



INNOVA CIUDAD

Revista multidisciplinaria de
investigación y desarrollo

Mapeo de la siniestralidad: Estrategias de seguridad
vial a partir del análisis espacial de siniestros de
tránsito en Loja

Mapping accidents: Road safety strategies based on
the spatial analysis of traffic accidents in Loja

AUTOR

Wilson Eduardo Jaramillo Sangurima
Universidad Internacional del Ecuador

Vol. 1 - N° 1
Noviembre - Diciembre
2025



Fecha de postulación: 05 de agosto de 2025

Fecha de aceptación: 30 de septiembre de 2025

Mapeo de la siniestralidad: Estrategias de seguridad vial a partir del análisis espacial de siniestros de tránsito en Loja

Mapping accidents: Road safety strategies based on the spatial analysis of traffic accidents in Loja

Wilson Eduardo Jaramillo Sangurima
Universidad Internacional del Ecuador, Loja, Ecuador
wjaramillosa@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4058-5053>

Resumen

El presente artículo se centra en el análisis de la ocurrencia de siniestros de tránsito en la ciudad de Loja, Ecuador, durante el período 2017-2020, con el objetivo de evaluar su impacto en la seguridad vial, especialmente en la de niños y adolescentes. La investigación se justifica en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y la protección de los derechos de los niños. Se utilizó un enfoque cuantitativo no experimental, recopilando datos sobre accidentes, la red vial y la ubicación de centros educativos, plazas y parques, obtenidos del Municipio de Loja. Mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se aplicaron herramientas de geoprocésamiento, como la función "Buffer", para identificar la cantidad de accidentes ocurridos en un área de influencia de 100 metros alrededor de estos lugares. Los resultados revelan que la mayoría de los accidentes se concentran en el casco histórico de la ciudad, un área caracterizada por vías estrechas y un alto flujo vehicular. El análisis permitió identificar los equipamientos con la mayor ocurrencia de siniestros en sus alrededores, destacando el Colegio Daniel Álvarez Burneo, así como los parques Jipiro y La Tebaida, y las plazas Los Molinos y Ciudadela del Maestro. Este estudio demuestra la utilidad de los SIG para la gestión municipal y la toma de decisiones, al proporcionar un diagnóstico exploratorio que permite a las autoridades priorizar e implementar estrategias operacionales y logísticas focalizadas para mitigar los siniestros de tránsito y mejorar la seguridad de la población.

Palabras claves: Siniestros de tránsito, Seguridad vial, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Geoprocésamiento, Planificación urbana.



Abstract

The present article focuses on the analysis of the occurrence of traffic accidents in the city of Loja, Ecuador, during the 2017-2020 period, with the aim of evaluating their impact on road safety, especially for children and adolescents. The research is justified within the framework of the UN's Sustainable Development Goals and the protection of children's rights. A non-experimental quantitative approach was used, collecting data on accidents, the road network, and the location of educational centers, plazas, and parks, obtained from the Municipality of Loja. Through the use of Geographic Information Systems (GIS), geoprocessing tools were applied, such as the "Buffer" function, to identify the number of accidents that occurred within a 100-meter area of influence around these locations. The results reveal that the majority of accidents are concentrated in the city's historic center, an area characterized by narrow streets and high vehicular flow. The analysis made it possible to identify the facilities with the highest occurrence of accidents in their surroundings, highlighting the Daniel Álvarez Burneo School, as well as the Jipiro and La Tebaida parks, and the Los Molinos and Ciudadela del Maestro plazas. This study demonstrates the utility of GIS for municipal management and decision-making, by providing an exploratory diagnosis that allows authorities to prioritize and implement focused operational and logistical strategies to mitigate traffic accidents and improve the safety of the population.

Keywords: Traffic accidents, road safety, Geographic Information Systems (GIS), geoprocessing, Urban planning.

