

Dispositivo de monitoreo integral de salud y sostenibilidad de rutas para entregas inteligentes

Comprehensive monitoring device for health and sustainability of routes for smart deliveries

Alicia Guevara Franco

aguevara@itesa.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-8885-8241>
Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

Carmin Hernández Domínguez

chernandez@itesa.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-3319-074X>
Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

Isabel Mendoza Saldívar

imendoza@itesa.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-3319-074X>
Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

Cesar Farid Vazquez Olvera

22030004c@itesa.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0007-4557-5894>
Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

Nancy Lucero Ramirez Saldaña

21030580@itesa.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0001-2859-3472>
Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5658>

Artículo recibido: 05 de diciembre de 2025.
Aceptado para publicación: 10 de abril de 2026.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5658>

Dispositivo de monitoreo integral de salud y sostenibilidad de rutas para entregas inteligentes

Comprehensive monitoring device for health and sustainability of routes for smart deliveries

Alicia Guevara Franco

aguevara@itesa.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8885-8241>

Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

Carmin Hernández Domínguez

chernandez@itesa.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-3319-074X>

Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

Isabel Mendoza Saldívar

imendoza@itesa.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-3319-074X>

Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

Cesar Farid Vazquez Olvera

22030004c@itesa.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0007-4557-5894>

Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

Nancy Lucero Ramirez Saldaña

21030580@itesa.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0001-2859-3472>

Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo. Tecnológico Nacional de México
Apan Hidalgo – México

Artículo recibido: 05 de diciembre de 2026. Aceptado para publicación: 10 de abril de 2026.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

El dispositivo se centra en la creación de un sistema de seguimiento inteligente orientado a la logística ecológica, utilizando tecnologías accesibles y sostenibles. El objetivo es mejorar las rutas de transporte mediante el análisis de las emisiones de carbono y la seguridad de los empleados, lo cual se logra mediante la implementación de un modelo basado en Arduino. El prototipo representa un camión de carga con sensores de seguimiento conectados a inteligencia artificial mediante la interfaz de programación de aplicaciones (API) Gemini. Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron pruebas piloto para analizar el rendimiento del sistema y garantizar su viabilidad en situaciones reales. El sistema no solo se centra en reducir el impacto ambiental, sino también en aumentar la eficiencia logística al proporcionar datos esenciales para la toma de decisiones y garantizar la salud de los operadores mediante la monitorización continua de su estado físico. La metodología seleccionada abarca la creación y evolución del sistema, el uso de inteligencia artificial para mejorar las rutas y la creación de un sistema de registro que permite un análisis detallado de las operaciones logísticas.

Palabras clave: inteligencia artificial, optimización de rutas, salud laboral, sostenibilidad,

monitorización

Abstract

The device focuses on creating an intelligent tracking system geared towards green logistics, using accessible and sustainable technologies. The goal is to improve transport routes by analyzing carbon emissions and employee safety, achieved through the implementation of an Arduino-based model. The prototype is a cargo truck with tracking sensors connected to artificial intelligence via the Gemini application programming interface (API). During the project's development, pilot tests were conducted to analyze the system's performance and ensure its viability in real-world situations. The system not only focuses on reducing environmental impact but also on increasing logistical efficiency by providing essential data for decision-making and ensuring the health of operators through continuous monitoring of their physical condition. The selected methodology encompasses the creation and evolution of the system, the use of artificial intelligence to optimize routes, and the creation of a logging system that enables detailed analysis of logistics operations.

Keywords: artificial intelligence, route optimization, occupational health, sustainability, monitoring

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons.



Cómo citar: Guevara Franco, A., Hernández Domínguez, C., Mendoza Saldívar, I., Vazquez Olvera, C. F., & Ramirez Saldaña, N. L. (2026). Dispositivo de monitoreo integral de salud y sostenibilidad de rutas para entregas inteligentes. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (2), 643 – 667. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5658>

INTRODUCCIÓN

El tema de estudio de la presente investigación se sustenta en las crecientes preocupaciones sobre el impacto ambiental y eficiencia de los recursos están fomentando la adopción de enfoques sostenibles en los negocios y la logística. La introducción de tecnología de seguimiento en tiempo real, inteligencia artificial (IA) y optimización de rutas se considera una solución integral que no solo reduce las emisiones de carbono, sino que también mejora la salud y la seguridad de los operadores de transporte y de los trabajadores que participan en el transporte. La tecnología implementada muestra sensores integrados en un prototipo basado en la plataforma Arduino. Esta simulación recrea una especie de remolque en un extremo para cuidar el medio ambiente y la salud lo más rápido posible. Los sensores recopilan información sobre dióxido de carbono (CO₂), partículas, fatiga, estrés y más para mejorar el bienestar de los trabajadores, garantizar un entorno de trabajo seguro y reducir los peligros potenciales. Para mejorar el ruteo en carreteras, la API de Gemini ha evolucionado con el objetivo de permitir la integración de inteligencia artificial avanzada en el sistema. API facilita la interpretación y el análisis de grandes cantidades de información, confiando en ella para realizar recomendaciones útiles que pueden ayudarle a reducir los tiempos de viaje, reducir el consumo de combustible y, en última instancia, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La relevancia del proyecto se centra en el uso de inteligencia artificial juega un papel importante en la predicción de los flujos de tráfico y las condiciones ambientales, prediciendo para responder a los factores externos que potencialmente podrían afectar la eficiencia de las rutas planificadas además se espera que la implementación del proyecto en entornos de producción junto con los impactos en la fuente sea muy importante en una amplia gama de industrias. Desde una perspectiva medioambiental, este sistema ayuda a reducir las emisiones de carbono, utilizar rutas más eficientes lo cual va a reducir fácilmente el consumo de combustible. De manera similar, en el caso de la atención médica, el seguimiento oportuno de los empleados tiene como objetivo crear un ambiente de trabajo seguro y saludable de este modo se puede prevenir problemas de salud. Económicamente, se espera que la reducción de los tiempos de transporte y los costos operativos aumente los márgenes de las empresas de logística de última milla, al tiempo que aumenta la reputación de las empresas sociales y el apoyo de las organizaciones que implementan sus políticas.

METODOLOGÍA

La metodología propuesta en el proyecto orientado al dispositivo para monitoreo integral de salud y sostenibilidad en rutas de entrega inteligentes, se puede clasificar como una metodología mixta, combinando enfoques tanto cuantitativos como cualitativos, para la parte la cuantitativa; se desarrolló en la primera etapa a través de aplicar pruebas piloto para evaluar la eficiencia del sistema en condiciones controladas y reales, posteriormente los datos recolectados fueron analizados estadísticamente, para finalmente identificar y medir los indicadores clave de desempeño, pertinentes para la evaluación.

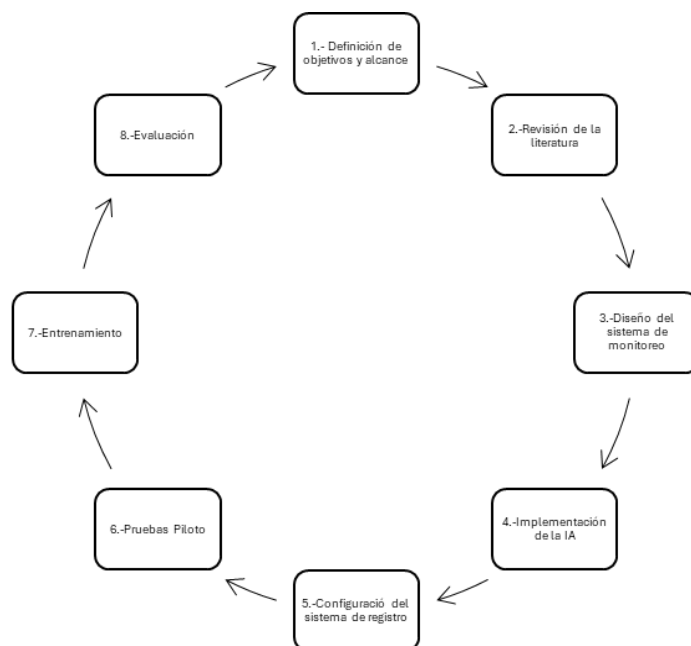
En cuanto a la parte cualitativa se considera el análisis de las necesidades a cubrir con el diseño del dispositivo por medio de entrevistas y encuestas con operarios y gestores, posteriormente se requiere un capacitación y retroalimentación a los usuarios de los dispositivos.

Diseño del Estudio

Para el diseño de la investigación se consideraron las siguientes etapas:

Figura 1

Etapas de la investigación



Fuente: elaboración propia.

Participantes

La población seleccionada para aplicar las encuestas son empresas y usuarios del sector de autotransporte, considerando como tamaño de la población un total de 3470, según datos de INEGI, una muestra de 346 con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5%.

