

07

DISPOSITIVO

BASADO EN INTERNET DE LAS COSAS PARA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN TEMPRANA DE SINIESTROS VEHICULARES

INTERNET OF THINGS-BASED DEVICE FOR EARLY DETECTION AND PREVENTION OF VEHICLE ACCIDENTS

Jefferson Leandro Morán-Cabezas¹

E-mail: jmoranc6@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2097-5027>

Anthony Limber Morán-Cabezas¹

E-mail: amoranc5@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2734-8474>

Fabrizio Javier Balarezo-Valarezo²

E-mail: fabo.1990@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3719-2029>

José Fernando Delgado-Soto³

E-mail: josefernandods@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1324-4261>

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Ecuador.

² Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador.

³ Escuela de postgrado Newman. Perú.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Morán-Cabezas, J. L., Morán-Cabezas, A. L., Balarezo-Valarezo, F. J., & Delgado-Soto, J. F. (2026). Dispositivo basado en Internet de las Cosas para detección y prevención temprana de siniestros vehiculares. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 6(3), 77-85.

Presentación: 21/06/2026

Aceptación: 30/07/2026

Publicación: 01/09/2026



RESUMEN

Los accidentes de tránsito, los incendios vehiculares y la acumulación de gases tóxicos en el habitáculo constituyen riesgos crecientes para la seguridad vial. Anualmente, cerca de 1.2 millones de personas resultan afectadas por siniestros de tránsito a nivel mundial, cifra que en Ecuador asciende a más de 5000 casos, con 564 accidentes registrados solo en Quevedo durante 2023. Este trabajo presenta el desarrollo de un dispositivo basado en Internet de las Cosas (IoT) para la detección y prevención temprana de siniestros en vehículos livianos, integrando sensores de gas (MQ-135), temperatura/humedad (DHT11) y movimiento (PIR HC-SR501), controlados mediante Arduino UNO y un módulo ESP8266 para transmisión inalámbrica. Se desarrolló además una aplicación móvil en Android Studio para visualizar variables ambientales y recibir alertas en tiempo real. La evaluación con el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM), aplicada a 20 usuarios, mostró una alta percepción de utilidad y facilidad de uso, validando la viabilidad del prototipo como solución preventiva de bajo costo.

Palabras clave:

Internet de las Cosas, seguridad vehicular, detección de incendios, sensores, prevención de siniestros.

ABSTRACT

Traffic accidents, vehicle fires, and toxic gas accumulation inside cabins represent growing risks to road safety. Nearly 1.2 million people are affected annually by traffic incidents worldwide, a figure that exceeds 5,000 cases in Ecuador, including 564 accidents recorded in Quevedo during 2023 alone. This paper presents the development of an Internet of Things (IoT) device for the early detection and prevention of accidents in light vehicles, integrating gas (MQ-135), temperature/humidity (DHT11), and motion (PIR HC-SR501) sensors controlled via an Arduino UNO and an ESP8266 module for wireless transmission. A mobile application was also developed in Android Studio to display environmental variables and issue real-time alerts. Evaluation using the Technology Acceptance Model (TAM) with 20 users showed high perceived usefulness and ease of use, validating the prototype's feasibility as a low-cost preventive solution.

Keywords:

Internet of Things, vehicle safety, fire detection, sensors, accident prevention.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los accidentes de tránsito, los incendios de vehículos y la presencia de gases tóxicos en su interior constituyen preocupaciones críticas en materia de seguridad vial (Hidalgo-Solórzano et al., 2020). A nivel mundial, se estima que alrededor de 1.2 millones de personas resultan afectadas anualmente por siniestros de tránsito (Organización Panamericana de la Salud, 2023); en Ecuador, esta cifra asciende aproximadamente a 5098 casos (Hidalgo & Borja, 2023), y específicamente en la provincia de Los Ríos, cantón Quevedo, se registraron 564 accidentes viales durante 2023 (Censos, 2023).

