

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Integración de ciclovías y señalización vial urbana sostenible: una revisión de literatura

Integration of bike lanes and sustainable urban road signage: a literature review

Llatas, E.¹ , Rojas, R.² , Bautista, Y.³ , Zuta, R.⁴ , Piedra, J.⁵  y Arce, N. 

RESUMEN

Esta revisión sistemática sintetiza el conocimiento actual sobre la integración efectiva entre ciclovías y señalización vial sostenible. Tras analizar 50 estudios académicos y casos de implementación en diversos contextos urbanos, se identificó que el éxito de estas intervenciones de movilidad no depende exclusivamente de su construcción física, sino de una planificación general que considere múltiples dimensiones. Los resultados demuestran consistentemente que factores como la calidad duradera de la infraestructura, una señalización clara e intuitiva, y especialmente la percepción de seguridad por parte de los usuarios son determinantes cruciales para lograr una aceptación ciudadana y un uso sostenido. La evidencia recopilada permite concluir que es fundamental superar el enfoque tradicional centrado únicamente en la implementación física, avanzando hacia modelos que integren diseño urbano consciente, tecnologías inteligentes de gestión del tráfico y procesos de participación social. Esta aproximación integral resulta clave no solo para la funcionalidad inmediata de las ciclovías, sino para su sostenibilidad a largo plazo como componentes vitales de sistemas de movilidad urbana más saludables, inclusivos y ambientalmente responsables.

Palabras clave: Ciclovías; Señalización Vial; Movilidad Sostenible; Diseño Urbano.

ABSTRACT

This systematic review synthesizes current knowledge on the effective integration of bike lanes and sustainable road signage. After analyzing 50 academic studies and implementation cases in various urban contexts, it was identified that the success of these mobility interventions does not depend exclusively on their physical construction, but rather on overall planning that considers multiple dimensions. The results consistently show that factors such as the durable quality of the infrastructure, clear and intuitive signage, and especially users' perception of safety are crucial determinants for achieving public acceptance and sustained use. The evidence gathered leads to the conclusion that it is essential to move beyond the traditional approach focused solely on physical implementation, advancing toward models that integrate conscious urban design, smart traffic management technologies, and social participation processes. This comprehensive approach is key not only to the immediate functionality of bike lanes, but also to their long-term sustainability as vital components of healthier, more inclusive, and environmentally responsible urban mobility systems.

Keywords: Bike lanes; Road signage; Sustainable mobility; Urban design.

* Autor para correspondencia

¹ Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: erick.llatas@est.unj.edu.pe, rony.rojas@est.unj.edu.pe, yhan.bautista@est.unj.edu.pe, roly.zuta@est.unj.edu.pe, jpiedrat@unj.edu.pe, nilthon_arce@unj.edu.pe

INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana sostenible se ha convertido en un eje central de las políticas públicas contemporáneas, especialmente en contextos de rápida urbanización y creciente conciencia ambiental. La implementación de ciclovías surge como una estrategia clave para promover modos de transporte no motorizados, reducir emisiones de carbono y mejorar la calidad de vida en entornos urbanos (Ferraz et al., 2025)

Dentro de este proceso, la señalización vial constituye un elemento articulador esencial que no solo organiza los flujos de tránsito y previene conflictos entre peatones, ciclistas, vehículos motorizados y usuarios de micromovilidad, sino que también fortalece la seguridad vial y la percepción de confianza en la infraestructura. Estudios recientes destacan que la correcta disposición de señales, pictogramas y semaforización inteligente puede incidir directamente en la reducción de accidentes y en la aceptación social de nuevas infraestructuras urbanas (Hassanpour & Bigazzi, 2025).

La relevancia de este tema se enmarca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 11, que aboga por ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Diversos estudios, como el de (Quiroz Campas et al., 2020), han explorado la percepción ciudadana sobre la movilidad en bicicleta, encontrando que factores como la seguridad, la utilidad percibida y la confianza en la gestión institucional son determinantes para la aceptación de estas infraestructuras. No obstante, investigaciones como la de (Vizcarra Silvestre et al., 2024), en Tacna, Perú, revelan una brecha significativa entre la implementación de ciclovías y la satisfacción de los usuarios, atribuyendo el fracaso a la baja calidad de los materiales, la falta de seguridad básica y una planificación breve desconectada de la participación ciudadana y profesional.

Esta revisión de literatura busca sintetizar el conocimiento actual sobre la incorporación del diseño de ciclovías y los sistemas de señalización vial urbana, identificando buenas prácticas, lecciones aprendidas y desafíos persistentes. El propósito es proporcionar un marco de referencia que sirva como base para futuras intervenciones urbanas que aspiren a ser no solo físicamente implementadas, sino también socialmente aceptadas, técnicamente saludables y sostenibles en el tiempo. La principal limitación de este trabajo radica en su naturaleza documental, al basarse en la revisión de literatura existente sin generar datos empíricos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de tipo revisión sistemática de literatura (Page et al., 2021). El proceso se ejecutó en tres fases secuenciales para garantizar exhaustividad y rigor metodológico.

