



ORIGINAL

Lineamientos estratégicos para el control de tráfico inteligente

Strategic guidelines for intelligent traffic control

Silfredo Damian Vergara Danies¹  , Daniela Carolina Ariza Celis¹ , Liseth Maria Perpiñan Duitama¹  

¹Universidad de la Guajira. La Guajira, Colombia.

Citar como: Vergara Danies SD, Ariza Celis DC, Perpiñan Duitama LM. Strategic guidelines for intelligent traffic control. Data & Metadata. 2023;2:51. <https://doi.org/10.56294/dm202351>

Enviado: 09-04-2023

Revisado: 24-04-2023

Aceptado: 11-06-2023

Publicado: 12-06-2023

Editor: Prof. Dr. Javier González Argote 

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue establecer lineamientos estratégicos para resolver los problemas de movilidad vehicular existentes en el Distrito de Riohacha, proponiendo la adopción de tecnologías avanzadas para optimizar la gestión del tráfico en la ciudad. La metodología del estudio consistió en la aplicación de encuestas y en la revisión de bibliografía relevante. Los resultados permitieron identificar diversas herramientas de control de tráfico inteligente empleadas en diferentes regiones del mundo, determinando su aplicabilidad y beneficios para el contexto de Riohacha, en donde se evidenció una notable falta de señales de tráfico. Se concluyó que la implementación de las herramientas tecnológicas propuestas en este estudio podría ofrecer soluciones efectivas a los retos de movilidad que enfrenta el Distrito de Riohacha.

Palabras clave: Control de Tráfico; Vigilancia Tecnológica; Herramientas Tecnológicas; Señales de Tránsito; Control De Tráfico Inteligente; Congestión Vehicular.

ABSTRACT

The objective of this study was to establish strategic guidelines to solve the existing vehicular mobility problems in the District of Riohacha, proposing the adoption of advanced technologies to optimize traffic management in the city. The methodology of the study consisted in the application of surveys and the review of relevant bibliography. The results allowed the identification of various intelligent traffic control tools used in different regions of the world, determining their applicability and benefits for the context of Riohacha, where there was a notable lack of traffic signals. It was concluded that the implementation of the technological tools proposed in this study could offer effective solutions to the mobility challenges faced by the District of Riohacha.

Keywords: Traffic Control; Technological Surveillance; Technological Tools; Traffic Signals; Intelligent Traffic Control; Vehicular Congestion.

INTRODUCCIÓN

El control del tráfico es uno de los desafíos más complejos y significativos que enfrenta el mundo urbano en la actualidad. Por ello, una de las principales preocupaciones de los mandatarios y representantes de estas ciudades es lograr un control de tráfico óptimo y eficiente, por lo que el uso de la tecnología y la innovación como alternativa a estos problemas ha demostrado ser una de las soluciones más prometedoras.⁽¹⁾

En estos casos, la vigilancia tecnológica es una herramienta de gran utilidad, que es un proceso organizado y continuo de observación y análisis del entorno tecnológico, que es capaz de identificar cambios y así alertar sobre las amenazas y oportunidades del desarrollo tecnológico en diversos sectores de la economía.⁽¹⁾

Además, Riohacha es una ciudad, que tienen un crecimiento paulatinamente lento en infraestructura de

vías, en oposición al crecimiento exponencial de la población,⁽³⁾ y el uso de medios de transporte terrestres propietarios y de servicio público. El distrito de Riohacha se encuentra en una crítica situación en temas de movilidad vehicular, con un alto flujo de vehículos en las calles durante todo el día, según Guamaní et al.⁽⁴⁾ esto se traduce en una mayor contaminación ambiental debido a las emisiones de gases de efecto invernadero por el consumo adicional de combustible de los vehículos detenidos en el tráfico, mayores niveles de ruido, más accidentes de tráfico. Además, esta situación conduce a la intolerancia de conductores y peatones, imprudencia e incumplimiento de las normas de tránsito, mayor tiempo de conducción, hora de llegada incierta, mayores costos de operación, contaminación en comparación con el flujo de tráfico libre.^(5,6,7)