Instrumentos de Recolección de Datos: Detalla el proceso de diseño de las entrevistas, encuestas, etc

Como instrumento de evaluación se diseñó un cuestionario con el objetivo de recabar información relevante sobre prácticas y percepciones de las empresas en relación con la optimización de rutas y el monitoreo de salud de los operarios en el sector logístico (Anexo 1). Su aplicación permite identificar las necesidades, intereses y limitaciones de las organizaciones en estos temas, proporcionando una visión integral sobre las tendencias y expectativas en torno a la logística verde y la gestión de la salud laboral. Los datos obtenidos ayudarán a analizar el nivel de preparación y disposición de las empresas para implementar soluciones tecnológicas orientadas a mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y disminuir la huella ambiental.

La encuesta está estructurada para evaluar distintos aspectos relacionados con la gestión logística y el bienestar de los operarios en empresas que dependen de operaciones de transporte. Preguntas como la existencia de sistemas actuales de optimización de rutas y el interés en la reducción de la huella de carbono permiten determinar el nivel de compromiso y avance de las empresas en sostenibilidad.

Además, la consulta sobre la disposición para implementar sistemas de monitoreo de salud ofrece una perspectiva sobre la percepción de las organizaciones respecto al bienestar de sus empleados y su impacto en la productividad. Aplicar esta encuesta en el contexto de este proyecto es fundamental, ya

que permite al equipo identificar las áreas de mayor interés y preocupación en el sector, así como las barreras que las empresas perciben para adoptar estas tecnologías.

Esto ayuda a adaptar las soluciones del proyecto a las verdaderas necesidades del mercado, optimizando así el impacto en términos de sostenibilidad, eficiencia y salud laboral. Los resultados también proporcionan datos valiosos que pueden orientar futuras mejoras en el diseño del sistema, asegurando que se alineen con los objetivos estratégicos de las empresas y cumplan con las expectativas en cuanto a sostenibilidad y cumplimiento normativo.

Procedimiento

La aplicación de las entrevistas se llevó a cabo principalmente mediante intermediarios de las propias empresas. Esto implicó contactar inicialmente a un trabajador del sector, quien fungió como enlace para llegar a los directivos responsables o indicados para responder el instrumento. La entrevista fue distribuida a través de un formulario elaborado en Google Forms, no obstante, en algunos casos fue necesario presentarla de manera física para asegurar la adecuada recolección de los datos. Durante todo el proceso se garantiza la confidencialidad de las respuestas y la privacidad de los participantes.

Análisis de Datos

El análisis cualitativo y cuantitativo de los datos se realizó mediante un enfoque integral. Para la parte cualitativa, se aplicó un análisis de contenido, que permitió identificar patrones, percepciones y categorías emergentes relacionadas con la sostenibilidad logística, la optimización de rutas y el monitoreo de la salud ocupacional. Las respuestas fueron organizadas, codificadas y categorizadas para establecer tendencias y puntos de coincidencia entre los participantes.

En cuanto al análisis cuantitativo, los datos obtenidos de las encuestas y pruebas piloto fueron sometidos a diferentes pruebas estadísticas con el objetivo de evaluar la consistencia y confiabilidad de la información. Entre las pruebas aplicadas se encuentran:

Pruebas de normalidad Kolmogorov–Smirnov y Shapiro–Wilk: empleadas para determinar la distribución de los datos y definir el tipo de análisis estadístico adecuado.

Prueba T de Student: utilizada para comparar medias y evaluar diferencias significativas en los indicadores obtenidos durante las pruebas del sistema.

Análisis descriptivo: para la identificación de medidas de tendencia central y dispersión, facilitando la caracterización general de la población evaluada.

Correlaciones simples: orientadas a examinar posibles relaciones entre variables vinculadas con la eficiencia operativa, la percepción de sostenibilidad y el uso de tecnologías de monitoreo.

El uso combinado de estos métodos permitió obtener una interpretación precisa y fundamentada de los datos, garantizando un análisis robusto que respalda la evaluación del desempeño del dispositivo y la pertinencia de su implementación.

Consideraciones Éticas

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo respetando los principios éticos fundamentales relacionados con la confidencialidad, el consentimiento informado y la protección de los participantes. Antes de la aplicación de entrevistas y encuestas, se informó a los participantes sobre los objetivos del estudio, el uso académico de los datos y la naturaleza voluntaria de su participación. En todos los casos, se garantiza la privacidad y anonimato de las respuestas, evitando cualquier dato que permitiera identificar a los encuestados o a las empresas participantes.

Asimismo, la recopilación de información mediante Google Forms y formularios físicos fue gestionada bajo protocolos de resguardo digital y documental, asegurando que los datos únicamente fueran utilizados con fines investigativos. No se ejerció presión alguna sobre los participantes y se respetó en todo momento su derecho a omitir información o retirarse del proceso. Finalmente, el estudio se ejecutó siguiendo buenas prácticas de investigación, asegurando la integridad de los datos y evitando conflictos de interés.

DESARROLLO

Problema de Investigación

El problema identificado empieza por el crecimiento del transporte lo que ha generado preocupación sobre las emisiones de dióxido de carbono y su impacto en el medio ambiente. El autotransporte de carga en México, es un sector que maneja el 55% del comercio internacional mexicano y a pesar de su gran operativa comercial nacional e internacional no se cuentan con estrategias empresariales enfocadas a la generación de un sector eficiente. Además, las empresas se han enfrentado a desafíos como la flexibilidad de la trayectoria, las medidas de mantenimiento del nivel de emisiones y la urgencia del proceso de mantenimiento para mejorar la eficiencia y reducir los costos. En este contexto, proponen medidas urgentes para controlar eficazmente las emisiones de carbono, mejorar los métodos de transporte y garantizar la salud y seguridad de los trabajadores. En México, el mercado del autotransporte se encuentra conformado por más de 147 mil unidades económicas de las cuales 128 mil se encuentran en la modalidad Hombre-Camión y 19 mil como empresas (Ramírez, 2015). Es así como encontramos diferentes conflictos comenzando con el tema de los conductores de autotransporte ya que enfrentan jornadas largas y estresantes, esto se sabe gracias al último dato mencionado, Los «hombres-camión» se refieren a las microempresas que poseen menos de 5 vehículos y que prácticamente laboran en la informalidad (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2013) lo que aumenta el riesgo de fatiga, accidentes y problemas de salud crónicos. La falta de un sistema de monitoreo impide que las empresas logísticas tomen decisiones informadas para proteger el bienestar de sus empleados.

Objetivos y Preguntas de Investigación

El objetivo del proyecto es:

- Diseñar un sistema integral que optimice las rutas de entrega mediante el uso de inteligencia artificial, al mismo tiempo que monitorea en tiempo real la salud y el bienestar del personal operativo, garantizando una logística más sostenible, segura y eficiente.

En algunas investigaciones se documentó que los vehículos a motor son una de las principales fuentes de contaminación, contribuyendo significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En México, el sector transporte representa aproximadamente el 20% de las emisiones totales de CO₂ (INEGI, 2023). A nivel global, el transporte de mercancías es responsable de un 10% de las emisiones de CO₂, lo que subraya la urgencia de adoptar prácticas más sostenibles (Revista Logistec, 2024). De la misma forma se identifica como principal modo de transporte al camión; seguido por el barco, el ferrocarril y el resto en menor medida. (Waters, 2003).

Por lo tanto y en busca de soluciones de problemas de contaminación las empresas optan por implementar la logística verde, que es la aplicación de políticas y prácticas sostenibles en la gestión de la cadena de suministro, con el objetivo de reducir el impacto ambiental a través de la optimización de recursos, la reducción de emisiones de carbono, y la implementación de tecnologías limpias en el transporte y almacenamiento" (McKinnon et al., 2015).

Autores como (Swamidass, 2000) expresan que la logística es una rama de la ingeniería que se encarga de dos tareas básicas: es responsable de la gestión de materiales, así como del flujo y suministro de materias primas y componentes en procesos de fabricación o fabricación de mercancías o servicios, y también es responsable de la gestión de distribución que consiste en el empaquetado, control de inventario de productos terminados y materias primas, a través de todos los procesos de manejo, almacenamiento y transporte de materiales hasta la entrega del producto terminado al cliente.

Para Ortegon (2017) el objetivo de la logística verde es fomentar planes de acción eficaces y eficientes, donde a la luz de este concepto se pueda prevenir un daño al ambiente en algún punto del proceso, ya que se tiene un control sobre la cadena logística, en donde el flujo de comunicación entre la empresa y los clientes debe ser fluido entendiendo el esfuerzo y el modo de operar de ambas partes siendo entonces un reto de la logística verde el encontrar el equilibrio entre lo económico y lo ecológico, midiendo la huella de carbono de las operaciones logísticas, reduciendo la contaminación y racionalizando el uso de los recursos disponibles. Esto incluye la sostenibilidad de la cadena de suministro desde la concepción de los productos hasta su empaque y entrega, minimizando así su impacto ambiental (Beetrack, 2022).