Estos eventos son resultado de una combinación de factores, alta velocidad, conducción distraída e incumplimiento de normas de tránsito, que incrementan tanto la probabilidad como la severidad de los choques (Bucsuházy et al., 2020). A esta problemática se suma el riesgo de incendios vehiculares, frecuentemente originados por cortocircuitos eléctricos, sobrecalentamiento del motor o fugas de combustible, capaces de propagarse con rapidez y convertir al vehículo en una trampa mortal (Csápaiová, 2021). Adicionalmente, la presencia de gases tóxicos, producto de la combustión incompleta, escapes del motor o infiltración de vapores, agrega una capa adicional de peligro para la salud de los ocupantes, favoreciendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Xie et al., 2019).

Diversos estudios previos han abordado estos riesgos de forma parcial: sistemas de agua nebulizada para la extinción de incendios en trenes, arquitecturas híbridas de detección de fuego mediante redes neuronales tipo YOLO en espacios interiores, sistemas de refrigeración solar para cabinas estacionadas y dispositivos de alerta destinados a prevenir la hipertermia infantil en vehículos. Sin embargo, estas soluciones suelen concentrarse en riesgos específicos y no integran de manera simultánea la detección de temperatura, gases nocivos y movimiento mediante una solución de bajo costo, replicable y conectada a través del Internet de las Cosas, orientada específicamente a vehículos livianos. Esta necesidad adquiere especial relevancia en Ecuador, donde los siniestros de tránsito constituyen un problema persistente para la seguridad vial y demandan el desarrollo de alternativas tecnológicas capaces de fortalecer la prevención, la detección temprana de situaciones de riesgo y la protección de los ocupantes de los vehículos (Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023).

Frente a este vacío, el Internet de las Cosas (IoT) se posiciona como una tecnología habilitante que permite conectar objetos cotidianos a la red para recopilar, procesar y transmitir datos del entorno físico en tiempo real, ampliando su aplicación a dominios como la seguridad vehicular (Barrios Andrés, 2021). Plataformas de hardware

abierto como Arduino, junto con entornos de desarrollo móvil como Android Studio, facilitan la implementación de prototipos funcionales de bajo costo capaces de integrar sensores de gas, temperatura y movimiento en un sistema de alerta temprana.

En el contexto ecuatoriano, la disponibilidad de estadísticas oficiales sobre siniestros de tránsito y parque automotor permite dimensionar la importancia de incorporar soluciones tecnológicas orientadas a la prevención y al fortalecimiento de la seguridad vial, particularmente mediante sistemas que puedan identificar condiciones potencialmente peligrosas y generar alertas oportunas antes de que estas deriven en consecuencias de mayor gravedad (Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023).

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un dispositivo basado en IoT para la detección y prevención temprana de siniestros en vehículos livianos, mediante la evaluación de factores ambientales de riesgo, la selección de una plataforma hardware/software adecuada, y el desarrollo de una aplicación móvil que permita visualizar en tiempo real los datos captados por los sensores y generar alertas ante condiciones de peligro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en la Av. Quito km. 1½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador (Figura 1).

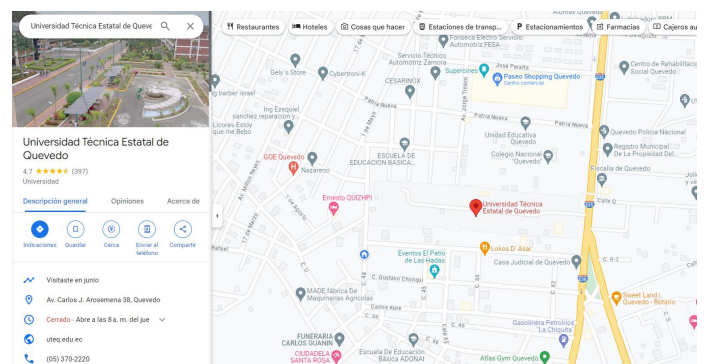


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio (UTEQ, Campus Central).

