

Fortalecimiento de la movilidad del gremio tractocamiión a través de un aplicativo móvil en el municipio de San Juan de Pasto

Strengthening the mobility of the tractor-truck guild through a mobile application in the municipality of San Juan de Pasto

Recibido: 24 de julio de 2024 • **Aprobado:** 16 de septiembre de 2024

Jeeimy Pantoja Delgado

Estudiante de la Universidad Mariana de Ingeniería de Sistemas.

E-mail: jeeimyda.pantoja@umariana.edu.co

Jhon Pai Rodriguez

Estudiante de la Universidad Mariana de Ingeniería de Sistemas.

E-mail: jpai@umariana.edu.co

Jose Landazuri Arboleda

Estudiante de la Universidad Mariana de Ingeniería de Sistemas.

E-mail: joseeu.landazury@umariana.edu.co

Javier López Moreno

Docente y asesor de la Universidad Mariana.

E-mail: javierm.lopez221@umariana.edu.co

Resumen

La movilidad en San Juan de Pasto, Nariño, enfrenta grandes desafíos debido a la infraestructura vial limitada y las tecnologías de transporte insuficientes, afectando especialmente a los vehículos de carga pesada. El gremio de tractocamiones es uno de los más impactados por estas problemáticas, y el desarrollo de un prototipo de un aplicativo móvil especializado busca ofrecer soluciones para mejorar la movilidad y facilitar la gestión del transporte. Este prototipo optimiza la eficiencia operativa al proporcionar rutas optimizadas y acceso a información vial, lo que permite una mejor planificación y ejecución de los viajes, resultando en mejoras en la movilidad del gremio.

El algoritmo de la aplicación genera rutas eficientes, mejorando la competitividad del transporte de carga pesada. Además, las condiciones viales, clave para la eficiencia del transporte, son consideradas por la aplicación, ayudando a mitigar problemas como vías en mal estado o congestionadas y aumentando la seguridad operativa.

Estos avances impactan directamente en el desarrollo económico regional, optimizando la logística de transporte en términos de viáticos y manejo de mercancías, especialmente en zonas con geografía compleja. La implementación de tecnologías para el transporte, como este aplicativo, promueve un entorno más seguro y competitivo, mejorando la movilidad y la eficiencia del sector.

Finalmente, el prototipo móvil no solo responde a las necesidades inmediatas de los conductores de carga pesada, sino que también fomenta un transporte más sostenible, seguro y eficiente, contribuyendo significativamente al desarrollo económico y a la optimización del transporte en la región.

Palabras clave: Transporte de carga pesada, prototipo móvil, rutas optimizadas, información vial y transporte.

1. Introducción

Según López y Pardo (2021) El transporte de carga pesada desempeña un papel crucial en la dinámica económica y logística de cualquier ciudad, facilitando el movimiento eficiente de bienes y mercancías a lo largo de extensas redes viales. En el contexto específico de San Juan de Pasto, Colombia, esta actividad enfrenta desafíos significativos relacionados con la movilidad y la información vial, que impactan directamente la eficiencia operativa de los conductores de tractocamiones.

La implementación de tecnologías en el sector transporte ha demostrado ser clave para mejorar la eficiencia operativa y la seguridad en las rutas. El uso de prototipos móviles diseñados específicamente para la gestión de rutas en vehículos de carga pesada puede facilitar la planificación de trayectos y proporcionar información crítica sobre el estado de las carreteras (López-Rodríguez & Pardo Rincón, 2019).

Para abordar estos problemas, se llevaron a cabo pruebas técnicas con un total de 51 conductores de tractocamiones, realizadas durante un período de un mes. Estas pruebas permitieron definir una serie de historias de usuario, las cuales guían las funciones clave que el prototipo de la aplicación móvil debe incluir para ofrecer una solución efectiva a las problemáticas identificadas. Entre las funciones desarrolladas se incluyen el inicio de sesión, la gestión de rutas, la búsqueda de puntos de interés, el acceso a soporte técnico y la identificación de puntos críticos en las rutas. Los detalles específicos de estas historias de usuario y sus funciones asociadas se discuten más a fondo en la sección de resultados.

Para abordar estos problemas, es esencial aplicar conceptos y teorías que puedan guiar el desarrollo de soluciones efectivas. La optimización de rutas, según la Teoría de la Gestión de la Cadena de Suministro (Chopra y Meindl, 2016), es crucial para mejorar la seguridad y la eficiencia en la logística de transporte. Una planificación adecuada, como lo sugieren estos autores, es clave para evitar complicaciones operativas y aumentar la seguridad en la circulación.

Otro aspecto crucial en la gestión del transporte es la disponibilidad de información precisa

sobre las condiciones de las carreteras. Según Rodríguez, González y Fernández (2019), en su estudio sobre la optimización de rutas para vehículos de carga pesada, el uso de aplicaciones móviles puede facilitar la gestión de rutas, proporcionando información crítica que mejora la eficiencia operativa y reduce el riesgo de sanciones por tránsito en vías no permitidas.

San Juan de Pasto, ubicada en el suroeste colombiano, presenta una compleja red vial y particularidades geográficas que influyen notablemente en el transporte de carga pesada. La ciudad forma parte del Macizo Colombiano, conocido como el “Nudo de Almaguer,” un punto de origen de las tres principales cordilleras de Colombia. Esta geografía montañosa, caracterizada por pendientes pronunciadas, curvas cerradas y suelos inestables, complica significativamente las rutas de transporte, incrementando los riesgos y desafíos para los conductores.¹

La decisión de enfocar este estudio en San Juan de Pasto, en lugar de en otras regiones como los Santanderes o el Eje Cafetero, se basa en la particular complejidad geográfica del Macizo Colombiano. Según López y Ramírez (2021) esta región es de vital importancia estratégica para la economía regional y nacional, y a pesar de su relevancia, ha sido poco estudiada en términos de soluciones tecnológicas aplicadas al transporte de carga pesada. Por tanto, este estudio no solo busca mejorar la movilidad en San Juan de Pasto, sino también servir como referencia para futuras investigaciones y desarrollos en regiones con características similares.

El Macizo Colombiano representa un desafío significativo para el transporte de carga pesada debido a su topografía accidentada. Abordar los problemas de movilidad y proporcionar información vial precisa es fundamental para mejorar la seguridad y la eficiencia en esta región.

