

# Tecnología IoT en vehículos para el análisis de ecosistemas urbanos.

## IoT technology in vehicles for urban ecosystem analysis.

Gladys Falconi Alejandro\* (1).  
Universidad Politécnica del Golfo de México.  
[gladys.falconi@updelgolfo.mx](mailto:gladys.falconi@updelgolfo.mx).

\*corresponding author.

Artículo recibido en septiembre 15, 2025; aceptado en octubre 25, 2025.

### Resumen.

*Este trabajo presenta la implementación de un sistema de adquisición de datos automotrices basado en IoT, que permite registrar variables como RPM, posición del acelerador, aceleración triaxial, datos giroscópicos y consumo de combustible obtenidas desde la Unidad de Control del Motor (ECU) mediante un escáner ELM327 conectado a la interfaz OBD-II. El sistema emplea un dispositivo móvil Android con la aplicación Torque Pro y servicios en la nube para el almacenamiento y análisis de datos en tiempo real, facilitando la identificación de patrones de conducción y el rendimiento vehicular. Este proyecto se desarrolló en Tabasco México y propone una solución accesible, portátil y eficiente para el monitoreo inteligente del entorno automotriz.*

**Palabras claves:** Adquisición de datos, ECU, ELM327, IoT, monitoreo vehicular, OBD-II, Tabasco, torque pro.

### Abstract.

*This work presents the implementation of an automotive data acquisition system based on the Internet of Things (IoT), designed to record variables such as revolutions per minute (RPM), accelerator pedal position, triaxial acceleration, gyroscopic data, and fuel consumption, obtained from the Engine Control Unit (ECU) via an ELM327 scanner connected to the vehicle's OBD-II interface. The system employs an Android mobile device running the Torque Pro application and cloud services for real-time data storage and analysis, enabling the identification of driving patterns and vehicle performance. Developed in Tabasco, Mexico, this project provides an accessible, portable, and efficient solution for intelligent vehicle monitoring.*

**Keywords:** Data acquisition, ECU, ELM327, IoT, OBD-II, Tabasco, torque pro, vehicle monitoring.

### 1. Introducción.

En los últimos años, el desarrollo de tecnologías basadas en el Internet de las Cosas (IoT) ha transformado profundamente los sistemas automotrices, al permitir una conectividad más amplia y una supervisión precisa de sus componentes y funciones (Khayyam et al., 2020). Esta evolución tecnológica ha dado origen a los denominados ecosistemas automotrices inteligentes, en los cuales la medición continua y precisa de datos constituye un elemento esencial para garantizar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad de los vehículos modernos (Ekanem et al., 2024). En este contexto, la convergencia entre el IoT y los dispositivos móviles ha desempeñado un papel determinante, al integrar la capacidad de procesamiento y análisis de información directamente en los entornos vehiculares. El avance tecnológico alcanzado por los teléfonos inteligentes ha permitido que estos dispongan de una potencia de cálculo



comparable a la de los sistemas informáticos de alto desempeño, lo que los convierte en herramientas idóneas para la supervisión vehicular en tiempo real (Algaydi et al., 2024).

Asimismo, la disponibilidad del estándar On-Board Diagnostics II (OBD-II) ha favorecido la integración entre los dispositivos móviles y los sistemas automotrices. Mediante un adaptador Bluetooth OBD-II, es posible establecer una comunicación bidireccional entre el vehículo y el smartphone, permitiendo la adquisición, visualización y análisis de parámetros de funcionamiento, tales como el consumo de combustible, la velocidad, las emisiones y el rendimiento del motor, dentro de un entorno conectado y escalable (Hussain et al., 2017).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2023), los accidentes de tráfico causan aproximadamente 1.19 millones de muertes al año en todo el mundo, y entre 20 y 50 millones de personas resultan heridas. Entre las principales causas destacan el exceso de velocidad, la conducción bajo los efectos del alcohol o sustancias psicoactivas, el uso del teléfono móvil durante la conducción, así como fallas mecánicas o falta de mantenimiento preventivo.

En este contexto, la integración entre dispositivos móviles y sistemas de diagnóstico vehicular representa una herramienta prometedora para la prevención de accidentes, al permitir el monitoreo en tiempo real del estado del vehículo y de los hábitos de conducción. Las aplicaciones como Torque demuestran el potencial de esta tecnología, facilitando la supervisión remota, el análisis predictivo de fallas y la gestión inteligente del mantenimiento automotriz, contribuyendo al fortalecimiento de un ecosistema tecnológico automotriz orientada a la seguridad vial, la eficiencia y la sostenibilidad.

