

# Proyecto OAC: Dispositivo para rastreo de transporte público en Panamá

Jhon Villarreal, Mickel Guerra, Adrian Concepcion, Richard Gonzalez

Licenciatura en Ingeniería en sistemas y computación - Universidad Tecnológica de Panamá  
Chiriquí, República de Panamá  
{jhon.villarreal, mickel.guerra, adrian.concepcion, richard.gonzalez}@uto.ac.pa



## Resumen

*El transporte público, y en particular el uso de autobuses, constituye una de las formas más comunes de movilización en el país. Diariamente, miles de personas utilizan transporte público para viajar largas distancias de forma económica y eficiente. Tomando en cuenta la cantidad de personas que forman parte de este sistema, es importante tomar prioridad en monitorear y mantener la seguridad de los usuarios y conductores.*

*En este artículo, exploramos el desarrollo y la propuesta de una herramienta eficiente, multiuso y escalable para monitorear el uso de unidades de buses. Utilizando componentes económicos y nuestro conocimiento sobre circuitos, desarrollamos una herramienta que puede obtener y almacenar información útil sobre el bus en el que es colocado.*

*Por medio de nuestras pruebas y experimentación, concluimos que esta herramienta puede ser útil e incluso necesaria para todo administrador de vehículos de transporte público.*

## Palabras clave

Transporte público, monitoreo de flotas, seguridad en buses, GPS, ESP32

## Abstract

*Public transportation—particularly the use of buses—represents one of the most common means of mobility in the country. Every day, thousands of people rely on public transit to travel long distances in a cost-effective and efficient manner. Given the large number of individuals who depend on this system, prioritizing the monitoring and safety of both passengers and drivers is essential.*

*This article presents the development and proposal of an efficient, multipurpose, and scalable tool designed to monitor the usage of bus units. By employing low-cost components and applying our knowledge of circuit design, we developed a device capable of collecting and storing valuable information about the bus in which it is installed.*

*Based on our testing and experimentation, we conclude that this tool can be highly useful—and potentially essential—for any public transportation fleet manager.*

## Keywords

Public transportation, fleet monitoring, bus safety, GPS, ESP32

## 1. Introducción

El transporte público, en especial el servicio de autobuses, constituye uno de los pilares fundamentales de la movilidad urbana en Panamá. Miles de personas dependen diariamente de este sistema para trasladarse de manera económica, rápida y segura. Sin embargo, la operación eficiente de una flota de autobuses representa un desafío complejo que requiere control riguroso y monitoreo en tiempo real.

En la actualidad, muchas empresas administradoras de flotas en Panamá enfrentan limitaciones significativas relacionadas con el seguimiento del desempeño de los buses, la planificación de rutas, el consumo de combustible, el mantenimiento preventivo y la disponibilidad de información precisa para la toma de decisiones. Estas dificultades se agravan cuando los procesos de gestión son manuales, dispersos entre múltiples plataformas, o dependen exclusivamente de las decisiones que tome el conductor del vehículo.

Ante esta situación, surge la necesidad de desarrollar un dispositivo capaz de facilitar la administración de flotas de autobuses mediante la integración de funcionalidades clave como el monitoreo en tiempo real y la recopilación de datos operativos para la toma de decisiones. Esta propuesta busca abordar los desafíos actuales mediante una solución eficiente y de bajo costo.

## 2. Antecedentes

En ediciones anteriores de la Jornada de Iniciación Científica (JIC), se ha observado una tendencia recurrente en la presentación de proyectos enfocados en el monitoreo de buses dentro del sistema de transporte público. La mayoría de estas iniciativas se han centrado principalmente en brindar soluciones orientadas al

usuario final, es decir, a los pasajeros. Estos proyectos tienen como objetivo mejorar la experiencia del usuario mediante la implementación de herramientas tecnológicas que permitan conocer en tiempo real las rutas, horarios y ubicación de las unidades, facilitando así la toma de decisiones informadas y mejorando la planificación de sus desplazamientos diarios.

Estas propuestas han representado un aporte importante en la búsqueda de soluciones inteligentes para el transporte urbano, contribuyendo a la transparencia operativa y a una mejor comunicación entre el sistema de transporte y sus usuarios. Sin embargo, se ha identificado una oportunidad poco explorada en este ámbito: el aprovechamiento de estas tecnologías desde la perspectiva de quienes gestionan y administran las flotas de buses.

En este contexto, nuestro proyecto se plantea como una evolución de esas propuestas previas, manteniendo la utilidad para el usuario, pero ampliando el enfoque hacia los administradores de flota. Consideramos que estos actores desempeñan un papel clave en el funcionamiento eficiente del sistema de transporte público, y que una herramienta que centralice información crítica —como el estado de las unidades, sus rutas, uso, tiempos de operación y posibles fallos— representa un recurso estratégico para optimizar procesos operativos, reducir costos, programar mantenimientos preventivos y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real.

Esta nueva perspectiva no sólo complementa los trabajos anteriores presentados en la JIC, sino que también introduce un valor agregado al extender la utilidad del sistema propuesto a un nivel de gestión superior, lo que puede impactar positivamente en la eficiencia, seguridad y sostenibilidad del servicio de transporte público.

### 3. Materiales y métodos

Para el desarrollo del prototipo propuesto, se empleó el módulo GPS **GT-U7**, un dispositivo de bajo costo ampliamente utilizado en aplicaciones de geolocalización debido a su precisión y facilidad de integración. Este módulo permite la recolección de datos clave relacionados con la ubicación geográfica, incluyendo **latitud, longitud y hora coordinada universal (UTC)**, entre otros parámetros que pueden ser utilizados para el análisis de recorridos y comportamiento de las unidades de transporte.