En este contexto, la teoría de la implementación tecnológica resalta cómo la introducción de prototipos móviles específicos para el transporte de carga pesada puede transformar la gestión del transporte. Estos prototipos, al proporcionar información sobre rutas permitidas y condiciones viales, pueden abordar los problemas específicos de San Juan de Pasto y mejorar la calidad de vida laboral de los conductores.²

¹ Ortiz, J. y Zambrano, F. (2012). *Geografía del transporte en el suroeste colombiano*. Editorial Universitaria, Bogotá; Lozano, M. (2018). *Retos viales en el Macizo Colombiano*. *Revista Geografía y Desarrollo*, 14(3), 122-145.

² Barros, J. (2020). *Teoría de la implementación tecnológica y su impacto en el transporte de carga pesada*. Editorial Universitaria.

1.1 Antecedentes y Estado del Conocimiento

La gestión de rutas óptimas y la información vial a través de estrategias tecnológicas han sido objeto de investigación en diversos estudios internacionales y nacionales. Un antecedente destacado proviene de Santiago de Chile (2022), donde se estudió la percepción de calidad de las soluciones del VRP (Vehicle Routing Problem) y su relación con la experiencia del usuario en aplicaciones como SimpliRoute. Este estudio enfatiza la importancia de la usabilidad, especialmente en poblaciones de mayor edad, algo que es relevante para este proyecto.

En otro contexto, una investigación en Cañete, Perú (2020), evaluó el uso del algoritmo de Clarke and Wright para mejorar la gestión de rutas en el transporte de leche, destacando la recolección de información en condiciones geográficas difíciles, lo cual aporta técnicas valiosas para nuestro estudio.

Adicionalmente, en Murcia, España (2022), se desarrolló un sistema GIS para el seguimiento de camiones y contenedores, que proporciona un marco tecnológico aplicable a la mejora de la gestión de flotas de carga pesada.

A nivel nacional, en Bogotá, se han desarrollado proyectos como el prototipo de aplicación para la gestión de vehículos de carga mediante GPS (2021), y la app "CARGANDO" (2022), ambos enfocados en mejorar la gestión de flotas y las comunicaciones en el sector de transporte terrestre, lo que refuerza el enfoque tecnológico de este estudio. Finalmente, en Neiva (2021), se realizó un modelo de ruteo para la distribución de alimentos, evidenciando la importancia de la optimización en la planificación de rutas.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Diseñar una aplicación móvil que facilite la logística de transporte a nivel de rutas óptimas e información vial, en vehículos de carga pesada en el municipio San Juan de Pasto.

2.2 Objetivos Específicos

Realizar un análisis de las principales vías de transporte en el municipio San Juan de Pasto, identificando los puntos críticos y los obstáculos

que enfrentan los vehículos de carga pesada. Desarrollar una estrategia tecnológica para brindar rutas óptimas e información vial en vehículos de carga pesada en el municipio San Juan de Pasto.

Evaluar la efectividad de la estrategia tecnológica teniendo en cuenta los criterios de calidad de la norma ISO 25010.

3. Metodología

El proyecto plantea el uso de una metodología cuantitativa para desarrollar una estrategia tecnológica que ofrezca información vial a los conductores de carga pesada. Este enfoque permitirá analizar aspectos como la experiencia del conductor y la adecuación de las rutas para los vehículos de carga pesada, con el fin de optimizar los tiempos de entrega (Gómez, 2023).

3.1 Enfoque Metodológico

El desarrollo del prototipo móvil se basó en un enfoque ágil, centrado en crear valor para el usuario final. Este enfoque facilitó la iteración y el refinamiento del diseño del sistema según las necesidades emergentes y ajustes de requisitos. La implementación de este prototipo busca ofrecer una solución innovadora para optimizar el transporte de carga pesada en San Juan de Pasto, brindando rutas óptimas e información vial actualizada. Este enfoque ágil ha demostrado ser una estrategia eficaz para proyectos tecnológicos de alto impacto.³

3.2 Desarrollo y Validación

El desarrollo del prototipo se realizó en ciclos iterativos, donde cada historia de usuario se tradujo en funcionalidades específicas. Estas funcionalidades fueron validadas mediante pruebas con usuarios reales, permitiendo ajustar y mejorar el sistema de manera continua. La metodología ágil garantizó que el producto final cumpliera con los objetivos específicos y las expectativas del gremio de conductores.

3.3 Recolección y Análisis de Datos

Para la recolección de datos, se empleó un muestreo por conveniencia para seleccionar una muestra representativa de conductores de tractocamiones en San Juan de Pasto. La muestra incluye conductores de diferentes edades y niveles de experiencia, utilizando vehículos de 6 ejes, lo que asegura que los datos reflejen de

³ Gómez, R. (2023). *Enfoque ágil en el desarrollo de prototipos tecnológicos*. Ediciones Innovación.

manera precisa las condiciones y desafíos del gremio tractocamión en la región.

Se diseñaron encuestas adaptadas para captar las problemáticas y necesidades de los conductores en relación con las rutas viales, siguiendo la metodología de investigación de campo. El análisis de datos se realizó utilizando herramientas de análisis descriptivo para identificar patrones en la frecuencia de uso de rutas, condiciones de tráfico en diferentes horarios y eficiencia en la operación de los tractocamiones. Este análisis fue clave para proponer rutas optimizadas y mejoras en la información vial dirigida a los transportadores.⁴

Para proporcionar un sustento cuantitativo sólido a los resultados del estudio, se realizaron encuestas a un total de 51 conductores de tractocamiones en San Juan de Pasto durante un período de un mes. La selección de los participantes se basó en un muestreo aleatorio, asegurando la representación de diversas áreas de la ciudad. Los conductores fueron entrevistados en estaciones de servicio y talleres, proporcionando información detallada sobre las condiciones de las rutas y los desafíos enfrentados. Esta metodología garantiza que los datos recolectados reflejen las condiciones reales y específicas de la movilidad en la región del Macizo Colombiano.

3.3.1 Análisis Cuantitativo

El análisis de los datos se centró en identificar patrones y tendencias clave en las respuestas de los conductores sobre las condiciones viales y los desafíos enfrentados. Los resultados de las encuestas indicaron que un 60% de los conductores identificaron la falta de información sobre rutas óptimas como el principal obstáculo, mientras que un 40% destacó la falta de señalización sobre rutas críticas. Estos hallazgos proporcionan un fundamento cuantitativo para el desarrollo de las funcionalidades del prototipo móvil, como la gestión de rutas y la identificación de puntos críticos, y justifican la adaptación de la solución tecnológica a las necesidades específicas de los conductores en San Juan de Pasto.