## 2. Métodos.

### 2.1 Tecnología de los Dispositivos IoT.

La posibilidad de interconectar dispositivos y sistemas embebidos en plataformas en la nube ha impulsado significativamente el desarrollo de vehículos inteligentes capaces de reportar su estado en tiempo real (Zeiada et al., 2024). Esta capacidad resulta esencial para aplicaciones como el mantenimiento predictivo, la gestión de flotas y el análisis del comportamiento del conductor. La tabla 1 muestra los principales dispositivos y componentes tecnológicos utilizados en un sistema de monitoreo vehicular basado en IoT (Internet de las Cosas), junto con su función específica y el tipo de conectividad que emplean para la transmisión de datos.

**Tabla 1.** Dispositivos y sus funciones principales y tipos de conectividad

Dispositivo	Función Principal	Tipo de Conectividad
ELM327	Lectura de datos del vehículo (OBD-II)	Bluetooth / Wifi/ USB
ESP32 / Arduino con Wi Fi	Recolección y transmisión de datos	Wi Fi / 4G/ LoRa/ NB-IoT
Raspberry Pi	Procesamiento local, Gateway de red	WiFi /Ethernet / USB
Módulo GPS	Geolocalización en tiempo real	UART /USB
Módem 4G /Router IoT	Conexión del sistema a Internet	Celular (SIM)
Smartphone	Dispositivo intermediario o Gateway móvil	Bluetooth/ WiFi / 4G
Plataforma IoT	Almacenamiento, visualización y procesamiento remoto	Internet (Cloud)

Entre las interfaces más empleadas para la adquisición de datos vehiculares se encuentra el puerto OBD-II. Mediante módulos como el ELM327, es posible extraer información del sistema automotriz y transmitirla a través de diversos dispositivos conectados.

El presente artículo emplea esta tecnología para el desarrollo de un sistema IoT que permite la integración, análisis y visualización de datos automotrices en un entorno digital, con aplicaciones tanto académicas como comerciales.

El Puerto OBD-II (On-Board Diagnostics II), estandarizado desde finales de los años noventa, permite la lectura de parámetros y códigos de diagnóstico asociados al motor y otros subsistemas del vehículo. El ELM327 es un microcontrolador diseñado para interpretar la información proveniente del OBD-II. Este dispositivo traduce los protocolos automotrices a un lenguaje comprensible por otros sistemas, permitiendo la transmisión de datos vía Bluetooth, Wi-Fi o USB. Su bajo costo y facilidad de uso lo han convertido en una herramienta ampliamente utilizada en entornos educativos y de investigación.

La arquitectura del sistema propuesta para la adquisición de datos automotrices se basa en una arquitectura IoT estructurada en capas, como se ilustra en la Figura 1.

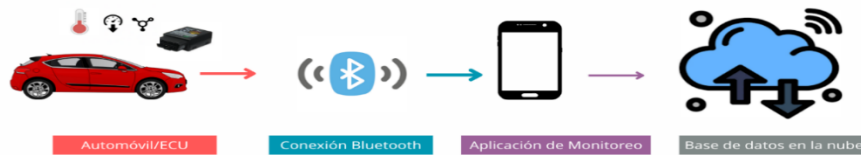


Figura 1. Sistema de adquisición propuesto.

### 2.1.1 Arquitectura del Sistema IoT Propuesto.

El sistema IoT vehicular propuesto se basa en el uso del dispositivo ELM327 y la interfaz OBD-II como punto de enlace entre el ecosistema automotriz y la nube. Esta arquitectura permite la adquisición, transmisión y análisis de datos, integrándose con plataformas digitales para optimizar la eficiencia, el mantenimiento predictivo y la experiencia del usuario.

La estructura general del sistema se organiza en los siguientes módulos:

1. **Dispositivo de Adquisición de Datos (ELM327):**

Este módulo se conecta al puerto OBD-II del vehículo, desde donde obtiene información relevante como velocidad, revoluciones por minuto (RPM), consumo de combustible, temperatura del motor y otros parámetros. Los datos adquiridos conforman una línea de tiempo de eventos que permite el monitoreo detallado del desempeño vehicular.

