

## Hacia una movilidad inteligente: diagnóstico y solución tecnológica para el transporte público en Santiago de Veraguas

**Rodríguez M., Kenel L.**

Universidad Tecnológica de Panamá  
Veraguas, Panamá  
kenel.rodriguez@utp.ac.pa

**Rodríguez A., Jorge I.**

Universidad Tecnológica de Panamá  
Veraguas, Panamá  
jorge.rodriguez33@utp.ac.pa

**González U., Jafet A.**

Universidad Tecnológica de Panamá  
Veraguas, Panamá  
jafet.gonzalez@utp.ac.pa

**Batista B., Marietta Y.**

Universidad Tecnológica de Panamá  
Veraguas, Panamá  
marietta.batista@utp.ac.pa

**Mora D., Rolando A.**

Universidad Tecnológica de Panamá  
Veraguas, Panamá  
0009-0007-3932-5485

### Abstract

In Santiago de Veraguas, public transportation lacks technologies that facilitate trip planning. This study proposes GeoBus, a web-based prototype to visualize routes, schedules, and stops. A quantitative methodology was applied, using a quasi-experimental pretest-posttest design and a market research phase. Initial results revealed limitations in access to reliable information, but a strong interest in digital solutions. The prototype was developed using modern technologies (React, Node.js, MongoDB, Mapbox) and evaluated through the Technology Acceptance Model. The posttest showed improved perceptions of ease of use (average score of 4,23), lower response dispersion, and high user satisfaction. GeoBus is concluded to be a viable solution to enhance urban mobility and the user experience.

**Keywords:** Mobile applications, smart cities, real-time monitoring, intelligent transportation systems, public transportation.

## Resumen

En Santiago de Veraguas, el transporte público carece de tecnologías que faciliten la planificación de trayectos. Este estudio propone GeoBus, un prototipo web para visualizar rutas, horarios y paradas. Se aplicó una metodología cuantitativa con diseño cuasiexperimental pretest-postest y una fase de estudio de mercado. Los resultados iniciales evidenciaron limitaciones en el acceso a información, pero alto interés en soluciones digitales. El prototipo fue desarrollado con tecnologías modernas (React, Node.js, MongoDB, Mapbox) y evaluado mediante el Modelo de Aceptación Tecnológica. El postest mostró mejora en la percepción de facilidad de uso (media de 4,23), menor dispersión y alta satisfacción. Se concluye que GeoBus es una solución viable para mejorar la movilidad urbana y la experiencia del usuario.

**Palabras claves:** Aplicaciones móviles, ciudades inteligentes, monitoreo en tiempo real, sistemas de transporte inteligente, transporte público.

## 1. INTRODUCCIÓN

El transporte público constituye un componente esencial para el desarrollo económico y social de las ciudades, al facilitar la movilidad eficiente de personas y contribuir a la sostenibilidad urbana [1]. En la ciudad de Santiago de Veraguas, provincia panameña con alta actividad turística y religiosa, el transporte público es ampliamente utilizado. Sin embargo, enfrenta limitaciones significativas debido a la falta de información confiable sobre rutas y horarios, lo cual repercute en una experiencia de movilidad ineficiente, con usuarios que recurren a medios alternativos más costosos o menos accesibles.

Frente a esta problemática, los Sistemas de Transporte Inteligente (STI) emergen como una solución viable. Estas tecnologías integran herramientas de monitoreo y gestión de información en tiempo real que optimizan tanto la operación del sistema como la experiencia del usuario [2]. Una de sus aplicaciones clave es el rastreo de vehículos, la visualización de rutas y el acceso en línea a tiempos estimados de llegada, lo cual empodera al usuario para tomar decisiones informadas [3]. En Panamá, la aplicación MiBus ha demostrado el potencial de estas soluciones al permitir conocer la llegada de autobuses en tiempo real [4]. Actualmente el sistema de transporte público en Santiago de Veraguas aún opera sin digitalización, generando incertidumbre en los tiempos de espera, lo que dificulta la planificación de trayectos y limita la eficiencia del sistema. Esta brecha tecnológica representa una oportunidad para el desarrollo de soluciones digitales centradas en el usuario, orientadas tanto a mejorar la experiencia de movilidad como a fomentar un

turismo más inteligente y conectado.

