



Diseño y arquitectura de una plataforma IoT para la gestión inteligente del tráfico en Guayaquil

Design and architecture of an IoT platform for intelligent traffic management in Guayaquil

Monica , Gómez-Ríos ¹ , Geancarlos , Garzón -Salazar ² , Miguel -Angel Quiroz-Martínez ³ , Santiago Castro-Arias ⁴

¹ Universidad Politécnica Salesiana, mgomezr@ups.edu.ec

² Universidad Politécnica Salesiana, mquiroz@ups.edu.ec

³ Universidad Politécnica Salesiana, scastro@ups.edu.ec

⁴ Universidad Politécnica Salesiana, ggarzons@est.ups.edu.ec

Resumen

Guayaquil enfrenta desafíos en la gestión del tráfico, lo cual genera congestión y afecta la calidad de vida. La investigación propone una plataforma de Internet de las Cosas (IoT) para abordar este problema. La estrategia propuesta combina el análisis de datos históricos, observaciones in situ y simulaciones precisas basadas en los datos obtenidos. La plataforma de IoT recopila datos en tiempo real mediante sensores estratégicamente ubicados, ofreciendo así una visión integral del tráfico. El monitoreo avanzado permite respuestas eficientes ante imprevistos. Los resultados obtenidos son concretos, mostrando mejoras en la eficiencia del tráfico mediante sugerencias de rutas alternativas, ajustes en la señalización vial y coordinación semafórica. En conclusión, se destaca la viabilidad y eficacia de la plataforma, evidenciando una reducción de la congestión y una mejora en el flujo vehicular. La implementación busca mejorar la vida cotidiana de los guayaquileños y sentar precedente para futuras iniciativas en materia de movilidad urbana.

Palabras clave: IoT: monitorización y control del tráfico, flujo de tráfico: optimización mediante metaheurísticas, tráfico urbano: eficiencia de rutas basada en datos, congestión: reducción mediante logística inteligente, fluidez: mejora del rendimiento del sistema de recolección

Abstract.

Guayaquil faces challenges in traffic management, which generate congestion and affect quality of life. This research proposes an Internet of Things (IoT) platform to address this problem. The proposed strategy combines historical data analysis, in-situ observations, and precise simulations based on the data obtained. The IoT platform collects real-time data using strategically located sensors, providing a comprehensive view of traffic. Advanced monitoring enables efficient responses to unforeseen events. The results obtained are concrete, showing improvements in traffic efficiency through alternative route suggestions, road signage adjustments, and traffic light coordination. In conclusion, the platform's viability and effectiveness are highlighted, demonstrating a reduction in congestion and an improvement in vehicular

flow. Its implementation seeks to improve the daily lives of Guayaquil residents and sets a precedent for future initiatives in urban mobility.

Keywords: IoT: traffic monitoring and control, traffic flow: optimization using metaheuristics, urban traffic: data-driven route efficiency, congestion: reduction through smart logistics, fluidity: improving collection system performance

1. Introducción

Actualmente, Guayaquil enfrenta grandes desafíos en la gestión del tráfico, generando congestión que afecta la vida cotidiana de los guayaquileños y el turismo en general. Esta investigación aborda este problema proponiendo una solución integral: el diseño y la arquitectura de una Plataforma de Internet de las Cosas (IoT) para la Gestión Inteligente del Tráfico en la ciudad.

El principal problema a abordar es la falta de eficiencia en la gestión del tráfico, lo que ha generado la necesidad de encontrar soluciones innovadoras. La pregunta clave es: ¿Cómo podemos aprovechar el IoT para mejorar la gestión del tráfico en Guayaquil y reducir la congestión eficazmente?

La respuesta a esta pregunta se aborda mediante la propuesta de diseño y arquitectura de una plataforma IoT, que se centrará en la recopilación de datos de tráfico en tiempo real en Guayaquil, principalmente en puntos clave de la ciudad, el monitoreo activo del flujo vehicular y la toma de decisiones informadas. La estrategia propuesta se basa en una metodología de investigación cuantitativa, dividida en fases de diagnóstico, diseño y evaluación. En estas fases, se utilizan datos históricos, observaciones in situ y pruebas de simulación para comprender a fondo la situación del tráfico en Guayaquil y desarrollar soluciones relevantes.