Introducción

La siniestralidad en las carreteras es un problema de salud pública global que puede mitigarse y prevenirse. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que los siniestros de tránsito son la segunda causa de muerte para personas entre 5 y 29 años, especialmente en países en desarrollo, donde el crecimiento del parque automotor supera las deficiencias de infraestructura. En Ecuador, esta situación es particularmente crítica, ya que el país tiene uno de los índices de mortalidad por siniestros de tránsito más altos de América Latina. Abordar este problema requiere de estrategias operacionales y una medición precisa del impacto de los accidentes, lo que se puede lograr analizando su tasa de ocurrencia en un período determinado. En este sentido, un enfoque espacial resulta invaluable, ya que permite identificar áreas de alta siniestralidad, conocidas como "puntos negros" o "hot spots", y relacionar la ocurrencia de accidentes con la presencia de lugares de concurrencia pública, como centros educativos, plazas y parques, que exponen a personas vulnerables como niños y adolescentes.

A pesar de que la Agencia Nacional de Tránsito de Ecuador (ANT) dispone de un visor de siniestralidad, esta investigación va un paso más allá al integrar la ocurrencia de siniestros de tránsito en cartografías urbanas. Este enfoque espacial, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), permite cruzar los datos de accidentes con otras variables urbanas para un análisis más profundo. Los SIG son un



Innova Ciudad: Revista multidisciplinaria de investigación y desarrollo

conjunto de herramientas que integran hardware, software, usuarios y procesos para analizar y modelar datos vinculados a una referencia espacial.

El presente estudio se centra en el análisis de los siniestros de tránsito en la ciudad de Loja, Ecuador, durante el período 2017-2020. Se justifica en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, específicamente el número 11, y en la protección de los derechos de niños, niñas y adolescentes, quienes tienen derecho a un entorno de afectividad y seguridad. El objetivo principal es responder a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuántos siniestros de tránsito ocurrieron a una distancia de 100 metros alrededor de los centros educativos, plazas y parques de la ciudad de Loja, entre los años 2017 y 2020?

Los resultados de este análisis exploratorio revelan que la mayoría de los accidentes ocurren en el casco histórico de Loja, un área caracterizada por vías angostas y alta concentración de centros educativos y flujos vehiculares. Al identificar los edificios de centros educativos y las áreas recreativas con mayor número de accidentes en sus alrededores, esta investigación ofrece información crucial para que el Municipio de Loja pueda priorizar e implementar estrategias operacionales y logísticas que ayuden a mitigar la ocurrencia de siniestros y mejorar la seguridad vial

Metodología

Para responder a la pregunta de investigación "¿Cuántos siniestros de tránsito ocurrieron a una distancia de 100 metros alrededor de los centros educativos, plazas y parques de la ciudad de Loja, desde el año 2017 al 2020?", se aplicó un enfoque cuantitativo y no experimental. Este tipo de investigación es sistemática y empírica, y no manipula las variables, ya que los eventos (siniestros de tránsito) ya han ocurrido. El diseño de la investigación fue transeccional o transversal, lo que permitió analizar los datos recopilados por los Agentes de Tránsito municipales de 2017 a 2020 con el objetivo de describir variables y analizar su interrelación.

Información primaria

Los datos primarios para este estudio fueron facilitados por el Municipio de Loja y se agruparon en los siguientes conjuntos:

- ✓ siniestros de tránsito: Una base de datos que incluye las coordenadas geográficas de los sitios de ocurrencia, el tipo y causa del accidente, y el número de heridos y/o fallecidos para los años 2017, 2018, 2019 y 2020.
- ✓ Red vial de Loja: Datos sobre las vías de la ciudad, clasificadas en arteriales principales, secundarias y locales.
- ✓ Ubicación de equipamientos de interés: Se obtuvieron los datos geográficos de centros educativos, plazas y parques dentro de los límites urbanos de la ciudad de Loja.



Herramientas y Geoprocesamiento

Se utilizaron Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta principal para el análisis espacial. Las operaciones de geoprocesamiento se llevaron a cabo a través de software especializado, permitiendo la manipulación y análisis de datos geográficos para obtener los resultados.

