada genera puntos de conflicto entre peatones y vehículos. Loyola y Rivas (2024) enfatizan la necesidad de normativas que establezcan criterios técnicos para el diseño de vías seguras. La implementación de cruces peatonales elevados y semaforización

adaptada mejora la seguridad en intersecciones y la aplicación de estrategias como la ampliación de aceras y la optimización de la iluminación en espacios peatonales favorecen la seguridad y el uso del espacio público (Zambrano *et al.*, 2023). La vulnerabilidad de grupos tales como niños y adultos mayores aumenta en espacios urbanos sin infraestructura adecuada (Birche, 2021).

Moreira-Villavicencio (2022) resalta la importancia de la señalización clara y la regulación del tráfico para la movilidad peatonal segura. La incorporación de sistemas inteligentes y el rediseño de intersecciones mejoran la visibilidad y reducen accidentes (Birche, 2021). Por lo que, la infraestructura vial adecuada reduce la siniestralidad y fortalece entornos urbanos inclusivos (Loyola y Rivas, 2024). La inversión en infraestructura segura y estrategias de control del tráfico previene accidentes y optimiza la movilidad peatonal (Zambrano *et al.*, 2023; Moreira-Villavicencio, 2022).

### **3.6. Materiales innovadores para pavimentos y drenaje como estrategias de seguridad vial**

La calidad estructural del pavimento mejora la estabilidad vehicular y la adherencia neumática, mitigando riesgos en condiciones climáticas adversas (Guerra y Guerra, 2020). Las soluciones sostenibles de drenaje urbano previenen la acumulación de agua y reducen la probabilidad de derrapes y pérdida de control (Zapata y Vásquez, 2024). La adición de cemento Portland en capas base incrementa la resistencia estructural y reduce la deformación del pavimento, favoreciendo condiciones óptimas de conducción (Guerra y Guerra, 2020). Tecnologías avanzadas en estabilización minimizan el deterioro prematuro por condiciones meteorológicas y optimizan el desempeño mecánico del pavimento, reduciendo el riesgo de accidentes en superficies resbaladizas (Zapata y Vásquez, 2024).

Los pavimentos permeables han demostrado ser una solución efectiva para mejorar la infiltración del agua y reducir la carga sobre los sistemas de alcantarillado, lo que contribuye a la estabilidad vial (Guerra y Guerra, 2020). En particular, los diseños que incorporan materiales de alta porosidad permiten mitigar el deterioro en regiones con precipitaciones intensas y suelos de baja capacidad de absorción (Zapata y Vásquez, 2024). Además, el uso de mezclas asfálticas modificadas con polímeros y residuos reciclados no solo incrementa la resistencia estructural de las vías, sino que también reducen la necesidad de intervenciones correctivas, lo que se traduce en menores costos de mantenimiento y mayor sostenibilidad (Guerra y Guerra, 2020).

Desde una perspectiva ambiental, la aplicación de tecnologías de reciclaje en pavimentos representa un avance significativo al disminuir la huella de carbono y fomentar modelos de movilidad sostenible (Zapata y Vásquez, 2024). En este sentido, el desarrollo de pavimentos autorreparables y mezclas asfálticas de alto desempeño ha optimizado la capacidad estructural de las carreteras, permitiéndoles responder de manera más eficiente a cargas dinámicas y condiciones climáticas adversas (Guerra y Guerra, 2020). Asimismo, la incorporación de materiales de alta resistencia mecánica y con capacidad de absorción de energía juegan un papel clave en la prevención de fallas estructurales, consolidando infraestructuras viales más seguras y duraderas (Zapata y Vásquez, 2024).

Por último, la integración de pavimentos permeables, mezclas asfálticas modificadas y técnicas avanzadas de estabilización permite optimizar la funcionalidad de las vías y minimizar los efectos negativos del cambio climático sobre la infraestructura vial (Guerra y Guerra, 2020). En este contexto, la inversión en soluciones sostenibles y el desarrollo de nuevos materiales con propiedades mejoradas emergen como estrategias fundamentales para la construcción de sistemas de transporte resilientes y eficientes (Zapata y Vásquez, 2024).