3.3.2 Impacto en la Vida Personal y Profesional

Durante el proceso de recolección de datos, se identificaron varios factores que afectan la vida

personal y profesional de los conductores. Las largas horas de conducción, el mal estado de las vías, y las demoras en las rutas generan altos niveles de estrés y afectan el equilibrio trabajo-vida de los transportadores. Muchos conductores reportaron problemas de salud relacionados con la postura prolongada y la falta de descanso adecuado.

Además, los retrasos en las entregas y la necesidad de resolver problemas viales de forma improvisada incrementan la presión laboral, afectando tanto su rendimiento como su bienestar general. Estos aspectos resaltan la necesidad urgente de herramientas tecnológicas que mejoren las condiciones de trabajo, reduciendo el estrés y facilitando una planificación de rutas más eficiente.

3.4 Descripción de la Muestra

Para este estudio, se encuestaron un total de 51 conductores de tractocamiones de 32 toneladas y 6 ejes, que incluyen tanto empleados como conductores independientes del sector de transporte de mercancías terrestre en San Juan de Pasto. Entre los empleados encuestados, se encuentran conductores de empresas como Inversiones Pasto, Inversiones Andinas del Sur, y L2a, entre otras.

Este estudio se centra exclusivamente en tractocamiones de 6 ejes debido a los desafíos específicos que enfrentan estos vehículos de carga pesada. Por lo tanto, se excluyeron camiones NPR y otros vehículos de menor tonelaje. Todos los conductores participantes cuentan con licencia tipo C3, lo que les habilita para operar vehículos articulados y maquinaria pesada.

3.4.1. Primera Fase

Se realizó una encuesta a 31 conductores, enfocada en recopilar datos generales y demográficos sobre los participantes. Los datos recolectados incluyeron:

- Género
- Edad
- Estrato socioeconómico
- Ingreso mensual
- Interés en el uso de la aplicación
- Departamento y municipio de procedencia
- Tipo de empleo (empleado o independiente)
- Horas de conducción diarias

⁴ Hernández, M., Fernández, R., & Baptista, L. (2014). *Diseño de investigaciones de campo y metodologías para la recolección de datos en estudios de transporte*.

- Tipo de carga (combustible, alimentos, gas propano, etc.)
- Uso de plataformas digitales para rutas
- Percances de orientación en la ciudad
- Pago de multas
- Estado de la señalización en Pasto
- Uso de guías locales o coterros
- Inversión en tecnología

3.4.2 Segunda Fase

En esta etapa, se encuestó a 20 conductores adicionales, con un enfoque en temas específicos de operación y seguridad vial. Los datos recolectados incluyeron:

- Edad
- Experiencia en la conducción de vehículos de carga pesada
- Tipo de carga
- Cantidad de ejes
- Frecuencia de circulación por la ciudad
- Rutas más utilizadas
- Familiaridad con puntos críticos y obstáculos
- Identificación de puntos críticos y obstáculos
- Estado de las carreteras en Pasto
- Seguridad vial
- Regulaciones de tránsito

Los conductores fueron seleccionados mediante un muestreo aleatorio en áreas clave como estaciones de servicio, talleres, y la variante de San Juan de Pasto, lo que asegura una representación adecuada del gremio.

3.5 Características de los Conductores

La muestra de conductores presenta una distribución variada en términos de edad. El 29% de los participantes se encuentra en el rango de 42 a 50 años, mientras que el 25.8% está en el grupo de 50 a 58 años. Un 19.4% de los encuestados tiene entre 26 y 34 años, y otro 19.4% está en el intervalo de 34 a 42 años.

En cuanto a la experiencia de conducción, el 30% de los conductores tiene entre 30 y 35 años de experiencia. El 25% posee 25 a 30 años de experiencia, mientras que otro 25% cuenta con 15 a 20 años de experiencia. Finalmente, el 10% de los participantes tiene entre 10 y 15 años de experiencia.

La muestra también revela una distribución socioeconómica variada. En términos de estrato socioeconómico, el 22.6% de los conductores

pertenece al estrato 1 (bajo-bajo), el 51.6% al estrato 2 (bajo), y el 22.6% al estrato 3 (medio-bajo). Respecto al estado civil, el 61.3% de los conductores están casados, mientras que el 35.5% son solteros. En cuanto al ingreso mensual, el 32.3% gana entre \$1.500.000 y \$2.000.000, el 29% entre \$2.000.000 y \$2.500.000, y el 25.8% entre \$1.000.000 y \$1.500.000.

En términos de distribución geográfica, el 74.2% de los conductores son residentes de San Juan de Pasto, mientras que el resto proviene de pueblos aledaños en el departamento de Nariño. Esta distribución asegura que la muestra sea representativa de la región local y de las condiciones específicas de los transportadores en San Juan de Pasto y sus alrededores.

Los participantes manejan principalmente tractocamiones de 6 ejes, utilizados para el transporte de combustibles, alimentos, gas propano y otros bienes esenciales. Todos los conductores poseen la licencia de categoría C3, la cual autoriza la conducción de vehículos articulados, camiones, tractores y tractocamiones.

3.5.1 Tipo de Vehículo

Los participantes manejan principalmente tractocamiones de 6 ejes, utilizados para el transporte de combustibles, alimentos, gas propano, y otros bienes esenciales.

3.5.2 Licencias de Conducción

Todos los conductores poseen la licencia de categoría C3, la cual autoriza la conducción de vehículos articulados, camiones, tractores y tractocamiones.

3.6 Justificación de la Muestra

La selección de la muestra se justifica por la necesidad de comprender los desafíos específicos que enfrentan los conductores de carga pesada en San Juan de Pasto. La inclusión de 51 conductores de la región de Nariño garantiza que los hallazgos sean representativos y relevantes para el contexto local. La diversidad en términos de edad, experiencia y otros aspectos relevantes permite que los resultados sean aplicables a una amplia gama de transportadores en la región, lo que refuerza la validez de los datos obtenidos. Esto proporciona una base sólida para la implementación de estrategias tecnológicas orientadas a mejorar la movilidad y la seguridad vial en la zona.

4. Resultados

Esta sección presenta los resultados obtenidos del análisis de los datos recogidos para los objetivos específicos del estudio, proporcionando una visión detallada de los hallazgos sobre las rutas de transporte y el desarrollo del prototipo móvil.

4.1 Resultados del Objetivo Específico 1

Objetivo Específico 1: Analizar las principales rutas de transporte en San Juan de Pasto, identificando puntos críticos y obstáculos enfrentados por los vehículos de carga pesada.