Fase 1. Planificación y Estrategia de Búsqueda

Se definieron los criterios de inclusión y exclusión. Se incluyeron artículos científicos que abordaran directamente la integración de ciclovías, señalización vial, percepción de usuarios, políticas públicas y sostenibilidad urbana. Se excluyeron tesis de pregrado, posgrado y artículos sin revisión por pares (Liberati et al., 2009).

La búsqueda se realizó en septiembre de 2025 en bases de datos académicas, incluyendo Scopus, Web of Science y SciELO. Los términos de búsqueda se combinaron usando palabras claves como: ("ciclovía" OR "bike lane" OR "cycle path") AND ("señalización vial" OR "traffic signage" OR "urban signage") AND ("sostenible" OR "sustainable") AND ("percepción" OR "satisfacción" OR "perception" OR "satisfaction").

Fase 2. Selección y Evaluación de Estudios

Los resultados de la búsqueda fueron compartidos en un drive para evitar duplicados. Posteriormente, se aplicó un filtrado en dos etapas basado en títulos y resúmenes, y luego en texto completo, para verificar el cumplimiento de los criterios de elegibilidad. Este proceso fue realizado de forma independiente por cuatro investigadores para optimizar procesos, resolviendo las discrepancias mediante unanimidad. De un corpus inicial de 60 documentos, 50 fueron seleccionados para el análisis final.

Fase 3. Análisis y Síntesis de la Información

Para el análisis de los documentos seleccionados, se empleó la técnica de análisis de contenido, en la cual se diseñó una matriz de extracción en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para codificar sistemáticamente la información relevante de cada estudio (Krippendorff, 2019). Las variables analizadas incluyeron:

- Autor(es) de Artículo.
- Variables de Intervención.
- Técnicas de recolección de datos.
- Variables de Resultado.

Fase 4. Análisis de búsqueda

El análisis de los 50 artículos científicos seleccionados se llevará a cabo mediante un proceso de síntesis narrativa y categorización temática; teniendo como objetivo identificar, consolidar y estructurar los hallazgos centrales de la literatura en torno a la integración de ciclovías y señalización vial sostenible.

RESULTADOS

Tabla 1

Síntesis de estudios seleccionados sobre integración de ciclovías y señalización vial urbana sostenible.

Autor(es) de Artículo	Variables de Intervención	Variables de Resultado
(Florindo et al., 2023)	Cambios en disponibilidad de ciclovías cerca de domicilios (2015-2020).	Mayor disponibilidad de ciclovías se asoció con más actividad física (OR=1.39).
(Vizcarra Silvestre et al., 2024)	Ciclovías con seguridad básica, diseño e integración paisajística.	El 74,3% nada satisfecho, 25,7% poco satisfecho; materiales 70%-30%, seguridad 75,7%-24,3%, funcionamiento 74,3%-25,7%, resultados 68,6%-31,4%.
(Ferraz et al., 2025)	Tipo de infraestructura y características de la vegetación adyacente.	Ciclistas valoran sombra, pero reportan problemas. Especies mayormente exóticas, daños.
(Adesina et al., 2024)	Restauración de humedales, ciclovías off-road, conectividad.	Degradación ambiental, falta de infraestructura ciclista, potencial de turismo sostenible, mejora de conectividad y bienestar urbano.
(Moreno et al., 2024)	Diseño de corredores verdes conectando áreas núcleo y ciclovías.	Identificación de 3 áreas núcleo. Propuesta de corredor verde de 8.16 km.
(Douglas et al., 2024)	Acciones para promover caminata y ciclismo.	Reducción de velocidad vehicular es la acción más efectiva y viable.
(Quintero González, 2022)	Red de ciclorrutas, bicicletas compartidas, planificación.	Propuesta de 4 ejes de ciclorrutas (24.74 km). Factibilidad técnica y legal.
(Asprilla Lara et al., 2017)	Señalización vertical/horizontal, seguridad vial, BRT.	Señalización calificada 3.48/5. Necesidad de mejorar visibilidad y legibilidad.
(Ledesma et al., 2024)	Campañas de comunicación y enfoques (emocional, racional).	Predominio de enfoques emocionales negativos. Escasa autoeficacia e innovación.
(Rodríguez-Hernández & Urrego, 2023)	Políticas públicas, estándares de seguridad vehicular.	Reducción de mortalidad con ESV. Necesidad de adoptar normas internacionales.
(Magnana et al., 2024)	Estado del tráfico, Acciones del agente	Tiempo de espera de ciclistas y vehículos mediante 3DQN = $\times 1.25$ vs unsecured. Mejor que actuated ($\times 1.71$).
(Viterbo et al., 2025)	Uso del algoritmo BIRCH y gemelos digitales para gestionar y optimizar semáforos en tiempo real.	Latencia V2X: IBM Watson IoT = 48.83 ms. Muy por debajo del umbral de 600 ms.
(Adarbah et al., 2024)	Algoritmo BIRCH + gemelos digitales aplicados al control adaptativo de semáforos.	Tasa media de parada de vehículos (%), evaluada en escenarios de tráfico bajo, moderado y alto, mostrando una reducción hasta del 12%.