---

## **4. Conclusiones**

El diseño de la infraestructura vial debe incorporar medidas preventivas que reduzcan el riesgo de accidentes de tránsito, priorizando el uso de materiales innovadores y tecnologías avanzadas. La implementación de mezclas

asfálticas optimizadas y pavimentos permeables mejora la adherencia vehicular y mitiga los efectos negativos del agua en la calzada, lo que contribuye a la estabilidad y seguridad en la conducción. Asimismo, la estabilización de suelos con materiales de alta resistencia prolonga la vida útil de la infraestructura y previene fallas estructurales que podrían generar siniestros.

Los sistemas de drenaje eficientes juegan un papel clave en la seguridad vial, porque permiten la evacuación rápida del agua y reducen el riesgo de hidroplaneo. La integración de soluciones sostenibles, como pavimentos porosos y tecnologías de drenaje inteligente, no solo fortalece la resiliencia de las vías ante eventos climáticos extremos, sino que también optimizan los costos de mantenimiento a largo plazo. Además, el uso de materiales con alta capacidad de absorción de energía y resistencia mecánica mejoran la estabilidad estructural y minimizan los accidentes relacionados con el deterioro del pavimento.

La sostenibilidad en la construcción vial es un factor determinante para garantizar la seguridad de los usuarios y la eficiencia del transporte. La utilización de materiales reciclados y la incorporación de prácticas ecoeficientes contribuyen a la reducción de impactos ambientales sin comprometer la funcionalidad de la infraestructura. La inversión en tecnologías de última generación y el desarrollo de diseños viales adaptativos son estrategias fundamentales para mejorar la seguridad en carreteras y mitigar la siniestralidad.

El estudio no considera la influencia de factores humanos en la ocurrencia de accidentes, lo que limita el análisis integral de la seguridad vial. Asimismo, la variabilidad climática y geográfica impide la generalización de las soluciones propuestas, ya que su efectividad depende de las condiciones específicas de cada región. Otra limitación importante es la disponibilidad y el costo de los materiales avanzados, lo que podría restringir su aplicación en contextos con presupuestos limitados para infraestructura vial.

Es necesario desarrollar estudios que integren modelos predictivos para evaluar el impacto de los materiales innovadores en la seguridad vial en diferentes condiciones climáticas y geográficas. La aplicación de inteligencia artificial y sensores en pavimentos podría optimizar la detección temprana de fallas estructurales, permitiendo una respuesta oportuna para prevenir accidentes. Además, se recomienda analizar el costo-beneficio de las tecnologías sostenibles en la construcción vial para evaluar su viabilidad económica y su contribución a la reducción de la siniestralidad. Finalmente, futuras investigaciones deben abordar la formulación y evaluación de políticas públicas que promuevan la adopción de innovaciones en infraestructura vial y su impacto en la seguridad del transporte terrestre.

---

## Referencias bibliográficas

- Abdelkader, M. K. G. (2024). Assessment of road infrastructure design for autonomous vehicles using LiDAR data (Doctoral dissertation). <https://doi.org/10.7939/r3-kmjt-wz39>
- Adu, J., & Dorasamy, N. (2024). Infraestructura vial Estructura, Reducción de Costos de la Cadena de Suministro, y Seguridad Vial en Perspectiva de Geografía Económica. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(6). <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n6-042>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2020). Guía Técnica de Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial para Colombia en proyectos de Infraestructura Vial. Moviconsult S.a.S – Intra S.L. <https://ansv.gov.co/es/escuela/4807>
- Arone, J. H., Taipe, O. E. R., & Catalán, X. S. T. (2022). Influencia del mantenimiento vial y satisfacción del usuario. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 1876-1896. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i5.3202](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3202)
- Baque- Solis, J. E. (2022). Infraestructuras en la seguridad vial. *Revista Científica FIPCAEC*, 7(4), 2497-2551. <http://www.fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/746>