El módulo GPS se conecta directamente a un microcontrolador **ESP32**, que actúa como unidad de procesamiento central del sistema. El ESP32 fue seleccionado por su bajo consumo energético y conectividad inalámbrica integrada, lo que lo convierte en una plataforma ideal para sistemas como el que se desarrolla en este proyecto.

Una vez capturados, los datos geoespaciales son procesados y formateados por el ESP32, el cual se encarga posteriormente de transmitir esta información a una base de datos externa. Esta transmisión puede realizarse a través de una conexión Wi-Fi establecida por el dispositivo, permitiendo así que los datos estén disponibles en tiempo real o se almacenen para su posterior análisis.

Para alimentar el sistema, se incorporó una **batería recargable**, la cual suministra la energía necesaria tanto al módulo GPS como al microcontrolador, permitiendo la operación del prototipo de forma autónoma y portátil. Esta solución energética facilita la instalación del dispositivo en unidades móviles sin depender de una fuente de alimentación externa constante.

Para el almacenamiento y gestión de los datos generados por el prototipo, se utilizó Amazon Web Services (AWS), específicamente el servicio Amazon DynamoDB, una base de datos NoSQL totalmente gestionada que ofrece alta disponibilidad, baja latencia y escalabilidad automática. DynamoDB fue seleccionada por su capacidad para manejar lecturas y escrituras rápidas, lo cual resulta fundamental en sistemas de adquisición de datos en tiempo real, como el desarrollado en este proyecto.

El microcontrolador ESP32, encargado de recolectar la información geoespacial (coordenadas de latitud, longitud y hora), transmite los datos a través de una conexión Wi-Fi hacia un endpoint configurado en AWS, donde se procesan y almacenan en la base de datos DynamoDB. Esta arquitectura permite que el sistema funcione de manera eficiente, incluso bajo cargas variables, y garantiza la persistencia y consistencia de los datos recopilados.

El uso de esta arquitectura basada en la nube no solo proporciona un alto nivel de disponibilidad y escalabilidad para el sistema, sino que también sienta las bases para integrar funcionalidades adicionales como análisis predictivo, generación automática de reportes, implementación de paneles de control (dashboards) personalizados, y acceso multiusuario

para distintos perfiles dentro del sistema de gestión de flotas.

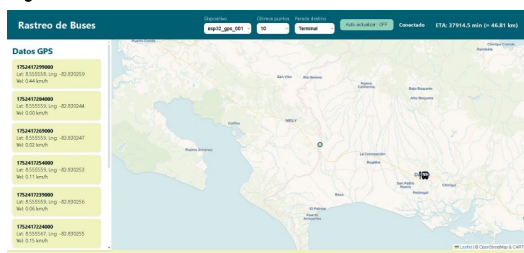
#### 4. Resultados y discusión

Una vez completado el ensamblaje y la programación del prototipo, se procedió a realizar pruebas de funcionamiento en entornos al aire libre, con el objetivo de validar la capacidad del módulo GPS para adquirir y registrar datos de forma precisa.

```
{
  "latitude": 8.555587833,
  "longitude": -82.83026267,
  "altitude": 193.5,
  "satellites": 4,
  "hdop": 9.6,
  "speed_kmph": 0.463,
  "timestamp": "2025-07-03T14:46:42Z",
  "device_id": "esp32_gps_001"
}
```

Durante estas pruebas, se recopilaron datos de geolocalización, específicamente **coordenadas de latitud y longitud**, los cuales fueron almacenados exitosamente en la base de datos del sistema. Esta información permite determinar la posición geográfica del dispositivo en tiempo real o en momentos específicos, lo que facilita su integración con plataformas de mapeo digital. Al vincular estos datos con herramientas de visualización cartográfica, es posible representar gráficamente la ubicación del vehículo sobre un mapa, lo que constituye una funcionalidad clave para el monitoreo dinámico de flotas de transporte.

En la siguiente imagen podemos observar el website. Contiene un mapa donde muestra la ubicación actual, a un lado, las coordenadas y ubicaciones de destino. También hay información como el tiempo estimado en llegar.



Durante las pruebas hechas con el prototipo, hemos encontrado algunas dificultades:

##### Tiempo de inicio

Al encender el dispositivo, demora alrededor de 5 a 10 minutos para empezar a recibir datos, aunque, luego de

este tiempo de espera, la obtención de datos es constante. Este tiempo de inicio no debería afectar la eficiencia del dispositivo a largo plazo pero es importante considerarlo.

##### Batería del dispositivo

La batería utilizada para el prototipo ha dado algunos problemas porque no alcanza el requerimiento del gps para activarse. Considerando este problema, hemos explorado otras alternativas que podrían funcionar en futuros proyectos. Optamos por otro de mayor costo pero funcional.

#### 5. Conclusiones

En el presente proyecto, se llevó a cabo el desarrollo de un prototipo funcional cuyo objetivo principal es la recolección y análisis de datos relevantes para apoyar y optimizar el proceso de toma de decisiones dentro de nuestro sitio web. Este prototipo permite monitorear de manera integral el recorrido completo de los usuarios o sistemas involucrados, lo que facilita la identificación de patrones de comportamiento, tendencias de uso y áreas de mejora.

A través del análisis detallado de los datos recopilados durante el trayecto de los buses, se logró obtener información valiosa que puede ser utilizada para mejorar la eficiencia operativa, planificar rutas más efectivas y optimizar el uso de los recursos disponibles. Este enfoque basado en datos contribuye directamente a una gestión más inteligente y dinámica del sistema de transporte, beneficiando tanto a los usuarios como a los administradores del servicio.

#### 6. Referencias

[1] Universidad Tecnológica de Panamá, "Revista Prisma Tecnológico," [En línea]. Disponible: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma>. [Accedido: 9-jul-2025].