Resulta necesario desarrollar e implementar estrategias para mejorar la gestión del tráfico en el distrito, teniendo en cuenta los avances tecnológicos en todas las áreas y lo relevante que puede llegar a ser las tecnologías para la movilidad y la gestión del tráfico. Hay varias herramientas que pueden ayudar a mantener la capacidad del tráfico y mejorar la seguridad, y la clave es identificarlas temprano al revisar la bibliográfica por medio de la vigilancia tecnológica de los diferentes documentos o artículos relacionados con las herramientas tecnológicas para el control de tráfico inteligente y se tomen decisiones para su adquisición.^(8,9,10,11)

Esta investigación que tiene como centro la implementación de la vigilancia tecnológica como herramienta para el control inteligente de tráfico en el distrito de Riohacha. Su objetivo es identificar herramientas tecnológicas que puedan ayudar a mejorar la gestión del tráfico en la región. Para ello, se basa en que existen varios problemas con el flujo de vehículos en esta zona debido a varios factores, uno de los cuales es el aumento masivo de vehículos que se ha presentado en la ciudad, lo que genera embotellamientos. Y el número de accidentes también ha aumentado. Además, no existe un sistema de gestión de tráfico adecuado en esta área y no se utiliza ningún tipo de tecnología para este sistema.^(12,13,14,15)

MÉTODOS

Tipo de Investigación

El presente estudio adopta un enfoque de métodos mixtos, integrando datos cuantitativos y cualitativos que serán recopilados, analizados y fusionados en un único estudio. Según Hernández Sampieri et al.⁽¹⁶⁾ toda investigación se basa en dos enfoques fundamentales: cuantitativo y cualitativo, los cuales al ser combinados dan lugar a un tercer enfoque, conocido como método mixto. Este estudio se clasifica como descriptivo, ya que busca retratar el estado actual de la gestión de tráfico en el Distrito de Riohacha con el propósito de proponer herramientas tecnológicas para el control inteligente del tráfico, abordando los retos de movilidad que el distrito enfrenta debido a problemas de accesibilidad. El diseño de esta investigación es no experimental, de carácter transversal y de campo.

Población y Muestra

El estudio fue desarrollado en el Distrito de Riohacha y consideró como población a la entidad responsable de la gestión del tráfico en dicho distrito, el Instituto de Tránsito y Transporte Distrital de Riohacha (INSTRAMD). Esta es una población finita, como se detalla en la Tabla 1.

Población	Numero	%
Directivos	3	14,29
Área Gestión Operativa	9	42,86
Área Administrativa y financiera	5	23,81
Área Sistema y Soporte Tecnológico	4	19,05
Total	21	100

Fuente: elaboración propia.

Dada la reducida dimensión de la población del personal del INSTRAMD de Riohacha, se decidió utilizar el censo poblacional completo, es decir, se tomó toda la población como muestra (n=21).

Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos de este proyecto, se empleó en primer lugar un cuestionario cerrado de escala Likert, desarrollado por los autores, que contenía un total de 36 ítems. Cada ítem presentaba cinco (5) opciones de respuesta: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo. Esta herramienta fue utilizada con la muestra compuesta por el personal del INSTRAMD de Riohacha.

Además, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva para establecer el marco teórico, centrándose en las dos (2) variables de investigación: el control inteligente de tráfico y la vigilancia tecnológica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Descripción de estado actual del control de tráfico en el distrito de Riohacha**

A través de este estudio se determinó el estado actual del control de tráfico en el distrito de Riohacha, por medio de la aplicación de un cuestionario cerrado de escala Likert del cual se desprendieron los siguientes resultados.

Tabla 2. Dimensión: Estado actual del Control de tráfico en el distrito de Riohacha

Ítems	Indicadores	Media	Categoría	Desviación estándar	Categoría
1,2,3	Señales Reglamentarias	3,81	Alta	0,92	Muy baja dispersión
4,5,6	Señalizaciones preventivas	3,68	Alta	0,94	Muy baja dispersión
7,8,9,10	Señalizaciones informativas	2,50	Baja	1,22	Baja dispersión
11,12	Señalizaciones transitorias	3,76	Alta	1,00	Baja dispersión
13,14	Señales de mensaje variable	1,38	Muy Baja	0,65	Muy baja dispersión
15	Línea de parada	2,57	Baja	0,85	Muy baja dispersión
16,17	zona de paso	2,00	Baja	0,82	Muy baja dispersión
18,19	Marcas en el cordón de acera	2,62	Moderada	0,84	Muy baja dispersión
20,21,22,23	Semáforos vehiculares	3,49	Alta	1,22	Baja dispersión
24,25	Semáforos peatonales	2,05	Baja	1,02	Baja dispersión
26	Sensores o detectores de tránsito	1,38	Muy baja	0,58	Muy baja dispersión
27,28	Programación de semáforos	1,12	Muy baja	0,32	Muy baja dispersión
29	Semáforos inteligentes	2,33	Baja	0,84	Muy baja dispersión
30,31	Estado y conservación de las señales	3,02	Moderada	0,77	Muy baja dispersión
32,33,34	Conocimiento y Cultura ciudadana	2,08	Baja	0,88	Muy baja dispersión
35,36	Regulación de la circulación vehicular y peatonal	2,98	Moderada	1,28	Baja dispersión
Dimensión		2,7	Moderada	1,3	Baja