La salud ocupacional en la logística y el transporte es un área fundamental que se debe tomar en cuenta ya que va enfocada directamente al bienestar y condiciones de trabajo de los empleados en estos sectores. Restaurando el riesgo implicado en actividades como el manejo de cargas pesadas, la conducción de vehículos por largos períodos y la exposición a entornos laborales cambiantes.

El manejo manual de cargas pesadas y la adopción de posturas inadecuadas son comunes en la logística, lo que puede conducir a trastornos musculoesqueléticos. Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), el 40% de las lesiones en este sector están relacionadas con problemas ergonómicos, como dolores de espalda y lesiones en las extremidades superiores (NIOSH, 2020)

Los conductores de transporte de larga distancia a menudo enfrentan largas horas de trabajo, horarios irregulares y presión para cumplir con plazos estrictos. Esto puede llevar a fatiga y estrés, aumentando el riesgo de accidentes. Un estudio de la European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA, 2021) encontró que el 30% de los conductores reportan niveles significativos de estrés relacionado con el trabajo.

La presión por cumplir plazos, la incertidumbre laboral y la falta de control sobre las condiciones de trabajo pueden contribuir a riesgos psicosociales, como ansiedad, depresión y otros problemas de salud mental. Según un informe de la International Labour Organization (ILO, 2020), el 25% de los trabajadores en estos sectores experimentan altos niveles de estrés laboral.

Los conductores de larga distancia y otros trabajadores móviles a menudo experimentan aislamiento social y desgaste profesional, lo que puede conducir a problemas de salud mental, incluyendo depresión y ansiedad. Según Shatté et al. (2017), "la soledad y el desgaste emocional son factores de riesgo significativos para la salud mental de los trabajadores en el transporte" (Shatté, A., Perlman, A., Smith, B., & Lynch, W. D. (2017).

En el mundo cada año se registran 1.25 millones de muertes por accidentes de tránsito. Además, es la segunda causa de muerte en personas entre 5 a 25 años, en su mayoría varones (González, 2008; Hernández, Gil & Pla, 1999). La Organización Mundial de la Salud (2010) estima que de no corregirse las causas, el número de muertos por accidentes de tránsito en el mundo aumentará 65 por ciento en el 2013.

Algunos de los conceptos clave utilizados en el estudio son sistemas de monitoreo, inteligencia artificial, optimización de rutas, logística verde, salud ocupacional, sostenibilidad empresarial, tecnologías de sensores y Arduino, API (Interfaz de programación de aplicaciones), y evaluación del desempeño, lo cuales se definen a continuación:

Sistemas de Monitoreo en Tiempo Real: Las herramientas de seguimiento en tiempo real lo ayudan a identificar las herramientas o técnicas adecuadas para mantener y mejorar, lo que le facilita comprender y monitorear el crecimiento y desarrollo de los comportamientos dentro de ellas. desarrollo cultural. En el marco de esta iniciativa, los sensores recopilan datos sobre la salud y las emisiones de los clientes durante el transporte. Esta información proporciona información valiosa que nos ayuda a tomar decisiones comerciales mejores y más informadas.

Inteligencia Artificial (IA): Es un programa informático que imita funciones cognitivas humanas como el aprendizaje y el razonamiento. En este sentido, la inteligencia artificial desarrollada a través de la API Gemini juega un papel importante en el proceso de optimización y mejora de la calidad de la información del ciclo de vida del cliente. La IA permite procesar grandes cantidades de datos en tiempo real, identificar patrones, hacer recomendaciones para mejorar las operaciones y reducir el riesgo.

Optimización de rutas: La optimización es el proceso de planificación de rutas logísticas para minimizar distancias, tiempos de viaje y costos minimizando al mismo tiempo el uso de recursos. Con la ayuda de la IA, el sistema encuentra formas óptimas de reducir los tiempos de entrega y las emisiones de carbono. Esto es especialmente importante en el ámbito de la logística verde, cuyo objetivo es reducir el impacto medioambiental.

Logística Verde: Es el fenómeno de fuentes superiores, valiosas y respetuosas con el medio ambiente debido a la extracción de combustibles fósiles, al tiempo que se promueve el reciclaje y se reduce la contaminación. Esta idea es el núcleo del proyecto, se deben mejorar las carreteras y controlar las actividades, fomentando la logística, pero respetando el medio ambiente.

Salud Ocupacional: La salud de los empleados es la prevención de enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo y el bienestar general de los empleados. Con este sistema, los indicadores de salud de los empleados se pueden monitorear en tiempo real, mostrar signos de fatiga o agotamiento de los empleados y monitorear la seguridad y salud de los empleados. Monitorear estos signos es la clave para una intervención temprana, ya sea que se trate de lesiones o efectos adversos para la salud.

Sostenibilidad Empresarial: Los negocios sostenibles son la capacidad de las organizaciones para operar de manera eficiente y responsable mientras mantienen la rentabilidad a largo plazo y reducen el impacto ambiental. La sostenibilidad es un aspecto importante del proyecto, que tiene como objetivo mejorar la productividad reduciendo las emisiones y gestionando la salud de los operadores. Este enfoque no sólo ayuda a la empresa a reducir costos, sino que también crea una imagen positiva y eficiente entre la gente.

Tecnologías de Sensores y Arduino: Los sensores son dispositivos que detectan cambios en el entorno y proporcionan información en tiempo real. En este proyecto, los sensores (construidos con Arduino) implementados en el prototipo recopilan datos de cambios como la calidad del aire y la salud de los trabajadores. La plataforma Arduino simplifica la programación y control de estos sensores, permitiendo la creación de prototipos interactivos de bajo coste que pueden representar vehículos como tractores.

API (Interfaz de Programación de Aplicaciones): Son interfaces que permiten que diferentes sistemas de software se comuniquen entre sí. La API Gemini utilizada en el proyecto facilita la integración de

inteligencia artificial avanzada, permitiendo que los sistemas interpreten datos y tomen decisiones informadas. Esto le permite transformar los datos recopilados en información útil para la optimización y el seguimiento en tiempo real.

Evaluación de Desempeño: Es la evaluación sistemática de la eficiencia y eficacia de un proceso o sistema. Monitorear los indicadores de desempeño y el sistema general a nivel de proyecto, analizar objetivos y planes de ajuste, y brindar retroalimentación a los gerentes de sostenibilidad sobre la reducción y mejora de emisiones.

RESULTADOS

Presentación de los Datos

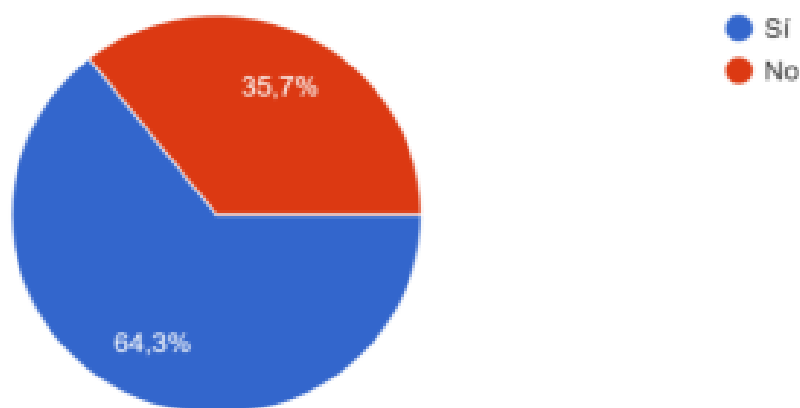
Los datos obtenidos a partir de las dos encuestas aplicadas (una antes de la presentación del prototipo y otra después) permitieron identificar la percepción de las empresas respecto a la optimización de rutas, la sostenibilidad ambiental y la salud ocupacional. Toda la información recopilada se organizó en gráficas y tablas numeradas, facilitando su interpretación y comparación entre ambas etapas del estudio.

Gráfico 1

¿Actualmente su empresa utiliza algún sistema de optimización de rutas?

Fuente: elaboración propia.