Proceso de análisis

El proceso de análisis consistió en los siguientes pasos:

- ✓ **Cruce de capas geográficas:** Se superpusieron las capas de datos de siniestros de tránsito, la red vial y los equipamientos de interés (centros educativos, plazas y parques).
- ✓ **Identificación de áreas de influencia:** Se aplicó la herramienta "Buffer" para crear una zona de influencia de 100 metros alrededor de cada uno de los centros educativos, plazas y parques de la ciudad de Loja.
- ✓ **Análisis de entidades:** Una vez delimitadas las áreas de 100 metros, se realizó una selección y un análisis de las entidades para cuantificar el número de siniestros de tránsito que ocurrieron dentro de estos perímetros durante el período de estudio (2017-2020).
- ✓ **Visualización de resultados:** Los hallazgos se presentaron a través de mapas que muestran la ubicación de los accidentes, su relación con las vías y equipamientos, y la cantidad de eventos por cada lugar analizado.

Este procedimiento permitió un diagnóstico exploratorio y la identificación de las edificaciones de centros educativos, así como las plazas y parques, con la mayor cantidad de siniestros de tránsito en sus alrededores, proporcionando una base para la toma de decisiones orientadas a la mejora de la seguridad vial.

Resultado y Discusión

Análisis Espacial de los siniestros de tránsito

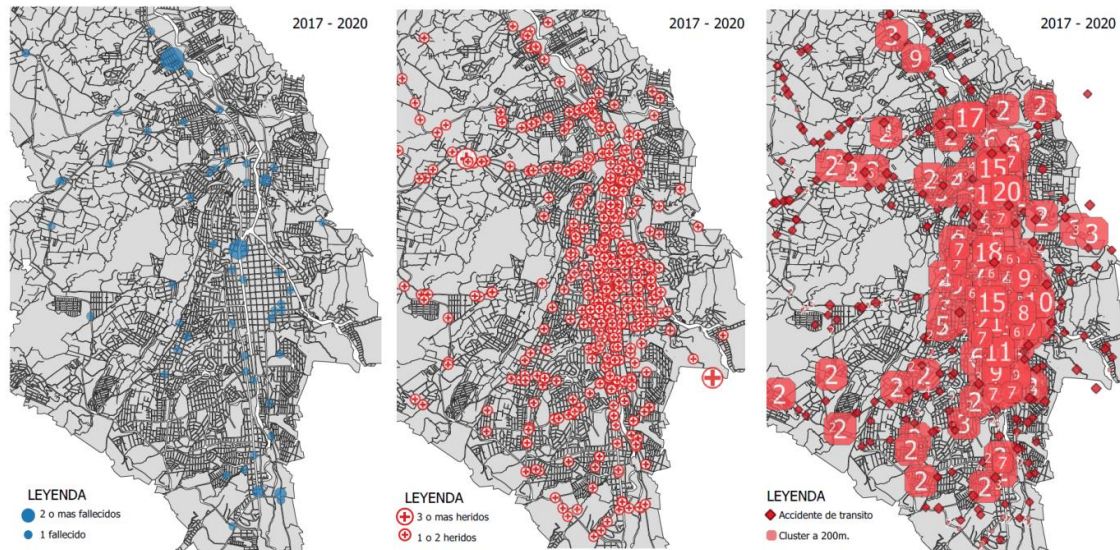
El análisis exploratorio de la ocurrencia de siniestros de tránsito en la ciudad de Loja, desde el 2017 hasta el 2020, reveló que la mayoría de los siniestros se concentran en el casco histórico de la ciudad y sus zonas de influencia inmediata. Esta área se caracteriza por tener vías angostas y aceras limitadas a 1.20 metros en la mayoría de los casos, lo cual, sumado a la alta concentración de equipamientos urbanos, genera un intenso flujo vehicular. La ocurrencia de accidentes está influenciada por el tipo de vía, siendo las calles principales (arteriales) y secundarias (colectoras) las de mayor siniestralidad debido a los límites de velocidad permitidos.

Utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) y herramientas de geoprocesamiento, se visualizó la distribución espacial de los accidentes. En la Figura 1 se puede observar el mapa de puntos de ocurrencia, el cual, muestra una clara densidad

de siniestros en el área central, lo que concuerda con la densidad de equipamientos y la dinámica de movilidad de la ciudad. En la Figura 2 se puede observar la ubicación de los siniestros de tránsito con respecto a la ubicación de establecimientos educativos y plazas de la ciudad.

Figura 1

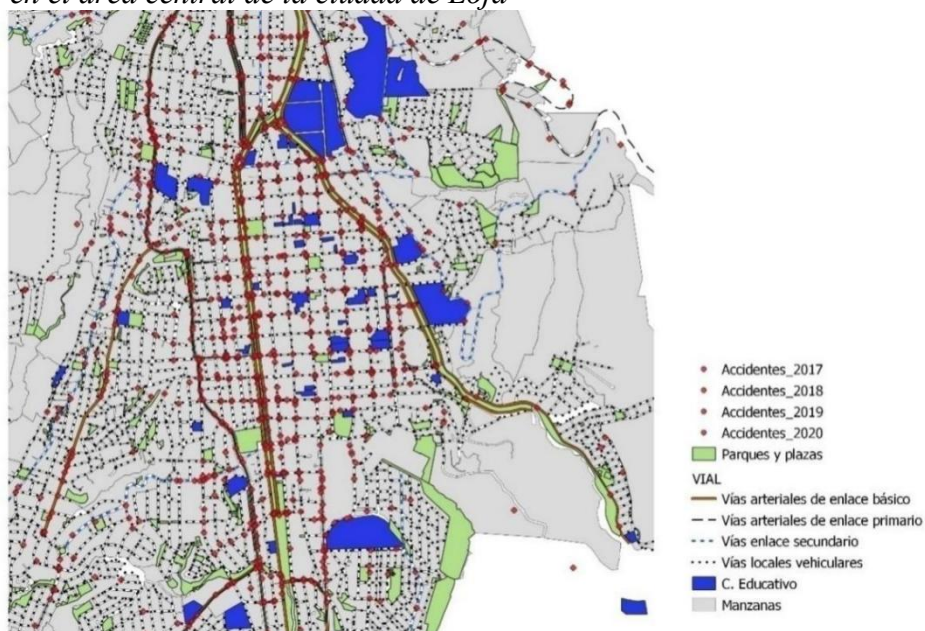
Puntos de ocurrencia de siniestros de tránsito en la ciudad de Loja



Nota. Elaborado por el autor

Figura 2

Localización de siniestros de tránsito en relación a la ubicación de centros educativos y parques en el área central de la ciudad de Loja



