

DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS EN LA LOTIZACIÓN MARÍA JOSÉ, CANTÓN JIPIJAPA, ECUADOR: UNA PROPUESTA BASADA EN LAS NORMAS NEVI-12 Y MOP 2003

URBAN ROAD GEOMETRIC DESIGN IN THE MARÍA JOSÉ SUBDIVISION, JIPIJAPA CANTON, ECUADOR: A PROPOSAL BASED ON NEVI-12 AND MOP 2003 STANDARDS

Lucy Elizabeth Solórzano Villegas ^{1*}

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa – Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9903-5304>. Correo: lucy.solorzano@unesum.edu.ec

Luis Alfonso Moreno Ponce ²

² Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa – Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9880-1310>. Correo: luis.moreno@unesum.edu.ec

Ivanova Claribel Orejuela Mendoza ³

³ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa – Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5266-0120>. Correo: ivanova.orejuela@unesum.edu.ec

Jordy Guillermo Franco Victores ⁴

⁴ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa – Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5020-6764>. Correo: jordi.franco@unesum.edu.ec

*** Autor para correspondencia: lucy.solorzano@unesum.edu.ec**

Resumen

El artículo analiza el diseño geométrico de las vías urbanas de la lotización María José, ubicada en el cantón Jipijapa, Ecuador, como respuesta a los problemas de accesibilidad, seguridad y movilidad derivados del mal estado de las vías actuales. El estudio, de enfoque descriptivo y exploratorio, integra técnicas de levantamiento topográfico y análisis de tráfico vehicular, empleando herramientas tecnológicas como Civil 3D y siguiendo las normativas NEVI-12 (2013) y MOP 2003. Los resultados evidencian mejoras significativas en la transitabilidad, seguridad vial y sostenibilidad del diseño propuesto. La inclusión de parámetros técnicos,



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

como radios mínimos de curva y pendientes moderadas, asegura la adaptabilidad del diseño a las condiciones locales y su alineación con estándares internacionales. Además, se subraya la necesidad de monitorear el impacto del diseño, implementar ajustes en función del crecimiento vehicular y considerar elementos ambientales en futuros proyectos. Este modelo ofrece una solución replicable en áreas urbanas emergentes con características similares, contribuyendo a una planificación urbana sostenible.

Palabras clave: diseño geométrico; movilidad urbana; sostenibilidad; Jipijapa; NEVI-12; MOP 2003

Abstract

This article evaluates the geometric design of urban roads in the María José subdivision, located in Jipijapa Canton, Ecuador, addressing accessibility, safety, and mobility issues caused by the poor condition of existing roads. Using a descriptive and exploratory approach, the study incorporates topographic surveys and vehicular traffic analysis, supported by advanced tools like Civil 3D and compliance with NEVI-12 (2013) and MOP 2003 standards. Results reveal significant improvements in road transitability, safety, and design sustainability. Key technical parameters, such as minimum curve radii and moderate slopes, ensure the design's adaptability to local conditions and alignment with international standards. Additionally, the study emphasizes the importance of monitoring the design's impact, adapting to traffic growth, and integrating environmental considerations in future interventions. This model provides a replicable solution for urban areas with similar characteristics, contributing to sustainable urban planning.

Keywords: geometric design; urban mobility; sustainability; Jipijapa; NEVI-12; MOP 2003

Fecha de recibido: 16/10/2024

Fecha de aceptado: 02/12/2024

Fecha de publicado: 03/12/2024

Introducción

El diseño geométrico de vías urbanas es esencial para garantizar un tránsito eficiente y seguro en áreas urbanizadas, particularmente en regiones en desarrollo como Jipijapa, Ecuador. Este proceso abarca la planificación y adecuación de infraestructuras viales conforme a normativas técnicas específicas, las cuales son fundamentales para optimizar el flujo vehicular, reducir accidentes y mejorar la conectividad territorial. Estudios como el de Kosasih et al. (1987) han subrayado la importancia de adaptar normativas internacionales a las necesidades locales de países en desarrollo, destacando cómo estas adaptaciones mejoran la seguridad y eficiencia operativa de las vías.