2. **Módulo de Procesamiento y Comunicación:**

Un smartphone cumple la función de procesador principal. Se conecta al ELM327 mediante tecnología Bluetooth, estableciendo un canal de comunicación inalámbrico. A través de esta conexión, el teléfono recibe y gestiona los datos recopilados. Se emplea la aplicación Torque Pro, la cual funciona como herramienta de diagnóstico y monitoreo en tiempo real, diseñada para sistemas Android. Esta aplicación interpreta los datos obtenidos del adaptador OBD-II y los presenta de forma visual y gráfica. Además, puede integrar datos GPS para geolocalizar eventos de conducción o fallas detectadas.

3. **Módulo de Conectividad con la Red:**

El smartphone transmite los datos procesados hacia una plataforma en la nube mediante conectividad Wi-Fi, 4G o 5G. Esta etapa permite el almacenamiento, sincronización y análisis de los registros, posibilitando la integración con otros sistemas y la generación de modelos inteligentes de comportamiento vehicular.



#### 4. **Plataforma IoT en la Nube:**

Esta plataforma centraliza, analiza y visualiza los datos recolectados del vehículo. Proporciona herramientas para la representación gráfica, generación de alertas, creación de reportes históricos y toma de decisiones basada en información en tiempo real.

La muestra seleccionada para el monitoreo estuvo conformada por tres automóviles de tipo liviano que utilizan gasolina como fuente de energía. Los vehículos corresponden a distintas marcas, modelos y años de fabricación, lo que permitió obtener datos representativos de diferentes niveles de potencia y rendimiento.

El primer vehículo es un Chevrolet Spark del año 2017, con una cilindrada de 1.0 litros, caracterizado por su bajo consumo de combustible y diseño compacto, ideal para entornos urbanos. El segundo automóvil corresponde a un Audi A3, modelo 2022, con 1.5 litros de cilindrada, que representa una unidad moderna con tecnología de inyección eficiente y un desempeño equilibrado entre potencia y economía. Finalmente, el tercer vehículo es un Toyota RAV4 del año 2018, con 2.5 litros de cilindrada, un modelo de mayor tamaño y potencia, adecuado para recorridos prolongados y condiciones de conducción más exigentes.

En conjunto, esta muestra permitió analizar el comportamiento de distintos tipos de motores a gasolina dentro del segmento de vehículos livianos, facilitando la comparación de parámetros de rendimiento, consumo y eficiencia energética bajo condiciones reales de operación.

### 3. Desarrollo.

El sistema de adquisición de datos integra información proveniente de tres fuentes principales: el módulo OBD-II, el smartphone y la aplicación Torque Pro, las cuales en conjunto permiten obtener un panorama completo del desempeño vehicular y de las condiciones de conducción.

El módulo OBD-II proporciona variables directamente medidas o calculadas por la Unidad de Control Electrónico (ECU), como el consumo instantáneo y promedio de combustible (en millas por galón o litros por cada 100 km), el flujo de combustible por hora o por minuto, la concentración de monóxido de carbono (CO), la posición relativa del acelerador, la eficiencia volumétrica del motor y el cociente de equivalencia ( $\lambda$ ). Estas mediciones permiten analizar el rendimiento energético, la eficiencia del motor y el comportamiento de la combustión.

Por su parte, el smartphone aporta datos derivados de sus propios sensores, principalmente del GPS y el acelerómetro, lo que permite calcular la velocidad promedio del viaje, comparar la velocidad GPS con la reportada por OBD, y determinar los porcentajes de conducción en ciudad y en carretera. Estos parámetros complementan la información del vehículo con datos de contexto relacionados con el entorno de conducción.

La aplicación Torque Pro, instalada en el teléfono, actúa como una interfaz de registro y visualización que combina la información del OBD-II y del smartphone. A través de esta aplicación se obtienen variables como la distancia recorrida, el tiempo total de viaje, el tiempo en movimiento o detenido, el tiempo de funcionamiento del motor, la cantidad de combustible consumido y el nivel de combustible restante.