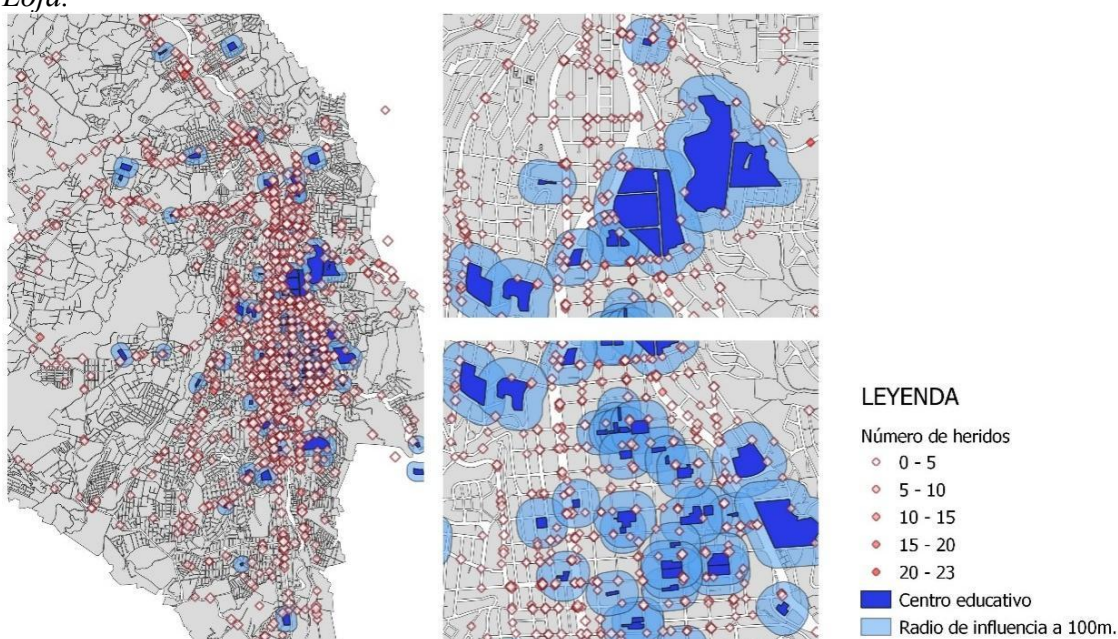
Nota. Elaborado por el autor

Ocurrencia de Accidentes Alrededor de Equipamientos de Interés

Para responder a la pregunta de investigación, se aplicó la herramienta “Buffer” para delimitar un área de influencia de 100 metros alrededor de los centros educativos, plazas y parques, como se puede observar en la Figura 3. Los resultados principales se resumen a continuación:

Figura 3

Aplicación de la herramienta bufer de QGIS para determinar la ocurrencia de accidentes 100 metros a la redonda de los establecimientos educativos de la ciudad de Loja.



Nota. Elaborado por el autor

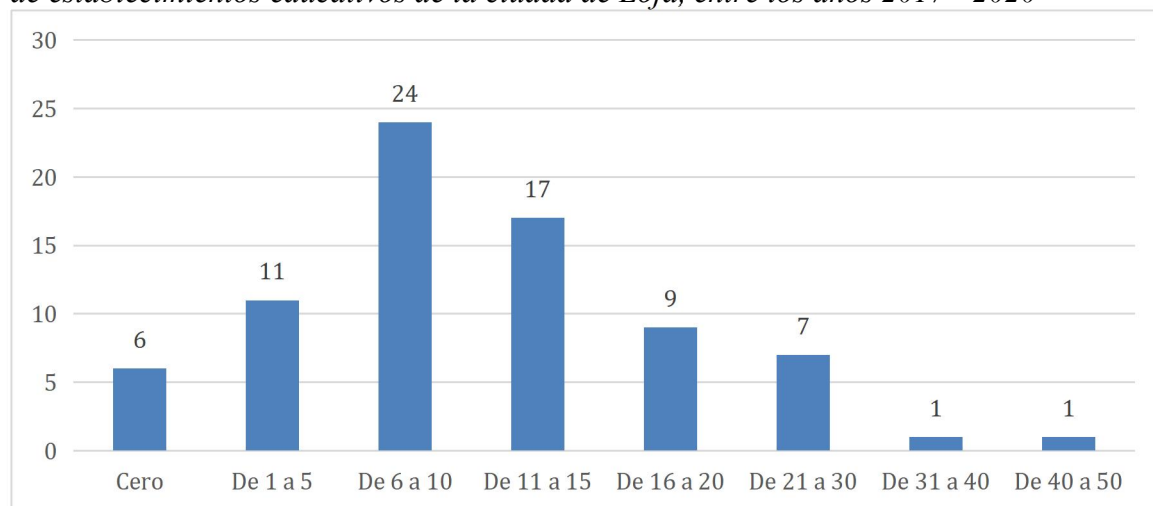
Centros Educativos: De los 76 establecimientos educativos analizados, solo en 6 no se registraron siniestros de tránsito en un radio de 100 metros. La Figura 4 muestra la distribución de la ocurrencia de accidentes en rangos, evidenciando que la mayoría de los establecimientos educativos se encuentran en áreas con múltiples siniestros. Los centros educativos con mayor número de accidentes en sus alrededores fueron el Colegio Daniel Álvarez Burneo (41 accidentes) y la Escuela José Ingenieros (24 accidentes), como se puede observar en la Figura 5.