Por tanto, el presente proyecto plantea el diseño de un prototipo de plataforma digital de monitoreo del transporte público, que permita a los usuarios visualizar rutas, horarios y ubicación de paradas a través de una interfaz web de fácil acceso. Esta solución busca ser escalable e integrable con otras funcionalidades complementarias como alertas de servicio, recomendaciones de ruta o contenidos turísticos geolocalizados; apoyándose en experiencias previas desarrolladas en Latinoamérica como aplicaciones [5], sistemas de monitoreo GPS [6] [7], sistemas de control de estaciones [8], entre otros.

Estas experiencias evidencian que la tecnología aplicada al transporte público es capaz de transformar los sistemas urbanos y rurales, mejorar su percepción de calidad, reducir tiempos de espera, y fortalecer la accesibilidad, sobre todo si se integran bajo el enfoque de ciudades inteligentes [9]. En este marco, el presente estudio no solo busca aplicar herramientas digitales en Santiago de Veraguas, sino también identificar necesidades reales y desarrollar un diseño centrado en el usuario, que aportan evidencia empírica sobre la aceptación y efectividad del sistema propuesto, integrando así la investigación aplicada con una perspectiva de mejora tecnológica contextualizada.

## 2. MÉTODO

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, empleando un diseño cuasiexperimental de tipo pretest–postest con un solo grupo, complementado por una fase exploratoria inicial de investigación de mercado. Esta estructura metodológica permitió, por un lado, diagnosticar necesidades y comportamientos de los usuarios del transporte público, y por otro, evaluar el impacto de una intervención tecnológica específica orientada a mejorar su experiencia de movilidad.

En la primera etapa, se realizó un estudio de mercado mediante un cuestionario exploratorio de 16 ítems a una muestra de usuarios del transporte público en Santiago de Veraguas. Para el prototipo, se optó por trabajar en primer lugar con las rutas La Peña-Mercado, Forestal-Mercado y Santiago-Atalaya; por tanto, la población total fue de 127,112 habitantes entre el distrito de Santiago (109,605) y Atalaya (17,507) [10]. Para calcular el tamaño de la muestra, se empleó la siguiente ecuación para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p(1 - p)}{d^2(N - 1) + Z^2 \cdot p(1 - p)}$$

Con un nivel de confianza del 95% ( $Z = 1.96$ ), un margen de error ( $d$ ) igual a 5% y una proporción esperada ( $p$ ) del 0.5, se obtuvo un tamaño recomendado de 383 personas.

Se trabajó una muestra estratificada donde se encuestaron 330 santiagueños (86%) y 53 atalayeros (14%) Con este instrumento, se recolectó datos sobre frecuencia de uso del bus, dificultades comunes para acceder a información, utilización de aplicaciones de georreferencia y nivel de interés en soluciones digitales. Los resultados obtenidos guiaron el diseño de un prototipo funcional, el cual integró herramientas de visualización de rutas y horarios mediante una interfaz web de fácil acceso.

Posteriormente, se administró un pretest a un subgrupo de participantes seleccionados para interactuar con el prototipo. Dicho cuestionario incluyó ítems alineados con el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), el cual busca predecir la intención de uso de una tecnología a partir de dos constructos clave: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida [11]. Ambas variables influyen directamente en la intención de uso futuro, la cual condiciona la adopción o el rechazo de la tecnología. Estudios posteriores han ampliado el TAM, incorporando factores como la experiencia previa, el contexto organizacional y las condiciones facilitadoras [12] [13]. Este modelo ha sido aplicado en diversos entornos, incluyendo sistemas de información, aplicaciones móviles, plataformas educativas y soluciones tecnológicas para el transporte urbano [14].