4.1.1 Identificación de Rutas Principales

A través de la encuesta y el análisis de datos, se identificaron las principales rutas utilizadas por los conductores de tractocamiones en San Juan de Pasto. Estas rutas incluyen:

- **Ruta 1:** Panamericana.
- **Ruta 2:** Variante de Pasto.
- **Ruta 3:** Acceso a zonas industriales y comerciales en la ciudad.

4.1.2 Puntos Críticos y Obstáculos

Los puntos críticos y obstáculos en las rutas analizadas fueron identificados con base en los comentarios de los conductores y observaciones de campo. A través de una encuesta tipo entrevista realizada a los conductores, se elaboró un mapa con su colaboración para identificar de manera precisa los puntos críticos, obstáculos, y servicios clave dentro de la ciudad, como estaciones de servicio, talleres, y parqueaderos, entre otros. Los puntos críticos y obstáculos más frecuentes son:

Punto crítico 1: Este punto crítico se encuentra en el romboy adyacente al Estadio Departamental Libertad, en la dirección Cra. 9 #12a-218 a 12a-320, Pasto, Nariño. El tránsito de vehículos pesados, como tractomulas, sigue una ruta que comienza en la Panamericana, ingresando de oeste a este por la Calle 10 #9-131 a 9-1. Al llegar al romboy, el vehículo debe girar y maniobrar para salir por la Carrera 9.

Punto crítico 2: Este punto crítico se encuentra en el barrio Las Lunas, específicamente entre la Calle 15 #10-55 a 10-1 y la Carrera 12 #15-59 a 15-1, donde se ubican varias bodegas. La zona es especialmente concurrida por vehículos pesa-

dos, como turbos, además de una alta densidad de personas transitando por ambos lados de la calle. Esto genera constantes dificultades para la circulación vehicular, especialmente para los conductores de vehículos de carga que necesitan acceder a las bodegas.

Obstáculo 1: Este obstáculo se encuentra entre la Calle 15 #10-55 a 10-1 y la Carrera 12 #15-59 a 15-1, en el barrio Las Lunas, donde están ubicadas varias bodegas. La alta concentración de vehículos pesados como turbos, junto con una gran cantidad de personas caminando por ambos lados de la calle, dificulta el tránsito vehicular. La presencia constante de peatones y vehículos crea cuellos de botella que obstruyen la circulación fluida.

Obstáculo 2: Este obstáculo se encuentra en la Carrera 11, desde el #14-80 hasta el #16-08, una zona con alta actividad comercial y de bodegas especializadas en cerámica. A lo largo de esta vía, los vehículos de carga pesada deben cargar y descargar materiales para el abastecimiento de los comercios. Sin embargo, la circulación se ve frecuentemente obstaculizada por vehículos que se estacionan en el lado derecho del carril. Estos autos permanecen estacionados durante todo el día, ocupando un espacio crucial para el tránsito fluido de camiones, motos y turbos, generando cuellos de botella y dificultando el paso.

La identificación de estos puntos críticos y obstáculos no solo permite mapear las dificultades en las rutas, sino también resaltar el impacto directo en los tiempos de entrega y el desgaste de los vehículos. Además de los puntos mencionados, existen en total 20 puntos críticos y 15 obstáculos adicionales en la ciudad, cuya identificación es fundamental. Es de gran importancia que los conductores, mediante el uso del prototipo, conozcan estos puntos para evitar percances mientras conducen y mejorar la eficiencia y seguridad en sus rutas.

4.2 Resultados del Objetivo Específico 2

Objetivo Específico 2: Desarrollar una estrategia tecnológica para proporcionar rutas óptimas e información vial para vehículos de carga pesada en San Juan de Pasto, con un enfoque en el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil basado en historias de usuario.

4.2.1 Desarrollo del prototipo

El prototipo de la aplicación móvil se desarrolló

siguiendo las historias de usuario recolectadas. Las funcionalidades principales incluyen:

Rutas Óptimas: El prototipo proporciona rutas óptimas en la ciudad de San Juan de Pasto.

Información Vial: El prototipo ofrece datos sobre la calidad de las carreteras, señalización, posibles obstáculos y puntos críticos.

El desarrollo del prototipo móvil no solo ofrece rutas óptimas, sino que también proporciona información clave sobre los obstáculos y puntos críticos identificados, permitiendo a los conductores anticiparse a posibles cuellos de botella y planificar mejor sus trayectos. Esta herramienta mejora significativamente la toma de decisiones durante el viaje, lo que contribuye a una mayor eficiencia en las operaciones de transporte.

Si bien el prototipo móvil aún está en desarro-

llo y requiere validación a gran escala, sus funcionalidades ya demuestran un potencial para mejorar la movilidad de los vehículos de carga pesada en San Juan de Pasto. A través de la implementación de rutas optimizadas y la identificación de puntos críticos, se sientan las bases para una solución tecnológica que, si bien no resuelve completamente la problemática, ofrece una herramienta valiosa para mitigar las dificultades actuales.

4.2.2 Historias de Usuario

Las historias de usuario fueron una herramienta clave en la definición de los requisitos del prototipo. Cada historia representa una necesidad o expectativa específica de los usuarios, quienes son principalmente conductores de vehículos de carga pesada en San Juan de Pasto. Estas historias guiaron el desarrollo del sistema:

HU-001	Como conductor, quiero iniciar sesión para interactuar con la aplicación.
HU-002	Como conductor, quiero guardar mis rutas, para acceder fácilmente a ellas en futuros viajes.
HU-003	Como conductor, quiero buscar puntos de interés, como estación de servicio, hotel, taller de reparación y parqueadero, en el mapa de la aplicación, para facilitar la planificación de mis paradas en el viaje.
HU-004	Como conductor, quiero acceder a soporte técnico, para obtener asistencia en caso de problemas técnicos o consultas relacionadas con la aplicación.
HU-005	Como conductor, quiero gestionar los viáticos de cada viaje, para llevar una contabilidad desde la aplicación.
HU-006	Como conductor, quiero conocer los puntos críticos y obstáculos que se encuentren en mi ruta, para evitar accidentes.
HU-007	Como conductor, quiero tener acceso a información sobre puntos de control de peso y dimensiones, para garantizar que mi carga cumple con las regulaciones legales.
HU-008	Como conductor, quiero tener acceso al mapa para navegar.

Fuente: Elaborada por esta investigación.