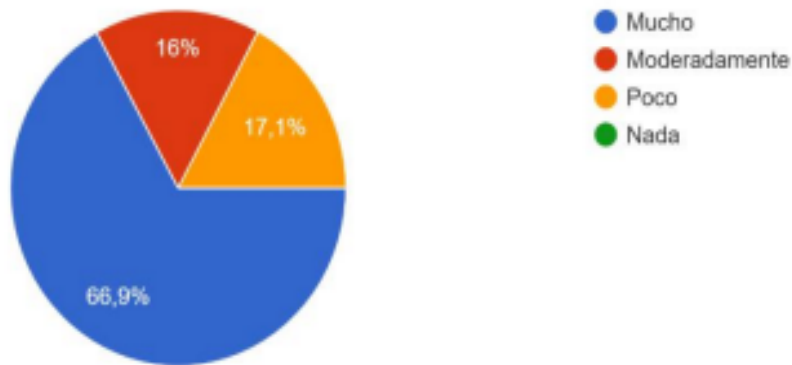
El primer gráfico indica que el 64.3% de las empresas encuestadas ya utilizan algún tipo de sistema de



optimización de rutas, mientras que un 35.7% aún no ha implementado dicha tecnología. Esto sugiere que más de la mitad de las empresas reconocen el valor de optimizar sus operaciones logísticas, probablemente para mejorar la eficiencia, reducir costos y minimizar el impacto ambiental.

Gráfico 2

¿Cuánto considera que impacta el consumo de combustible en los costos logísticos de su empresa?

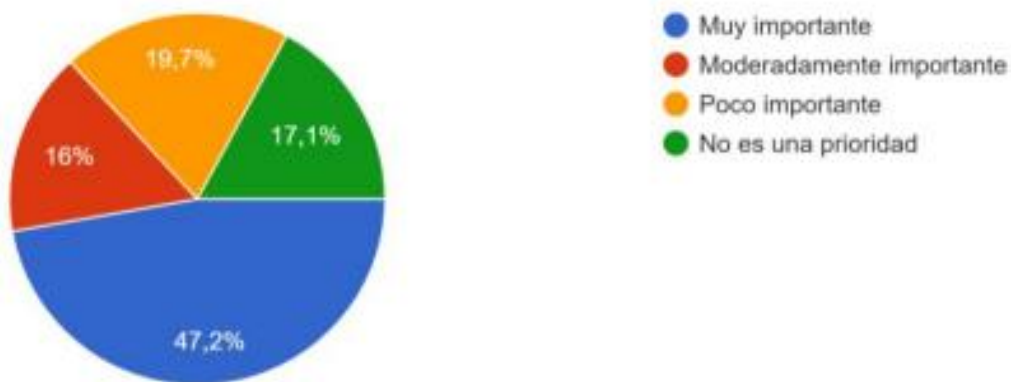


Fuente: elaboración propia.

La segunda gráfica muestra que una mayoría abrumadora, 66.9%, considera que el consumo de combustible tiene un impacto significativo en los costos logísticos de su empresa. Un 17.1% cree que el impacto es moderado y un 16% piensa que es poco. Ninguna empresa respondió que el consumo de combustible no tiene impacto.

Gráfico 3

¿Qué tan importante es para su empresa reducir la huella de carbono en sus operaciones logísticas?

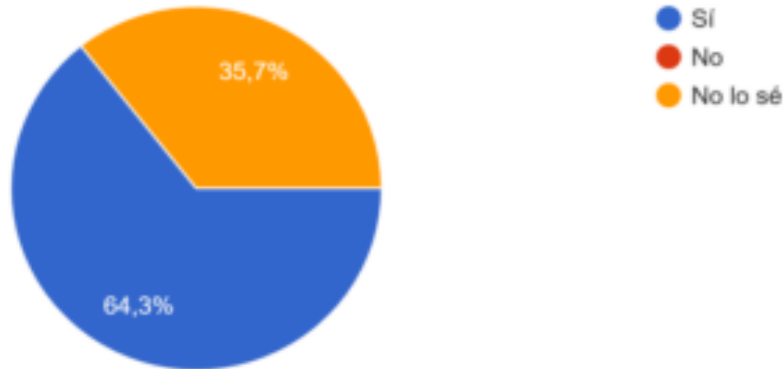


Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la prioridad de reducir la huella de carbono, el 47.2% de las empresas considera que es muy importante, mientras que un 17.1% lo ve como poco importante y un 19.7% como moderadamente importante. El 16% no lo considera una prioridad. Este resultado sugiere que, aunque existe una conciencia significativa respecto al impacto ambiental, hay una diversidad de posturas en cuanto a la urgencia de implementar medidas para reducir la huella de carbono.

Gráfico 4

¿Su empresa estaría interesada en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte?

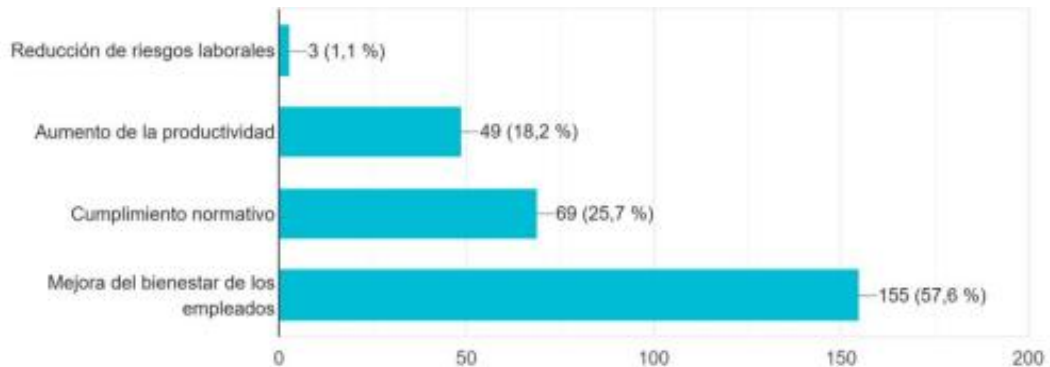


Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las empresas (64.3%) se muestran satisfactorias en implementar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte. Un 35,7% no está interesado o no lo sabe, lo cual refleja que aún hay un sector de empresas que no percibe un valor claro o no tiene suficiente información sobre esta tecnología.

Gráfico 5

¿Qué ventajas consideraría más importantes al implementar un sistema de monitoreo de salud para los operarios?

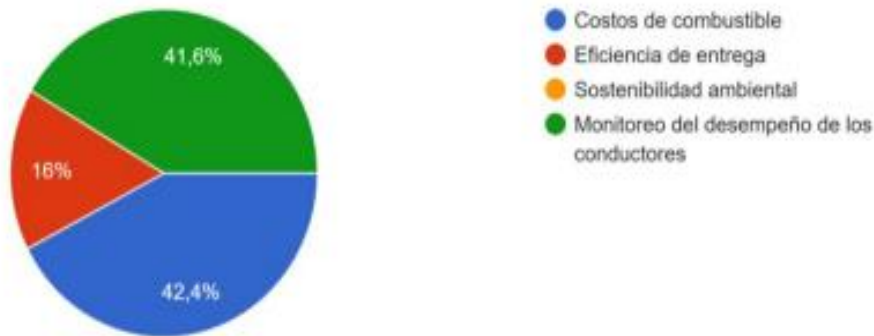


Fuente: elaboración propia.

Entre las ventajas percibidas, la "Mejora del bienestar de los empleados" es la más valorada, con el 57.6% de los participantes eligiéndola como la ventaja más importante. Le sigue el "Cumplimiento normativo" con un 25,7% y el "Aumento de la productividad" con un 18,2%. La "Reducción de riesgos laborales" fue la menos seleccionada, con apenas un 1.1%, lo que podría indicar que las empresas valoran más los beneficios generales en el bienestar y cumplimiento normativo.

Gráfico 6

¿Cuál considera que es el mayor reto para su empresa en la gestión de rutas logísticas?

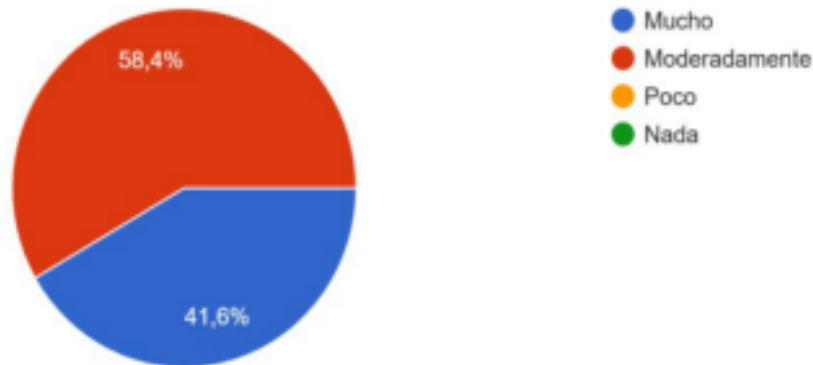


Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los retos en la gestión de rutas logísticas, los "Costos de combustible" (42,4%) y el "Monitoreo del desempeño de los conductores" (41,6%) son los más significativos para las empresas, seguidos de "Eficiencia de entrega". (16%). La "Sostenibilidad ambiental" no fue seleccionada como un reto principal en esta encuesta, lo cual podría indicar que, aunque importante, aún no es una prioridad comparada con los costos y el monitoreo del rendimiento de los conductores.