La importancia de esta propuesta radica en su capacidad para superar las limitaciones de la gestión actual, proporcionando no solo la recopilación de datos en tiempo real, sino también un monitoreo avanzado y algoritmos inteligentes para mejorar la eficiencia del tráfico. La implementación exitosa de esta plataforma no solo tiene el potencial de minimizar la congestión vehicular y mejorar la fluidez del tráfico, sino que también contribuirá significativamente a la calidad de vida de quienes viven y visitan la ciudad.

2. Revisión de literatura

2.1. IoT y ciudades inteligentes

El Internet de las Cosas (IoT) es un conjunto de diversas tecnologías en constante evolución y rápida interacción con el mundo exterior. Los dispositivos IoT se obtienen combinando las tecnologías de la información (TI) con las tecnologías operativas (TO) [3].

En general, el IoT es ideal para la sociedad que busca reducir tiempos y procesos para aspectos de la vida cotidiana, que como canal utilizan la tecnología [5].

Entre los principales aspectos de las ciudades, éstas ofrecen lugares que generan grandes oportunidades; sin embargo, es allí donde se compilan y surgen diversas problemáticas, de tal manera que las TIC podrían jugar un papel importante y central para abordar los diversos retos y a su vez favorecer y potenciar sus beneficios [1].

Sin embargo, la tecnología debe verse como un medio, un instrumento para unir y superar la pobreza y la desigualdad. En este sentido, la inclusión tecnológica, las oportunidades y el disfrute de los derechos son pilares fundamentales que las ciudades necesitan para ofrecer una vida digna y justa [11].

La integración de la inteligencia artificial en la tecnología IoT puede generar autonomía en la toma de decisiones por parte de sistemas sensoriales y actuadores, así como un análisis de datos más eficaz mediante herramientas como el análisis de datos y la gestión de grandes volúmenes de información (big data), lo que puede agilizar la toma de decisiones mediante asesores virtuales inteligentes. Esta combinación de capacidades tecnológicas puede impulsar el desarrollo de ciudades inteligentes y mejorar la calidad de vida de sus habitantes [10].

2.2. Sensores y dispositivos IoT

El Internet de las Cosas (también llamado IoT) es una de las tecnologías más reconocidas y reconocidas en la actualidad, gracias a su gran capacidad para conectar cualquier tipo de dispositivo a Internet. Si a este potencial le sumamos otra tecnología de alto impacto como la visión artificial, se abre un amplio campo de aplicaciones innovadoras. Al aprovechar estas tecnologías, podemos visualizar grandes cantidades de datos en Internet de forma dinámica y significativa [2].

[7] Destaca cómo el uso del IoT en el transporte está innovando y cambiando constantemente la forma en la que nos relacionamos entre nosotros y a su vez, la forma en la que los objetos o dispositivos nos rodean diariamente.

La implementación del Internet de las Cosas (IoT) está experimentando un crecimiento exponencial debido a su constante evolución en los últimos años. Esta evolución ha conllevado reducciones de costes en los procesos y ha tenido un impacto significativo en la gestión de recursos. De hecho, aproximadamente el 27 % de las referencias indican que estas tecnologías se utilizan en el entorno empresarial.

Es evidente la amplia variedad de aplicaciones existentes y en uso en diversos sectores, como la salud, la seguridad, el transporte, la agricultura y la educación. La integración del IoT en estas áreas está generando importantes tendencias en la gestión de recursos, la oferta de servicios y la mejora de procesos.

En el sector sanitario, por ejemplo, el IoT permite la monitorización remota de pacientes y la gestión eficiente de los recursos médicos. En seguridad, los dispositivos IoT se utilizan para la vigilancia y el control de acceso. En el transporte, la tecnología IoT facilita la logística y la gestión de flotas. En la agricultura, se utiliza para la monitorización y automatización de procesos agrícolas. Y en la educación, los dispositivos conectados se utilizan para crear entornos de aprendizaje más interactivos y personalizados.

En resumen, el IoT está transformando la forma en que interactuamos con el mundo que nos rodea y está generando nuevas oportunidades y soluciones en una amplia gama de sectores [12].