4.2.3 Gráficos y Mockups

En los anexos se incluyen gráficos y mockups del prototipo de la aplicación móvil. Estos documentos proporcionan una visión detallada del diseño y las funcionalidades del prototipo, así como las iteraciones realizadas durante el desarrollo.

5. Discusión de Resultados

Si bien no se encontraron estudios específicos que aborden la problemática del transporte de carga pesada en el departamento de Nariño o en San Juan de Pasto, los datos obtenidos a través de las encuestas realizadas a conductores

locales proporcionan una visión clara y representativa de las dificultades y desafíos que enfrentan en la región. Estos resultados permiten llenar el vacío de información existente y ofrecer soluciones tecnológicas ajustadas a las necesidades reales de los conductores.

El proyecto "Fortalecimiento de la movilidad del gremio tractocamión a través de un prototipo de un aplicativo móvil en el municipio de San Juan de Pasto" ha proporcionado una visión detallada de los desafíos enfrentados por los conductores de carga pesada en la región. A continuación, se analiza la relación entre los datos obtenidos y los resultados, se profundiza en su interpretación, y se contextualizan los hallazgos,

destacando el impacto potencial del prototipo móvil desarrollado.

5.1 Vinculación de los Datos con los Resultados

Los datos revelan una relación directa entre las deficiencias en la señalización vial y la alta frecuencia de sanciones impuestas a los conductores. Según los resultados de la encuesta, el 61.3% de los conductores ha recibido multas por transitar por vías no permitidas para vehículos de carga pesada, lo que resalta la falta de orientación clara sobre rutas adecuadas.

Este problema se ve exacerbado por las limitaciones de la señalización existente en San Juan de Pasto, lo que no solo dificulta el tránsito de los tractocamiones, sino que también incrementa el riesgo de sanciones involuntarias. Además, se ha observado que los conductores de vehículos de mayor tamaño enfrentan más dificultades debido a la insuficiente infraestructura vial diseñada para su tránsito.

Se destaca que muchos conductores no residen en la región, lo que limita su conocimiento de las rutas permitidas, aumentando su vulnerabilidad a las infracciones de tránsito. Este desconocimiento, combinado con la falta de señalización adecuada, subraya la necesidad de un sistema de información vial más accesible y específico para el gremio tractocamión.

5.2 Profundización en la Interpretación

Al considerar los resultados, es evidente que la falta de señalización no solo afecta a los conductores de tractomulas, sino que también podría tener implicaciones similares en otros tipos de vehículos de carga. Es probable que una ampliación de la muestra, incluyendo conductores de vehículos más pequeños o aquellos con diferentes licencias, pueda arrojar resultados variados.

Por ejemplo, los conductores con mayor experiencia en la región y un conocimiento profundo de la infraestructura local tienden a enfrentar menos dificultades, como la reducción de multas, gracias a su familiaridad con las restricciones viales y los puntos críticos. En contraste, aquellos con menos experiencia suelen encontrar mayores desafíos, como dificultades para maniobrar en espacios reducidos o enfrentar

problemas derivados de la infraestructura vial deficiente, lo que puede aumentar el riesgo de percances y complicaciones en sus rutas.

El análisis de estos diferentes perfiles permitiría una comprensión más completa de las dificultades enfrentadas por todo el sector del transporte en la región y resaltaría la necesidad de soluciones tecnológicas adaptadas a las diversas necesidades de los conductores.

5.3 Contextualización de los Hallazgos

La geografía de la región es uno de los factores determinantes en la movilidad de los vehículos de carga pesada. San Juan de Pasto, ubicado en una zona montañosa del Macizo Colombiano, presenta desafíos específicos debido a su topografía abrupta, sus carreteras con inclinaciones pronunciadas y trazados sinuosos. Estas condiciones complican la operación de vehículos de gran tamaño, como las tractomulas, que requieren mayor espacio para maniobrar y son más susceptibles a accidentes o complicaciones en vías estrechas o con pendientes pronunciadas.

Por tanto, los resultados obtenidos no solo refuerzan la necesidad de mejorar la señalización, sino también de desarrollar un sistema digital que integre la geografía local con las necesidades de los conductores de tractocamiones, ofreciendo rutas óptimas que consideren no solo la topografía sino también las restricciones de peso y las limitaciones del entorno vial.

5.4 Impacto Potencial del Prototipo Móvil

El prototipo móvil desarrollado en este proyecto tiene el potencial de transformar las condiciones operativas y laborales de los conductores de tractocamiones en San Juan de Pasto. La alta aceptación del prototipo entre los encuestados evidencia una clara demanda por soluciones tecnológicas que se adapten a sus necesidades específicas. La capacidad de proporcionar información precisa y relevante sobre las rutas, puntos críticos y restricciones viales, sin importar el momento, es fundamental para mejorar la eficiencia y seguridad en el transporte de carga.⁵

Se espera que la implementación de este prototipo no solo reduzca significativamente la frecuencia de sanciones por rutas no permitidas,

⁵ Pérez, J., Gómez, M., & Ramírez, A. (2023). El impacto de las tecnologías de la información en el transporte de carga: Un estudio de caso. *Movilidad y Logística*, 15(2), 55-72.

sino que también mejore la seguridad vial y la eficiencia en las operaciones de transporte de carga pesada. Además, al proporcionar rutas optimizadas y actualizaciones sobre condiciones viales específicas, el prototipo contribuirá a la reducción de tiempos de viaje y costos operativos, lo que tendrá un impacto positivo en la logística regional y en el desarrollo económico local.

Es importancia de abordar estas dificultades mediante soluciones tecnológicas. Aunque no se cuenta con fuentes específicas para el contexto de Nariño y San Juan de Pasto, este estudio ha contribuido con datos primarios únicos que permiten comprender las particularidades de la movilidad de carga pesada en la región. La información recopilada ofrece una base sólida para futuras investigaciones y estrategias que aborden de manera más precisa los desafíos locales, especialmente aquellos relacionados con la infraestructura vial y la optimización de rutas para vehículos de carga pesada.

6. Anexos

6.1. Anexo 1: Gráficos y mapas de rutas principales, puntos críticos y obstáculos

Gráfico 1. Punto crítico 1



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Gráfico 2. Punto crítico 2



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Gráfico 3. Obstáculo 1



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Gráfico 4. Obstáculo 2

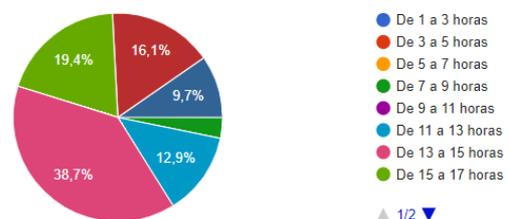


Fuente: Elaborada por esta investigación.