Fuente: elaboración propia

Entre los hallazgos más destacados del estudio, se descubrió que solo el 29 % de los encuestados estuvo de acuerdo con que el distrito de Riohacha cuenta con señales de tránsito reglamentarias. De manera similar, el 47 % de los participantes estuvo de acuerdo con la presencia adecuada de señales de tránsito preventivas en las vías del distrito, mientras que solo el 5 % expresó su desacuerdo. Respecto a la existencia de señales de tránsito informativas, el 52 % de los encuestados se manifestó en desacuerdo, y ninguno de los encuestados estuvo de acuerdo. Por otro lado, el 57 % estuvo de acuerdo con que se emplean señales preventivas durante la ejecución de obras en el distrito de Riohacha.

En línea con estos resultados, el 76 % de los encuestados se mostró totalmente en desacuerdo con la existencia de señales de mensajes variables en el distrito de Riohacha. En términos de sensores o detectores de tráfico, el 67 % se mostró totalmente en desacuerdo con su presencia, y el 95 % estuvo totalmente en desacuerdo con la existencia de un centro de control de tránsito que permita el monitoreo de las carreteras en tiempo real.

Estos hallazgos revelan que el distrito de Riohacha cuenta con distintos dispositivos de tránsito, como señales reglamentarias, preventivas y transitorias, semáforos vehiculares y peatonales. Asimismo, se percibe una adecuada cantidad de estos dispositivos para el control del tráfico de vehículos y peatones. Sin embargo, se observó que el distrito carece de elementos esenciales para el control del tráfico, como señales informativas, líneas de parada y zonas de paso. Además, se constató que el distrito no cuenta con semáforos de última tecnología que permitan una gestión eficiente del tráfico, sino que sigue utilizando semáforos tradicionales con tecnología obsoleta, que no son suficientes para abordar los problemas actuales de movilidad del distrito.

Por otro lado, se detectó un nivel bajo de conocimiento entre conductores y transeúntes sobre las diferentes señalizaciones para el control de tráfico y su función. Además, se observó un escaso nivel de cultura ciudadana entre los usuarios de las vías del distrito y un moderado control en la circulación vehicular y peatonal.

Asimismo, se evidenció que el distrito no emplea elementos de detección de tráfico vehicular y peatonal, tales como sensores o detectores de tránsito. Además, los semáforos no están programados en función del flujo vehicular en tiempo real, sino que poseen una programación preestablecida que no permite un control eficiente del flujo vehicular.

Lineamientos Estratégicos para el Control de Tráfico Inteligente en el Distrito de Riohacha

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, y mediante la revisión bibliográfica de diversas fuentes de información para analizar las herramientas tecnológicas utilizadas en el control de tráfico inteligente, se identificaron elementos aplicables al distrito. En consecuencia, se propusieron lineamientos estratégicos para el control de tráfico inteligente en el distrito de Riohacha.

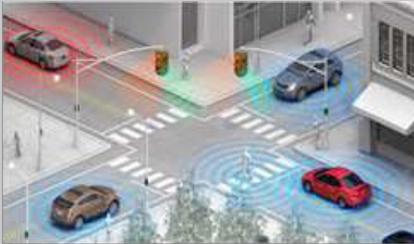
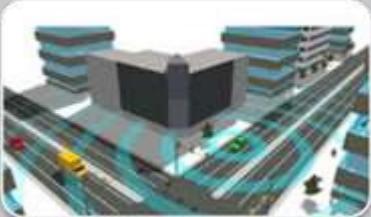
Para definir los lineamientos estratégicos, se tomó como base la definición de los sistemas de control de tráfico inteligente propuesta por Quiñonez et al.⁽¹⁷⁾ "Los ITS son esencialmente la fusión del desarrollo en la informática, información tecnológica y telecomunicaciones unidas al sector automotriz experto y de transporte. Los ITS pueden entonces ser definidos como la aplicación de tecnologías de informática, información y comunicaciones al manejo, en tiempo real, de vehículos y redes que involucran el movimiento de gente y bienes"⁽¹⁸⁾ Teniendo en cuenta esta definición, en la Tabla 3 se presentan los lineamientos estratégicos para el control de tráfico inteligente en el distrito de Riohacha.