2.3. Big Data y análisis predictivo

El Big Data no se limita a un solo tamaño, sino que abarca tanto el volumen y la variedad de datos como la velocidad de acceso y procesamiento. Hoy en día, hemos evolucionado de un enfoque centrado en las transacciones a uno centrado en la interacción, con el objetivo de aprovechar al máximo la información que se genera continuamente, minuto a minuto [6].

[8] El Internet de las Cosas genera una enorme cantidad de datos. El análisis y la gestión de estos datos requieren enfoques estadísticos y de programación. La tecnología de Big Data opera con esta enorme cantidad de datos e impulsa nuevos productos, permite tomar decisiones más informadas y basadas en la evidencia, optimiza procesos, mejora la eficiencia operativa, anticipa las tendencias del mercado y satisface las necesidades de los consumidores con mayor precisión y exactitud.

2.4. Gestión inteligente del tráfico

Las ciudades están cada vez más interesadas en aprovechar las tecnologías de la información, especialmente aquellas que facilitan el análisis de grandes volúmenes de datos de forma oportuna y eficiente. Este enfoque se centra en la optimización de las vías urbanas. La gestión del tráfico busca mitigar los efectos negativos de los flujos vehiculares ineficientes mediante diversas estrategias.

En conjunto, estas medidas buscan mejorar la movilidad urbana, reducir los tiempos de viaje y minimizar el impacto ambiental asociado al tráfico vehicular en las ciudades. La integración de las tecnologías de la información desempeña un papel fundamental en este proceso, proporcionando datos y herramientas para una toma de decisiones más informada y eficaz en la gestión del tráfico [4].

La vigilancia tecnológica es una herramienta muy útil, la cual consiste en un proceso organizado y continuo de observación y análisis del mundo tecnológico, capaz de identificar cambios y así alertar sobre las amenazas y oportunidades del desarrollo tecnológico en diversos sectores de la economía [13].

[9] La ciudad de Rosario, Argentina, realizó un estudio sobre ciclismo mediante dispositivos de georreferenciación y análisis de datos. Este estudio permitió identificar puntos de accidentes donde no existían ciclovías, pero sí una alta presencia de ellas. Estos resultados fueron fundamentales para la toma de decisiones destinadas a mejorar la infraestructura pública y la seguridad vial de los ciclistas en la ciudad.

Gracias al análisis de datos georreferenciados, las autoridades pudieron identificar zonas críticas donde los ciclistas presentaban mayor riesgo de accidentes debido a la falta de infraestructura adecuada, como ciclovías o señalización específica. Esta información proporcionó una base sólida para la planificación e implementación de proyectos destinados a mejorar la seguridad y la accesibilidad de los ciclistas en Rosario.

Las decisiones tomadas a partir de este análisis demuestran cómo la aplicación de tecnologías de georreferenciación y análisis de datos puede tener un impacto significativo en la planificación urbana y la gestión de la movilidad, permitiendo a las autoridades abordar de forma proactiva los desafíos y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

2.5. IoT en la gestión del tráfico y la seguridad vial

Los dispositivos IoT suelen enfrentar los mismos tipos de riesgos de ciberseguridad y privacidad que los dispositivos de TI convencionales, aunque su continuidad y la magnitud de la gravedad de esos riesgos pueden variar [3].

3. Metodología

La investigación adopta un enfoque cuantitativo para alcanzar los objetivos propuestos. La metodología se desarrolla en tres fases fundamentales, cada una con actividades específicas para asegurar el logro de los objetivos establecidos.

En esta fase, se realizan diversas actividades para comprender el estado actual del tráfico en la ciudad de Guayaquil. La recopilación de datos históricos se realiza mediante la obtención de información de fuentes confiables, como el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y otras instituciones pertinentes. Además, las observaciones in situ proporcionan datos de campo complementarios, mientras que el análisis de datos permite identificar tendencias y patrones relevantes. Para el análisis de datos, se emplean técnicas estadísticas y herramientas de visualización que facilitan la identificación de tendencias, patrones y problemas específicos en la situación actual del tráfico. Este análisis es esencial para fundamentar las decisiones en las fases posteriores del estudio.