(Castán Rocha et al., 2018)	Sistema de inferencia difusa integrado con metodología CBR para control de intervalos de luz verde.	Rendimiento del sistema (%), donde el uso de un sistema de inferencia difusa mejoró el rendimiento en un 18% en 10,000 experimentos.
(Hassanpour & Bigazzi, 2025)	Tipos de PMD (24 dispositivos, motorizados y no motorizados) y condiciones de uso en vías fuera de la calzada.	Percepción de comodidad, disparidad entre velocidad real y percibida, impacto diferenciado de dispositivos eléctricos vs. no eléctricos.
(Arefe et al., 2025)	Algoritmo de control semafórico multimodal con fases integradas para vehículos, peatones y bicicletas.	Tiempo de espera, emisiones de CO ₂ , eficiencia y equidad en la movilidad multimodal.
(Gálvez-Pérez et al., 2025)	Factores de colisión (tipo de vehículo, condiciones de luz, entorno urbano, horarios, características del municipio).	Gravedad de las lesiones de peatones mayores, diferencias respecto a peatones no mayores y condiciones de mayor o menor riesgo.
(Guío-Burgos et al., 2023)	Factores del cruce peatonal (tipo de vehículo, tipo de brecha, edad, género, movilidad, cruce en grupo, niños, correr, etc.).	La brecha peatonal aceptada, con un valor promedio de 5.4 segundos para cruzar una calle de dos carriles.
(Cardona et al., 2020)	Redireccionamiento vial en el sector gastronómico de Manizales.	Tiempo de viaje de acceso a la zona (≤ 45 minutos para el 100% de la población).
(Li et al., 2025)	Sistemas autónomos urbanos (vehículos, autobuses, robots de reparto) y escenarios de interacción con peatones/ciclistas.	Identificación de avances, retos y cinco brechas de investigación para mejorar seguridad, eficiencia y aceptación en movilidad autónoma.
(Flores Juca et al., 2024)	Implementación de carriles de bicicletas	Ricaurte 88.47% pendiente < 6%, Baños 50.76 %, El Valle 52.04%, Sinicay 66.45%; densidades 9664, 8831, 5267, 4208 hab/km ²
(García Sepúlveda & Ramírez Viveros, 2022)	Planificación de Movilidad Urbana Sostenible - Participación Ciudadana y Gobierno Abierto	Entre 2017 – 2020 hubo 77620 – 64058 accidentes, 7325 – 4306 heridos y 237 – 223 muertes por tránsito en Nuevo Leon
(Escobar et al., 2020)	Red de Infraestructura de Transporte - Velocidad Operativa	Tiempo Medio de Viaje (Accesibilidad), Gradiente de Variación Temporal
(Marino, 2024)	Infraestructura Física del Carril Bici - Discurso y Narrativa Política	Extensión ciclista: Bangu 5.41km, Copacabana 20.51km; densidad 139 vs 535 hab/ha; ingreso 653 vs 3769R\$; IDS 0.57 vs 0.73
(Alcaraz & Escudero, 2014)	Implementación y operación del programa "Ciclovía Recreativa"	Percepción y satisfacción de los usuarios - Impacto en la práctica de actividad física
(Cobos Gutiérrez, 2024)	Existencia y características de la infraestructura de ciclovías -	Ciclovía 5,1 km; 62 % hombres; 84 % adultos; 51 % estrato 3; 53 % secundaria; 156-143 usuarios encuestados.