Parques Recreativos: El análisis reveló que los parques recreativos también presentan una alta ocurrencia de siniestros de tránsito en sus alrededores. El Parque Jipiro (33 accidentes), La Tebaida (24 accidentes) y el Parque Infantil (18 accidentes) son los que mostraron la mayor cantidad de siniestros en sus zonas de influencia, como se puede observar en la Figura 6. Al igual que los parques, las plazas de la ciudad muestran una alta tasa de siniestros de tránsito. Las que registraron más de 10 siniestros en el periodo de estudio fueron Los Molinos (27 accidentes), Ciudadela del Maestro (20

accidentes), El Valle (14 accidentes), Simón Bolívar (13 accidentes) y Alonso de Mercadillo (10 accidentes).

Figura 4

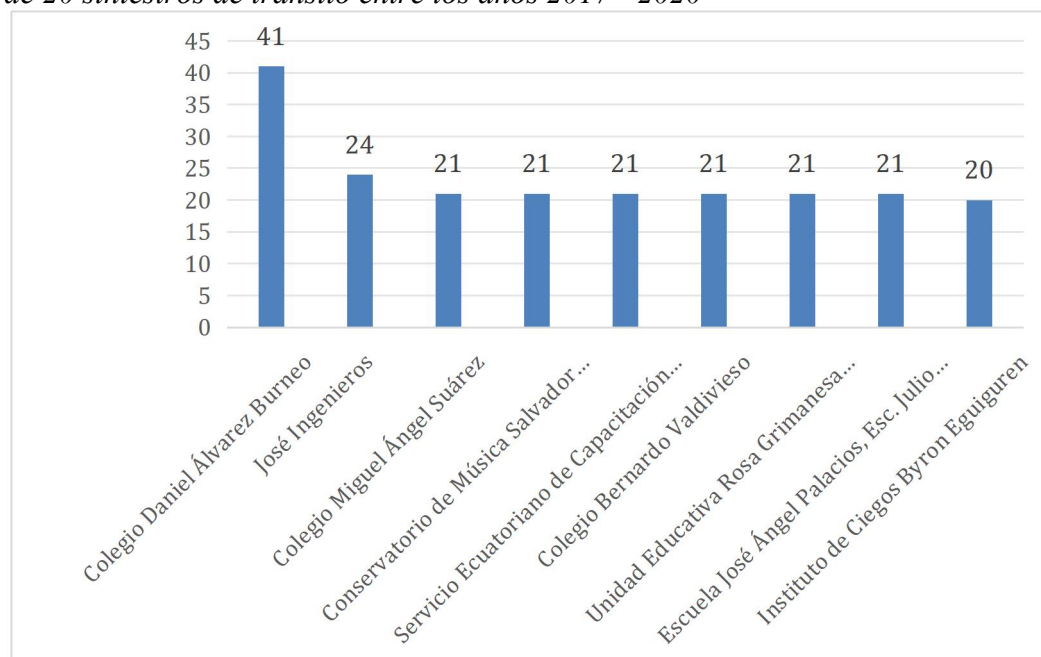
Rango de ocurrencia de accidentes de tránsito en 100 metros alrededor de la ubicación de establecimientos educativos de la ciudad de Loja, entre los años 2017 - 2020