En esta fase, se diseña la arquitectura de IoT para la gestión inteligente del tráfico en Guayaquil. La definición de requisitos se realiza mediante entrevistas con expertos en gestión del tráfico y una revisión exhaustiva de los problemas identificados en la fase de diagnóstico. Estos datos guían el diseño conceptual de la arquitectura de IoT. El análisis de requisitos y la conceptualización de la arquitectura de IoT se realizan mediante técnicas de análisis conceptual y revisión bibliográfica. Este análisis guía la selección de las tecnologías adecuadas, considerando aspectos de interoperabilidad y escalabilidad.

La última fase consiste en evaluar la eficacia de la plataforma IoT propuesta para la gestión del tráfico en Guayaquil. La configuración de la plataforma IoT se realiza siguiendo las directrices de diseño conceptual. Las pruebas de simulación, basadas en datos históricos y escenarios simulados, proporcionan datos cruciales para la evaluación. El análisis de los resultados se realiza mediante técnicas estadísticas y comparativas para definir la eficacia de la plataforma para optimizar el tráfico y reducir la congestión. Los ajustes y mejoras se basan en estos resultados. Finalmente, se genera un informe final que sintetiza los resultados de la evaluación y ofrece recomendaciones para la implementación eficaz de la plataforma de gestión del tráfico basada en IoT en Guayaquil.

Es importante destacar que toda la metodología propuesta es de naturaleza teórica y no se implementará en la práctica. Este enfoque se centra en establecer una base conceptual sólida para futuras investigaciones y proyectos que buscan abordar la gestión inteligente del tráfico urbano mediante soluciones basadas en el IoT.

4.1 Arquitectura de IoT propuesta

La arquitectura propuesta consiste en un sistema IoT para la gestión inteligente del tráfico en Guayaquil. Está compuesto por cuatro capas lógicas interrelacionadas, cada una de las cuales desempeña un papel crucial en el funcionamiento del sistema:

- **Adquisición de datos:**

Consiste en instalar estratégicamente sensores de tráfico en zonas claves de Guayaquil, permitiendo capturar información sobre el flujo vehicular, velocidad y otros parámetros relevantes del tráfico.

- **Comunicación :**

Esta capa facilita la transferencia eficiente de los datos recopilados por los sensores al servidor central. Puede utilizar redes cableadas o inalámbricas para garantizar una conectividad robusta y fiable.

- **Servicios :**

Incluye las siguientes subcapas:

- Almacenamiento y preprocesamiento: aquí se almacenan los datos recopilados y se realiza el preprocesamiento inicial para su análisis posterior.
- Aprendizaje y predicción: esta subcapa es responsable de analizar los datos almacenados utilizando técnicas de aprendizaje automático para identificar patrones, tendencias y predecir posibles congestiones de tráfico.

- **Interacción :**

Proporciona una interfaz de usuario accesible a través de una plataforma web y aplicaciones móviles, facilitando la visualización en tiempo real de los datos de tráfico y la recepción de alertas sobre situaciones relevantes, contribuyendo así a una gestión eficaz del tráfico urbano.

Esta estructura modular garantiza una gestión integrada del tráfico en Guayaquil, (ej. *Fig. 1*), representa una visión lógica de la arquitectura descrita.