Gráfico 7

¿Qué tanto influye el bienestar y la salud de los operarios en la productividad de su empresa?

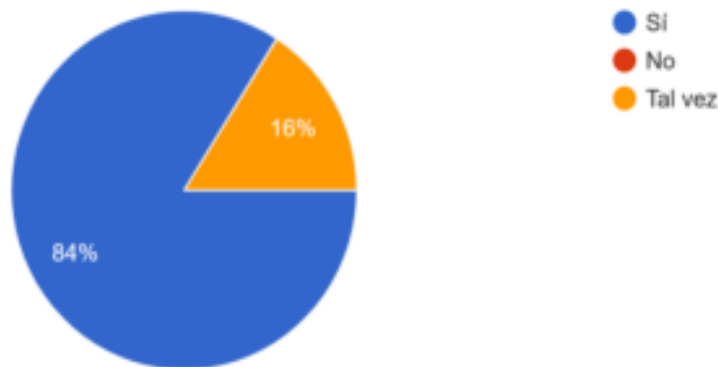


Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las empresas (58,4%) considera que el bienestar y la salud de los operarios influyen "mucho" en la productividad, mientras que el 41,6% opina que influyen "moderadamente". Este resultado indica que las empresas reconocen la importancia de la salud de los trabajadores en la eficiencia y efectividad operativa.

Gráfico 8

¿Su empresa estaría dispuesta a invertir en tecnología para monitorear las condiciones de salud de los conductores en tiempo real?



Fuente: elaboración propia.

Un 84% de las empresas expresó estar dispuesta a invertir en tecnología de monitoreo de salud en tiempo real para los conductores, mientras que un 16% indicó que no estaría dispuesto. La respuesta positiva mayoritaria refleja una tendencia hacia la implementación de tecnologías que promueven el bienestar y seguridad del personal de transporte.

Gráfico 9

¿Qué herramientas de gestión de flotas usa su empresa actualmente?



Fuente: elaboración propia.

La herramienta más utilizada es el software de optimización de rutas, seleccionada por el 47,2% de las empresas, seguida del monitoreo de combustible con un 17,1%, y el GPS con un 19,7%. Además, un 16% de las empresas indicó que no utiliza herramientas específicas. Estos datos sugieren que una parte significativa de las empresas ya emplea tecnología para optimizar la logística, pero también existe un sector que no ha adoptado estas herramientas.

Gráfico 10

¿Considera que el uso de inteligencia artificial podría mejorar la eficiencia en las rutas logísticas?

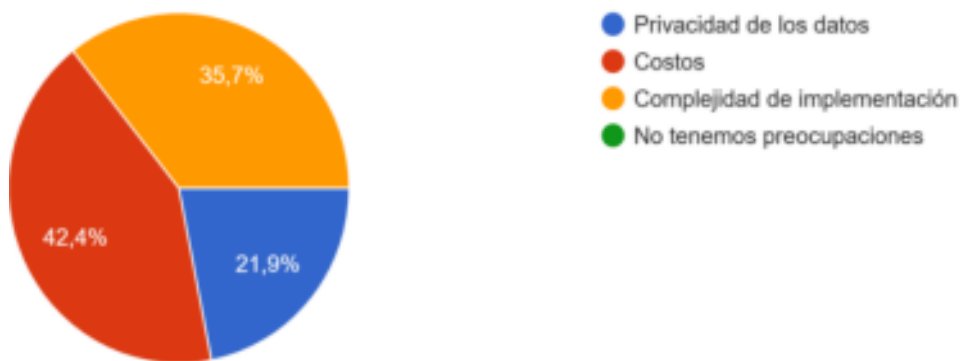


Fuente: elaboración propia.

Todos los encuestados (100%) respondieron "Sí", lo que indica un consenso absoluto sobre el potencial de la inteligencia artificial para mejorar la eficiencia en las operaciones logísticas. Este resultado sugiere que las empresas ven un valor significativo en el uso de IA para optimizar rutas, reducir tiempos de entrega, minimizar costos y mejorar la utilización de recursos. La unanimidad también refleja la percepción generalizada de que la tecnología es un factor clave en la competitividad del sector logístico.

Gráfico 11

¿Cuál es la mayor preocupación de su empresa respecto a la implementación de tecnologías de monitoreo de salud?

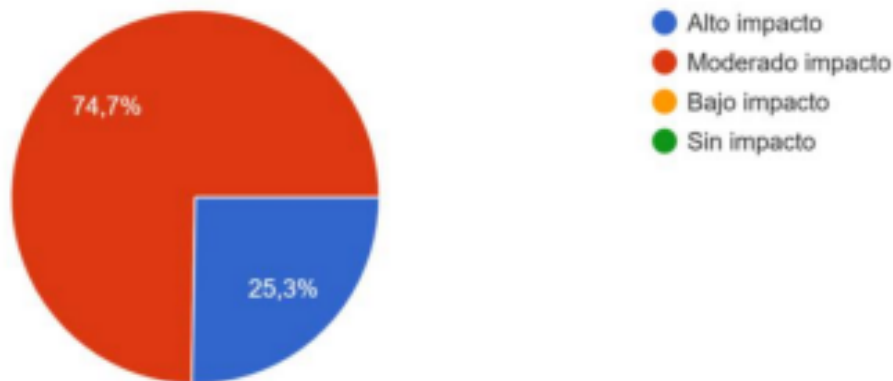


Fuente: elaboración propia.

El 42.4% de los encuestados identificó los costos como la principal preocupación, lo que indica que las empresas están conscientes del impacto financiero de implementar nuevas tecnologías, especialmente aquellas que requieren infraestructura y mantenimiento. El 35.7% expresó preocupación por la complejidad de implementación, lo cual podría estar relacionado con la necesidad de adaptar procesos y capacitar al personal. Un 21.9% señaló la privacidad de los datos como su principal preocupación.

Gráfico 12

¿Cuál es el impacto actual de la regulación ambiental en las operaciones logísticas de su empresa?

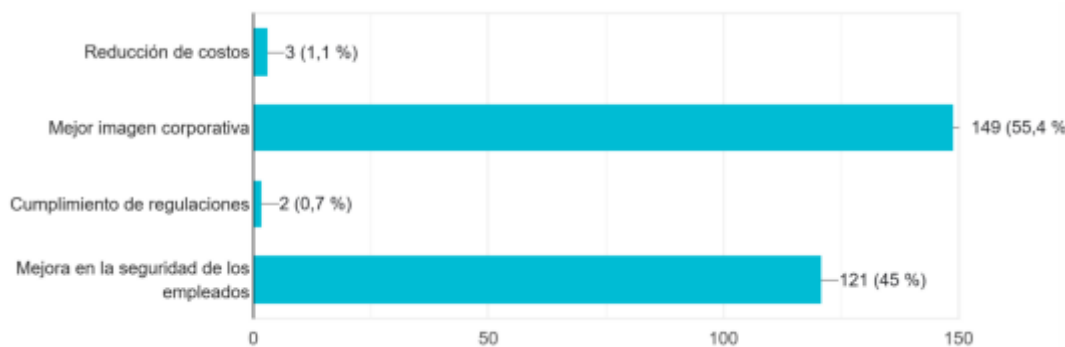


Fuente: elaboración propia.

El 74.7% de los encuestados considera que la regulación ambiental tiene un impacto moderado en sus operaciones, lo cual indica que las empresas sienten cierta presión para cumplir con las normativas, aunque no necesariamente a un nivel crítico que afecte profundamente sus operaciones. El 25.3% percibe un alto impacto, lo que sugiere que algunas empresas pueden estar experimentando mayores desafíos o costos debido a estas regulaciones, posiblemente por requisitos de emisiones, manejo de residuos o reducción de huella de carbono.

Gráfico 13

¿Qué beneficios espera obtener su empresa al implementar un sistema que combine sostenibilidad y monitoreo de salud?



Fuente: elaboración propia.

La opción más seleccionada fue “Mejor imagen corporativa” con un 55.4%, lo que sugiere que muchas empresas ven la implementación de tecnologías sostenibles y de salud como una oportunidad para mejorar su reputación y demostrar compromiso con la responsabilidad social y ambiental. Un 45% espera una “Mejora en la seguridad de los empleados”, lo que indica que la salud y el bienestar del personal también es una prioridad. La “Reducción de costos” fue seleccionada solo por el 1.1%, lo que podría indicar que pocas empresas perciben un beneficio económico inmediato, posiblemente debido a los altos costos iniciales de implementación. El “Cumplimiento de regulaciones” obtuvo un 0.7%,

sugiriendo que este no es visto como un beneficio prioritario al implementar un sistema de monitoreo y sostenibilidad.