Tras la implementación del prototipo, se aplicó un postest a los mismos participantes, también en función del TAM, permitiendo evaluar la percepción de los usuarios respecto a la plataforma. Las dimensiones fueron medidas mediante escalas tipo Likert con un valor mínimo de 1 y máximo de 5, lo cual permitió la comparación entre los resultados del pretest y el postest para identificar cambios significativos en las percepciones. El cuestionario final incluyó además una sección abierta para recoger observaciones cualitativas.

Ambos instrumentos fueron administrados de forma digital mediante formularios en Google Forms y Microsoft Forms, a una muestra no probabilística por conveniencia, conformada por 34 personas entre estudiantes universitarios mayores de edad, usuarios frecuentes del transporte público y aquellos dispuestos a interactuar con la plataforma. Para completar el postest, se requirió haber utilizado previamente el prototipo.

### 3. RESULTADOS

#### A. Estudio de mercado

Los resultados del cuestionario evidencian una alta dependencia del transporte público en Santiago de Veraguas, donde el 69% de los encuestados utiliza el bus de forma frecuente. La principal dificultad identificada es la falta de información horaria, señalada por el 55%, seguida de cambios inesperados de rutas o desvíos con un 18%, lo que refleja deficiencias en la gestión informativa del sistema. Actualmente, el 66% de los usuarios recurre a fuentes informales como preguntas a otros pasajeros, llamadas telefónicas o redes sociales para orientarse. No obstante, se observa una alta disposición hacia soluciones digitales,

ya que el 89% manifestó interés en utilizar una aplicación que facilite la planificación de trayectos y sugiera actividades o eventos, mientras que el 91% consideró útil o muy útil integrar información turística y urbana. Finalmente, el 62% indicó haber usado previamente aplicaciones de transporte, lo que confirma la viabilidad y pertinencia de desarrollar un prototipo de plataforma digital de monitoreo del transporte público adaptado al contexto local.

## B. Desarrollo de prototipo

El desarrollo del prototipo “GeoBus” se sustentó en una arquitectura web moderna orientada a la escalabilidad, la interoperabilidad y la facilidad de uso. En el frontend se empleó React, una biblioteca de JavaScript basada en componentes reutilizables, combinada con Tailwind CSS para el diseño de una interfaz responsiva y modular. El backend se implementó con Node.js y Express, permitiendo la creación de servicios eficientes para la gestión de datos y la comunicación entre componentes. Para el almacenamiento de la información se utilizó MongoDB Atlas, una base de datos NoSQL en la nube que facilita el manejo flexible de datos estructurados y geoespaciales [15] [16].

Las rutas del transporte público seleccionadas fueron trazadas manualmente mediante la plataforma AllTrails, aprovechando su capacidad para registrar trayectos georreferenciados. Posteriormente, los recorridos fueron exportados en formato GPX y procesados mediante scripts en Python, que permitieron su conversión a GeoJSON, formato compatible con la plataforma de visualización cartográfica utilizada. La visualización e interacción de las rutas se integró en la aplicación web mediante la API de Mapbox, permitiendo al usuario explorar rutas completas, seleccionar tramos específicos entre paradas y visualizar conexiones entre distintas rutas para la planificación de trasbordos [17]. Adicionalmente, el sistema incorpora funciones de geolocalización para identificar paradas cercanas y facilitar la planificación de trayectos de forma dinámica, como se observa en la Figura 1, reforzando así el objetivo del prototipo de mejorar el acceso a información confiable del transporte público.