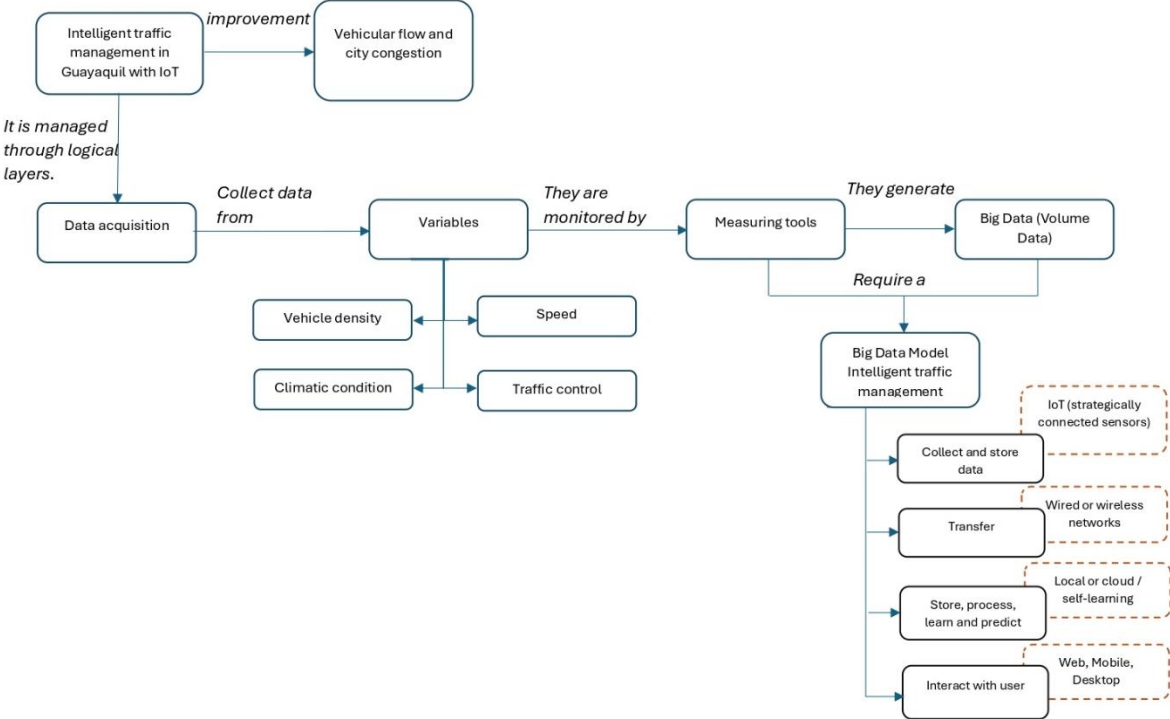


Fig. 1. Arquitectura propuesta para la Gestión Inteligente del Tráfico en Guayaquil.

4.2 Evaluación de la propuesta

En la última fase, se evaluó la eficacia de la plataforma IoT propuesta mediante pruebas de simulación. La configuración de la plataforma siguió las directrices de diseño conceptual. Las pruebas, basadas en datos históricos y escenarios simulados, arrojaron resultados que indicaron la capacidad de la plataforma para optimizar el tráfico y reducir la congestión (p. ej., *Tabla 1*).

Tabla 1. Comparación de densidad de vehículos.

Tiempo	Densidad antes	Densidad después
8:00 AM	120 vehículos/h	80 vehículos/h
12:00 p. m.	180 vehículos/h	100 vehículos/h
5:00 p. m.	250 vehículos/h	120 vehículos/h

Los cambios en la densidad vehicular se evidencian en la siguiente gráfica (por ejemplo, *Fig. 2*), que compara la eficiencia del tráfico antes y después de la implementación de la plataforma.

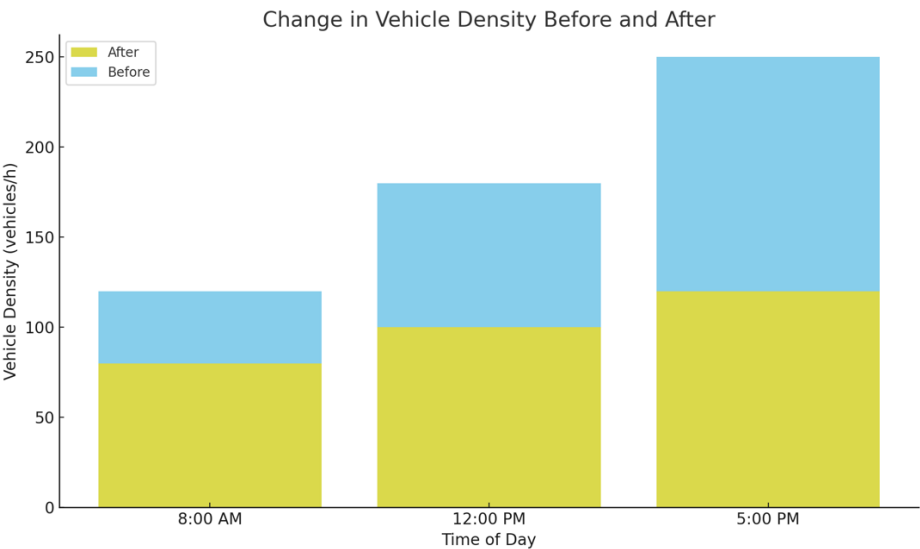


Fig. 2. Densidad de vehículos antes y después.