Nota. Elaborado por el autor

Figura 5

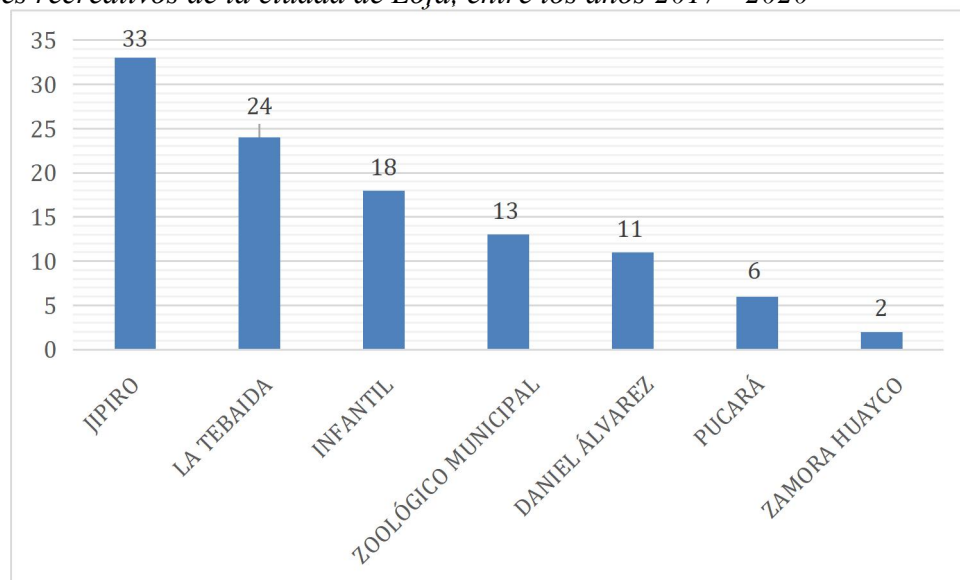
Establecimientos educativos de la ciudad de Loja, en donde se observa una ocurrencia mayor de 20 siniestros de tránsito entre los años 2017 - 2020



Nota. Elaborado por el autor

Figura 6

Ocurrencia de accidentes de tránsito en 100 metros alrededor de la ubicación de parques recreativos de la ciudad de Loja, entre los años 2017 - 2020



Nota. Elaborado por el autor

Discusión de los Hallazgos

Los resultados obtenidos confirman la necesidad de utilizar los SIG como una herramienta clave para la planificación y la gestión de la seguridad vial en el contexto municipal. La identificación de los "puntos negros" en el casco histórico de Loja no solo se justifica por la alta concentración de siniestros de tránsito en esa área, sino también por la alta exposición de poblaciones vulnerables, como niños, niñas y adolescentes, que transitan diariamente hacia y desde los centros educativos.

El estudio demuestra que la información georreferenciada de siniestros de tránsito, combinada con datos de equipamientos urbanos, permite a las autoridades municipales priorizar la toma de decisiones. El Municipio de Loja puede ahora enfocar sus recursos, tanto humanos como materiales, en las áreas más críticas, como los alrededores del Colegio Daniel Álvarez Burneo, la Escuela José Ingenieros y los parques Jipiro y La Tebaida, para implementar estrategias operacionales que ayuden a mitigar la ocurrencia de accidentes. Aunque los índices de accidentalidad han disminuido en los últimos años, aún son altos y requieren una intervención focalizada, especialmente en un contexto como el de Loja, donde la estructura urbana favorece la concentración de siniestros.

Conclusiones

La investigación sobre la ocurrencia de siniestros de tránsito en la ciudad de Loja, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ha demostrado ser una herramienta indispensable para la planificación, regulación y control del transporte terrestre y la seguridad vial a nivel municipal. A pesar de la disminución en el número



Innova Ciudad: Revista multidisciplinaria de investigación y desarrollo

de accidentes en los últimos años, los índices de siniestralidad siguen siendo altos. Por ello, se reafirma la necesidad de adoptar enfoques basados en el análisis espacial para priorizar la intervención en las zonas más críticas de la ciudad.