La lotización María José, ubicada en el cantón Jipijapa, representa un caso crítico de problemas de movilidad urbana. Esta zona carece de infraestructura vial adecuada, lo que se traduce en vías sin pavimentar y configuraciones geométricas deficientes que dificultan la transitabilidad y la seguridad vial. Estos problemas no solo generan riesgos de accidentes, sino que también limitan el acceso de los residentes a servicios básicos



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

como transporte público, educación y atención médica. Además, el mal estado de las vías contribuye al deterioro ambiental debido al polvo y lodo generados, afectando la salud de la población local y aumentando los costos de mantenimiento vehicular. En términos económicos, la falta de una infraestructura vial adecuada retrasa el desarrollo comercial y limita la competitividad de la región, exacerbando las desigualdades socioeconómicas.

En Ecuador, las normativas NEVI-12 (2013) y MOP 2003 son la base para el diseño geométrico de carreteras y vías urbanas. Estas regulaciones establecen parámetros técnicos para elementos como alineamientos horizontales y verticales, secciones transversales y radios mínimos de curvas, con el objetivo de garantizar la seguridad y funcionalidad de las infraestructuras viales. En el contexto de Jipijapa, estas normativas abordan brechas específicas como la falta de alineamientos horizontales adecuados, pendientes pronunciadas que incrementan el riesgo de accidentes, y la ausencia de infraestructura peatonal. Su implementación permite optimizar el diseño geométrico para satisfacer las demandas locales, garantizando la seguridad y funcionalidad vial incluso en áreas con recursos limitados.

Estos problemas afectan negativamente tanto la calidad de vida de los habitantes como el desarrollo socioeconómico de la región. La congestión vehicular, las configuraciones geométricas inadecuadas y la falta de infraestructura peatonal son elementos críticos que requieren atención. En este sentido, investigaciones como las de Jraiw (2003) y Brenac (1996) destacan que estrategias de diseño geométrico adecuadas pueden no solo mejorar la seguridad vial, sino también abordar problemas de congestión en áreas urbanas.

El objetivo de este artículo es desarrollar un diseño geométrico para las vías urbanas de la lotización María José que no solo cumpla con las normativas técnicas nacionales e internacionales, sino que también aborde estas problemáticas de manera integral. En particular, el diseño propuesto se enfoca en:

- Optimizar los alineamientos horizontales y verticales para garantizar la seguridad vial.
- Incorporar pendientes moderadas y radios mínimos adaptados a las condiciones locales del terreno, siguiendo las recomendaciones de Islam et al. (2019).
- Mejorar la transitabilidad mediante el uso de secciones transversales que prioricen tanto el tránsito vehicular como la accesibilidad peatonal.

Además, este estudio incorpora un enfoque orientado a la sostenibilidad, siguiendo los lineamientos de Schepers et al. (2018), quienes enfatizan que los diseños que favorecen el transporte activo y público no solo mejoran la seguridad vial, sino también la calidad de vida urbana. Al integrar métodos avanzados de análisis y diseño con una comprensión de las condiciones locales, este estudio busca proporcionar una solución replicable para problemas similares en otras regiones con características comparables.

Materiales y métodos

El presente estudio adoptó un enfoque descriptivo y exploratorio con una metodología de investigación mixta, que combina técnicas cualitativas y cuantitativas. Este enfoque permitió analizar tanto los aspectos técnicos del diseño geométrico de las vías urbanas como las percepciones y necesidades de los habitantes de la lotización María José. Además, se integraron herramientas tecnológicas avanzadas y análisis normativo para garantizar la aplicabilidad de los resultados en un contexto real.



Técnicas y herramientas utilizadas

1. Levantamiento topográfico:

Se utilizó tecnología de medición precisa, como receptores GNSS RTK (Real Time Kinematic) y software especializado (Civil 3D), para registrar el perfil del terreno, elevaciones, alineamientos y curvas necesarios para el trazado geométrico. La herramienta Civil 3D fue seleccionada debido a su capacidad para modelar terrenos de manera precisa, integrar datos topográficos con proyecciones de tráfico y generar diseños geométricos alineados con normativas técnicas. En comparación con métodos manuales o software menos especializado, Civil 3D permite minimizar errores y optimizar recursos, lo que ha sido respaldado por estudios como el de Stipancic et al. (2019).

2. Estudio de tráfico (TPDA):

El análisis del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) se basó en conteos vehiculares realizados durante siete días consecutivos, considerando el flujo vehicular diario promedio entre las 06:00 y las 18:00 horas. Los datos se ajustaron conforme a las normativas MOP 2003, incorporando supuestos clave como:

- Crecimiento vehicular proyectado al 3% anual, basado en patrones históricos de la región.
- Factores de ajuste por estacionalidad y días festivos, asegurando que las proyecciones reflejen condiciones realistas.
- Estas proyecciones permitieron diseñar una infraestructura capaz de soportar el incremento esperado en el flujo vehicular, garantizando su viabilidad a largo plazo.

3. Normativas aplicadas:

- **NEVI-12 2013:** Proporcionó los lineamientos para el diseño geométrico de vías urbanas, particularmente en alineamientos horizontales, radios mínimos y pendientes máximas.
- **MOP 2003:** Estableció estándares clave para secciones transversales, señalización y drenaje vial. Estas normativas se aplicaron para abordar problemas identificados en la lotización María José, como pendientes pronunciadas, radios insuficientes y falta de infraestructura peatonal.

Fases del diseño geométrico

El diseño geométrico de las vías urbanas se desarrolló en cuatro fases principales:

1. Fase preliminar:

- Recopilación y análisis de datos topográficos y de tráfico.
- Revisión de normativas y requisitos técnicos aplicables.

2. Fase de diseño:

- Elaboración del trazado geométrico horizontal y vertical en Civil 3D, adaptado a las condiciones locales del terreno.



- Definición de parámetros técnicos como radios mínimos y pendientes según las normativas aplicadas.

3. Fase de validación:

- Verificación del diseño geométrico para garantizar su cumplimiento con las normativas NEVI-12 y MOP 2003.
- Ajustes necesarios para optimizar la seguridad y funcionalidad.

4. Fase de optimización:

- Realización de ajustes finales para maximizar la eficiencia del diseño, minimizar costos y garantizar su sostenibilidad.

Justificación metodológica

La combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas, junto con el uso de herramientas tecnológicas avanzadas como Civil 3D, permitió desarrollar un diseño geométrico que satisface los requerimientos normativos y aborda las necesidades específicas de la población local. Civil 3D fue seleccionado por su capacidad para modelar terrenos complejos, reducir errores en las etapas de diseño y optimizar recursos, como lo respaldan estudios previos (Stipancic et al., 2019). Este enfoque asegura que los resultados sean replicables y aplicables a otros contextos con características similares.

Resultados y discusión

Levantamiento topográfico

El análisis del terreno realizado en la lotización María José revela características predominantemente planas, similares a estudios en áreas urbanas de América Latina que también destacan cómo terrenos con pocas variaciones altimétricas facilitan el diseño vial eficiente. Por ejemplo, Álvarez et al. (2020) identificaron que las zonas planas disminuyen la complejidad en la planificación de curvas y pendientes, reduciendo el riesgo de accidentes asociados a configuraciones geométricas complejas.



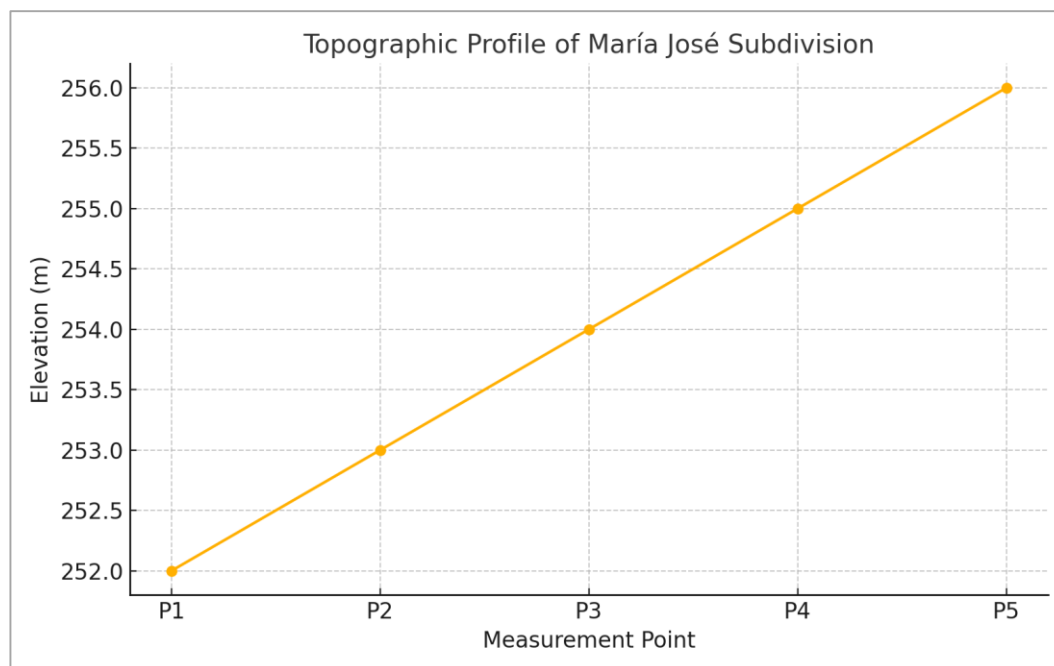


Figura 1. Perfil topográfico de la lotización María José.

La figura 1 muestra la estabilidad altimétrica del terreno, destacando su adecuación para el diseño de vías con alineamientos eficientes y costos reducidos en obras de nivelación.

Estudio de tráfico

El conteo vehicular en la lotización María José registró un promedio diario de 234 vehículos, cifra que, aunque moderada, refleja patrones de crecimiento vehicular similares a los documentados en otras ciudades de la región. Según Yañez-Pagans et al. (2019), las proyecciones de tráfico en ciudades de América Latina frecuentemente subestiman el impacto del crecimiento vehicular, lo que podría requerir inversiones adicionales en infraestructura para mitigar problemas de congestión a largo plazo.



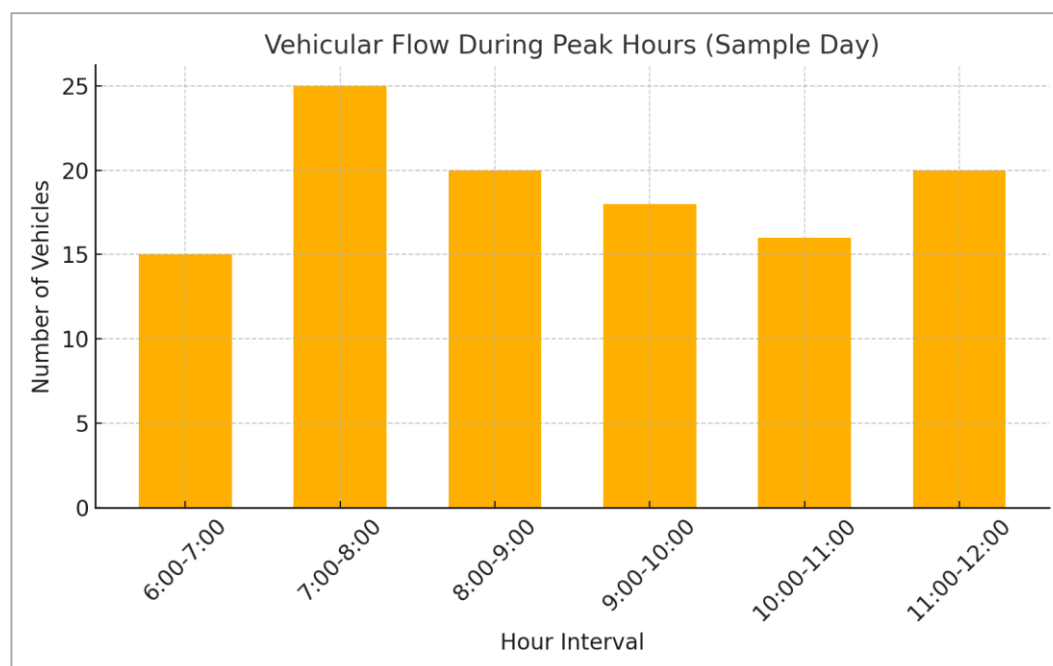


Figura 2. Flujo vehicular diario en la lotización María José.

La figura 2 ilustra el comportamiento del tráfico diario, destacando los picos de mayor flujo vehicular, lo que es crucial para definir capacidades de carga vial y estrategias de señalización.

Diseño geométrico

El diseño geométrico propuesto, que incluye radios mínimos adaptados a velocidades de 40 km/h y pendientes máximas del 6%, se alinea con los estándares internacionales y aborda los retos de seguridad identificados. Estudios como el de Schepers et al. (2018) en zonas urbanas densas sugieren que el uso de pendientes moderadas y radios adecuados mejora significativamente la seguridad vial y promueve el uso de modos de transporte sostenibles.

Además, las secciones transversales diseñadas (6 m de calzada y aceras de 1.2 m) son coherentes con estudios de Gómez et al. (2015), quienes destacan que el diseño urbano inclusivo, con espacio suficiente para peatones, mejora tanto la seguridad como la calidad de vida urbana.



Tabla 1. Resumen de parámetros principales del diseño geométrico.

Parámetro	Valor	Descripción
Pendiente máxima	6%	Cumple con las normativas NEVI-12 y MOP 2003, garantizando seguridad y funcionalidad en terrenos planos.
Radio mínimo adoptado	40 km/h	Diseñado para garantizar la fluidez del tráfico en alineamientos horizontales.
Capacidad vehicular proyectada	234 vehículos diarios (proyección a 20 años)	Basado en el conteo vehicular actual y la proyección de tráfico futuro.

La tabla 1 resume los valores clave obtenidos durante el diseño geométrico, destacando su alineación con las normativas y su enfoque en la seguridad y sostenibilidad.

Discusión

El diseño geométrico propuesto para las vías urbanas de la lotización María José destaca por su cumplimiento estricto con las normativas NEVI-12 (2013) y MOP 2003, enfocándose en resolver los desafíos de accesibilidad, transitabilidad y seguridad vial. Estas características no solo lo posicionan como técnicamente sólido, sino también como alineado con estándares internacionales ampliamente aceptados, promoviendo un desarrollo urbano sostenible y funcional.

El proyecto encuentra respaldo en investigaciones similares que han demostrado la efectividad de diseños geométricos bien planificados en contextos urbanos. Parrado y García (2017) observaron que el uso de alineamientos horizontales optimizados y pendientes moderadas reduce significativamente el riesgo de accidentes y mejora el flujo vehicular en zonas urbanas densas. De manera similar, en María José, la inclusión de radios mínimos y secciones transversales adaptadas a las necesidades peatonales y vehiculares refuerzan estas observaciones, proporcionando soluciones prácticas para un tránsito eficiente y seguro.

Por otro lado, el enfoque integral del diseño, que incluye consideraciones sociales y ambientales, como aceras amplias y pendientes ajustadas, refleja los hallazgos de Schepers et al. (2018). Estos autores subrayan que los diseños que promueven modos de transporte activos y seguridad peatonal mejoran no solo la movilidad, sino también la cohesión social y la calidad del entorno urbano. Adicionalmente, Gómez et al. (2015) remarcaron la importancia de la accesibilidad universal en las configuraciones viales para garantizar una infraestructura inclusiva que responda a las necesidades de toda la comunidad.

Sin embargo, las experiencias documentadas por Yañez-Pagans et al. (2019) en ciudades de América Latina advierten sobre la posibilidad de subestimar los impactos de un crecimiento vehicular sostenido, lo cual podría generar la necesidad de ajustes posteriores en la infraestructura. En este contexto, es crucial incorporar sistemas de monitoreo continuo y realizar simulaciones de tráfico que permitan anticipar y mitigar futuros desafíos.

Recomendaciones

1. Implementación prioritaria: Hay que asegurar que el diseño geométrico se ejecute según los estándares establecidos, con asignación adecuada de recursos financieros, técnicos y humanos para garantizar su efectividad.



2. Monitoreo a largo plazo: Desarrollar un sistema de indicadores clave de desempeño (KPI) que evalúe continuamente la seguridad, capacidad y sostenibilidad del diseño, permitiendo ajustes oportunos en caso necesario.
3. Estudios futuros: Realizar análisis adicionales que consideren impactos ambientales específicos y utilicen modelos de simulación de tráfico para validar proyecciones y escenarios de crecimiento vehicular.
4. Participación comunitaria: Involucrar a los habitantes de la lotización María José en el proceso de monitoreo y evaluación. Esto no solo fomentará la apropiación del proyecto, sino que también garantizará que el diseño responda a las necesidades cambiantes de la comunidad.

Líneas de investigación futuras

- Análisis del impacto ambiental: Evaluar los efectos ambientales del diseño propuesto, como la gestión del agua superficial, la reducción de emisiones vehiculares y la integración de elementos verdes en las infraestructuras viales. Considerar estrategias de mitigación ambiental para minimizar impactos negativos durante la construcción y operación.
- Simulación de tráfico bajo diferentes escenarios: Realizar simulaciones de tráfico que contemplen diversas tasas de crecimiento vehicular, cambios en los patrones de uso del suelo y eventos excepcionales, como desastres naturales o períodos de alta demanda. Utilizar modelos avanzados para prever congestión y optimizar futuras expansiones viales.
- Adaptación a contextos rurales y semiurbanos: Investigar cómo este modelo puede ajustarse para atender las necesidades de conectividad en áreas rurales, donde los problemas de accesibilidad y recursos suelen ser más acentuados.

Finalmente, este proyecto refuerza el compromiso con una planificación urbana sostenible y resiliente, estableciendo un precedente valioso para futuras intervenciones viales que busquen equilibrar las necesidades técnicas y humanas en contextos similares. Al ampliar su aplicación a nivel nacional e internacional, este enfoque tiene el potencial de transformar los sistemas de movilidad urbana y contribuir significativamente al desarrollo sostenible.

Llamado a la acción

Los autores de la presente investigación instan a los tomadores de decisiones, tanto a nivel local como nacional, a considerar este modelo como una guía para el desarrollo de infraestructura vial en áreas urbanas similares. Este diseño no solo aborda las necesidades inmediatas de accesibilidad y seguridad, sino que también prioriza la sostenibilidad y el bienestar de las comunidades beneficiadas. Implementar estrategias basadas en este enfoque puede impulsar un desarrollo urbano más equitativo, reducir los riesgos asociados con el crecimiento vehicular y establecer un estándar replicable a nivel internacional. La colaboración entre entidades gubernamentales, comunidades locales y expertos técnicos será crucial para maximizar el impacto positivo de este tipo de proyectos.



Conclusiones

El diseño geométrico propuesto para las vías urbanas de la lotización María José ofrece una solución integral que combina criterios técnicos, sociales y ambientales, mejorando significativamente las condiciones de transitabilidad, seguridad vial y accesibilidad en la zona. La estricta adherencia a normativas nacionales, como NEVI-12 (2013) y MOP 2003, junto con consideraciones específicas de sostenibilidad y necesidades locales, garantiza la viabilidad técnica del proyecto y su alineación con los estándares internacionales.

Además, este estudio constituye un modelo replicable que puede aplicarse en diversas regiones con características urbanísticas y topográficas similares, incluyendo áreas con mayores variaciones altimétricas o limitaciones en recursos técnicos y financieros. Su flexibilidad permite adaptarlo a contextos urbanos emergentes en América Latina y otras regiones en desarrollo, proporcionando una guía para abordar problemas de movilidad en entornos con condiciones variadas. La metodología empleada, que incluye análisis topográficos detallados, proyecciones de tráfico a largo plazo y diseños inclusivos, fomenta tanto la movilidad activa como la seguridad vial, mientras prioriza la sostenibilidad ambiental y social.

Se enfatiza también la importancia de establecer sistemas de monitoreo continuo que evalúen el impacto del diseño geométrico implementado. Esto permitirá realizar ajustes oportunos para mantener su funcionalidad frente a condiciones cambiantes, como el crecimiento vehicular, los patrones de uso del suelo y las demandas sociales. Este enfoque no solo garantizará la funcionalidad del diseño a largo plazo, sino que también maximizará sus beneficios sociales, ambientales y económicos, reforzando la resiliencia de las comunidades beneficiadas.

Referencias

- Álvarez, P., Fernández, M. A., Gordaliza, A., Mansilla, A., & Molinero, A. (2020). Geometric road design factors affecting the risk of urban run-off crashes. *PLoS ONE*, 15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234564>
- Gómez, L. F., Sarmiento, R., Ordoñez, M., Pardo, C., de Sá, T. H., Mallarino, C., Miranda, J., Mosquera, J., Parra, D., Reis, R., & Quistberg, A. D. (2015). Urban environment interventions linked to the promotion of physical activity. *Social Science & Medicine*, 131, 18-30. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.02.042>
- Parrado, E., & García, C. (2017). Diseño vial y su impacto en la seguridad urbana. *Revista de Movilidad Urbana*, 23, 34-45.
- Schepers, P., Lovegrove, G., & Helbich, M. (2018). Urban form and road safety: Public and active transport enable high levels of road safety. En *Integrating Human Health into Urban and Transport Planning*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74983-9_19
- Stipancic, J., Miranda-Moreno, L., Strauss, J., & Labbe, A. (2019). Pedestrian safety at signalized intersections: Modelling spatial effects of exposure, geometry and signalization on a large urban network. *Accident; Analysis and Prevention*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105265>
- Wang, X., Song, Y., Yu, R., & Schultz, G. G. (2014). Safety modeling of suburban arterials in Shanghai, China. *Accident; Analysis and Prevention*, 70, 215-224. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.04.005>





- Yañez-Pagans, P., Martínez, D., Mitnik, O. A., Scholl, L., & Vázquez, A. (2019). Urban transport systems in Latin America and the Caribbean: Lessons and challenges. *Latin American Economic Review*, 28, 1-25. <https://doi.org/10.1186/s40503-019-0079-z>
- Kosasih, D., Robinson, R., & Snell, J. (1987). A review of some recent geometric road standards and their application to developing countries. *TRRL Research Report*. Enlace.
- Jraiw, K. (2003). Urban road transport in Asia's developing countries: Safety and efficiency strategy. *Transportation Research Record*, 1846, 19-25. <https://doi.org/10.3141/1846-04>
- Brenac, T. (1996). Safety at curves and road geometry standards in some European countries. *Transportation Research Record*, 1523, 106-99. <https://doi.org/10.1177/0361198196152300112>
- Islam, H., Hua, L. T., Hamid, H., & Azarkerdar, A. (2019). Relationship of accident rates and road geometric design. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 357, 012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/357/1/012040>
- Schepers, P., Lovegrove, G., & Helbich, M. (2018). Urban form and road safety: Public and active transport enable high levels of road safety. En *Integrating Human Health into Urban and Transport Planning*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74983-9_19