Según lo evidenciado en el entorno simulado, podemos afirmar que la arquitectura propuesta se adapta a los requisitos según la información recopilada in situ, en los medios de comunicación gubernamentales y la opinión de expertos. Se realizaron pruebas con variables aleatorias en los posibles escenarios, y como se observa, tanto en la densidad vehicular como en la eficiencia de los semáforos, se observa una mejora notable con la implementación de la arquitectura propuesta (p. ej., *Tabla 2*).

Tabla 2. Eficiencia de los semáforos.

Señal	Eficiencia antes	Eficiencia después
Señal principal	70%	90%
Señal secundaria	50%	80%
Señal peatonal	60%	95%

La mejora en la eficiencia de los semáforos se ilustra en el siguiente gráfico (por ejemplo, *Fig. 3*), el incremento porcentual respalda la efectividad de la implementación de la arquitectura propuesta.

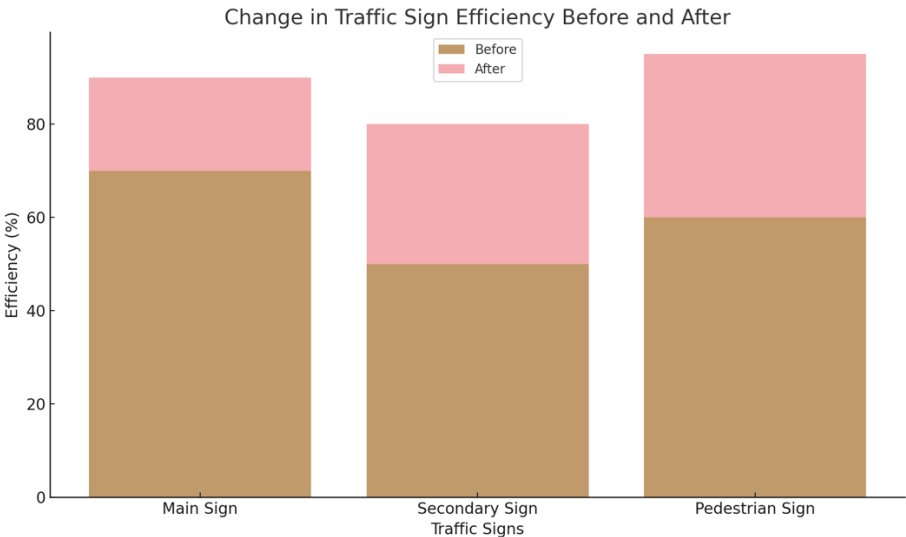


Fig. 3. Eficiencia de los semáforos antes y después.

Los resultados obtenidos proporcionan una sólida base teórica para futuras investigaciones y proyectos relacionados con la gestión inteligente del tráfico urbano.

5. Discusión

Según la información presentada (véase la Tabla 1 y la Figura 1), se observa una disminución significativa en la densidad vehicular tras la implementación de la plataforma IoT, especialmente durante las horas punta, cuando la densidad vehicular es lo suficientemente alta como para causar atascos de varios minutos. La eficiencia de los semáforos muestra mejoras notables, descongestionando la señal peatonal con una eficiencia del 95 % tras la implementación (véase la Tabla 2 y la Figura 2). Estos resultados sugieren una asociación positiva entre la implementación de la arquitectura IoT y la optimización del tráfico, lo que respalda la hipótesis inicial de que la tecnología IoT puede tener un impacto positivo en la gestión del tráfico urbano.

A pesar de estas mejoras generales, es fundamental señalar los puntos críticos o las áreas que no experimentaron una mejora significativa. Esto puede incluir condiciones específicas del tráfico o señales que no respondieron eficazmente a la implementación del IoT.

Los resultados obtenidos concuerdan con investigaciones previas que sugieren que la tecnología IoT puede ser eficaz en la gestión del tráfico urbano. Sin embargo, también es importante destacar las contribuciones únicas de este estudio y sus diferencias con investigaciones previas.

Desde una perspectiva teórica, los resultados respaldan la viabilidad de la arquitectura IoT presentada como solución para la gestión inteligente del tráfico en Guayaquil. Las aplicaciones prácticas incluyen la posibilidad de implementar esta arquitectura en entornos urbanos similares, abordando problemas específicos de tráfico y mejorando la eficiencia de la señalización.