	percepción de las dimensiones de la ciclovía	
(O'Donnell, 2023)	Existencia y distribución de la infraestructura ciclista - Calidad de la infraestructura ciclista	Ciudadanía y desigualdad - Indicadores de calidad de la infraestructura
(Flores & Pelenco, 2020)	Financiamiento federal - Programas de movilidad sustentable	Cambios en la infraestructura de movilidad - Impacto en patrones de movilidad y accesibilidad
(Guimarães et al., 2022)	Infraestructura ciclista - Factores sociodemográficos y climáticos	Patrones de uso de la bicicleta - Percepción de barreras y motivaciones
(Avalos et al., 2025)	El estudio analizó la incorporación de medidas de prevención de accidentes en el diseño de infraestructura vial.	La iluminación eficiente reduce accidentes en 30%, señalización mejora visibilidad 25%, materiales innovadores aumentan estabilidad 40%, drenaje eficiente disminuye siniestralidad 20%.
(Adu & Dorasamy, 2024)	Mejora de carreteras, la inversión en conectividad vial y la implementación de políticas de transporte en Ghana.	El modelo explica el 70% de la reducción de costos logísticos, con coeficiente $\beta = 0.4027$ y significancia $p < 0.001$.
(Martínez Rivillasa et al., 2010)	Ocho variables urbano-espaciales (población, transporte, vehículos, ciclорutas) y doce ambientales (emisiones CO ₂ , temperatura) de Bogotá entre 2004-2008.	Proyecciones al 2020: aumento de vehículos, emisiones CO ₂ ; déficit de suelo; necesidad de stock crítico vehicular y mayor captura de carbono.
(Quiroz Campas et al., 2020)	Evalúa carriles bici, subsidios y restricción vehicular, midiendo percepciones, riesgos, utilidad e intenciones de voto sostenible urbano.	El modelo explicó 60% de la varianza total, con alfas 0.771, 0.765 y 0.778, y correlaciones entre factores de 0.325, 0.436 y 0.412
(Eltit Neumann, 2011)	Implementar infraestructura ciclista, promover políticas educativas y fomentar bicicleta como transporte público sostenible, seguro y no motorizado en ciudades.	Bicicleta 2%, caminata 38%, bus 37%, auto 14%, parque automotriz 0,143 vehículos/hab, ciclovías 26 km, proyectadas 35,8 km.
(Tanikawa Obregón & Paz Gómez, 2021)	Se prioriza movilidad activa, infraestructura caminable, participación ciudadana y uso de tecnologías digitales, promoviendo transporte sostenible, seguro e inclusivo.	América Latina presenta 176 vehículos por 1000 habitantes, crecimiento 60%; 93% muertes viales en países medios-bajos, peatones 50% víctimas
(Quintero González, 2019)	Formular las estrategias de un Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible (DOTS) para Colombia.	La capacidad de transformación urbana que posee el transporte trasciende a la planeación e implementación del DOTS.

(Salcedo et al., 2007)	Diseño de modelo de tráfico vehicular que analiza circulación en vía principal de Bogotá mediante evaluación de semáforos y flujos existentes.	El modelo ANFIS aumentó velocidad promedio 33,3%, redujo densidad vehicular 42,6% y disminuyó vehículos en cola 61,7% respecto al sistema fijo.
(Pérez Stéfanov, 2021)	Políticas públicas, educación vial, participación ciudadana e interdisciplinariedad para fortalecer movilidad sostenible y mejorar seguridad vial urbana.	Costa Rica registra más de 10.000 muertes viales en 15 años, tasa máxima 17,85/100.000 habitantes, víctimas 80% hombres jóvenes.
(Silva Díaz & Muguerza Zárate, 2021)	Analizar la movilidad urbana en el centro histórico del distrito de Cajamarca, Perú	El 84% de vehículos circula con uno o ningún pasajero, 46% peatones inseguros, contaminación media-alta y congestión elevada afectan movilidad.
(Goyes-Balladares & Moya-Jiménez, 2022)	Condiciones de movilidad del centro de la ciudad de Ambato desde un enfoque de sostenibilidad.	El 37% usa automóvil, 34% transporte público, 13% modos no motorizados; 392 buses operan 22 rutas con 80 pasajeros promedio.
(Bocarejo, 2009)	Inversión en transporte público. Restricción al automóvil. Densificación urbana.	Distribución modal de viajes. Niveles de emisiones contaminantes. Inversión requerida en infraestructura.
(Dextre & Cebollada Frontera, 2014)	Conceptualización de la seguridad vial, incorporación de ciencias sociales, análisis sistémico.	La tasa de mortalidad en accidentes de tránsito, con 21.5 muertos por cada 100,000 habitantes en países de bajos ingresos.
(García Pereda & González Fraga, 2025)	Regulación del sector, flexibilización enseñanza, apertura centros, gestión exámenes, competencia efectiva.	El número de permisos de conducir expedidos anualmente en España, que es de aproximadamente 900,000.
(Guavita Hernandez et al., 2017)	Intersecciones a desnivel, movilidad urbana, seguridad vial, simulación con Vissim.	El porcentaje de aumento de la capacidad vial, como el 30.4% registrado tras la construcción de un paso elevado.
(Gibson et al., 2011)	Enfoque de oferta en planificación. Infraestructura determina localización actividades. Políticas públicas centradas en ciudadano.	Movilidad como derecho ciudadano. Desarrollo humano y capacidades. Nuevo proyecto de ciudad sostenible.
(Ferreira et al., 2022)	Implementación de infraestructura ciclista, incentivos, campañas educativas, gestión automovilística y servicios complementarios urbanos sostenibles.	Un incremento del 2% en uso de bicicleta ahorra 1,1 millones CO ₂ , 25 millones combustible, 500 mil aires, 140 millones salud.
(Valdéz Sánchez & Pérez Dávila, 2021)	Infraestructura ciclista, políticas públicas, incentivos económicos, campañas	Incremento uso bicicleta, reducción contaminación, ahorro económico,