Los resultados obtenidos a través del geoprocesamiento de datos revelaron que los siniestros de tránsito se concentran en el casco histórico de Loja. Esta área, caracterizada por vías estrechas y alta concentración de equipamientos urbanos y flujos vehiculares, expone a poblaciones vulnerables, como niños, niñas y adolescentes, a un riesgo elevado de ser víctimas colaterales.

El análisis específico de las zonas de influencia de 100 metros alrededor de los centros educativos, plazas y parques permitió identificar de forma precisa los puntos de mayor riesgo. Los hallazgos más relevantes incluyen:

Centros Educativos: El Colegio Daniel Álvarez Burneo y la Escuela José Ingenieros registraron la mayor cantidad de accidentes en sus alrededores.

Plazas y Parques: El parque Jipiro y el parque La Tebaida, así como las plazas Los Molinos y Ciudadela del Maestro, son las zonas recreativas con la mayor ocurrencia de siniestros.

Al identificar estos puntos de alta siniestralidad, la investigación proporciona al Municipio de Loja la información necesaria para optimizar el uso de sus recursos humanos y logísticos. La toma de decisiones puede ser ahora más focalizada, permitiendo la implementación de estrategias operacionales y logísticas específicas para mitigar los accidentes en estas áreas críticas.

Finalmente, este estudio destaca la utilidad de los Sistemas de Información Geográfica como una herramienta de diagnóstico exploratorio. La metodología empleada puede replicarse en otras ciudades para identificar y abordar de manera proactiva los desafíos de la seguridad vial, promoviendo así ciudades más seguras y sostenibles, en línea con los objetivos de desarrollo de la ONU. Así mismo, para futuras investigaciones se sugiere realizar un análisis de la severidad de los siniestros luego de la implementación de estrategias.

Referencias

- Asamblea Constituyente (2008). *Constitución del Ecuador. Registro oficial del 20 de octubre de 2008*. Ecuador.
- Cal y Mayor R. y Cárdenas J. (2015). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. ALFAOMEGA. México.
- Cañizares Fuentes, R.; Mena Ribadeneira, G y Barquet Abihanna, G. (2015). Análisis del sistema de salud del Ecuador. *Rev. Med. Fcm-UCSG* 19(4). 193-204.
- Consejo Nacional de Competencias (2017). *Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Movilidad para los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales*. CNC. Quito. P. 45.



- Fernández Aguilera, R. (2014). *Temas de ingeniería y gestión de tránsito*. RIL editores. Recuperado de <https://www.mdconsult.internacional.edu.ec:2424/es/ereader/uide/67305?page=1>.
- Gallardo R. (2012). *Herramientas de Gestión para el Transporte Terrestre*. MTOP. Quito.
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación; las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill. México D.F.
- Maza Vázquez, F. (2009). *Nuevas técnicas aplicadas a la cartografía municipal, sistemas de información geográfica y sectorización urbanística del plan 2000*. Guadalajara. Universidad de Alcalá. Recuperado de <https://www.mdconsult.internacional.edu.ec:2424/es/ereader/uide/53490?page=4>.
- Peña Llopis, J. (2010). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio: entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9*. San Vicente (Alicante), Spain: ECU. Recuperado de <https://www.mdconsult.internacional.edu.ec:2424/es/ereader/uide/55067?page=3>.
- Ortega Pérez, E. y Martín Ramos, B. (2016). *Sistemas de información geográfica: teoría y práctica*. Madrid, Dextra Editorial. Recuperado de <https://www.mdconsult.internacional.edu.ec:2424/es/ereader/uide/131490?page=3>.
- Salazar A, Bravo D, Jarrín S. (2013). *Territorio y Descentralización: Transferencia de la competencia tránsito, transporte terrestre y seguridad vial*. Senplades-CNC. Quito. P. 15.
- Villalba N. (2015). *Topografía aplicada*. Editorial Macro. Lima.