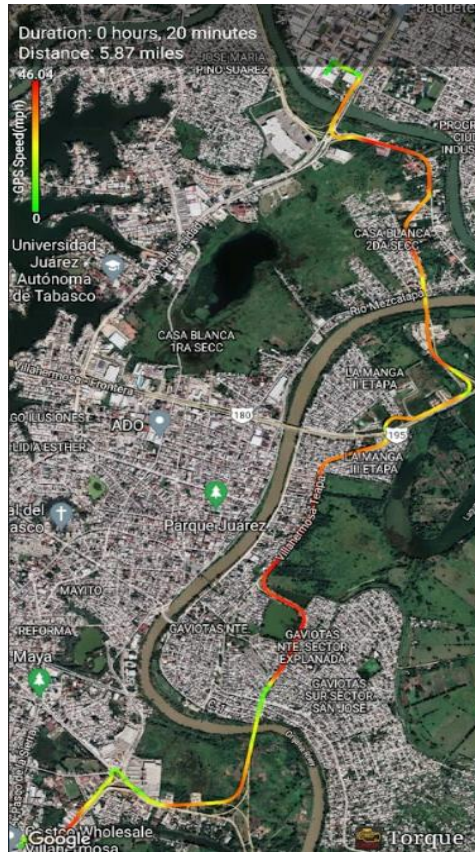
La integración de estas tres fuentes permite una adquisición de datos vehiculares más precisa y completa, favoreciendo el análisis del rendimiento energético, la detección de fallas y la optimización de los hábitos de conducción en entornos urbanos.

Durante todo el proceso de recolección de información, el sistema mostró un desempeño sólido y confiable. La conexión Bluetooth entre el dispositivo ELM327 y el teléfono móvil se mantuvo estable, y la aplicación Torque Pro registró los datos de forma continua a la frecuencia configurada. En total, se obtuvieron más de 5,000 registros individuales provenientes de distintos vehículos y recorridos, lo que evidencia la capacidad del sistema para realizar una recopilación masiva y eficiente de datos.

El sistema desarrollado logró obtener con éxito datos de alta resolución correspondientes a todos los parámetros establecidos como objetivo.

A continuación, se muestra una selección de los resultados obtenidos en las cinco rutas evaluadas.

El escenario siguiente corresponde a una trayectoria recorrida del centro de Villahermosa, Tabasco a la ranchería Casa Blanca realizando un monitoreo de los sensores automóvil AUDI.



**Figura 2.** Ruta de medición localidad Casa Blanca Villahermosa, tiempo de recorrido 20.3362 minutos.

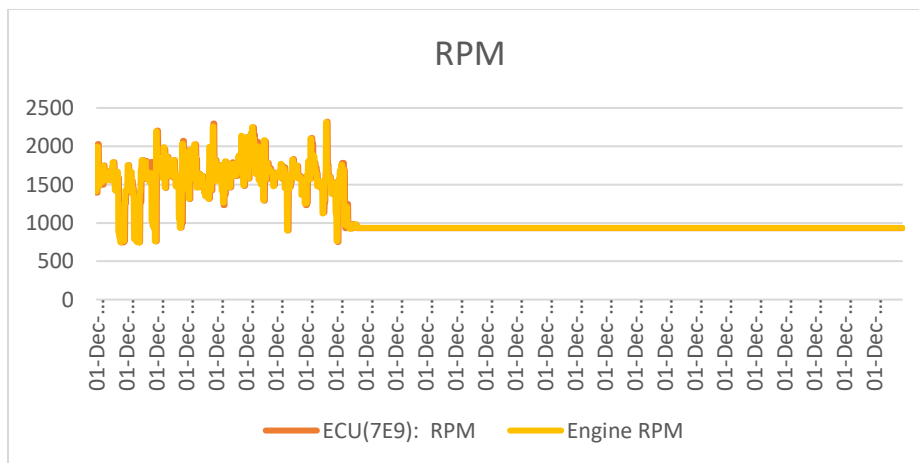
En la tabla 2 se presenta una parte proporcional de las mediciones obtenidas de la ruta de medición de la localidad de Casa Blanca en Villahermosa, Tabasco.