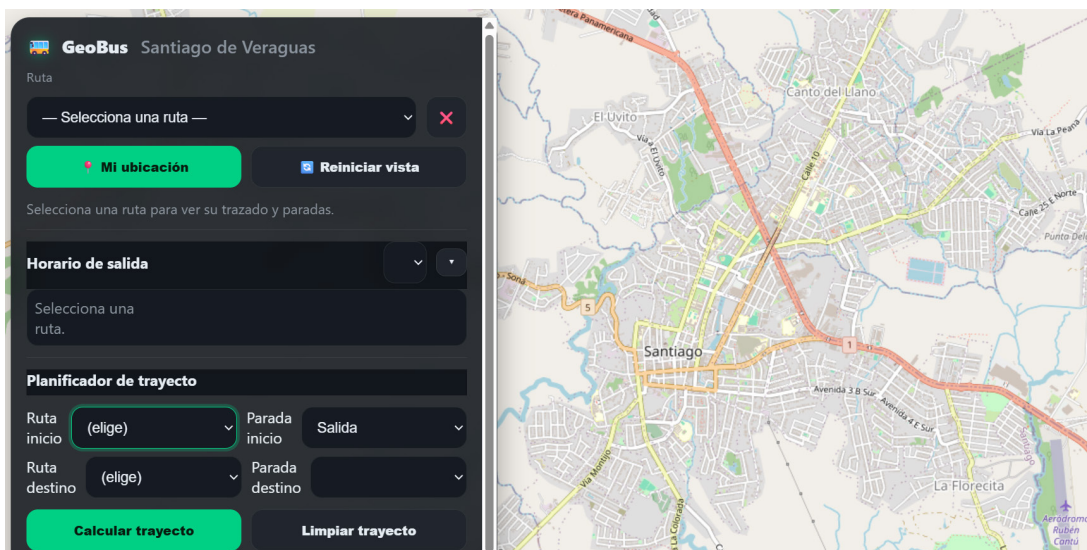


Fig. 1. Prototipo del sistema desarrollado.

### C. Pretest y postest

Los resultados del pretest reflejaron una experiencia limitada en la planificación del transporte público, con valoraciones medianas cercanas a 4 y una desviación estándar de 1.07, lo que evidencia percepciones diversas. Si bien algunos usuarios reconocen utilidad en el sistema actual, persisten dificultades para acceder a información clara y confiable. En comparación, el postest mostró mejoras notables: la media ascendió a 4.23, con una menor dispersión (desviación estándar igual a 0.94), lo que indica mayor consenso sobre la facilidad de uso y utilidad del prototipo. La mayoría valoró positivamente la navegación y visualización de rutas, destacando la interfaz intuitiva. Los comentarios abiertos recogieron sugerencias como integrar horarios detallados, notificaciones en tiempo real y ampliar la cobertura de rutas, lo cual refuerza la pertinencia del prototipo como herramienta de apoyo a la movilidad cotidiana en contextos reales.

## 4. CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación permiten concluir que el desarrollo e implementación del prototipo “GeoBus” responde de forma efectiva a las necesidades identificadas en la población usuaria del transporte público en Santiago de Veraguas. El diagnóstico inicial evidenció una alta dependencia del transporte colectivo, acompañada por limitaciones significativas en el acceso a información clara y confiable sobre rutas y horarios. A partir de estos datos, se diseñó una solución digital centrada en el usuario que integró funcionalidades clave como la visualización de trayectos y geolocalización de paradas, con resultados favorables. Las mediciones posteriores a la implementación del sistema mostraron una

mejora significativa en la percepción de utilidad y facilidad de uso, validando la efectividad del enfoque adoptado tanto desde el diseño como desde la experiencia del usuario. La alta valoración del sistema por parte de los participantes, junto con la baja dispersión de respuestas en el postest, refleja un consenso sobre su funcionalidad y pertinencia, así como el potencial de este tipo de tecnologías para optimizar la movilidad urbana y fortalecer la planificación de trayectos. Estos resultados respaldan el uso de herramientas digitales como una vía factible para mejorar la experiencia de transporte en contextos similares, abriendo oportunidades para futuras ampliaciones, como la incorporación de información en tiempo real y contenidos turísticos integrados.