La investigación se desarrolló bajo un enfoque experimental, apoyado en una revisión bibliográfica exhaustiva de literatura científica y técnica sobre seguridad vehicular, sistemas IoT y desarrollo de aplicaciones móviles. La fase experimental permitió evaluar el desempeño del dispositivo desarrollado bajo condiciones reales, mientras que la revisión documental sustentó el marco conceptual

y la selección de componentes. Las fuentes consultadas se obtuvieron principalmente de las bases de datos IEEE Xplore, Scopus y Springer.

El desarrollo del proyecto se estructuró en cinco fases secuenciales (Figura 2):

- Revisión bibliográfica. Recopilación de literatura científica y técnica relacionada con la detección temprana de incendios vehiculares y tecnologías IoT aplicables.
- Identificación de requerimientos. Definición de los requisitos del prototipo mediante el análisis de patrones ambientales de riesgo y casos de estudio previos.
- Diseño e implementación del sistema. Elaboración del diagrama de casos de uso y del esquema electrónico que define la interconexión de los componentes de hardware.
- Pruebas y validación. Verificación del funcionamiento del prototipo y de la aplicación móvil.
- Evaluación y mejoras. Valoración del desempeño del dispositivo en condiciones reales y ajustes de optimización.



Figura 2. Fases de la metodología aplicada.

A partir del análisis comparativo de factores ambientales asociados a siniestros vehiculares (temperaturas extremas, materiales inflamables, fugas de combustible, cortocircuitos eléctricos y condiciones ambientales externas), se determinó que los elementos críticos a monitorear son las temperaturas elevadas, la presencia de gases nocivos y las fugas de combustible, por su alta correlación con el origen de incendios en cabina (Tabla 1).

Tabla 1. Factores ambientales considerados en el diseño del sistema.

Factor ambiental	Descripción	Componentes IoT para solución
Temperaturas extremadamente altas	El calor excesivo puede provocar el sobrecalentamiento de componentes eléctricos y mecánicos.	Sensores de temperatura y dispositivos de enfriamiento automático.
Materiales inflamables	Presencia de materiales en el interior del vehículo que pueden ser altamente inflamables.	Sistemas de detección de incendios y materiales ignífugos.
Fugas de combustible	Posibilidad de fugas de combustible debido a fallas en el sistema del vehículo.	Sensores de detección de gases tóxicos (combustible, humo del motor).
Cortocircuitos eléctricos	Fallos en el sistema eléctrico que pueden generar chispas y provocar un incendio.	Dispositivos de protección contra sobrecargas y monitoreo de circuitos.
Sistemas de aire acondicionado	Posible contribución a la generación de gases tóxicos si no se mantienen adecuadamente.	Sensores de calidad del aire y sistemas de purificación.
Condiciones ambientales externas	Exposición a la luz solar directa o altas temperaturas ambientales.	Sistemas de alerta temprana y control climático mediante extintor de nitrógeno.

Se realizó un análisis comparativo entre distintas tarjetas electrónicas (Arduino Uno R3, Raspberry Pi 4 y Arduino Micro), seleccionando el Arduino Uno R3 por su compatibilidad con múltiples sensores, su bajo costo y su facilidad de integración. De igual forma, se compararon sensores de temperatura/humedad (DHT11 y DHT22) y de calidad de aire (MQ-135, MQ-7 y MQ-2), seleccionando el DHT11 y el MQ-135, respectivamente, por su precisión, disponibilidad comercial y bajo consumo energético (Tabla 2abc).

Tabla 2a. Comparación de tarjetas electrónicas.

Tarjeta	Precio	Procesador	Voltaje	Reloj	Pines I/O
Arduino Uno R3	\$30	ATmega328P	7-12V	16 MHz	14
Raspberry Pi 4B	\$40	ARM Cortex-A72	5V	1.5 GHz	40
Arduino Micro	\$28	ATmega32U4	5V	16 MHz	14

Tabla 2b. Comparación de sensores de temperatura y humedad.

Sensor	Voltaje	Rango temperatura	Rango humedad	T. censado
DHT11	3.3-6V DC	0°C a 60°C	0 a 100% RH	3 s
DHT22	3-6V DC	-40°C a 80°C	20% a 90% RH	<5 s

Tabla 2c. Comparación de sensores de calidad de aire.