Tabla 3. Lineamientos estratégicos para el control de tráfico inteligente en el distrito de Riohacha

Lineamientos	Acciones estratégicas
El distrito de Riohacha debe formular	Formular todas las acciones y establecer un Plan de movilidad estratégicas que deben llevarse a con miras a construir una ciudad cabo para controlar el tráfico en el segura distrito, con miras a mejorar la movilidad y establecer medidas para el control del aumento desmedido en la parte automotriz. Analizar futuros escenarios para proyectar cambios que puedan afectar el entorno de la movilidad en el distrito de Riohacha. Realizar todo el estudio técnico y otros estudios necesarios para la formulación del plan de movilidad.
Realizar campañas para generar	Realizar charlas y campañas en cultura vial por parte de los donde se sensibilice a las personas habitantes del distrito de Riohacha sobre el buen uso de las señales de tránsito y sobre la cultura vial. Incentivar a través de diferentes estrategias a los habitantes del distrito de Riohacha a tener una cultura vial. Crear espacios idóneos para que los habitantes del distrito puedan tener conocimiento acerca de todo lo relacionado con la cultura vial.
Fortalecer a la entidad encargada de regular el control de tránsito en el distrito el Instramd	Establecer acciones concretas para mejorar el funcionamiento del instituto de tránsito y transporte del distrito de Riohacha. Realizar una modernización tecnológica de las herramientas utilizadas por el Instramd para ofrecer una mejor movilidad en la ciudad.
Implementar en el distrito de Riohacha un centro de control de tráfico	Establecer los requerimientos necesarios para crear un centro de control del tráfico. Formular un proyecto para la creación de un centro de control de tráfico en el distrito de Riohacha. Desarrollar todas las acciones necesarias para realizar la construcción y la puesta en marcha del centro de control de tráfico.
Dotar al distrito de Riohacha de las diferentes tecnologías propuestas en la tabla 4	Establecer los requerimientos necesarios para la implementación de las diferentes tecnologías para el control de tráfico inteligente en el distrito. Generar estrategias para el financiamiento necesario para la implementación de las diferentes tecnologías en el distrito. Formular y ejecutar proyectos para la implementación de las diferentes tecnologías para el control de tráfico inteligente en el distrito

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Elementos de control de tráfico inteligente aplicables al distrito de Riohacha

Nombre	Beneficios de implementación
<p>Semáforos inteligentes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar el tráfico de vehículos de forma más eficiente. • Ajustar la retención de velocidad para que haya un flujo continuo en lugar de control y armonía general. • Se pueden programar en forma remota de acuerdo a los requerimientos de flujo de corriente. • Reducción significativa del tiempo de espera. • Reducen la contaminación al reducir el tiempo de espera de los vehículos.⁽¹⁹⁾
<p>Carteles de mensajes variables</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar información a los usuarios sobre la marcha. • Comunicarse con información y actividades turísticas. • Distribución de información de tráfico en tiempo real. • Advertencia de condiciones ambientales severas como lluvia, niebla, tormentas.⁽²⁰⁾
<p>Circuito cerrado de televisión (CCTV)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar información a los usuarios sobre la marcha. • Comunicarse con información y actividades turísticas. • Distribución de información de tráfico en tiempo real. • Advertencia de condiciones ambientales severas como lluvia, niebla, tormentas.⁽²⁰⁾ • Permite a los operadores identificar y verificar eventos que controlan el centro de comando. • Permitir la grabación automática de eventos. • Permite la captura de información de tránsito como intensidad, congestión, velocidad promedio, número de vehículos y distancia entre vehículos.
<p>Sistema de fotodetección Electrónico</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir las infracciones de tránsito. • Reducir el número de accidentes. • Mejorar la cultura vial.⁽²¹⁾
<p>Sensores o detectores de tránsito</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Permiten la detección de accidentes y situaciones de emergencia. • Brindan acceso en tiempo real de información relevante acerca del estado de la carretera • Detección y resolución de incidentes • Permite monitorear y controlar la velocidad • Le permite monitorear y publicar el clima y las condiciones de la carretera.⁽²²⁾