**Tabla 2.** Representación numérica de las mediciones (parte proporcional).

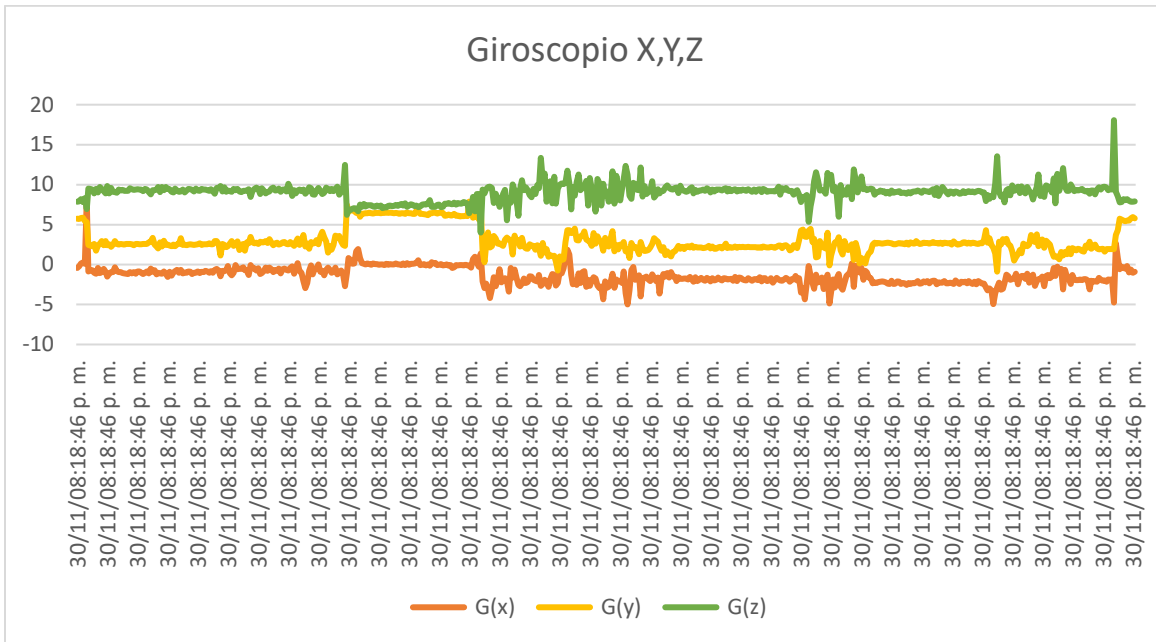
Device Time	G(x)	G(y)	G(z)	A (X)	A(Y)	A(Z)	Pedal D (%)	Pedal E (%)	ECU(7E9): Pedal D (%)	ECU(7E9): RPM	ERPM	Litros por 100K m
01-Dec-2022 08:34:09.484	-0.16280	2.43969	9.7806	-0.001	0.23999	0.8899	33.3333	14.5098	14.9019	1510	1410.5	11.1425
01-Dec-2022 08:34:10.483	0.29209	3.88339	8.9881	0.004	0.36000	0.81	33.3333	32.9411	33.33333	1395	1410.5	11.1425
01-Dec-2022 08:34:11.483	-4.15872	1.14682	8.7223	-0.419	0.11	0.7799	33.3333	32.9411	33.33333	1395	1995.5	11.1440
01-Dec-2022 08:34:12.481	-0.85473	8.38000	9.1389	0.949	-1.5099	2.0099	33.3333	32.9411	33.33333	1395	1995.5	11.1440
01-Dec-2022 08:34:13.487	-0.87148	2.09971	9.9769	0	0.17	0.9200	33.3333	32.9411	33.33333	1395	1995.5	11.1440
01-Dec-2022 08:34:14.484	-0.81402	1.46046	9.2491	-0.009	0.01	0.9700	33.3333	32.9411	33.33333	1395	1995.5	11.1440

En la figura 3 se puede apreciar los valores de las RPM y Ecu (7E9) RPM, registrados por la aplicación Torque Pro a través del dispositivo OBD II.



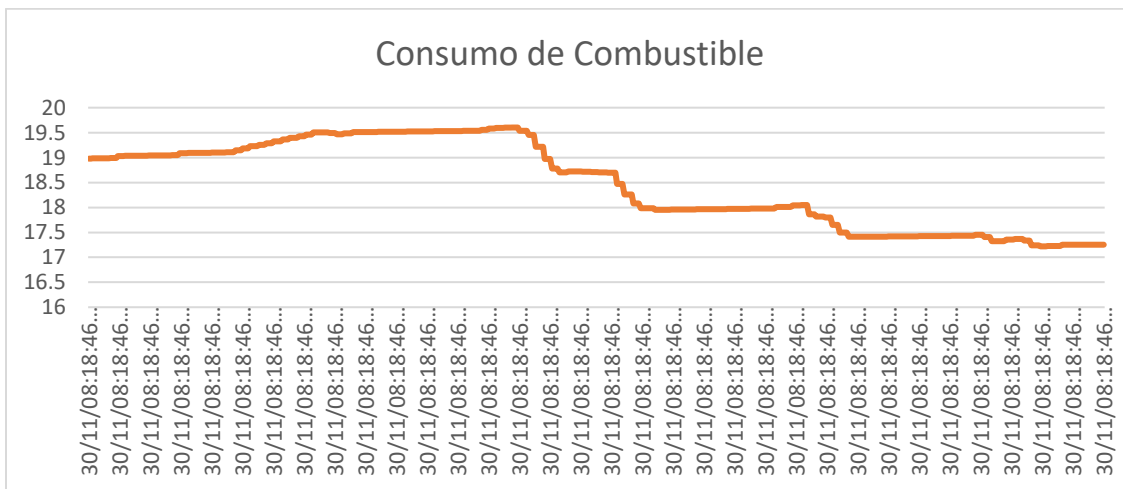
**Figura 3.** Gráfica RPM.