Sensor	Voltaje	Pre calentamiento	Concentración detectable	O ₂
MQ-135	5V	20 s	Amoniaco, sulfuro, benceno, humo	2-21%
MQ-7	5V	60 s	Monóxido de carbono	21%
MQ-2	5V	15 s	Gases combustibles	20%

El prototipo final integró los siguientes componentes: sensor de gas MQ-135, módulo de temperatura y humedad DHT11, sensor de movimiento PIR HC-SR501, módulo GPS Neo-6M, módulo Wi-Fi ESP8266, módulo GSM SIM800L para notificaciones remotas, electroválvula de accionamiento del agente extintor (nitrógeno) y batería de litio de respaldo.

Para la codificación del microcontrolador se empleó el lenguaje C++ en el entorno Arduino IDE. La comunicación entre el dispositivo y la aplicación móvil se implementó mediante servicios web desarrollados en NetBeans (Java), utilizando PostgreSQL como sistema gestor de base de datos. La aplicación móvil se desarrolló en Android Studio, seleccionado por su integración nativa con el SDK de Android y sus facilidades (Tabla 3ab) de depuración y despliegue ((Periyanayagi et al., 2021).

Tabla 3a. Comparación entre lenguajes de programación.

Detalle	Java	JavaScript	C++
Tipo	Orientado a objetos	Orientado a objetos	Multiplataforma orientado a objetos
Multiplataforma	Sí	Sí	Sí
Uso principal	Apps Android, sitios web grandes	Juegos, apps de escritorio	Frameworks, scripting, apps web

Tabla 3b. Comparación de entornos de desarrollo (IDE).

Detalle	Android Studio	Eclipse	VS Code
Disponibilidad	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux
Compatibilidad	Java, Kotlin, C++	Java, C, C++, PHP, Python	JS, TS, C++, C#, Java, Python
Característica clave	Emulador Android nativo e integración con Gradle	Soporte multiplataforma y amplia variedad de lenguajes	IDE ligero, rápido, integración con Git

El sistema se organizó en tres capas: percepción (sensores MQ-135, DHT11 y PIR HC-SR501), transmisión (Arduino Uno R3 y módulo ESP8266/SIM800L) y aplicación (servicio web en NetBeans, base de datos PostgreSQL y la app móvil SSEVIC), siguiendo el paradigma IoT clásico (Barrios Andrés, 2021). Esta separación de responsabilidades facilitó la trazabilidad de los eventos, asociando cada lectura de los sensores a una marca temporal y coordenadas GPS antes de su almacenamiento.

El dispositivo fue instalado en el compartimiento interior de vehículos livianos y sometido a pruebas controladas de detección: se generó una fuente de humo y CO₂ mediante un mechero para verificar la respuesta del sensor MQ-135, activándose de forma automática una alerta y, en caso de superarse el umbral de riesgo, el accionamiento del extintor. Participaron 20 propietarios de vehículos de la ciudad de Quevedo, reclutados mediante redes sociales y referencias personales, quienes recibieron una explicación previa del funcionamiento del prototipo antes de la prueba.

Tras la validación funcional, se aplicó un cuestionario en línea basado en el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM), estructurado en dos dimensiones, facilidad de uso percibida (7 ítems) y utilidad percibida (5 ítems), con escala tipo Likert de cinco niveles (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo), con el fin de determinar la disposición de los usuarios a adoptar el dispositivo (Tabla 4).

Tabla 4. Instrumento de evaluación de aceptación tecnológica (TAM).

Factor	Ítem	Pregunta
Facilidad de uso percibida (FUP)	FUP1	¿Es fácil utilizar el dispositivo?
	FUP2	¿La interfaz del dispositivo es intuitiva y fácil de entender?
	FUP3	¿El dispositivo requiere conocimiento técnico especial para su uso?
	FUP4	¿Hubo algún aspecto del dispositivo que resultó confuso?
	FUP5	¿Se siente seguro/a al utilizar el dispositivo en emergencias?
	FUP6	¿La instalación del dispositivo en el vehículo fue sencilla?
	FUP7	¿Las instrucciones de uso son claras?
Utilidad percibida (UP)	UP1	¿El dispositivo es una adición valiosa para la seguridad del vehículo?
	UP2	¿Notó algún inconveniente o limitación en su utilidad?
	UP3	¿El dispositivo es efectivo para enfriar la cabina durante un incendio?
	UP4	¿El dispositivo cumple su función principal de protección?
	UP5	¿Recomendaría el dispositivo a otras personas?