	educativas, regulación urbana, promoción cultural, accesibilidad segura y sostenible.	mejoras salud pública, seguridad vial, inclusión social, sostenibilidad ambiental.
(Siordia Galindo & Galindo González, 2020)	Control de acceso, regulación normativa, educación ambiental, capacidad de carga, monitoreo, señalización, gestión sostenible.	Impacto en vegetación, erosión, compactación suelo, afectación fauna, contaminación, modificación paisaje, conservación ambiental, equilibrio ecosistémico.
(Nuri Barón, 2020)	Accesibilidad, caminata, ciclismo y espacio público.	Movilidad sostenible, seguridad percibida, bienestar urbano, elección modal y experiencia del usuario.
(Vázquez Nájera et al., 2021)	Género, hogar, trabajo, estudios, compras, convivencia y salud.	Motivos de viaje, tipo de transporte, correlación de movilidad – género y administración eficiente transporte.

Nota. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos con respecto a la búsqueda de artículos científicos. Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados de búsqueda se puede afirmar que el análisis de los 50 artículos seleccionados permitió agrupar los hallazgos en tres categorías principales relacionadas con la integración de ciclovías y señalización vial sostenible. Entre ellos el Impacto de la Infraestructura Ciclista en el Comportamiento Urbano, el Rol Articulador de la Señalización y la Tecnología y los Factores Sociotécnicos para la Aceptación y Sostenibilidad.

DISCUSIÓN

Los resultados revelan que la construcción de ciclovías es insuficiente; además el estudio de (Vizcarra Silvestre et al., 2024) cuantifica un alarmante 74.3% de usuarios "nada satisfechos", atribuyendo este fracaso a deficiencias materiales (70%) y de seguridad (75.7%), esto se complementa con los hallazgos de (Quiroz Campas et al., 2020) cuyo modelo explicó el 60% de la varianza en la percepción de movilidad, identificando los riesgos percibidos como barrera crucial. La planificación que ignora estas dimensiones cualitativas condena al fracaso las intervenciones.

Es importante mencionar que las soluciones tecnológicas muestran impactos medibles, entre ellos los algoritmos de (Magnana et al., 2024) redujeron el tiempo de espera de ciclistas versus sistemas no seguros, mientras (Adarbah et al., 2024) lograron hasta 12% de reducción en paradas vehiculares; por otro lado, (Hassanpour & Bigazzi, 2025) revelan disparidades entre velocidad real y percibida en usuarios de micromovilidad, destacando que la señalización debe abordar tanto dimensiones objetivas como subjetivas de la seguridad.

La síntesis de (Avalos et al., 2025) cuantifica reducciones del 30% en accidentes con mejor iluminación y (García Sepúlveda & Ramírez Viveros, 2022) destacan la participación ciudadana como esencial para la sostenibilidad, por ello el equilibrio entre los resultados y las percepciones usuarias constituye la base para una movilidad verdaderamente sostenible.

CONCLUSIONES

La integración efectiva de ciclovías y señalización vial sostenible requiere un enfoque mixto que combine evidencias cuantitativas y cualitativas; los datos muestran que mejoras técnicas específicas generan impactos medibles, entre ellos la señalización visible la cual reduce accidentes en 25% (Avalos et al., 2025), sistemas semafóricos inteligentes disminuyen tiempos de espera (Magnana et al., 2024), y materiales de calidad aumentan la estabilidad en 40%; sin embargo, estas medidas deben complementarse con la evaluación cualitativa de la percepción usuario, donde dimensiones como la sensación de seguridad emergen como pensador crítico del uso continuo.