6. Conclusiones.

El trabajo realizado en este estudio confirma la eficacia de la arquitectura del IoT como herramienta valiosa para optimizar el tráfico urbano en Guayaquil. La implementación de esta tecnología ha demostrado una reducción significativa de la densidad vehicular y una mejora notable en la eficiencia de los semáforos, especialmente durante las horas críticas de congestión. Este hallazgo sugiere que el IoT tiene el potencial de desempeñar un papel esencial en la gestión inteligente del tráfico, ofreciendo soluciones prácticas y eficientes. La correlación positiva observada entre la implementación de la arquitectura IoT y la optimización del tráfico respalda la hipótesis inicial de que esta tecnología puede tener un impacto positivo en la gestión del tráfico urbano. La mejora en la eficiencia de los semáforos, junto con la reducción de la densidad vehicular, destaca la viabilidad y la relevancia de la arquitectura IoT en entornos urbanos similares. Si bien los resultados son prometedores, es fundamental considerar los puntos críticos o las zonas que no experimentaron mejoras significativas tras la implementación del IoT. Esto sugiere la necesidad de realizar más investigaciones para abordar estas áreas específicas y perfeccionar la arquitectura del IoT. Además, se recomienda explorar la aplicabilidad de esta tecnología en otras ciudades con problemas de tráfico similares, adaptando la arquitectura a las necesidades locales. Estas conclusiones ofrecen una visión completa de los resultados del estudio, destacando los aspectos positivos, la correlación observada y proporcionando orientación para futuras investigaciones y aplicaciones en el campo de la gestión inteligente del tráfico urbano utilizando soluciones basadas en IoT.

Sugerencias para futuros estudios vinculados a la Neutrosofía:

- **Modelado Neutrosófico de la Incertidumbre en el Tráfico:** Aplicar conjuntos neutrosóficos para modelar la impredecibilidad del comportamiento de conductores y peatones, considerando los grados de verdad (flujo normal), falsedad (congestión) e indeterminación (comportamiento impredecible) en el análisis del tráfico, permitiendo una gestión más adaptable a condiciones inciertas.

- **Optimización Neutrosófica de Semáforos:** Desarrollar un sistema de control de semáforos basado en lógica neutrosófica que procese información contradictoria o incompleta de múltiples sensores IoT (por ejemplo, flujo vehicular vs. peatonal en tiempo real) para tomar decisiones de temporización óptimas bajo incertidumbre.
- **Evaluación de Impacto con Indicadores Neutrosóficos Compuestos:** Crear un marco de evaluación del desempeño del sistema de tráfico utilizando indicadores neutrosóficos que integren dimensiones contradictorias como eficiencia vehicular, seguridad peatonal, impacto ambiental y costos operativos, aceptando la indeterminación en sus interrelaciones.
- **Análisis de Datos con Conjuntos Neutrosóficos para Zonas Críticas:** Emplear la teoría de conjuntos neutrosóficos para analizar cuantitativamente los datos de las zonas que no mostraron mejora, transformando la ambigüedad en las causas (por ejemplo, infraestructura deficiente, comportamiento driver indeterminado) en datos analizables para diseñar soluciones específicas.
- **Sistemas de Apoyo a la Decisión Neutrosóficos para Planificación Urbana:** Diseñar un sistema de apoyo a decisiones para la expansión de la arquitectura IoT a otras ciudades, utilizando métodos de optimización bajo criterios neutrosóficos que consideren simultáneamente la viabilidad técnica, la aceptación social (a menudo indeterminada) y la restricción presupuestaria, priorizando inversiones en un entorno de información imperfecta.