Nota: Escala Likert de 5 niveles (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un dispositivo funcional basado en IoT para la detección y prevención temprana de siniestros en vehículos livianos, integrado por los sensores MQ-135, DHT11 y PIR HC-SR501, controlados mediante un Arduino Uno R3 y conectados a un módulo ESP8266 para la transmisión inalámbrica de datos. El sistema se alojó en una carcasa protectora de bajo volumen, diseñada para minimizar la ocupación de espacio dentro del vehículo sin comprometer la accesibilidad de sus componentes (Figura 3).

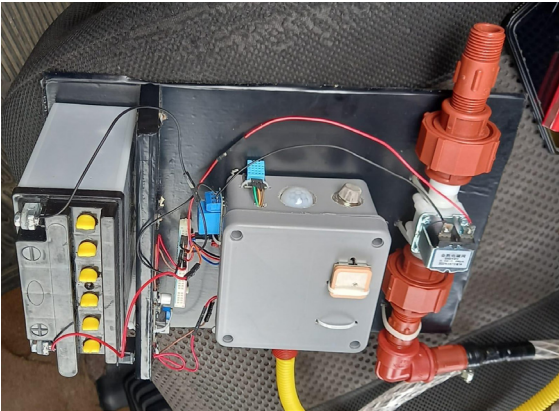


Figura 3. Prototipo del dispositivo IoT desarrollado.

El dispositivo fue instalado en el compartimiento interior del vehículo, junto al asiento del conductor, permitiendo el monitoreo continuo de la cabina y la activación del extintor de nitrógeno ante la detección de niveles anómalos de gas o temperatura (Figura 4).



Figura 4. Instalación del dispositivo en el vehículo.

Se desarrolló una aplicación móvil denominada SSEVIC, compuesta por los módulos de inicio de sesión, registro de usuario, registro y gestión de dispositivos, y notificaciones de alerta con geolocalización en tiempo real (Figuras 5, 6, 7 y 8). El módulo de notificaciones permite visualizar el nivel de gases y la temperatura registrada por el dispositivo, así como la ubicación exacta del vehículo mediante el módulo GPS integrado, facilitando la respuesta oportuna ante una emergencia.



Figura 5. Interfaz de inicio de sesión.



Figura 6. Interfaz de registro de usuario.

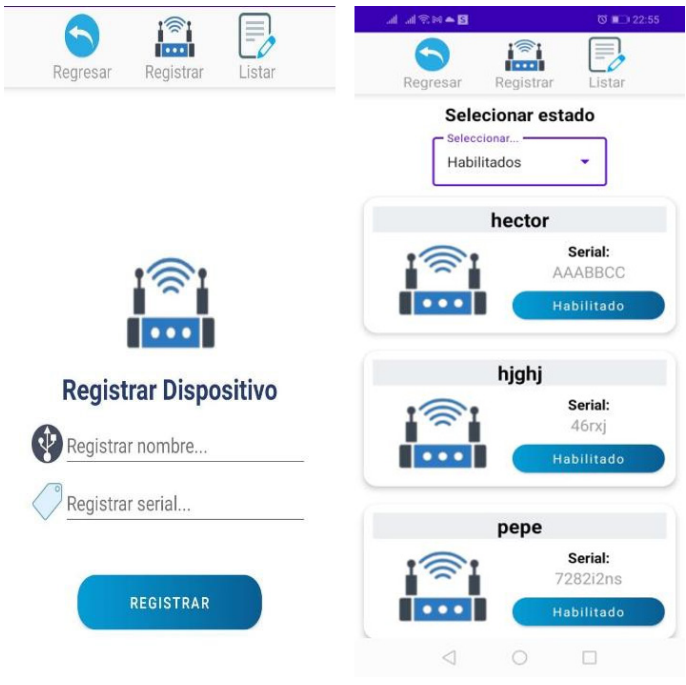


Figura 7. Módulos de registro y gestión de dispositivos.