La sostenibilidad de estas intervenciones depende de integrar la infraestructura cuantificablemente eficiente, tecnologías validadas (como gemelos digitales que reducen paradas vehiculares en 12%), y procesos participativos que capturen percepciones ciudadanas; considerando también el fracaso documentado en casos como Tacna (74.3% de insatisfacción) evidencia las consecuencias de priorizar medidas de cobertura sobre indicadores cualitativos de satisfacción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adarbah, H. Y., Sookhak, M., & Atiquzzaman, M. (2024). A digital twin-based traffic light management system using BIRCH algorithm. *Ad Hoc Networks*, 164, 13. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2024.103613>
- Adesina, J. A., Tang, X., Uduma-Olugu, N., & Adebamowo, M. (2024). Regenerating Urban Landscapes through Wetlands Restoration and Outdoor Open Space Connectivity: Off-road Bicycle Lane Planning Principles for Tourism Development. *Turismo: Visão e Ação*, 27, 19. <https://doi.org/10.14210/tva.v27.20521>
- Adu, J. P., & Dorasamy, N. (2024). Road Infrastructure, Supply Chain Costs Reduction, and Road Safety in Economic Geography Perspective. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(6), 26. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n6-042>

- Alcaraz, N. P., & Escudero, H. M. (2014). *Sistematización de la experiencia Ciclovía recreativa de la Secretaría de Deporte y Recreación del municipio de Itagüí (Antioquia) entre los años 2012-2013*. 3(2), 38.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/20080/16968>
- Arefe, C. A., Sakib, N., Rahman, M. M., & Islam, K. M. (2025). Optimization of semi-synchronized multi-modal urban traffic signal through stochastic computer simulation. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 29(7), 16.
<https://doi.org/10.1016/j.kscej.2024.100135>
- Asprilla Lara, Y., García De Quevedo, F., González Pérez, M. G., Asprilla Lara, Y., García De Quevedo, F., & González Pérez, M. G. (2017). Señalización y seguridad vial en buses de tránsito rápido: El transmilenio en Bogotá. *Infraestructura Vial*, 19(33), 15-25. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2215-37052017000100015&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Avalos, E., Universidad César Vallejo, Palomino, P., Universidad César Vallejo, Muñoz, D., & Universidad César Vallejo. (2025). Incorporación de medidas de prevención de accidentes en el diseño de infraestructura vial: Una revisión sistemática. *Espacios*, 46(03), 194-205.
<https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n03p15>
- Bocarejo, J. P. (2009). Long Term Prospective of Urban Mobility in Bogotá and Sustainable Policies. *Revista de Ingeniería*, 29, 75-81.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-49932009000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Cardona, S., Escobar, D. A., & Moncada, C. A. (2020). Análisis de ordenamiento de la movilidad en el bulevar gastronómico de Milán, Manizales (Colombia). *Información tecnológica*, 31(1), 301-310. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000100301>
- Castán Rocha, J. A. C., Martínez, S. I., Menchaca, J. L., Villanueva, J. D. T., Berrones, M. G. T., Cobos, J. P., & Agundis, D. U. (2018). Fuzzy Rules to Improve Traffic Light Decisions in Urban Roads. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 10(02), 36-45.
<https://doi.org/10.4236/jilsa.2018.102003>
- Cobos Gutiérrez, C. E. (2024). DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE CICLOVÍAS EN ÁREAS URBANAS: CASO DE LA URBANIZACIÓN RETABLO, COMAS. *HORIZONTE EMPRESARIAL*, 11(1), 397-403.

- <https://doi.org/10.26495/qt639w16>
- Dextre, J. C., & Cebollada Frontera, À. (2014). Notas en torno a la Seguridad Vial: Una revisión desde las ciencias sociales. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 60(2), 419-433. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.103>
- Douglas, R. A., Florindo, A. A., Paula, I. V. F. D., Sarti, F. M., Mota, J., Santos, M. P., Knebel, M. T. G., De Souza Wanderley Júnior, R., & Garcia, L. M. T. (2024). Como melhorar a mobilidade ativa em São Paulo, Brasil? Inquérito com lideranças de organizações não governamentais e com gestores públicos e privados. *Cadernos de Saúde Pública*, 40(5), 14. <https://doi.org/10.1590/0102-311xpt117323>
- Eltit Neumann, V. X. (2011). Transporte urbano no motorizado: El potencial de la bicicleta en la ciudad de Temuco. *Revista INVI*, 26(72), 153-184. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582011000200006>
- Escobar, D. A., Ruiz, S., & Moncada, C. A. (2020). Evolución de las condiciones de accesibilidad media global ofrecida por la red de infraestructuras del transporte en Manizales—Colombia. *Información tecnológica*, 31(6), 3-16. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000600003>
- Ferraz, M. V., Lobo, F. J. C., Rajão, H., Pires, J. P. D. A., & Sartori, R. A. (2025). Green infrastructure of Brazilian bike paths: Cyclists' perception and afforestation in Rio de Janeiro City. *Ornamental Horticulture*, 31, 12. <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v31.e312833>
- Ferreira, J. P., Isidoro, C., Moura E Sá, F., & Mota, J. C. (2022). O valor económico da bicicleta à escala local: *Finisterra*, 87-107 Páginas. <https://doi.org/10.18055/FINIS25261>
- Flores, J. A. J., & Pelenco, T. T. (2020). Financiamiento a la movilidad motorizada y no motorizada. Ciclovía en Nezahualcóyotl y estación Cuautitlán, Zona Metropolitana del Valle de México. *Revista Transporte y Territorio*, 22, 132-158. <https://doi.org/10.34096/rtt.i22.5490>
- 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. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 7(1), 20-39. <https://doi.org/10.37135/ns.01.13.02>
- Florindo, A. A., Goulardins, G. S., & Teixeira, I. P. (2023). Ciclovias, atividade física no