Los resultados muestran tendencias claras en torno al interés empresarial por adoptar tecnologías sostenibles, así como en la disposición para incorporar sistemas de monitoreo de salud en los operarios. Las respuestas se analizaron considerando frecuencias, porcentajes y medidas estadísticas básicas, permitiendo observar cambios significativos después de la implementación del prototipo.

Prueba de hipótesis

Para evaluar el impacto de la implementación del prototipo sobre la percepción de los empleados del sector transporte en temas clave como la eficiencia operativa, la salud ocupacional y la sostenibilidad ambiental, se utilizó el programa estadístico SPSS, aplicando una prueba basada en una encuesta.

Definición de hipótesis

La prueba se centra en identificar si existen cambios significativos en las percepciones de los empleados después de la implementación del prototipo. Las hipótesis planteadas son:

Hipótesis nula (H_0): La implementación del prototipo no produce cambios significativos en las respuestas de los empleados respecto a la percepción de eficiencia operativa, salud ocupacional y sostenibilidad ambiental. Esto implica que cualquier variación en las respuestas se debe a fluctuaciones aleatorias y no al efecto del prototipo.

Hipótesis alternativa (H_1): La implementación del prototipo genera cambios significativos en las respuestas de los empleados en relación con la percepción de eficiencia operativa, salud ocupacional o sostenibilidad ambiental. Esto significa que el prototipo influye de forma directa en la percepción de estos aspectos.

Establecimiento del nivel de significancia

Se utilizó un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$), el cual define el umbral para rechazar la hipótesis nula. Con un nivel de confianza del 95%, cualquier valor de p inferior a 0.05 indica que los resultados son estadísticamente significativos y que el prototipo podría haber influido en las percepciones de los empleados.

Selección de la prueba estadística

Debido al diseño longitudinal del estudio y al tipo de datos recolectados, se empleó la prueba T de Student para muestras relacionadas. Esta prueba es adecuada para comparar las diferencias en las percepciones de los empleados antes y después de la implementación del prototipo, ya que permite identificar si los cambios observados son estadísticamente significativos en términos de eficiencia, salud y sostenibilidad.

La prueba T para muestras relacionadas compara las respuestas del mismo grupo de empleados en distintos momentos, proporcionando una medida precisa de las variaciones atribuibles al prototipo.

Tabla 1

Tabla de objeto comparativo

Variable Aleatoria Variable Fija		PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS			PRUEBAS PARAMÉTRICAS
		NOMINAL DICOTÓMICA	NOMINAL POLITÓMICA	ORDINAL	NUMÉRICA
Estudio Transversal Muestras independientes	Un grupo	χ^2 Bondad de Ajuste Binomial	χ^2 Bondad de Ajuste	χ^2 Bondad de Ajuste	T de Student (una muestra)
	Dos grupos	χ^2 Bondad de Ajuste Corrección de Yates Test exacto de Fisher	χ^2 de Homogeneidad	U Mann-Whitney	T de Student (muestras independientes)
	Más de dos grupos	χ^2 Bondad de Ajuste	χ^2 Bondad de Ajuste	H Kruskal-Wallis	ANOVA con un factor INTERSUJETOS
Estudio Longitudinal Muestras Relacionadas	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student (muestras relacionadas)
	Más de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA para medidas repetidas (INTRASUJETOS)

Fuente: elaboración propia.

Prueba de normalidad mediante Kolmogorov-Smirnov

Antes de aplicar la prueba T, es necesario confirmar la normalidad en la distribución de los datos. Para ello, se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, adecuada para conjuntos de datos superiores a 30 observaciones. Esta prueba no paramétrica verifica si la distribución de las respuestas de la muestra se ajusta a una distribución normal, requisito indispensable para aplicar la prueba T de manera adecuada.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov compara la distribución acumulativa de las respuestas recolectadas contra una distribución teórica normal. El estadístico crítico, designado como "D", representa el punto de mayor diferencia entre ambas distribuciones.

Si el valor de D excede el valor crítico correspondiente al tamaño de la muestra y al nivel de significancia, se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

Si el valor de D es menor que el valor crítico, se acepta la normalidad de los datos, lo que permite continuar con la prueba T para el análisis de hipótesis.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov es especialmente útil en análisis de gran escala por su simplicidad y eficacia para comparar distribuciones; sin embargo, debe interpretarse con cautela en muestras muy grandes, pues puede detectar diferencias mínimas que no siempre son relevantes en términos prácticos. Por ello, los resultados deben evaluarse considerando su importancia práctica, asegurando que cualquier diferencia identificada represente un impacto real en las percepciones de los empleados.

Interpretación del p-valor y toma de decisiones

Al aplicar la prueba T, se obtiene un p-valor que indica la probabilidad de que las diferencias observadas en las percepciones de los empleados sean atribuibles al azar.

Si el p-valor es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), concluyendo que la implementación de EcoFitLog ha generado cambios significativos en la percepción de eficiencia operativa, salud ocupacional y sostenibilidad ambiental.

Para confirmar estas hipótesis, se trabajó con un nivel de confianza del 95%. Se realizaron pruebas de normalidad para determinar la distribución de los datos y pruebas T para identificar diferencias significativas en las percepciones de los empleados antes y después de la implementación del prototipo.

En el análisis de la encuesta, se seleccionó una pregunta clave de las 15 incluidas en el instrumento para comparar las respuestas obtenidas antes y después de la implementación del prototipo. Utilizando el software SPSS, se generaron las gráficas correspondientes, las cuales servirán para interpretar los resultados de la prueba de hipótesis.

Tabla 2

Resumen del procesamiento de los casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
4. ¿Su empresa estaría interesada en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte?	200	100.0%	0	0.0%	200	100.0%
4.1. ¿Su empresa estaría interesada en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte?	200	100.0%	0	0.0%	200	100.0%

Fuente: elaboración propia.

Dentro de la ilustración se encuentran detallados los datos en cuanto a porcentaje y número de encuestados dándonos un total de 200 respuestas, lo que nos deja un se obtuvieron datos perdidos.

Tabla 3

Tabla de descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
4. ¿Su empresa estaría interesada en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte?	Media	1.96	.071	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.82	
		Límite superior	2.10	
	Media recortada al 5%	1.96		
	Mediana	1.00		
	Varianza	1.003		
	Desviación estándar	1.002		
	Mínimo	1		
	Máximo	3		
	Rango	2		
	Rango intercuartil	2		
	Asimetría	.081	.172	
	Curtosis	-2.014	.342	
4.1. ¿Su empresa estaría interesada en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte?	Media	1.87	.055	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.76	
		Límite superior	1.97	
	Media recortada al 5%	1.85		
	Mediana	2.00		
	Varianza	.610		
	Desviación estándar	.781		
	Mínimo	1		
	Máximo	3		
	Rango	2		
	Rango intercuartil	1		
	Asimetría	.241	.172	
	Curtosis	-1.320	.342	

Fuente: elaboración propia.

La tabla de descriptivos muestra un análisis comparativo de la percepción de los empleados antes y después de la implementación del prototipo EcoFitLog en cuanto al interés por un sistema de monitoreo de salud para conductores de transporte. Se observa una ligera disminución en los medios de respuestas después de la implementación de 1.96 a 1.87, acompañada de una reducción en la dispersión de los datos, reflejada en la disminución de la desviación estándar de 1.001 a 0.781. Esto sugiere que, tras la implementación, las respuestas son más homogéneas y menos dispersas, lo cual podría indicar una percepción más uniforme entre los encuestados, aunque con una ligera tendencia a reducir el interés hacia el sistema.

Tabla 4

Pruebas de normalidad

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
4. ¿Su empresa estaría interesada en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte?	.351	200	.003	.636	200	.000
4.1. ¿Su empresa estaría interesada en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte?	.246	200	.003	.796	200	.000

Fuente: elaboración propia.

La tabla de pruebas de normalidad presenta los resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para determinar si las distribuciones de las respuestas a las preguntas sobre el interés de la empresa en utilizar un sistema de monitoreo de salud para conductores de transporte siguen una distribución normal. En ambas pruebas y para las dos preguntas evaluadas, los valores de significancia (Sig.) son .000, lo cual es menor al nivel de significancia estándar de 0.05. Esto indica que los datos no se distribuyen normalmente. En particular, el estadístico de Kolmogorov-Smirnov es de .351 para la primera pregunta y de .246 para la segunda, sugiriendo una reducción significativa respecto a la normalidad en ambas distribuciones de respuestas.

Gráfico 14

Gráfico Q-Q normal de 4: ¿Su empresa estaría interesada en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte?