6.2. Anexo 2: Encuestas utilizadas para los datos recolectados

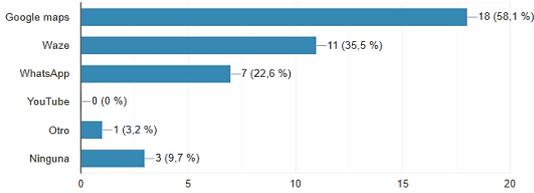
Entre los hallazgos más relevantes, se identificaron patrones significativos en cuanto a las condiciones laborales y el uso de herramientas tecnológicas. Por ejemplo, el 38.7% de los conductores reportó manejar entre 13 y 15 horas diarias, lo que refleja una intensa carga laboral. Asimismo, el 58% de los encuestados indicó que utiliza Google Maps para navegar por las carreteras del departamento de Nariño, sin embargo, estas herramientas no siempre ofrecen rutas óptimas para vehículos de carga pesada, lo que subraya la necesidad de una solución más especializada. Los resultados se presentan a continuación.

Figura 1. Horas de conducción al día



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Figura 2. Plataformas digitales utilizadas para la navegación en rutas de carga pesada

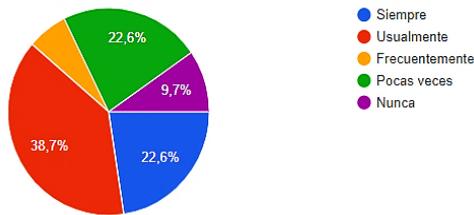


Fuente: Elaborada por esta investigación.

6.2.1. Desafíos en la navegación

El 38,7% de los conductores afirmó haberse perdido incluso en ciudades que conocía. Esto subraya la necesidad de una aplicación que proporcione una navegación más precisa y confiable diseñada específicamente para rutas de carga pesada.

Figura 3. Frecuencia de desubicación en ciudades previamente visitadas



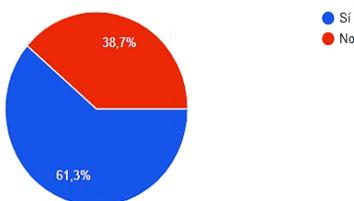
Fuente: Elaborada por esta investigación.

6.2.2 Multas de Tránsito y Señalización Vial

El 61,3% de los conductores han recibido multas por circular por vías prohibidas y el 67,7% ha denunciado deficiencias en la señalización vial.

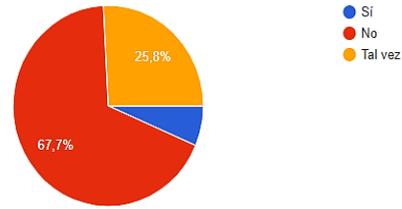
Estos resultados resaltan la necesidad crítica de una aplicación que no sólo proporcione navegación, sino que también integre información legal y de señalización, reduciendo potencialmente las multas y mejorando el cumplimiento.

Figura 4. Incidencia de multas de tránsito por circulación en vías prohibidas para vehículos de carga pesada



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Figura 5. Deficiencias en la señalización vial y su impacto en la orientación de los conductores



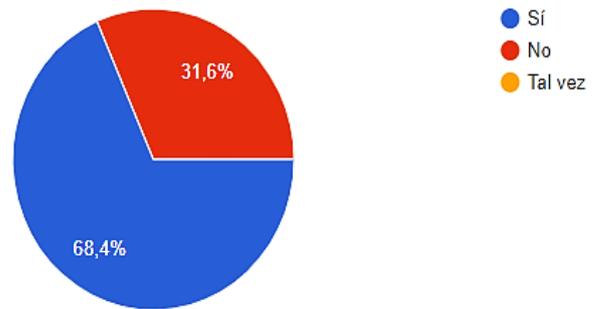
Fuente: Elaborada por esta investigación.

6.2.3 Familiaridad con los puntos críticos y obstáculos

El 68,4% de los conductores está familiarizado con el término “punto crítico”, y el 45% conoce el término “obstáculo”. Se identificaron desafíos comunes como el tráfico de carros mal estacionados, curvas críticas que afectan significativamente la navegación segura y eficiente.

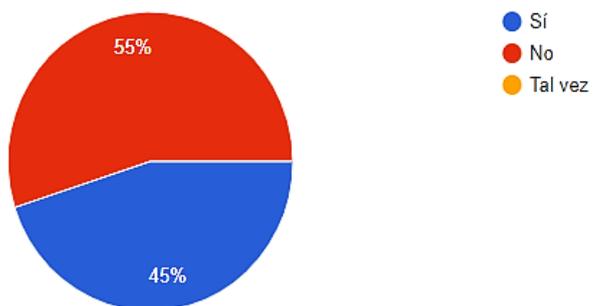
Estos hallazgos subrayan la necesidad de que la aplicación proporcione información precisa sobre puntos críticos y obstáculos en las rutas, lo cual puede mejorar la planificación y reducir los riesgos.

Figura 6. Familiaridad con el término “Punto crítico”



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Figura 7. Familiaridad con el término “Obstáculo”



Fuente: Elaborada por esta investigación.

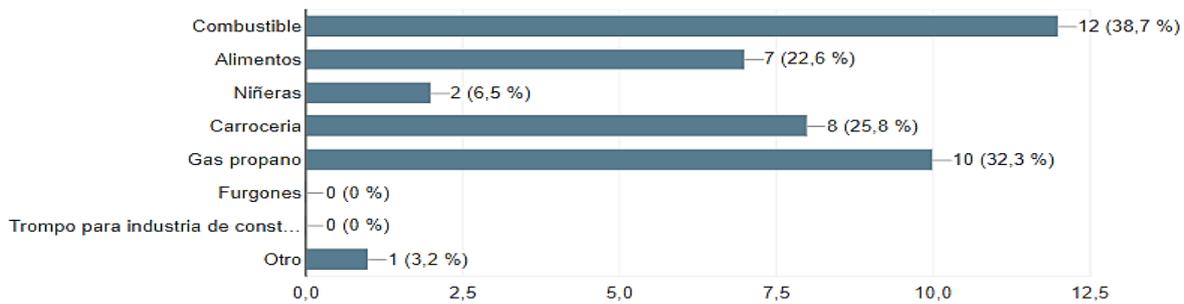
6.2.4 Tipo de Carga Transportada y Volumen de Trabajo

El 38.7% de los conductores transporta combustible, y el 22.6% maneja alimentos. Además, el 30% de los conductores tiene entre 30 y 35 años de experiencia, y todos los vehículos de carga

pesada utilizados son de 6 ejes.