Centro de operación y procesamiento de datos

- Permiten la detección de accidentes y situaciones de emergencia.
- Brindan acceso en tiempo real de información relevante acerca del estado de la carretera
- Permite la detección de infracciones
- Detección y resolución de incidentes
- Permite monitorear y controlar la velocidad
- Le permite monitorear y publicar el clima y las condiciones de la carretera.⁽²¹⁾

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación orientada a proponer herramientas tecnológicas para optimizar el control del tráfico en el distrito de Riohacha, permiten presentar las siguientes conclusiones:

En el ámbito global, diversas ciudades han recurrido a variadas tecnologías para regular tanto el tráfico vehicular como peatonal. Si bien el impacto de estas estrategias ha variado, en general, dichas tecnologías han demostrado beneficios significativos en términos de movilidad urbana, respondiendo a ciertas necesidades inherentes a los sistemas de control de tráfico y facilitando una gestión más eficaz.

Se identificó que los sistemas inteligentes de control de tráfico aplican una serie de estrategias y acciones orientadas a mitigar el impacto negativo del tráfico vehicular. Estas mejoran los tiempos de respuesta ante incidencias, regulan y controlan el tráfico, y contribuyen a disminuir la tasa de accidentes.

En gran parte de los sistemas inteligentes de control de tráfico se evidencian cinco componentes tecnológicos fundamentales para garantizar una movilidad eficiente: el registro electrónico de infracciones de tránsito, la videovigilancia, los paneles de información variable, los sistemas de información al usuario y el apoyo a la planificación de la red semafórica. Todos estos elementos deben ser integrados a un centro de gestión de tráfico para un adecuado monitoreo y control de la movilidad urbana.

Se logró determinar cuáles elementos de control de tráfico inteligente son aplicables en el distrito de Riohacha, y se establecieron los beneficios potenciales que cada uno de estos podría aportar a la movilidad del distrito. Entre estos elementos se destacan: semáforos inteligentes, carteles de mensaje variable, circuitos cerrados de televisión, sistemas de foto detección electrónica, sensores o detectores de tráfico, y un centro de operación y procesamiento de datos.

El distrito de Riohacha deberá diseñar e implementar un plan de movilidad que defina las operaciones y estrategias necesarias para un control efectivo del tráfico. Este plan deberá centrarse en mejorar la movilidad y establecer medidas para controlar el incremento excesivo del parque automotor.

Es imperativo que el distrito de Riohacha genere una cultura vial entre sus habitantes mediante estrategias diversas, como campañas y charlas de sensibilización, para destacar la importancia del cumplimiento de las señales de tránsito y fomentar una cultura vial responsable.

Finalmente, el distrito de Riohacha debe implementar estrategias que fortalezcan el instituto de tránsito y transporte, modernicen las herramientas empleadas para el control del tráfico, y capaciten al personal encargado de la entidad. Asimismo, es necesario generar una integración entre el Instramd y la alcaldía distrital para un mejor ordenamiento de las acciones destinadas a mejorar la movilidad del distrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castán JA, Ibarra S, Laria J, Guzmán J, Castán E. Control de tráfico basado en agentes inteligentes. POLIBITS 2014; 50:61-8. <https://doi.org/10.17562/PB-50-9>
2. San Juan YI, Rodríguez FIR. Modelos y herramientas para la vigilancia tecnológica. Ciencias de La Información 2016; 47:11-8.
3. Capel H. Las pequeñas ciudades en la urbanización generalizada y ante la crisis global. Investigaciones geográficas 2009:07-32.
4. Guamaní Clavijo KE, Burbano R. Estimación de los Costos Económicos de la Congestión Vehicular en Quito en el Año 2016. Dominio de las Ciencias 2021;7:763-86.
5. Péres M, Ruiz G, Nsmachnow S, Olivera AC. Multiobjective evolutionary optimization of traffic flow and pollution in Montevideo, Uruguay. Applied Soft Computing 2018;70:472-85. <https://doi.org/10.1016/j>

asoc.2018.05.044.