- Birche, M. E. (2021). Diagnóstico de diseño y uso del espacio vial peatonal: Aportes desde el paisaje para la ciudad de La Plata. *Urbano (Concepción)*, 24(44), 58-69. <https://dx.doi.org/10.22320/07183607.2021.24.44.05>
- Blanco, J., (2010). Notas sobre la relación transporte-territorio: implicancias para la planificación y una propuesta de agenda. *Revista Transporte y Territorio*, (3), 172-190. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333027081010>
- CEPAL. (2015). Guía práctica para el diseño e implementación de políticas de seguridad vial integrales, considerando el rol de la infraestructura. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/35266-guia-practica-diseno-implementacion-politicas-seguridad-vial-integrales>
- Chavarry, C. M., & Príncipe, G. I. (2021). Manual de seguridad vial para aumentar los niveles de infraestructura en las carreteras del Perú. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 5(38). <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss38.2021pp179-196>
- Coiret, A., Vandanjon, P.-O., & Noël, R. (2023). Enhancement of vehicle eco-driving applicability through road infrastructure design and exploitation. *Vehicles*, 5(1), 367-386. <https://doi.org/10.3390/vehicles5010021>
- De Solminihac, H., Eechhaveguren, T. & Chamorro, A. (2019). Gestión de infraestructura vial. In gestión de infraestructura vial. <https://doi.org/10.2307/j.ctvkjb4dw>
- DEKRA. (2024). Una infraestructura vial adecuada puede salvar millones de vidas, según el Informe DEKRA. *Comunicae Newswire*. <https://www.proquest.com/newspapers/una-infraestructura-vial-adecuada-puede-salvar/docview/3122869161/se-2>
- Díaz, C., Niebla, N. J., González, M., & Enseñat, J. M. (2022). Caracterización de los accidentes de tránsito en la provincia de Cienfuegos. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 36(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-215X2022000300007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-215X2022000300007&lng=es&tlng=es)
- Díaz, D., & Rolón, O. (2020). El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. *Revista de Ingenierías Interfaces*, 3(1). <https://revistas.unilivre.edu.co/index.php/interfaces/article/view/8255>
- Flores, E., Mora, E., & Chica, J. (2024). Hacia una movilidad sostenible: Metodología de evaluación para la incorporación de carriles de bicicleta en la infraestructura vial de Cuenca. *Novasineria Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 7(1). <https://doi.org/10.37135/ns.01.13.02>
- Flores-Juca, E., Mora-Arias, E., & Chica, J. (2024). Hacia una movilidad sostenible: Metodología de evaluación para la incorporación de carriles de bicicleta en la infraestructura vial de Cuenca. *Revista Digital Novasineria*, 7(1), 20-39. <https://doi.org/10.37135/ns.01.13.02>
- Fowode, K. V., Nwaogazie, I. L., & Anyanwu, B. O. (2023). Effect of safety education intervention on knowledge of road accident prevention among drivers in Lagos State, Nigeria. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 13(3), 89-100. <https://doi.org/10.4236/ojsst.2023.133005>
- Gonzales, M. (2023). Barreras en la implementación de medidas de seguridad vial (28th ed., Vol. 1, pp. 85–100). *Traffic Safety Journal*.
- Guerra, P. R., & Guerra, C. E. (2020). Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible. *Fides et Ratio - Revista de Difusión Cultural y Científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 20(20), 121-140. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-081X2020000200008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2020000200008&lng=es&tlng=es)