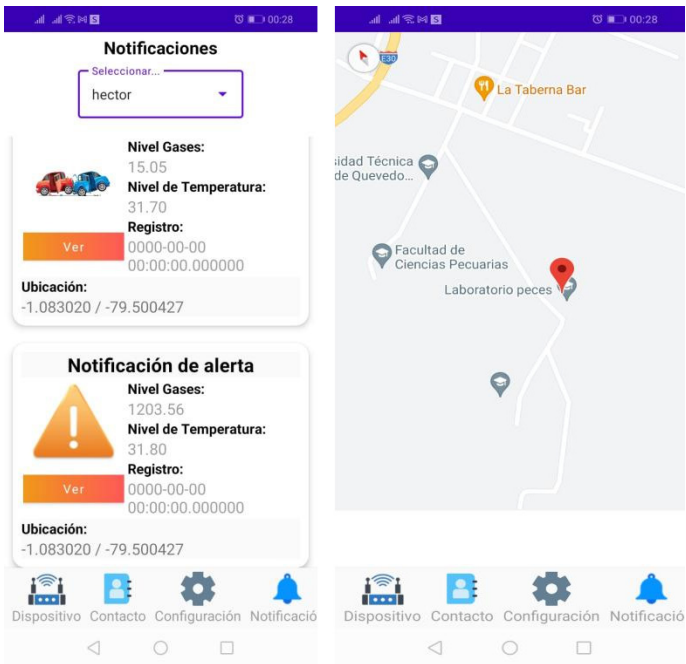


Figura 8. Módulo de notificaciones y geolocalización.

La evaluación aplicada a 20 usuarios propietarios de vehículos mostró una percepción mayoritariamente favorable tanto en la facilidad de uso como en la utilidad del dispositivo. En la dimensión de facilidad de uso percibida, la mayoría de los encuestados manifestó estar “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” en que el dispositivo es sencillo de utilizar, que su interfaz es intuitiva y que las instrucciones de instalación fueron claras, con una proporción mínima de respuestas negativas. En la dimensión

de utilidad percibida, los usuarios coincidieron en que el dispositivo constituye un aporte valioso a la seguridad general del vehículo y en que recomendarían su adquisición, aunque se registró una mayor dispersión de opiniones respecto a su efectividad específica para enfriar la cabina durante un incendio (ítem UP3), lo que sugiere una oportunidad de mejora en la comunicación de esta funcionalidad al usuario (Figura 9).