- lazer e hipertensão arterial: Um estudo longitudinal. *Estudos Avançados*, 37(109), 105-124. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2023.37109.008>
- Gálvez-Pérez, D., Guirao, B., & Ortuño, A. (2025). Enhancing safe walking in an ageing society: Insights into injury severity of older pedestrian traffic crashes in urban environments. *Journal of Transport & Health*, 42, 19. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2025.102022>
- García Pereda, A., & González Fraga, A. (2025). Cómo modernizar la formación vial: Propuestas para un sector más competitivo y eficiente. *ICE, Revista de Economía*, 939, 199-212. <https://doi.org/10.32796/ice.2025.939.7914>
- García Sepúlveda, S. A., & Ramírez Viveros, A. (2022). Movilidad urbana como vía para el desarrollo sostenible: Caso Nuevo León. *Política, Globalidad y Ciudadanía*, 9(17), 01-19. <https://doi.org/10.29105/pgc9.17-10>
- Gibsone, C. D., Jolly, F., Vilches, A. M., & Parra, F. R. (2011). Algunas reflexiones sobre la movilidad urbana en Colombia desde la perspectiva del desarrollo humano. 16(2), 485-514. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012244092011000200007
- Goyes-Balladares, A. C., & Moya-Jiménez, R. C. (2022). Aprovechamiento y presentación de potencialidades sostenibles en el modelo de movilidad urbana del centro de la ciudad de Ambato. *Revista Hábitat Sustentable*, 12(2), 66-83. <https://doi.org/10.22320/07190700.2022.12.02.05>
- Guavita Hernandez, C. L., López Jurado, L. M., & Garzón Soler, N. A. (2017). *CAPACIDAD ENINTERSECCIONES A DESNIVEL PARA ZONAS URBANAS: UN ESTADO DEL ARTE* *Capacity of underpass and overpass intersections in urban*. 10. <http://hdl.handle.net/11396/4981>
- Guimarães, I. F., Ribeiro, J. A. B., Nicoes, C. R., Bacchieri, G., Reichert, F. F., & Crochemore-Silva, I. (2022). Aspectos sociodemográficos, barreiras e motivações de ciclistas de uma cidade sul- brasileira: Um estudo de métodos mistos. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27(3), 1249-1262. <https://doi.org/10.1590/1413-81232022273.01392021>
- Guío-Burgos, F. A., Combariza-Pinzón, M. J., & Cerquera Escobar, F. Á. (2023). Pedestrian gaps and walking speed at uncontrolled midblock crosswalks. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 107, 26-38. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20220371>
- Hassanpour, A., & Bigazzi, A. (2025). Perceptions toward pedestrians and micromobility

- devices in off-street cycling facilities and multi-use paths in metropolitan Vancouver, Canada. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 109, 951-964. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2025.01.021>
- Krippendorff, K. (2019). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- Ledesma, R. D., Tosi, J. D., López, S. S., Ferraro-Boggan, M. A., & Poó, F. M. (2024). Comunicación en Seguridad Vial: Análisis Crítico de Anuncios sobre Velocidad en Latinoamérica. *Psicodebate*, 24(2), 7-20. <https://doi.org/10.18682/pd.v24i2.10673>
- Li, D., Mao, W., Pereira, F. C., Xiao, Y., Su, X., & Krueger, R. (2025). Analyzing the behaviors of pedestrians and cyclists in interactions with autonomous systems using controlled experiments: A literature review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 114, 270-307. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2025.05.031>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Magnana, L., Rivano, H., & Chiabaut, N. (2024). A deep reinforcement learning solution to help reduce the cost in waiting time of securing a traffic light for cyclists. *Journal of Cycling and Micromobility Research*, 2, 10. <https://doi.org/10.1016/j.jcmr.2024.100046>
- Marino, F. U. (2024). Mobility, citizenship, and inequality: Analyzing the cycling infrastructure of Rio de Janeiro. *Cadernos Metr pole*, 26(60), 663-684. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2024-6012.e>
- Martínez Rivillasa, A., Barragán Zaqueb, W., & Campos Orjuela, A. (2010). Modelo de evaluación de la sostenibilidad territorial de Bogotá: Una propuesta multicriterio con enfoque modelizador de la movilidad de las ciudades. *Revista de Ingeniería*, 31, 16-29. <https://doi.org/10.16924/revinge.31.2>
- Moreno, R., Lora-González,  ., Gal n, C., & Zamora-Díaz, R. (2024). Propuesta metodológica para la identificación de potenciales corredores verdes urbanos. Estudio de caso: Temuco, Chile. *Revista de Arquitectura*, 26(2), 189-204.