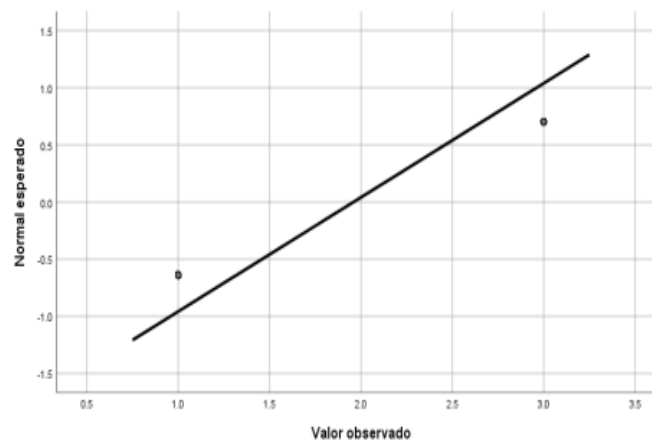
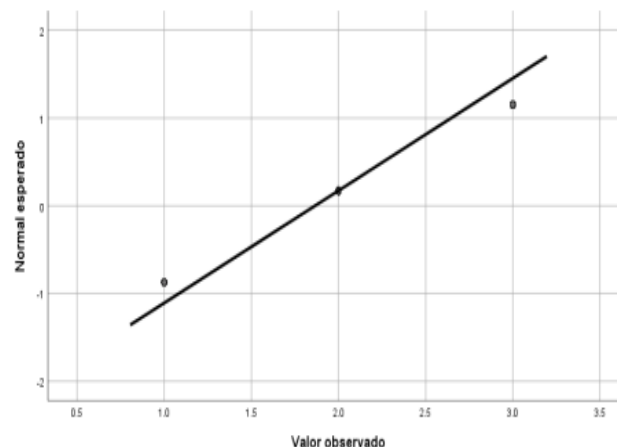


Gráfico 15

Gráfico Q-Q normal de 4.1: ¿Su empresa estaría interesada en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte?



Fuente: elaboración propia.

Los gráficos QQ muestran la distribución de los datos observados frente a una distribución normal esperada para cada pregunta sobre el interés en utilizar un sistema de monitoreo de salud para conductores de transporte. En ambos gráficos, los puntos representan los valores observados y la línea diagonal negra indica la distribución normal teórica. Si los datos siguen una distribución normal, los puntos deben alinearse con la línea diagonal. Sin embargo, se observa que los puntos se desvían de esta línea, especialmente en los extremos, lo cual confirma la desviación de la normalidad de los datos, consistente con los resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, que indicaron significancia estadística y rechazo de la hipótesis de normalidad en ambos casos.

Prueba T

Muestra los resultados de una prueba T para muestras emparejadas en relación con la pregunta sobre el interés de la empresa en utilizar un sistema de monitoreo de salud para los conductores de transporte antes y después de una intervención, posiblemente relacionada con el prototipo. Antes de la intervención (Pregunta 4): Media = 1.96, Desv. Desviación = 1.002, Error estándar = 0.071. Después de la intervención (Pregunta 4.1): Media = 1.87, Desv. Desviación = 0.781, Error estándar = 0.055

Categorización

A partir del análisis de los datos obtenidos en las encuestas aplicadas antes y después de la presentación del prototipo, surgieron tres categorías centrales que reflejan las principales preocupaciones, intereses y áreas de oportunidad percibidas por las empresas participantes. Cada categoría se elaboró a partir del análisis temático y la comparación entre ambas mediciones, permitiendo identificar cambios significativos en la percepción empresarial respecto a la eficiencia logística, el bienestar del personal operativo y la sostenibilidad ambiental.

Categoría 1. Eficiencia Operativa y Optimización de Rutas

La primera categoría se centra en la importancia que las empresas otorgan a la optimización de rutas como elemento crítico dentro de sus operaciones logísticas. Los resultados muestran que, antes de conocer el prototipo, una parte considerable de las organizaciones reconocía limitaciones en sus procesos actuales de planeación, especialmente por la dependencia de rutas fijas, decisiones empíricas y herramientas tradicionales como mapas estáticos o aplicaciones básicas.

Después de la presentación del prototipo, se observó un aumento notable en la valoración de las tecnologías basadas en IA para mejorar la precisión de las rutas, minimizar tiempos muertos y reducir costos asociados al consumo de combustible. Este cambio indica una apertura hacia soluciones digitales más sofisticadas y una mayor comprensión del potencial de modelos predictivos.

Categoría 2. Salud Ocupacional y Bienestar del Operario

La segunda categoría agrupa los resultados relacionados con la salud, la seguridad y el bienestar físico del personal encargado del transporte. Antes de conocer el prototipo, las empresas manifestaron interés moderado en el monitoreo de signos vitales; sin embargo, tras la presentación se observó un cambio considerable, reforzando la idea de que la salud del operador tiene efectos directos en la seguridad vial, la productividad y los costos por accidentes o incapacidades.

El prototipo permitió a las empresas visualizar cómo los sensores y sistemas de alerta temprana pueden integrarse a los procesos logísticos de manera no invasiva, fortaleciendo la prevención y el cuidado del personal.

Categoría 3. Sostenibilidad y Control de Emisiones

La tercera categoría está relacionada con la creciente preocupación empresarial por el impacto ambiental de sus operaciones. Antes de la presentación del prototipo, muchas empresas reconocieron que no contaban con herramientas precisas para medir emisiones contaminantes, y dependían de estimaciones generales o reportes aproximados.

Tras conocer "EcoFitLog", el interés por implementar sistemas de medición aumentó significativamente, reconociendo que la trazabilidad ambiental puede convertirse en una ventaja competitiva, además de un requisito normativo.

La ampliación de estas categorías muestra una evolución clara en la percepción empresarial después de la presentación del prototipo. Las organizaciones no sólo reconocen sus áreas de oportunidad, sino que también perciben el valor real de integrar tecnologías inteligentes que permitan mejorar sus operaciones, cuidar a su personal y reducir su impacto ambiental.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del estudio revelaron tres áreas críticas de transformación en la logística: optimización operativa, seguridad laboral y sostenibilidad ambiental. Estos resultados concuerdan con estudios especializados que señalan que la industria logística enfrenta una "triple disrupción" tecnológica, humana y regulatoria (Smith & Zhang, 2022).

Tomando en cuenta las limitaciones de los métodos tradicionales, nuestros hallazgos confirman lo expuesto por autores como Fernández et al. (2021), quienes identificaron la dependencia del juicio humano como el principal cuello de botella para la eficiencia en un entorno volátil. La brecha tecnológica identificada por los participantes entre sus prácticas actuales y las soluciones disponibles coincide con estudios previos sobre la lenta adopción de IA por parte de las PYMES logísticas (Gómez & Lee, 2020).

Un punto de interés de manera especialmente impactante fue el fuerte interés en las predicciones de tráfico y la creación de rutas dinámicas. Tras la demostración del prototipo, se respalda la teoría de la "aceptación tecnológica por demostración tangible" propuesta por Davis (1989), la cual explica que la percepción de utilidad y facilidad de uso incrementa significativamente la aceptación de tecnologías nuevas. Este hallazgo es consistente con los descubrimientos de Rogers (2003) sobre estrategias para superar la resistencia al cambio.

Respecto a la fatiga laboral, otro de los pilares del proyecto, los resultados confirman estudios epidemiológicos que señalan este factor como causal en hasta el 30% de los accidentes de transporte pesado (ETSC, 2021). La aceptación de tecnologías no invasivas observada tras la demostración es un hallazgo alentador, que matiza la literatura previa donde se reporta resistencia al monitoreo por preocupaciones de privacidad (Meyer & Kovács, 2019).

Por otro lado, los resultados sugieren que un modelo teórico para la adopción de tecnologías IoT en la logística debe incorporar de manera explícita tres dimensiones simultáneas: eficiencia operacional, bienestar laboral y sostenibilidad ambiental. Con ello, la percepción de valor aumenta cuando la tecnología aborda adecuadamente esta triple problemática.

Asimismo, el estudio aporta evidencia a la teoría de que la exposición directa a prototipos funcionales acelera significativamente la intención de adopción, reduciendo la incertidumbre percibida por las empresas y facilitando la toma de decisiones sobre la inversión en plataformas como EcoFitLog, consideradas una ventaja competitiva integral.

Más allá del ahorro inmediato, estas soluciones posicionan a las empresas como organizaciones cuidadoras del capital humano y responsables con el medio ambiente, aspectos cada vez más valorados por clientes e inversionistas.

Finalmente, es necesario mencionar las limitaciones contempladas en el estudio. Este se basó en un grupo de empresas de la región, lo cual puede generar un sesgo de autoselección hacia organizaciones ya interesadas en la innovación. Por ello, los resultados pueden no representar totalmente a la industria en su conjunto, especialmente en el caso de empresas más resistentes al cambio. De igual manera, algunas respuestas pueden haber sido influenciadas por la presentación del prototipo, ya que las percepciones reportadas podrían atribuirse al diseño particular y no invasivo mostrado.