- Guerrero, S. (2015). Considering road safety on long-term investment strategic plans. Case study: National Route 27, Costa Rica. *Infrastructure Vial*, 17(29), 13–23.  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-37052015000100013&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052015000100013&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- Hilbers, A. M. (2024). Citizens' values and tough trade-off choices in road infrastructure planning: Developing tools and methods to enrich intelligence and improve context-sensitive road infrastructure design (Doctoral dissertation). University of Groningen. <https://doi.org/10.33612/diss.993565737>
- Instituto Mexicano del Transporte (2011). Seguridad vial: una mirada desde la salud pública. Hacia la Promoción de la Salud, 16(2), 1–20. <https://imt.mx/descarga-archivo.html?l=YXJjaGl2b3MvUHVibGljYWNpb25lcy9QdWJsaWNhY2lvbIRlRY25pY2EvcHQ3MjQucGRm>
- Lavado, J., & Sánchez, K. (2021). Procesos de gestión de los proyectos de inversión de infraestructura vial en los gobiernos regionales: un caso del gobierno regional de San Martín - Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(4). [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i4.772](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.772)
- Lavado, J., Quinde, E., García, P. R., Villón, C. R., Arma, D., Córdova, A., Saavedra, L. A., Sánchez, K., & Contreras, R. (2023). Gestión de procesos de proyectos de inversión pública regional en la mejora de la infraestructura vial en una región de Perú. *Revista de Climatología*, 23. <https://doi.org/10.59427/rcli/2023/v23cs.2192-2213>
- López, C. E., Parra, M. F., & Montañez, A. L. (2019). Análisis comparativo de la infraestructura vial entre Colombia y Ecuador en el siglo XXI. *Revista Espacios*, 40(42), 17. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n42/19404217.html>
- Loyola, C., & Rivas, J. (2024). Accesibilidad y desarrollo en la Región de Ñuble, Chile. *Boletín de Estudios Geográficos*, (121), 141-165. <https://dx.doi.org/10.48162/rev.40.045>
- Mejía, R., Quinteros, E., & Arnau, A. R. (2023). Geographic areas with the highest concentration of traffic accidents in San Salvador, El Salvador: A spatial analysis of the period 2014-2018. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 40(4), 413. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2023.404.12963>
- Montenegro, G., Arias, C. E., Cardona, D., Segura, Á., Muñoz, D., Gutiérrez, J., Henao, S., Montenegro, G., Arias, C. E., Cardona, D., Segura, Á., Muñoz, D. I., Gutiérrez, J., & Henao, S. (2023). Análisis de la normatividad colombiana para la regulación de tránsito terrestre y la seguridad vial, 1990-2017. *Revista CES Derecho*, 14(2), 160–175. <https://doi.org/10.21615/CESDER.6816>
- Moreira-Villavicencio, L. (2022). Infraestructura y dotación de servicio del transporte público urbano de la ciudad de Portoviejo. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 24(2), 10-16. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2022.24.3950>
- Moreno, I. (2023). Megaprojects paradox and Ecuadorian road budget management 2002-2006. *Infraestructura Vial*, 25(44), 57–74. <https://doi.org/10.15517/IV.V25I44.55544>
- Munera, M. (2017). Estudio de mejora de la seguridad vial de la carretera N-322 entre los p.k. 411+000 y 426+000, entre los municipios de Alborea y Villatoya (Albacete). <https://riunet.upv.es/handle/10251/90519>
- Muñoz, J. M., & Hinojosa, R. (2023). Diseño y creación de una herramienta geotecnológica para el análisis de la accidentalidad vial en la Ciudad de Toluca, México, SIGESEV-TC. *Revista Cartográfica*, (106), 7-34. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i106.1660>