6. Gately CK, Hutyra LR, Peterson S, Sue Wing I. Urban emissions hotspots: Quantifying vehicle congestion and air pollution using mobile phone GPS data. *Environmental Pollution* 2017;229:496-504. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.05.091>.

7. Rossi R, Ceccato R, Gastaldi M. Effect of Road Traffic on Air Pollution. Experimental Evidence from COVID-19 Lockdown. *Sustainability* 2020;12:8984. <https://doi.org/10.3390/su12218984>.

8. Othman B, De Nunzio G, Di Domenico D, Canudas-de-Wit C. Ecological traffic management: A review of the modeling and control strategies for improving environmental sustainability of road transportation. *Annual Reviews in Control* 2019;48:292-311. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2019.09.003>.

9. Bigazzi AY, Rouleau M. Can traffic management strategies improve urban air quality? A review of the evidence. *Journal of Transport & Health* 2017;7:111-24. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.08.001>.

10. Guériau M, Billot R, El Faouzi N-E, Monteil J, Armetta F, Hassas S. How to assess the benefits of connected vehicles? A simulation framework for the design of cooperative traffic management strategies. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 2016;67:266-79. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.01.020>.

11. Guo Y, Ma J. Leveraging existing high-occupancy vehicle lanes for mixed-autonomy traffic management with emerging connected automated vehicle applications. *Transportmetrica A: Transport Science* 2020;16:1375-99. <https://doi.org/10.1080/23249935.2020.1720863>.

12. Cantillo V, Márquez L, Díaz CJ. An exploratory analysis of factors associated with traffic crashes severity in Cartagena, Colombia. *Accident Analysis & Prevention* 2020;146:105749. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105749>.

13. Ospina-Mateus H, Garcia SB, Jiménez LQ, Salas-Navarro K. Dataset of traffic accidents in motorcyclists in Bogotá, Colombia. *Data in Brief* 2022;43:108461. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108461>.

14. Ospina-Mateus H, Quintana Jiménez LA, López-Valdés FJ, Morales-Londoño N, Salas-Navarro K. Using Data-Mining Techniques for the Prediction of the Severity of Road Crashes in Cartagena, Colombia. In: Figueroa-García JC, Duarte-González M, Jaramillo-Isaza S, Orjuela-Cañon AD, Díaz-Gutierrez Y, editors. *Applied Computer Sciences in Engineering*, Cham: Springer International Publishing; 2019, p. 309-20. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31019-6_27.

15. Puentes M, Novoa D, Nivia JMD, Hernández CJB, Carrillo O, Mouël FL. Datacentric Analysis to Reduce Pedestrians Accidents: A Case Study in Colombia. In: Corchado JM, Trabelsi S, editors. *Sustainable Smart Cities and Territories*, Cham: Springer International Publishing; 2022, p. 163-74. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78901-5_15.

16. Hernández-Sampieri R, Mendoza C. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico, D.F.: McGraw-Hill Education; 2020.

17. Quiñonez Y, Lizarraga C, Peraza J, Zatarain O. Sistema inteligente para el monitoreo automatizado del transporte público en tiempo real. *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação* 2019:94-105.

18. Patiño Lopez LF, Torres Rodriguez JA. Diseño e implementación de un sistema embebido basado en IOT para la gestión del transporte público 2019.

19. Sanabria Cortes RA. Semáforos autónomos para control de tráfico en la ciudad de Neiva. Tesis de Grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, 2016.

20. Ministerio de transporte. Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogota D.C.: Ministerio de transporte; 2015.

21. Amar Flórez D. Estudios de casos internacionales de Ciudades Inteligentes. Medellín, Colombia: BID; 2016.

22. GSD+. Esquemas de implantación de tecnologías inteligentes de transporte en América Latina: estudios de casos y recomendaciones. Caracas: CAF; 2019.

FINANCIACIÓN

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Silfredo Damian Vergara Danies, Daniela Carolina Ariza Celis, Liseth Maria Perpiñan Duitama.

Investigación: Silfredo Damian Vergara Danies, Daniela Carolina Ariza Celis, Liseth Maria Perpiñan Duitama.

Redacción - revisión y edición: Silfredo Damian Vergara Danies, Daniela Carolina Ariza Celis, Liseth Maria Perpiñan Duitama.