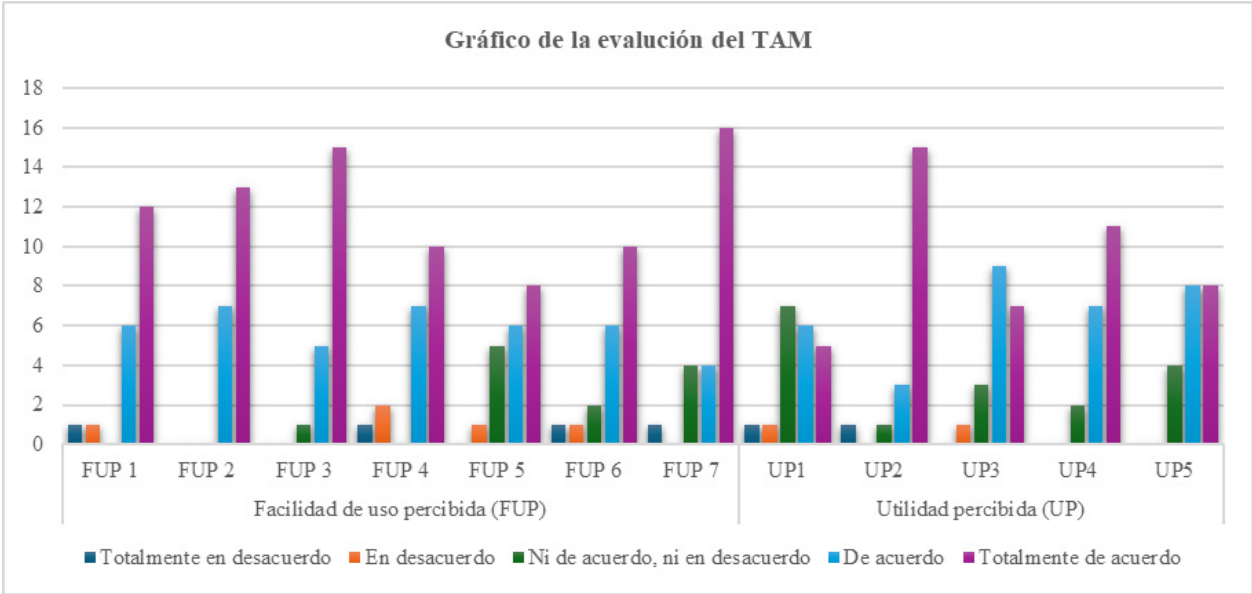


Figura 9. Resultados de la evaluación del Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM).

Los resultados obtenidos coinciden con investigaciones previas que han abordado de forma parcial la detección temprana de incendios en espacios cerrados. Yu et al. (2023) demostraron la viabilidad de arquitecturas basadas en redes neuronales (YOLOv5 y U-Net) para la segmentación de incendios sin generar falsas alarmas, mientras que Caballero Hernández et al. (2023) plantearon sistemas híbridos de sensores para ambientes interiores; sin embargo, ninguno de estos enfoques se ha orientado específicamente al habitáculo vehicular ni ha integrado una aplicación móvil de monitoreo remoto en tiempo real, como sí se logró en el presente trabajo.

En cuanto a la mitigación térmica, el sistema desarrollado por Liao et al. (2024), basado en refrigeración evaporativa alimentada por energía solar, y el propuesto por Vaish (2021), orientado a prevenir la hipertermia infantil mediante alertas automáticas, ofrecen soluciones complementarias que podrían integrarse en versiones futuras del dispositivo para reforzar la respuesta ante condiciones térmicas extremas, más allá de la detección y extinción química implementada actualmente.

La favorable percepción de utilidad y facilidad de uso reportada por los participantes es consistente con estudios que han aplicado el TAM a prototipos de bajo costo, donde la simplicidad de la interfaz y la claridad de las alertas son determinantes para la intención de adopción. No obstante, la variabilidad observada en la percepción de eficacia del sistema de enfriamiento (ítem UP3) evidencia

la necesidad de complementar las pruebas de laboratorio con validaciones de campo a largo plazo, en distintas condiciones climáticas y con muestras de mayor tamaño, tal como señala Csápaiová (2021), respecto a la variabilidad de los incendios vehiculares reales frente a los escenarios simulados.

Finalmente, el bajo costo del prototipo (aproximadamente 150 USD en componentes) lo posiciona como una alternativa accesible frente a sistemas comerciales de seguridad vehicular, en línea con la tendencia señalada por Barrios Andrés (2021) sobre la democratización de las soluciones IoT mediante plataformas de hardware abierto como Arduino. No obstante, el estudio presenta limitaciones: el tamaño muestral del TAM (20 usuarios) es reducido, las pruebas de humo y CO₂ se realizaron en condiciones controladas y no reproducen totalmente la dinámica de un incendio real, y el periodo de evaluación no permitió valorar la durabilidad de los componentes ante condiciones climáticas extremas prolongadas, aspectos que deberán abordarse en estudios posteriores.

CONCLUSIONES

Se identificaron y evaluaron los factores ambientales críticos para la detección temprana de incendios en vehículos livianos, temperaturas elevadas, fugas de combustible y presencia de gases nocivos, los cuales orientaron la selección de los sensores DHT11, MQ-135 y PIR HC-SR501 integrados en el prototipo.