7. Referencias

- [1] Alvarado-López, R. A. (2020). Ciudades inteligentes y sostenibles: Una medición a cinco ciudades de México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 30(55). <https://doi.org/10.24836/ES.V30I55.860>
- [2] Alvear-Puertas, V., Rosero-Montalvo, P., Peluffo-Ordóñez, D., & Pijal-Rojas, J. (2017). Internet de las Cosas y Visión Artificial, Funcionamiento y Aplicaciones: Revisión de Literatura. *Enfoque UTE*, 8(1), 244–256. <https://doi.org/10.29019/ENFOQUEUTE.V8N1.121>
- [3] Boeckl, K., Fagan, M., Fisher, W., Lefkowitz, N., Megas, K. N., Nadeau, E., Gabel, D., O'Rourke, S., Piccarreta, B., & Scarfone, K. (2019). Consideraciones para la gestión de riesgos a la ciberseguridad y la privacidad de internet de las cosas (IoT). NIST Interagency Report 8228. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8228es>
- [4] Estrella Santiago, D. P., & Gómez Viquez, H. (2023). Actividad de patentamiento en Internet de las Cosas para gestión del tráfico. *Economía: Teoría y Práctica*, 59, 75–112. <https://doi.org/10.24275/ETYPUM/NE/592023/ESTRELLA>
- [5] Flores Zermeno, F. J., Cossio Franco, G., & Flores, J. (2021). Aplicaciones, enfoques y tendencias del Internet de las Cosas (IoT): Revisión sistemática de la literatura. *Revista Científica*, 13(9), 568.
- [6] Hernández-Leal, E. J., Duque-Méndez, N. D., & Moreno-Cadavid, J. (2017). Big Data: Una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación. *Tecnológicas*, 20(39), 15–38. <https://doi.org/10.22430/22565337.685>
- [7] González García, A. J., López, J., Xavi, V., & Guillen, V. (2017). IoT: Dispositivos, tecnologías de transporte y aplicaciones.
- [8] Khare, S., & Totaro, M. (2019). Big Data in IoT. In *Proceedings of the 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT45670.2019.8944495>
- [9] Lasso Cardona, L. A., Franco Ocampo, D. F., & Estrada Esponda, R. D. (2022). Aplicaciones de la datificación y Big Data en América Latina entre el 2015 y 2019. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 14(2), 125–143. <https://doi.org/10.22335/RLCT.V14I2.1594>
- [10] Linares García, J., & Vásquez Santos, K. B. (2018). Ciudades inteligentes: ¿Materialización de la sostenibilidad o estrategia económica del modelo neoliberal? *Ágora U.S.B.*, 18(2), 479–495. <https://doi.org/10.21500/16578031.3134>
- [11] Miranda-Bran, W., & Rendón-Acevedo, J. A. (2019). Ciudades y territorios inteligentes desde la perspectiva de la vigilancia tecnológica. *Dimensión Empresarial*, 17(4), 153–183. <https://doi.org/10.15665/17.4.2107>

-
- [12] Saavedra-Neira, J. J., Hernández-Barba, M. I., & Mendoza-De Los Santos, A. C. (2023). Aplicaciones y beneficios del IoT como alternativa en el gobierno TI: Revisión sistemática de literatura. *Revista Científica de la UCSA*, 10(1), 120–138. <https://doi.org/10.18004/UCSA/2409-8752/2023.010.01.120>
 - [13] Vergara Danies, S. D., Ariza Celis, D. C., & Perpiñán Duitama, L. M. (2023). Strategic guidelines for intelligent traffic control. *Data and Metadata*, 2, 51. <https://doi.org/10.56294/DM202351>
 - [14] N. N. Vallejo Pimentel, *Estudio de factibilidad de las tecnologías de IoT para el rastreo y monitoreo de vehículos*, Bachelor's thesis, 2022.
 - [15] M. Quiroz-Martinez, H. Hernandez-Romero, K. Valenzuela-Burbano, and M. Gomez-Rios, "Prototype of a security model applied to IoT with big data for road management in the city of Guayaquil," in *Proc. Int. Conf. on Computer Science, Electronics and Industrial Engineering (CSEI)*, Cham: Springer Nature Switzerland, Nov. 2023, pp. 564–574.
 - [16] P. D. Mendoza Solórzano and C. Á. Villacis Vargas, *Análisis y solución al congestionamiento vehicular en horas pico utilizando una aplicación móvil con GPS*, Bachelor's thesis, 2014.
 - [17] M. Quiroz-Martinez *et al.*, "Prototype of a security model applied to IoT with big data for road management in the city of Guayaquil," in *Proc. Int. Conf. on Computer Science, Electronics and Industrial Engineering (CSEI)*, Cham: Springer Nature Switzerland, 2023, pp. 564–574.