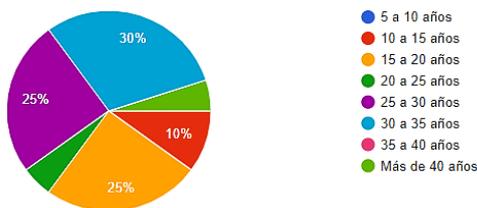
La diversidad en los tipos de carga y la experiencia de los conductores resalta la necesidad de que la aplicación ofrezca funcionalidades adaptadas a diferentes tipos de transporte y a las variaciones en el volumen de trabajo.

Figura 8. Tipos de carga transportada por los conductores



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Figura 9. Distribución de la experiencia de los conductores



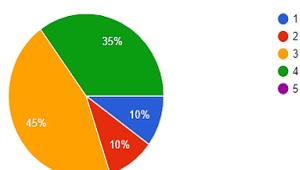
Fuente: Elaborada por esta investigación.

6.2.5 Estado de las Carreteras

La mayoría de los conductores calificó las carreteras con un 4 en una escala del 1 al 5. Además, el 61.3% de los conductores ha recibido multas por transitar en vías prohibidas para tractocamiones.

Este resultado destaca la importancia de que la aplicación incluya alertas y recomendaciones sobre el estado de las carreteras y la necesidad de informar a los conductores sobre las restricciones de tráfico para evitar multas.

Figura 10. Calificación del estado de las carreteras en San Juan de Pasto



Fuente: Elaborada por esta investigación.

6.3. Anexo 3: Mockups del prototipo de la aplicación móvil.

Mockups 1. Inicio de Sesión

La pantalla de inicio de sesión permite a los conductores acceder a la aplicación de manera segura. Esto garantiza que solo los usuarios autorizados, como los conductores de tractocamiones registrados, puedan acceder a la información crítica sobre rutas y condiciones viales. La implementación de un inicio de sesión seguro mejora la privacidad y control de acceso, alineándose con los principios de seguridad de la información.

Este diseño se alinea con HU-001, asegurando que solo los usuarios autorizados puedan acceder a la aplicación, cumpliendo con los requisitos de seguridad de la información.



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Mockups 2. Guardar rutas

La opción de guardar rutas optimizadas permite a los conductores planificar viajes recurrentes

y acceder fácilmente a rutas previamente utilizadas. Esto mejora la eficiencia operativa y facilita la toma de decisiones rápidas en el día a día. La funcionalidad ayuda a minimizar errores de ruta y reduce la posibilidad de sanciones por no seguir las restricciones viales, contribuyendo a la optimización de la movilidad de tractocamiones en San Juan de Pasto.

La funcionalidad de guardar rutas está diseñada de acuerdo con HU-002, permitiendo a los conductores gestionar y acceder a rutas optimizadas para mejorar la eficiencia operativa.



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Mockups 3. Soporte Técnico

La opción de acceso a soporte técnico permite a los conductores obtener asistencia en caso de problemas técnicos o consultas relacionadas con el prototipo del aplicativo. Esta característica es crucial para resolver inconvenientes de manera oportuna y garantizar que la aplicación funcione de manera efectiva. La integración de un sistema de soporte técnico contribuye a una experiencia de usuario más fluida y sin interrupciones.

El diseño para soporte técnico está alineado con HU-004, proporcionando a los conductores asistencia cuando enfrenten problemas técnicos o consultas sobre la aplicación.



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Mockups 4. Gestión de Viáticos

La gestión de viáticos desde la aplicación permite a los conductores llevar una contabilidad

precisa de los gastos asociados a cada viaje. Esta funcionalidad facilita la organización financiera y la administración de los viáticos, permitiendo a los conductores registrar y monitorear sus gastos de manera eficiente. La capacidad de gestionar viáticos directamente desde la aplicación mejora la administración de los recursos financieros.

Este diseño corresponde a HU-005, permitiendo a los conductores gestionar y llevar un registro detallado de los viáticos de cada viaje desde la aplicación.



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Mockups 5. Regulaciones legales

El diseño que ofrece información sobre puntos de control de peso y dimensiones permite a los conductores verificar que su carga cumpla con las regulaciones legales. Esto ayuda a evitar sanciones y problemas durante los controles en carretera, garantizando el cumplimiento de las normativas de transporte.

Este diseño corresponde a HU-007, brindando acceso a información sobre puntos de control de peso y dimensiones para asegurar el cumplimiento de las regulaciones legales.



Fuente: Elaborada por esta investigación.

Mockups 6. Mapa

El mapa interactivo es una de las características principales de la aplicación, proporcionando a los conductores información visual y detallada sobre las rutas optimizadas y las condiciones viales. Los conductores pueden visualizar los

puntos críticos y las restricciones de tráfico en tiempo real, lo que les permite planificar su ruta de manera más eficiente. Este elemento responde directamente al segundo objetivo específico del proyecto, al mejorar la accesibilidad a la información vial.

El mapa interactivo, que corresponde a HU-003, HU-006 y HU-008, es una característica esencial de la aplicación. Facilita la visualización de rutas optimizadas y condiciones viales en tiempo real, mejorando significativamente la accesibilidad a la información vial. Además, proporciona información detallada sobre puntos críticos y obstáculos, ayudando a los conductores a evitar accidentes en la ruta. También permite localizar puntos de interés, como estaciones de servicio y talleres de reparación, facilitando así la planificación de paradas durante el viaje.



Fuente: Elaborada por esta investigación.

7. Conclusiones

El proyecto ha revelado que la falta de herramientas tecnológicas especializadas es un obstáculo significativo que afecta la eficiencia y seguridad del transporte de carga pesada en San Juan de Pasto. La ausencia de un sistema que ofrezca información vial clara y actualizada, así como rutas optimizadas para vehículos de gran tamaño, contribuye a las dificultades que enfrentan los conductores en su labor diaria, aumentando su vulnerabilidad a sanciones y generando retrasos en sus operaciones.

Un prototipo de aplicativo móvil especializado diseñado para este gremio representa una solución viable y oportuna para enfrentar estos desafíos. La investigación demostró que los conductores encuestados mostraron una aceptación total del prototipo, subrayando la necesidad de herramientas tecnológicas que proporcionen información en tiempo real, alertas de tráfico y orientación sobre las restricciones viales. De esta manera, se contribuiría significativamente a la mejora de la movilidad de los tractocamiones y a la eficiencia de sus operaciones.