Este estudio ha identificado las percepciones y necesidades inmediatas de las empresas tras la exposición a una solución tecnológica integrada. Sin embargo, abre la puerta a diversas líneas de investigación que permitirían consolidar el conocimiento y superar las limitaciones aquí identificadas. Se sugieren las siguientes direcciones para trabajos futuros:

En primer lugar, serían de gran valor los estudios longitudinales de implementación. Este tipo de investigación, basada en casos a profundidad, permitiría seguir el proceso de implementación real de una solución como EcoFitLog en una o varias empresas. El objetivo principal sería documentar de manera detallada los desafíos técnicos y organizacionales que emergen durante la fase de adopción, así como medir y analizar los beneficios concretos a lo largo del tiempo. Estos beneficios podrían cuantificarse en términos de retorno de la inversión (ROI), reducción de incidentes de seguridad y métricas específicas de reducción de emisiones, ofreciendo así una visión completa del impacto a medio y largo plazo.

En segundo lugar, se recomienda impulsar una investigación cuantitativa y de modelado. Esta línea buscaría desarrollar un modelo cuantitativo robusto que permita priorizar las funcionalidades de una plataforma integrada según variables clave como el tipo y el tamaño de la empresa logística. La utilización de métodos multicriterio, como el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), o la realización de encuestas a gran escala, podría generar algoritmos o marcos de decisión que ayuden tanto a desarrolladores como a empresas a focalizar los recursos en las características de mayor valor según su perfil operativo.

Una tercera línea fundamental son los estudios comparativos y de barreras. Investigar de forma sistemática y comparativa los obstáculos para la adopción—económicos, culturales y técnicos—en diferentes contextos es crucial. Un análisis que contraste sectores como la logística de última milla, el transporte de larga distancia o la cadena de frío, o que compare diferentes regiones geográficas, permitiría refinar y adaptar las estrategias de implementación, haciendo que sean más efectivas y específicas para cada realidad empresarial.

Además, es necesario un análisis profundo del impacto en el bienestar del operador. Futuras investigaciones deberían profundizar en el aspecto humano, evaluando mediante métodos mixtos (cualitativos y cuantitativos) cómo el uso de tecnologías de monitoreo no invasivo afecta la experiencia del conductor. Se debe medir su percepción de estrés, estudiar la evolución de la relación laboral con la supervisión y evaluar la sensación de seguridad psicológica. Este enfoque garantiza que la innovación tecnológica avance de la mano del bienestar del capital humano, un factor crítico identificado en los resultados.

Por último, se propone explorar la integración con políticas públicas. Una línea de investigación desde este enfoque podría examinar y proponer modelos viables de colaboración público-privada para subsidiar o incentivar la adopción de estas tecnologías. Evaluar el impacto potencial de dichos incentivos en objetivos macro, como la reducción de accidentes viales y el avance hacia la

sostenibilidad ambiental, proporciona evidencia valiosa para el diseño de políticas sectoriales más efectivas y alineadas con los desafíos tecnológicos y sociales del futuro.

CONCLUSIÓN

El dispositivo de monitoreo es la implementación de un sistema sostenible que optimice la eficiencia del transporte y mejore la salud de los trabajadores, promoviendo un entorno laboral y productivo más sostenible. El sistema busca evaluar y mejorar el bienestar de los trabajadores mediante el uso de pruebas estadísticas cuantitativas y cualitativas sobre el prototipo propuesto. Además de mejorar la eficiencia operativa, el dispositivo contribuye a la reducción del consumo de combustible. Los logros de la plataforma están alineados con estándares globales de sostenibilidad y se apoyan en un modelo de logística sostenible que cumple con normativas de eficiencia y cuidado ambiental. Esto es especialmente importante en industrias que dependen de la optimización de estructuras complejas para lograr un desempeño operativo sobresaliente.

Otro aspecto clave del sistema es el monitoreo de la salud y el bienestar de los operadores. A través de capacitaciones técnicas y acceso a herramientas tecnológicas, los trabajadores pueden reducir factores que afectan su desempeño, como la fatiga y el estrés, lo que a su vez mejora su productividad y reduce el riesgo de accidentes laborales. La implementación de EcoFitLog genera beneficios indirectos al contribuir al bienestar general de los trabajadores, promoviendo un entorno laboral más seguro y eficiente. Los resultados de las encuestas de prueba y de satisfacción muestran un alto nivel de aceptación hacia la solución, destacando los beneficios tanto en términos logísticos como de salud. El proyecto ha sido percibido como una infraestructura potencialmente viable, con oportunidades de desarrollo y expansión en el sector logístico.

Los impactos identificados para la investigación radican en que beneficiará a los empleados al establecer un sistema para monitorear su salud y bienestar, prevenir y proteger contra enfermedades que limitan su capacidad para trabajar. Mejorar la calidad de vida y las condiciones laborales de los empleados refuerza la buena reputación de la empresa por su compromiso con el bienestar de los empleados. Además de optimizar las carreteras y reducir las emisiones de dióxido de carbono, se pueden reducir los costos operativos y aumentar la eficiencia, lo que significa importantes ganancias para las empresas. Al mismo tiempo, esta estrategia puede crear nuevas oportunidades de negocio, ya que las empresas que cumplen con las regulaciones ambientales son más populares en mercados con consumidores conscientes y leyes estrictas. El proyecto promueve la responsabilidad corporativa con un compromiso con la pequeña huella de carbono y la sostenibilidad. Por otro lado, los proyectos coherentes con valores éticos al priorizar la salud de los empleados tienen como objetivo proteger a los empleados y el entorno en el que se desarrolla su trabajo. En un contexto global, tiene el potencial de ser una mirada multidisciplinaria y adaptativa a diferentes aspectos del trabajo. Desarrolla un enfoque integrado y apropiado que adopta la especificidad cultural para mantener la salud, la gestión del trabajo y la sostenibilidad. La implementación de inteligencia artificial y tecnología de sensores en los sistemas de seguimiento e identificación mueve a la industria a la vanguardia de la tecnología en el transporte, brindando a las empresas un acceso rápido a la información para mejorar las operaciones de manera más precisa y eficiente. El uso de la API de Gemini, por otro lado, permite que la IA sea en gran medida personalizable, proporcionando un sistema que puede crecer y mejorar con el tiempo

REFERENCIAS

Anwar, A., Ahmad, N., & Madni, G. R. (2019). Industrialization, Freight Transport and Environmental Quality: Evidence from Belt and Road Initiative Economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(7), 7053–7070

Baños, R., Wandosell, G., & Parra, M. C. (2016). Web GIS to enhance relational capital: the case of general merchandise retailers. *Journal of Knowledge Management*, 20(3), 578–593.

Benavides, C. O., Dueñas, W. a. R., & Wilches, A. M. (2019). Sistema atento para el cálculo y monitoreo de rutas de transporte para la ciudad de Bogotá: Alert system for the calculation and monitoring of transport routes for the city of Bogotá. *Revistas.usb.edu.co*.

Callefi, M. H. B. M., Ganga, G. M. D., Filho, M. G., Queiroz, M. M., Reis, V., Reis, J. G. M. D. (2022). Technology-enabled capabilities in road freight transportation systems: A multi-method study. *Expert Systems With Applications*, 203, 117497.

Dreze, A. R. H. (1986). Physical distribution in South Africa : a review and a system design for hanging textile merchandise.

Elias, M. (2024). Timber Traceability and Sustainable Transportation Management: A Review of Technologies and Procedures. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II Forestry • Wood Industry • Agricultural Food Engineering*, 11–

Evaluación de procesos necesarios para captación y/o almacenamiento de CO2 como una medida de reducción al impacto ambiental | Fuentes, el reventón energético. (n.d.). Isabel, C. C. L. (2021). Sistema de monitoreo para detección de somnolencia en choferes de rutas interprovinciales de empresas de transporte de Chiclayo.

Martin, M. S. J. (2018, November 1). Desarrollo de un Software en ambiente web para el cálculo de huella de carbono, que permita determinar la cantidad de CO2 que producen los autobuses de transporte urbano de la cooperativa “Ciudad de Milagro”, del cantón Milagro, Provincia del Guayas, en el periodo 2017.

Mauricio, G. V., & Hernán, S. H. A. (2023, July 21). Propuesta de mejora del proceso logístico a través de la aplicación de una heurística de ruteo para el reparto de medicamentos en el área metropolitana de Medellín en la empresa Laffe S.A.S.

Nel, R., & Nienaber, G. (2012). Tax design to reduce passenger vehicle CO2emissions. *Meditari Accountancy Research*, 20(1), 39–51.

Raúl, R. H. E. (2023). Cooperativa de transportes y logística eficaz TI eficaz.

Rony, C. M. (2019, September 10). Sistema de programación, administración y monitoreo de unidades de transporte para el despacho de mercadería en rutas del interior del país

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) 