**Figura 6.** Gráfica de giroscopio X, Y, Z.

En la figura 7 se puede apreciar los valores del consumo de combustible en litros por 100 km, obtenidos por la aplicación Torque Pro a través del dispositivo OBD II.



**Figura 7.** Gráfica de consumo de combustible.

### Conclusiones.

Se efectuó la instrumentación de tres vehículos de prueba, estableciendo un sistema de monitoreo mediante una conexión Bluetooth que permitió la adquisición continua de datos automotrices en tiempo real. Este proceso permitió registrar de manera precisa, segundo a segundo, el desempeño y las variaciones del motor bajo diferentes condiciones de funcionamiento y en diversos entornos urbanos.

Los recorridos se efectuaron en zonas con alta densidad vehicular y en diferentes horarios dentro de los municipios de Comalcalco, Paraíso y Villahermosa, con el propósito de obtener un panorama representativo del tráfico y las condiciones de conducción en el estado de Tabasco.

Como resultado del seguimiento aplicado a la muestra de vehículos durante dichos trayectos, se generó una base de datos automotriz completa. Los parámetros registrados —revoluciones por minuto (RPM), posición del pedal del acelerador, aceleración en los ejes X, Y y Z, lecturas del giroscopio y consumo de combustible— fueron representados gráficamente y analizados con el propósito de evaluar el ecosistema automotriz objeto de estudio.

### Referencias bibliográficas.

**Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015).** Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>

**Alqaydi, S., Zeiada, W., El Wakil, A., Alnaqbi, A. J., & Azam, A. (2024).** *A comprehensive review of smartphone and other device-based techniques for road surface monitoring.* Eng, 5(4), 3397-3426. <https://doi.org/10.3390/eng5040177>.

**Ekanem, I., Essienubong Ikpe, A., & Uviefowwe Ohwoekevw, J. (2024).** *A study on IoT-enabled smart vehicles for road navigation and ride comfortability in contemporary vehicle applications.* Soft Computing: Fusion with Applications, 1(1), Article 1. Recuperado el 2 de enero de 2025, de <http://www.scfa.reapress.com>

**Hussain, R., Son, J., Eun, H., Kim, S., & Oh, H. (2017).** *Practical security and privacy threats to OBD-II: Challenges and solutions.* IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 18(10), 2798–2807. <https://doi.org/10.1109/TITS.2017.2659644>

**Jothishwaran, R., & Purushothaman, N. (2025).** *Intelligent fleet management system using AI, IoT sensor and predictive maintenance for vehicular safety and operational optimization.* International Journal of Scientific Research and Engineering Development. <https://doi.org/10.13140/rg.2.2.16264.94725>.

**Khayyam, H., Javadi, B., Jalil i, M., Jazar, R. N.(2020).** *Artificial Intelligence and Internet of things for autonomous vehciles.* Nonlinear Approaches in Engineering Applications 39-68. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18963-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18963-1_2).

**World Health Organization. (2023).** *Global status report on road safety 2023.* Geneva: WHO. Retrieved from <https://www.who.int/publications/i/item/9789240087731>

**Zeiada, W., Alqaydi, S., El Wakil, A., Alnaqbi, A. J., & Azam, A. A. (2024).** *A comprehensive review of smartphone and other device-based techniques for road surface monitoring.* Eng, 5(4), 3397–3426. <https://doi.org/10.3390/eng5040177>.

### Información de los autores.





**Gladys Falconi Alejandro** es Ingeniera en Electrónica egresada del Instituto Superior de Comalcalco en el estado de Tabasco, cuenta con Maestría en Administración de Negocios con Especialidad en Calidad y Productividad por la Universidad Tecmilenio. Es Profesora de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica del Golfo de México desde el 2011, en el programa educativo de Ingeniería en Automatización y Control Industrial.