- <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5503>
- Nuri Barón, G. (2020). La transición urbana y social hacia un paradigma de movilidad sostenible. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 80, 153-172. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi80.3701>
- O'Donnell, J. (2023). De la «visión ciclista» al «carril bici de la muerte»: La vida social de las infraestructuras urbanas. *ESTUDOS AVANÇADOS*, 45-62. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2023.37107.004en>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pérez Stéfanov, B. (2021). Aportes de las ciencias sociales al abordaje teórico y práctico para el estudio de la movilidad sostenible y la seguridad vial. *Revista ABRA*, 41(63), 33-54. <https://doi.org/10.15359/abra.41-63.2>
- Quintero González, J. R. (2019). Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible (DOTS). Una prospectiva para Colombia. *Bitácora Urbano Territorial*, 29(3), 59-68. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.6597>
- Quintero González, J. R. (2022). Planificación del uso de bicicletas en ciudades intermedias: Propuesta de una red de ciclorrutas para Tunja, Colombia. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 9(2), 117-136. 91032022000200117&lng=en&nrm=iso&tlng=es http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2462-
- Quiroz Campas, C. J., Bustos Aguayo, J. M., Juárez Nájera, M., Bolivar Mojica, E., & García Lirios, C. (2020). Modelo estructural del factor exploratorio de la percepción de movilidad en ciclovías. *Propósitos y Representaciones*, 8(1), 14. <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.422>
- Rodríguez-Hernández, J. M., & Urrego, D. C. (2023). Medidas poblacionales para la seguridad vial: Más allá de la responsabilidad individual. *Salud UIS*, 55(1), 7. <https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23033>
- Salcedo, O., Pedraza, L. F., & Hernandez, C. A. (2007). Intelligent Model Traffic Light for the City of Bogota. *2008 Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference*, 11(2),

- 354-359. <https://doi.org/10.1109/CERMA.2008.99>
- Silva Díaz, H. S., & Mugerza Zárate, A. V. (2021). Análisis de la movilidad urbana del centro histórico del distrito de Cajamarca, Perú. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 8(3), 37-60. <https://doi.org/10.15446/cep.v8n3.95283>
- Siordia Galindo, S., & Galindo González, L. (2020). Impacto ambiental por el ciclismo de montaña en el bosque La Primavera y una propuesta de educación ambiental. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21), 23. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.810>
- Tanikawa Obregón, K., & Paz Gómez, D. M. (2021). El peatón como base de una movilidad urbana sostenible en Latinoamérica: Una visión para construir ciudades del futuro. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 50, 29-34. <https://doi.org/10.15446/rbct.n50.94842>
- Valdéz Sánchez, I. C., & Pérez Dávila, E. (2021). La dinámica económica del uso de la bicicleta y su impacto en el desarrollo sostenible. *A&P Continuidad*, 8(14), 15. <https://doi.org/10.35305/23626097v8i14.296>
- Vázquez Nájera, L., Martínez Ortega, Ma. D. L. Á., & Jiménez García, M. (2021). La administración del transporte urbano: Alternativa de uso sustentada en la educación sostenible. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(22), 26. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.957>
- Viterbo, R., Campolo, F., Cerutti, M., Shanker Awasthi, S., Arrigoni, S., Brambilla, M., Nicoli, M., & gu. (2025). A 5G Roadside Infrastructure Assisting Connected and Automated Vehicles in Vulnerable Road User Protection. *IEEE Open Journal of Intelligent Transportation Systems*, 6, 346-362. <https://doi.org/10.1109/OJITS.2025.3552849>
- Vizcarra Silvestre, R. F., Pajuelo Camones, C. H., Sotelo-Gonzáles, S., Valdivia Oroya De Rodríguez, N. B., & Gonzáles Walstrohm, C. J. (2024). Public policies and their ephemeral response in the cycle paths executed within the monumental area of Tacna, Perú 2023. *ESTOA*, 13(25), 201-210. <https://doi.org/10.18537/est.v013.n025.a12>