- Orjuela, A. E. (2023). Aporte estratégico de la infraestructura vial intervenida por los ingenieros militares a la seguridad y defensa de Colombia. *Revista Estado, Paz y Sistema Internacional*, 2(4).  
<https://doi.org/10.25062/2981-3034.4755>
- Paucara, M., Avilés, S. E., & Huaquisto, S. (2023). Utilización de la microsimulación para el estudio de tráfico vehicular en vías urbanas. *Investigación & Desarrollo*, 23(1), 67-77.  
<https://doi.org/10.23881/idupbo.023.1-5i>
- Ponzón, R y López, N. (2020). Análisis de las condiciones de seguridad vial en temas de infraestructura de la ciudad de Santa Marta / Magdalena. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Civil, Santa Marta. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/20233>
- Reddy, V. S. (2024). Enhanced safety measures for accident prevention in mountainous regions. *CVR Journal of Science and Technology*, 26(1).
- Ríos, N. X., Bacca, B., Caicedo, E., & Orobio, A. (2020). Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 30(2).  
<https://doi.org/10.18359/rcin.4385>
- Rodríguez-Hernández, J. M., & Urrego, D. C. (2023). Medidas poblacionales para la seguridad vial: Más allá de la responsabilidad individual. *Salud UIS*, 55(1). <https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e23033>
- Sanabria Gomez, S. A. (2008). El papel del transporte en el crecimiento económico colombiano en la segunda mitad del siglo XX. *Apuntes del Cenes*, 27(46), 141–182. Retrieved from  
<https://revistas.uptc.edu.co/index.php/cenes/article/view/240>
- Serrano, R. E., & Rojas, D. J. (2023). Desarrollo de ciclovía como una estrategia para el logro de la movilidad sostenible en Barquisimeto. *Gaceta Técnica*, 24(2), 57-76. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica242.5>
- STIAMA. (2022). Infraestructura, pilar de la seguridad vial: Una carretera segura debe contemplar un diseño geométrico con las dimensiones estandarizadas. - ProQuest. Grupo de Diarios América.  
<https://www.proquest.com/docview/2726328475/fulltext/85047AD471324F38PQ/3?accountid=37408&source=Trade%20Journals>
- Tessema, A. T., Wolelaw, N. M., Aklilu, Y. A., & Alene, G. A. (2023). Trends, causes & prevention measures of road traffic accidents in South Gondar Zone District, Ethiopia. *Scope*, 13(1), 91-104.  
[https://www.safetylit.org/citations/index.php?fuseaction=citations.viewdetails&citationIds\[\]=citjournalarticle\\_760755\\_13](https://www.safetylit.org/citations/index.php?fuseaction=citations.viewdetails&citationIds[]=citjournalarticle_760755_13)
- Tsikis, P., Giavi, R., & Chassiakos, A. (2024). Optimizing road infrastructure design using I-BIM technology. *Proceedings of the 2024 European Conference on Computing in Construction*.  
<https://doi.org/10.35490/EC3.2024.313>
- Vásquez, J. A. (2022). El déficit de formulación de la política pública de la infraestructura vial nacional de 1998. *Infraestructura Vial*, 24(43), 1-12. <https://dx.doi.org/10.15517/iv.v24i43.51421>
- Yusupov, A., Boltaev, S., Khudayberganov, S., & Toxtakhodjaeva, M. (2023). Improvement of accident prevention measures in cases of spontaneous derailment of railway rolling stock. *E3S Web of Conferences*, 365, 05010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336505010>
- Zambrano, M. K., Barberán Palacio, S. M., & García Vincés, J. J. (2023). Factores de riesgo en seguridad vial: Caso de intersección 15 de abril y Miguel H. Alcívar – Portoviejo. *Política y Comunicación*, 8(10), 674-700.  
<https://doi.org/10.23857/pc.v8i10.6149>

- Zapata, F. A., & Vásquez, H. R. (2024). Estabilización de la subrasante arenosa con ceniza de cebada y yeso en una localidad costera peruana. *Infraestructura Vial*, 26(45), 1–8. <https://doi.org/10.15517/iv.v26i45.56066>
- Zastavni, D., Sarkisian, M. P., Jasienski, J.-P., & Sgambi, L. (2022). What is the legacy of structural design expertise? The parametric design approach to high-rise buildings. *Proceedings of the IASS 2022 Symposium affiliated with APCS 2022 Conference. International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)*. [https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal%3A264308/datastream/PDF\\_01/view](https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal%3A264308/datastream/PDF_01/view)
- Zhou, X., Li, Y., & Yuan, P. F. (2023). Graphic statics and topology optimization: An integrated approach to designing architecture structures. *Proceedings of IASS Annual Symposia, IASS 2023 Melbourne Symposium: Computational Form-Finding*, 1–12. *International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)*.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional