

ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PEATONAL EN ENTORNOS ESCOLARES DE PANAMÁ

Jorge Quijada-Alarcón^{1,2a}, Stefanie Lan-Li^{1b}, Antonio Tribaldos-Villarreal^{1c}, Guillermo Iribarren-Iglesias^{1d}

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Grupo de Investigación del Transporte y Territorio, Ciudad de Panamá, Rep. De Panamá.

Sistema Nacional de Investigación (SNI), Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), Ciudad de Panamá, Rep. De Panamá

^{1,2a}jorge.quijada@utp.ac.pa; ^{1b}stefanie.lan@utp.ac.pa; ^{1c}antonio.tribaldos@utp.ac.pa; ^{1d}guillermo.iribarren@utp.ac.pa

^{1,2a}0000-0001-8938-0190; ^{1b}0009-0001-6099-7979; ^{1c}0009-0009-3561-8162; ^{1d}0009-0009-5439-7916

DOI <https://doi.org/10.48204/2710-7426.9375>

RESUMEN: El propósito de esta investigación es analizar la distribución de las escuelas primarias en Panamá según su localización en áreas urbanas y rurales, así como identificar el porcentaje de centros educativos que cuentan o no con infraestructura peatonal adecuada, específicamente aceras, señalización y reductor de velocidad en su entorno inmediato. A través de este análisis se busca evidenciar el estado actual de la seguridad vial que enfrentan los estudiantes en su trayecto hacia y desde la escuela. El estudio se desarrolla mediante la aplicación de la metodología *Star Rating for Schools*, la cual permite evaluar de forma estandarizada los niveles de riesgo vial en zonas escolares, considerando factores relacionados con la infraestructura, el tránsito y la seguridad de los peatones. Los resultados obtenidos permitirán visibilizar brechas existentes entre contextos urbanos y rurales, y servirán como insumo técnico para la formulación de estrategias orientadas a mejorar las condiciones de seguridad vial en las escuelas primarias del país.

PALABRAS CLAVES: aceras, entornos escolares, infraestructura vial, seguridad vial, imágenes a nivel de calle.

ABSTRACT: The purpose of this research is to analyze the distribution of primary schools in Panama according to their location in urban and rural areas, as well as to identify the proportion of educational centers that do or do not have adequate pedestrian infrastructure, specifically sidewalks in their immediate surroundings. Through this analysis, the study aims to highlight the current state of road safety faced by students on their journeys to and from school. The research is conducted through the application of the *Star Rating for Schools* methodology, which allows for a standardized assessment of road risk levels in school zones by considering factors related to infrastructure, traffic conditions, and pedestrian safety. The results will make it possible to identify existing gaps between urban and rural contexts and will serve as a technical input for the development of strategies aimed at improving road safety conditions in primary schools across the country.

KEYWORDS: sidewalks, School environments, road infrastructure, road safety, street-level imagery.

1. INTRODUCCIÓN

Star Rating for Schools es una metodología desarrollada por el *International Road Assessment Programme* (iRAP) que permite evaluar de manera sistemática y estandarizada el nivel de seguridad vial en entornos escolares [1]. Esta herramienta analiza las características de la infraestructura vial y peatonal, el volumen y velocidad del tránsito, así como la interacción entre vehículos y usuarios vulnerables, especialmente peatones. A partir de estos factores, el sistema asigna una calificación de una a cinco estrellas, donde una estrella representa un alto nivel de riesgo y cinco estrellas indican

condiciones seguras. La metodología facilita la identificación de puntos críticos y orienta la implementación de intervenciones que reduzcan el riesgo de siniestros viales en zonas escolares [2].

En este sentido, las escuelas urbanas y rurales se diferencian principalmente por su contexto territorial, nivel de infraestructura y condiciones de accesibilidad [3]. Las escuelas urbanas se localizan en zonas con mayor densidad poblacional, alta interacción vehicular y una red vial más desarrollada, lo que genera mayores conflictos entre peatones y vehículos, especialmente durante los horarios de entrada y salida

escolar [4]. En estos entornos, la seguridad vial depende en gran medida de la señalización, el control del tránsito y la calidad de la infraestructura peatonal. En contraste, las escuelas rurales suelen ubicarse en áreas de menor densidad poblacional, con menor volumen de tráfico, pero frecuentemente presentan carencias significativas en infraestructura vial, iluminación y señalización, lo que incrementa la vulnerabilidad de los estudiantes [5]. Estas diferencias evidencian que tanto en contextos urbanos como rurales existen riesgos específicos que deben abordarse mediante estrategias diferenciadas de planificación y gestión de la seguridad vial en entornos escolares para reducir las siniestralidades [6].

La seguridad vial en los entornos escolares constituye un desafío prioritario para las ciudades contemporáneas, especialmente en contextos urbanos donde la interacción entre peatones vulnerables y el tránsito motorizado es constante [7]. En numerosos países de América Latina, los niños enfrentan diariamente trayectos escolares marcados por condiciones de riesgo, derivadas de deficiencias estructurales como la ausencia de aceras continuas, señalización inadecuada, pasos peatonales poco visibles y escasos dispositivos de control de velocidad [8]. Estas carencias en la infraestructura vial no solo incrementan la probabilidad de siniestros de tránsito, sino que también afectan la percepción de seguridad de las familias y condicionan las decisiones de movilidad, favoreciendo el uso del transporte motorizado y la congestión urbana. Diversos estudios han demostrado que una infraestructura vial segura y diseñada con enfoque en el usuario más vulnerable es un componente fundamental para reducir la siniestralidad infantil para la incorporación de una educación vial, garantizando el derecho a una movilidad segura y promover entornos escolares más inclusivos, equitativos y sostenibles [9].

Panamá cuenta con una red vial que incluye autopistas, carreteras principales, secundarias y terciarias. Las carreteras principales son las que conectan las ciudades y son vitales para el tránsito de alta velocidad y mayor volumen de vehículos. Las carreteras secundarias y terciarias, por otro lado, son aquellas que alimentan y conectan las principales arterias del país, facilitando el acceso a áreas rurales y menos urbanizadas. La severidad de los siniestros viales está influida por múltiples factores. Los accidentes de tránsito pueden originarse por aspectos como el diseño geométrico de la carretera, la visibilidad disponible, el nivel de mantenimiento, la señalización, la presencia de obstáculos fijos en la franja lateral y variables relacionadas con el conductor, como su condición y experiencia; esto hace que al no contar con la señalización y aceras adecuadas haga aún más vulnerable y ponga más en riesgo los estudiantes en su traslado diario a sus escuelas. [10].

La examinación de elementos de accesibilidad, el mantenimiento, señalización adecuada y la presencia de mobiliario urbano evidencia la necesidad del fortalecimiento a la infraestructura existente y la oportunidad de intervenciones que permite el tránsito peatonal más seguro y eficiente en Panamá [11].

2. METODOLOGÍA

El estudio se orientó a la evaluación de entornos escolares ubicados en áreas urbanas y rurales del territorio nacional de Panamá, con el objetivo de analizar la seguridad vial para los estudiantes en su condición de peatones. La evaluación se centró en escuelas cuyos entornos pudieron ser observados mediante vistas de calles, utilizando herramientas de observación remota como Google Maps y Google Street View. Esta información se complementó con la aplicación del programa de evaluación Star Rating for Schools (SR4S).

La metodología SR4S se desarrolla en base a los lineamientos establecidos en la guía de codificación de la aplicación. En primer lugar, se define el área de estudio y delimita el entorno escolar del centro educativo elegido. Posteriormente se hace levantamiento de información, que en este caso se obtiene a través de imágenes a nivel de calle para la identificación y formulación de los atributos a evaluar. En el cual, se recopilan datos relacionado al entorno vial y las características de la infraestructura, incluyendo tipo de vía, el flujo vehicular, la velocidad operativa, intersecciones, curvas, presencia y condición de aceras, cruces peatonales, señalización y otros elementos que contribuye a la seguridad vial. Una vez recopilados todos estos atributos son codificados en su plataforma oficial de aplicación conforme con la lista de verificación establecidas, lo que permite la calificación por estrellas según su formulación interna. Finalmente, se analizan distintos escenarios mediante “SR4S System Demonstrator” para la evaluación que genera el entorno de escuela y proveer mejoras que pueden ser simuladas dentro del simulador SR4S, de tal manera estimar el impacto potencial de mejoras en la infraestructura vial y medidas de gestión de velocidad sobre el nivel de seguridad para los estudiantes [1].

Para cada escuela seleccionada, se realizó la identificación del tramo vial principal y de las intersecciones cercanas que influyeron directamente en la movilidad peatonal de los estudiantes. A partir de las imágenes disponibles, se evaluaron elementos clave como aceras, pasos peatonales, señalización vertical y horizontal, canalizaciones, reductores de velocidad y el estado general de las facilidades peatonales. Este análisis permitió determinar el nivel de seguridad que el entorno vial ofrecía a los estudiantes en sus desplazamientos diarios hacia los centros educativos.

La información recopilada se utilizó para caracterizar el nivel de protección ofrecido a los estudiantes e identificar deficiencias estructurales en el diseño vial de los entornos escolares. La metodología se alineó con enfoques de evaluación del riesgo vial, lo que permitió la comparación entre distintos tipos de entornos urbanos y rurales en las provincias y comarcas de Panamá, y facilitó la priorización de intervenciones orientadas a mejorar la seguridad peatonal en zonas escolares.

3. RESULTADOS

Para la República de Panamá se analizaron 1133 escuelas mediante el uso de *Google Street View* como una muestra representativos de las condiciones de las infraestructuras existentes en cada una de las provincias y comarcas del territorio panameño. La distribución de estas escuelas presentada en la “Figura 1” permite caracteriza las condiciones de la infraestructura orientada para la movilidad segura del estudiante en sus entornos escolares. De las cuales 646 escuelas se ubican en áreas urbanas y el resto de las escuelas que son 487 escuelas son del área rural. Hay que tomar en cuenta que hay mayor cantidad de escuelas urbanas en provincias como Panamá y Panamá Oeste, a diferencias de otras provincias como Bocas del Toro, Chiriquí, Coclé, Colón, Darién, Herrera, Los Santos, Veraguas y las comarcas en el país.

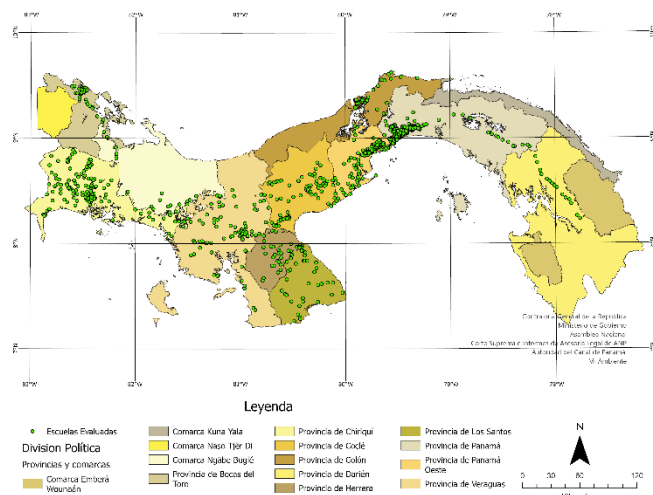


Figura 1. Mapa de escuelas analizadas con imágenes panorámicas a nivel de calles en la República de Panamá.

La “Figura 2” muestra los resultados de las escuelas evaluadas con respecto a las aceras existentes a lo largo de los tramos que conforma el espacio escolar de cada una de las provincias y comarcas en la República de Panamá.

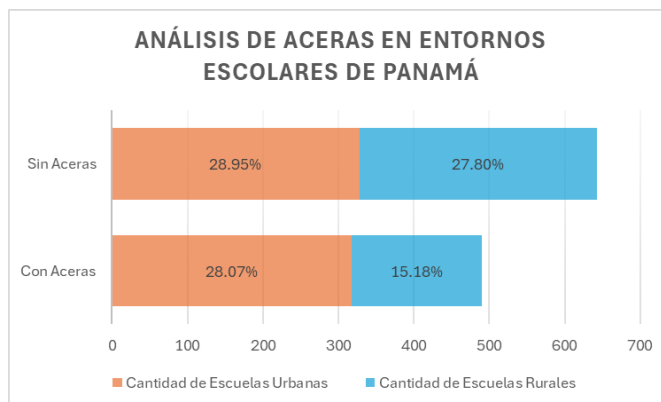


Figura 2. Análisis de aceras en entornos escolares en Panamá.

Los resultados del análisis muestran que 490 escuelas, lo que se representa en un 43.25% que cuentan con aceras en su entorno. A diferencia, 643 escuelas equivalente a 56.75% del total de escuelas analizados en la muestra, presenta deficiencias respecto a las aceras o carecen completamente aceras para la movilización de los estudiantes.

La “Figura 3” presenta los resultados correspondientes a las escuelas evaluadas en relación con la presencia de señalización vial en su entorno inmediato.

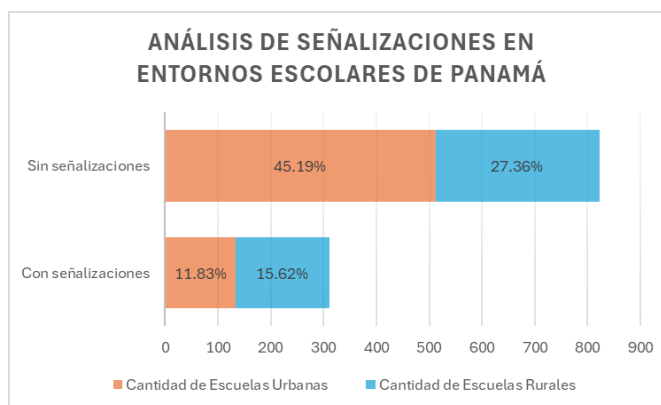


Figura 3. Análisis de señalizaciones en entornos escolares en Panamá.

A diferencia de las aceras, la señalización vial constituye un elemento importante para los conductores y peatones, ya que orienta el comportamiento del tránsito cerca de escuelas y un mecanismo de advertencia en las proximidades de los centros educativos. Los resultados muestran que tenemos 311 escuelas, equivalente a un 27.45% de las escuelas urbanas y rurales con señalizaciones viales cercanas a sus entornos, lo que presenta un nivel bajo de señalizaciones adecuadas. En contraste, 822 escuelas sin señalizaciones corresponden a un 72.55%.

La “Figura 4” muestra los resultados de las escuelas evaluadas con reductores de velocidad que minimiza los siniestros viales.

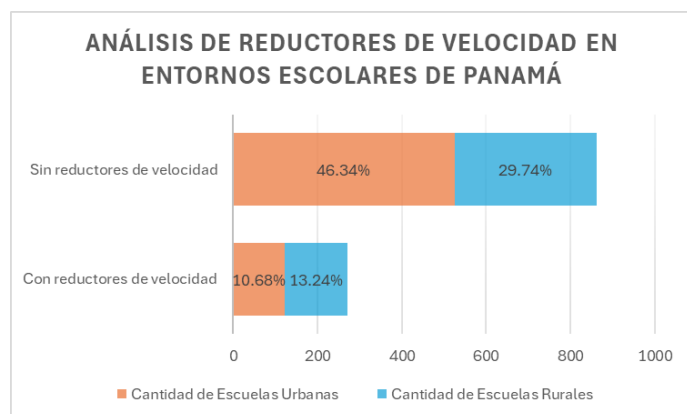


Figura 4. Análisis de reductores de velocidad en entornos escolares en Panamá.

Los reductores de velocidad constituyen una medida efectiva de calmado de tráfico para minimizar el exceso de velocidad cerca de los centros educativos. Sin embargo, los resultados del análisis evidencian una baja presencia de este tipo de infraestructura en los entornos escolares evaluados. Únicamente 271 escuelas, equivalentes al 23.92% de la muestra, cuentan con reductores de velocidad en su entorno inmediato, mientras que 862 escuelas, que representan el 76.08%, carecen de este tipo de medida de control de velocidad.

Estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer y mejorar los sistemas viales en los centros educativos, con el fin de garantizar que las condiciones adecuadas. La limitada presencia de aceras, señalización vial y medidas de calmado de tráfico refleja las deficiencias estructurales que incrementa el nivel de riesgos y siniestralidades en el contexto donde los estudiantes interactúan diariamente con el tránsito vehicular. Los hallazgos manifiestan las intervenciones óptimas para la mejora de la infraestructura vial escolar, tanto en zonas urbanas como rurales.

4. DISCUSIONES

El uso de las plataformas de cartografías digital representa eficiente para el análisis preliminar en entornos escolares, pero cabe resalta que presenta sus limitaciones con respecto a que tan actualizados están la situación actual de cada uno de los centros educativos que fueron analizados dentro de la muestra que conforma las escuelas en total a nivel de la República de Panamá. Asimismo, ciertos elementos como el comportamiento de los conductores, los volúmenes reales de tránsitos, las velocidades operativas y los flujos peatonales, no

pueden ser evaluados directamente a partir de imágenes estáticas.

Adicionalmente, la calidad y cobertura de las imágenes varía entre zonas urbanas y rurales, lo que puede limitar el nivel de detalle observable en determinados entornos escolares, especialmente en áreas rurales donde la disponibilidad de vistas de calles es más reducida y posiblemente desactualizada. Esta situación puede generar diferencias en la precisión del análisis entre regiones, afectando la comparabilidad de los resultados a nivel de Panamá.

Como línea de trabajo futuro, se recomienda el desarrollo de un trabajo híbrido para complementar el análisis visual remoto con levantamientos de campo en una muestra representativa de escuelas, con el fin de validar los resultados obtenidos mediante Street View y validar el estado de la infraestructura vial. Este enfoque permitiría reducir la incertidumbre asociada a la actualización de las imágenes y mejorar la precisión de la evaluación.

5. CONCLUSIONES

El análisis de esta investigación demuestra que en Panamá es importante acatar la importancia de proveer la infraestructura adecuada para el peatón como los estudiantes sean seguros en sus entornos escolares para transitarlos.

Los resultados del análisis evidencian las deficiencias en la infraestructura vial destinada a la protección de estudiantes peatones en los entornos escolares evaluados. Se observa que una porción significativa carece de aceras, lo que limita a la movilización del estudiante en área adecuada de circulación.

En relación con la señalización vial muestra que existe un mayor número de escuelas urbanas sin señalizaciones específica de zona escolar en comparación a las rurales. Este hallazgo sugiere una implementación de medidas de advertencia y control de tránsito adecuado para las zonas.

El análisis también carece de presencia de velocidad en zonas escolares tanto urbanos como rurales. La aplicación de medida de calmado de tráfico representa una oportunidad de mejora, considerando que la reducción de velocidad es determinante para reducir los siniestros viales que involucra los peatones en especial a los niños.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Secretaría Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación (SENACYT), por financiar el programa de Estancias Académicas en el Laboratorio de Modelación de Transporte.

REFERENCIAS

- [1] International Road Assessment Programme (iRAP). (2020). “Star Rating for Schools - Guía de Codificación.”
- [2] M. Khatiwada, A. Pokhrel, S. B. Dhakal, and H. Tiwari, “School Zone Risk Evaluation Using iRAP SR4S Methodology: A Case Study of United School, Nepal”, *Int. J. Engin. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 221–229, Dec. 2025.

- [3] Fu, W., & Hashim, A. T. B. M. (2024). "Research on the Relationship between Urban and Rural Educational Resources Allocation and Educational Equity." *International Education Forum*, 2(8).
- [4] Swanson, J. M., Draisin, N., Krasnolucka, A., Vadillo, C., Medina, S., Pérez, B., Thu Quyen, B, Ngoc Minh, V., & Sauber-Schatz, E. (2022). "Observing pedestrian-vehicle traffic conflicts in school zones to evaluate the effectiveness of road safety interventions and reduce injuries in Ghana, Vietnam, and Mexico, 2019-2021". *Journal of injury and violence research*, 14(3), 145.
- [5] Chereque Lizarzaburu, B. F., & Delgado Alva, M. F. (2020). "El impacto de la infraestructura vial sobre la educación rural: análisis de los canales de transmisión del impacto y de la evidencia empírica de la literatura."
- [6] Ávalos, E., Palomino, P., y Muñoz, D., "Incorporación de medidas de prevención de accidentes en el diseño de infraestructura vial: Una revisión sistemática," *Revista Espacios*, vol. 46, no. 03, 2025.
- [7] Katoch, B., Ghosh, I., & Chandra, S. (2025). "Safety of children in school zones— A systematic review." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 113, 554-569.
- [8] De León, M. P., & Koinange, C. (2021). "Tools for the Implementation of Safe Routes to School in Latin America and the Caribbean Region: 2020 Update."
- [9] M. Follana Soler, S. Boned Gómez, A. Ferriz Valero, and S. Baena Morales, "Educación Vial en Educación Física de Primaria: Un Estudio de Revisión de la Literatura (Road Safety Education in Primary School Physical Education: A Literature Review Study)", *Retos*, vol. 51, pp. 938–948, Jan. 2024, doi: 10.47197/retos.v51.101352.
- [10] B. J. Cedeño-Alcívar y D. Mogrovejo, "Estrategia de seguridad vial para la reducción de siniestros de tránsito provincia de Manabí", *Revista Científica multidisciplinaria arbitrada Yachasun*, vol. 7, n.º 13, pp. 94–111, jul. 2023.
- [11] E. W. Llatas Ramirez, R. A. Rojas Fernández, Y. M. Bautista Sánchez, R. Zuta Leon, J. L. Piedra Tineo, and N. Arce Fernández, "Integración de ciclovías y señalización vial urbana sostenible: una revisión de literatura", *Pakamuros*, vol. 13, no. 4, pp. 167–181, Jan. 2026, doi: [10.37787/kvbyrn77](https://doi.org/10.37787/kvbyrn77).

Fecha de recepción: 28 de diciembre de 2025

Fecha de aceptación: 18 de enero de 2026