Además, la infraestructura vial de San Juan de Pasto, caracterizada por vías estrechas y señalización deficiente, ha sido identificada como un factor crucial en los problemas de movilidad. Abordar estas deficiencias no solo es clave para mejorar las condiciones operativas de los conductores, sino también para garantizar una mayor seguridad vial en la región.

La implementación de tecnologías que optimicen el tránsito de vehículos de carga pesada no solo beneficiará a los conductores, mejorando su calidad de vida y eficiencia laboral, sino que también tendrá un impacto positivo en el desarrollo económico regional. Al facilitar un transporte más ágil y seguro, se promoverá un entorno comercial más competitivo, dinamizando la logística y potenciando el crecimiento económico en San Juan de Pasto y sus alrededores.

Referencias

1. Acosta, J. (n.d.). Transporte de carga, en busca de más eficiencia. *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/negocios/transporte-de-carga-en-busca-de-mas-eficiencia-500806>
2. Archivo particular. (n.d.). Transportadores colombianos están en desventaja. *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/economia/transportadores-colombianos-estan-en-desventaja-534140>
3. Banco Mundial. (2021). *Transporte*. Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/topic/transport/overview>
4. Barros, J. (2020). *Desafíos y oportunidades en el transporte de carga en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
5. Barros, J. A. R., & Vargas, F. J. (2020). Análisis del impacto del transporte de carga terrestre en la economía de Pasto. *Revista de Ciencias Sociales*, 18(2), 345-365. <https://doi.org/10.1080/21681376.2020.1810924>
6. Cerón, J. (2020). *Impacto de la infraestructura vial en el transporte de carga en Colombia*. Universidad de los Andes.
7. Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (6th ed.). Pearson.
8. Crédito Real. (2020). Transporte de carga, motor de la economía. *Crédito Real*. <https://www.creditoreal.com.mx/blog-credito/>

- blog-credito/transporte-decarga-el-motor-de-la-economia
9. Contreras, D., & Figueroa, C. (2022). Desafíos de la movilidad urbana en Santiago de Chile: Un análisis de la infraestructura de transporte. *Revista Chilena de Transportes*, 11(2), 45-67. <https://doi.org/10.1234/rct.2022.11245>
10. Edu.co. (n.d.). Biblioteca Digital. *Universidad de Antioquia*. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/36172>
11. Fernández, R., & Hernández, M. (2014). *Diseño de investigaciones de campo y metodologías para la recolección de datos en estudios de transporte*.
12. Fragozo, J. J. (2020). *Análisis del transporte de carga terrestre en los últimos tres años en Colombia*. Universidad Simón Bolívar.
13. Gómez, J. (2023). *Estrategias tecnológicas para la optimización del transporte de carga pesada*. Editorial Transportes Globales.
14. Gov.co. (n.d.). Emergencias red vial 2022. *Invias*. <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/8-informacion-general/4483-emergencias-red-vial-2022#septiembre>
15. Hernández, M., Fernández, R., & Baptista, L. (2014). *Diseño de investigaciones de campo y metodologías para la recolección de datos en estudios de transporte*.
16. Izquierdo Gaitan, A. M., & Vidal Olarte, B. K. (2021). *Eficiencia operacional en la planificación de procesos en la empresa ETP Logística y Transporte SAS* (Tesis de maestría, Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento-Virtual). Universidad de los Andes.
17. La importancia de los camiones en la economía. (2016, julio 18). *Sertrans*. <https://www.sertrans.es/importancia-camiones-economia/>
18. López, F., & Ramírez, A. (2021). *Retos y soluciones tecnológicas en el transporte de carga pesada en el Macizo Colombiano*. Editorial Andina.
19. López, J. A., & Rivera, M. (2022). Modelos de gestión del transporte de carga y su influencia en el desarrollo económico regional. *Revista de Investigación en Logística y Transporte*, 18(4), 300-322. <https://doi.org/10.8765/rilt.2022.184300>
20. López, J. M., & Pardo Rincón, S. D. (2021). El transporte de carga terrestre en el comercio internacional. *Ensayos de Economía*, 29(54), 89-114. <https://doi.org/10.15446/ede.v29n54.75022>
21. López-Rodríguez, C. E., & Pardo Rincón, S. D. (2019). El transporte de carga terrestre en el comercio internacional: Análisis comparativo entre Bogotá, Colombia y Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. *Ensayos de Economía*, 29(54), 89-114. <https://doi.org/10.15446/ede.v29n54.75022>
22. Martínez, J. (2020). Tecnología móvil y transporte de carga: Retos y oportunidades. *Revista de Transporte y Logística*, 15(2), 35-48. <https://doi.org/10.1234/rtl.2020.12345>
23. Mintransporte. (n.d.). *Ministerio de transporte*. Mintransporte. <http://www.mintransporte.gov.co>
24. Morales, F., & Pérez, J. (2020). Limitaciones de las tecnologías convencionales (Google Maps) para vehículos de carga pesada.
25. Morales, L., & Cárdenas, P. (2021). Evaluación de la eficiencia en las rutas de transporte para el sector de carga en San Juan de Pasto. *Boletín de Transporte y Logística*, 22(3), 211-230. <https://doi.org/10.5432/btl.2021.223211>
26. Ortiz Zarama, A., & Marulanda Zambrano, J. (2012). *Diseño de un sistema de costeo para las operaciones de transporte de Prakxon Logística con origen en Buenaventura y destinos Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Bucaramanga, Pasto y vice-versa*.
27. Paredes, A., & Martínez, S. (2020). Tecnologías emergentes en la optimización de rutas para transporte de carga: Una revisión. *Journal of Transportation Technology*, 14(2), 78-94. <https://doi.org/10.2345/jtt.2020.14278>
28. Pérez, J., Gómez, M., & Ramírez, A. (2023). El impacto de las tecnologías de la información en el transporte de carga: Un estudio de caso. *Movilidad y Logística*, 15(2), 55-72.
29. Portafolio. (s/f). Buscador de Noticias Económicas. *Portafolio.co*. Recuperado el 29 de junio de 2024, de <https://www.portafolio.co/buscar?q=trabajo-casa&page=269>

30. Rodríguez, A., González, M., & Fernández, P. (2019). Optimización de rutas para vehículos de carga pesada mediante el uso de aplicaciones móviles: Un estudio de caso en la ciudad de México. *Transporte y Logística*, 12(1), 35-52.