El análisis comparativo de plataformas de hardware y software permitió seleccionar Arduino Uno R3, Android Studio, NetBeans y PostgreSQL como la combinación más adecuada en términos de costo, compatibilidad y facilidad de integración, logrando un sistema funcional y coordinado entre el dispositivo y la aplicación móvil.

La aplicación móvil SSEVIC desarrollada permite visualizar en tiempo real los niveles de gas y temperatura, además de emitir notificaciones de alerta con geolocalización ante eventos de riesgo, contribuyendo a una respuesta más rápida frente a posibles siniestros.

La evaluación mediante el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) evidenció una percepción positiva del dispositivo tanto en facilidad de uso como en utilidad, respaldando su viabilidad como solución preventiva de bajo costo para la seguridad vehicular.

REFERENCIAS

- Barrios Andrés, M. (2021). *Internet de las cosas*. Editorial Reus.
- Bucsuházy, K., Matuchová, E., Zůvala, R., Moravcová, P., Kostíková, M., & Mikulec, R. (2020). Human factors contributing to the road traffic accident occurrence. *Transportation Research Procedia*, 45, 555–561. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.057>
- Caballero Hernández, H., Ramos Corchado, M. A., & Muñoz Jiménez, V. (2023). Sistema de identificación de incendios en espacios interiores. *ReCIBE: Revista Electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.32870/re-cibe.v12i1.256>
- Csápaiová, N. (2021). The impact of vehicle fires on road safety. *Transportation Research Procedia*, 55, 1704–1711. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.162>
- Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). Anuario de Estadísticas de Transporte, 2023. INEC. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA/2023/2023_ESTRA_PPT.pdf
- Hidalgo, G., & Borja, J. (2023). *Nota técnica: Siniestros de tránsito. I trimestre, 2023*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2023/2023_SINIES-TROS_ITRIMESTRE.pdf
- Hidalgo-Solórzano, E., Pérez-Núñez, R., Mojarro, F. R., Vera-López, J. D., & Híjar, M. (2020). Accidentes no fatales en población mexicana, prevalencia y factores asociados. Ensanut 2018-19. *Salud Pública de México*, 62(6), 829–839. <https://doi.org/10.21149/11563>
- Liao, S., Tu, Z., Yu, F., Zhu, M., Sun, K., Sha, Q., Yang, X., & Zheng, J. (2024). Emissions of gaseous nitrous acid (HONO) from diesel trucks: Insights from real-driving emission experiments. *Science of the Total Environment*, 954, 176425. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176425>
- Organización Panamericana de la Salud. (2023). *7.ª Semana Mundial de la ONU para la Seguridad Vial 2023*. OPS. <https://www.paho.org/es/campanas/7a-semana-mundial-onu-para-seguridad-vial-2023>
- Periyanayagi, S., Manikandan, A., Muthukrishnan, M., & Ramakrishnan, M. (2021). BDoor App: Blood donation application using Android Studio. *Journal of Physics: Conference Series*, 1917(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1917/1/012018>
- Xie, J., Teng, J., Fan, Y., Xie, R., & Shen, A. (2019). The short-term effects of air pollutants on hospitalizations for respiratory disease in Hefei, China. *International Journal of Biometeorology*, 63(3), 315–326. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-01665-y>
- Yu, L., Xu, Z., Cheng, M., Lin, W., Qiu, W., & Xiao, X. (2023). MSED DI: Multi-scale embedding for predicting drug–drug interaction events. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4500. <https://doi.org/10.3390/ijms24054500>

Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de los autores:

Jefferson Leandro Morán-Cabezas, Anthony Limber Morán-Cabezas, Fabricio Javier Balarezo-Valarezo, José Fernando Delgado-Soto: Concepción y diseño del estudio, adquisición de datos, análisis e interpretación, redacción del manuscrito, revisión crítica del contenido, análisis estadístico, supervisión general del estudio.

Declaración ética:

El estudio se basó en el análisis de fuentes documentales y datos de acceso público, por lo que no implicó la participación directa de seres humanos. No se manejó información personal identificable.