## Referencias

- [1] A. D. Hidalgo Astudillo, «Sistema de monitoreo y ubicación de buses basado en la tecnología GPS en la Cooperativa de Transporte Urbano 7 de Octubre en la ciudad de Quevedo,» Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2018.
- [2] Y. Quiñonez, C. Lizarraga, J. Peraza y O. Zatarain, «Sistema inteligente para el monitoreo automatizado del transporte público en tiempo real,» Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, nº 31, pp. 94-105, 2019, doi: 10.17013/risti.31.94-105.
- [3] J. Osorio Arjona y J. C. García Palomares, «Nuevas fuentes y retos para el estudio de la movilidad urbana,» Nuevas fuentes y retos para el estudio de la movilidad urbana, vol. 56, nº 3, pp. 247-267, 2017.
- [4] C. Perea, «Mi Bus lanza aplicación con información de rutas y llegada de los buses en tiempo real,» Telemetro.com, 16 Octubre 2018.
- [5] J. P. Rojas, J. C. Bustos y D. Ordóñez Camacho, «Transporte público inteligente al alcance de sus manos,» Enfoque UTE. Edición Especial INCISCOS 2016, vol. 8, nº 1, pp. 122-134, 2017, doi: 10.29019/enfoqueute.v8n1.143.
- [6] A. M. d. C. Garcia Morgan, «Implementación de un sistema de monitoreo de buses con dispositivo GPS para mejorar el servicio de transporte del personal del Ministerio de Agricultura para el Año 2020,» Universidad Peruana de Ciencias e Informática, Perú, 2020.
- [7] G. E. Barahona Martínez, F. J. Martínez Holguín y Y. E. Villegas Rugel, «Estudio técnico para la implementación de dispositivos GPS en las unidades de la cooperativa de transportes Santa Lucia,» Revista Científica Sinapsis, vol. 1, nº 22, 2023, doi: 10.37117/s.v1i22.720.
- [8] N. A. Aldás Rovayo, «Sistema de Información Integrado para el Monitoreo y Control de estaciones de transporte público urbano en la ciudad de Ambato,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.
- [9] S. Shaheen, A. Cohen y I. Zohdy, «Shared Mobility: Current Practices and Guiding Principles,» U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2016.
- [10] Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), «XII Censo Nacional de Población y VIII de Vivienda 2023,» Panamá, 2023.
- [11] F. D. Davis, «Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology,» MIS Quarterly, vol. 13, nº 3, pp. 319-339, 1989, doi: 10.2307/249008.
- [12] V. Venkatesh y D. F. Davis, «A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies,» Management Science, vol. 46, nº 2, pp. 186-204, 2000, doi: 10.1287/

mncs.46.2.186.11926.

- [13] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis y F. D. Davis, «User Acceptance of Information Technology: Toward A Unified View,» *MIS Quarterly*, vol. 27, nº 3, pp. 425-478, 2003, doi: 10.2307/30036540.
- [14] P. Legris, J. Ingham y P. Colletette, «Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model,» *Information & Management*, vol. 40, nº 3, pp. 191-204, 2003, doi: 10.1016/S0378-7206(01)00143-4.
- [15] S. Nagarathinam y R. Mythili, «Building the Modern Web: A Comparative Study of MERN And FERN Technology Stacks,» *International Journal of Advanced Research and Interdisciplinary Scientific Endeavours*, vol. 1, nº 7, pp. 10.61359/11.2206-2431, 2024, doi: 10.61359/11.2206-2431.
- [16] D. Lorenzo Rodríguez, «Desarrollo de una aplicación web con ReactJS y NodeJS para la gestión de reserva de pistas de un polideportivo,» E.T.S.I. de Sistemas Informáticos (UPM), Madrid, 2021.
- [17] D. Balla y M. Gede, «Vector Data Rendering Performance Analysis of Open-Source Web Mapping Libraries,» *International Journal of Geo-Information*, vol. 14, nº 9, p. 336, 2025, doi: 10.3390/ijgi14090336.

## Autorización y Licencia CC

Los autores autorizan a APANAC XVIII a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XVIII ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.