

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Desarrollo predictivo de una aplicación web basada en PWA para la optimización de recursos de combustible en rutas de transporte en el cantón de Latacunga en la distribuidora Distric C mediante el uso del Framework Django.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIEROS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

AUTOR:

Remache Suarez Carlos Israel

Pilco Loachamin Brandon Javier

TUTOR:

Ing. Manuel William Villa Quishpe, Mg

LATACUNGA

OCTUBRE 2025 - MARZO 2026

Latacunga, Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Carlos Israel Remache Suarez con C.C: 0550185649 y Brandon Javier Pilco Loachamin con C.C: 1727663401, declaramos ser los autores del proyecto de titulación **"Desarrollo predictivo de una aplicación web basada en PWA para la optimización de recursos de combustible en rutas de transporte en el cantón de Latacunga en la distribuidora Distric C mediante el uso del Framework Django."**, siendo el Ing. Manuel William Villa Quishpe, tutor del presente trabajo de titulación; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de titulación, son de mi exclusiva responsabilidad.

Carlos Israel Remache Suarez
CC. 0550185649

Brandon Javier Pilco Loachamin
CC. 1727663401

Latacunga, Marzo 2026

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **"Desarrollo predictivo de una aplicación web basada en PWA para la optimización de recursos de combustible en rutas de transporte en el cantón de Latacunga en la distribuidora Distric C mediante el uso del Framework Django."**, propuesto por los estudiantes: Remache Suarez Carlos Israel y Pilco Loachamin Brandon Javier de la Carrera de Sistemas de Información, considero que dicho proyecto de titulación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos al tribunal de lectores.

Ing. Manuel William Villa Quishpe, Mg.
C.C. 1803386950
TUTOR

Latacunga, Marzo 2026

AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de Proyecto de Investigación con el Título **"Desarrollo predictivo de una aplicación web basada en PWA para la optimización de recursos de combustible en rutas de transporte en el cantón de Latacunga en la distribuidora Distric C mediante el uso del Framework Django."**, propuesto por los estudiantes **CARLOS ISRAEL REMACHE SUAREZ Y BRANDON JAVIER PILCO LOACHAMIN** de la Carrera de Sistemas de Información, me permito indicar que el o la estudiante ha concluido todas las observaciones y realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores, además de validar el funcionamiento de la propuesta, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad presencial, en virtud de lo cual el o la postulante puede presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,

Lector 1 (Presidente)	Lector 2	Lector 3
Ing. Edison Patricio Bedón	Ing. Miryan Dorila Iza	Ing. Víctor Hugo Medina
CC: 0502253271	CC: 0501957617	CC: 0501373955

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindar su apoyo y abrir sus puertas durante todo este tiempo de preparación. También extiendo mi reconocimiento a todos los ingenieros que han contribuido a nuestro crecimiento académico, en especial al tutor, la Ing. Manuel William Villa Quishpe, cuya guía, paciencia y compromiso han sido fundamentales en este proceso de titulación y agradezco a PhD. Gustavo Rodríguez Bárcenas, Docente Investigador de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por su valioso apoyo y colaboración durante este proceso. Gracias a su acompañamiento, hoy estamos un paso más cerca de alcanzar nuestra meta.

Carlos Israel Remache Suarez

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi refugio y fortaleza en cada paso de mi vida. A mis amados padres, cuya entrega y sacrificio han sido la base sobre la que he construido mis logros. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por ser mi mayor inspiración y por darme las alas para alcanzar mis metas. A mi hermana Cristina, quien ha sido mi cómplice y apoyo incondicional, llenando mis días de ánimo y recordándome siempre que soy capaz de lograr lo que me proponga. A mi primo German, quien ha sido un apoyo incondicional, brindándome apoyo moral y guiándome en momentos importantes. A mis Amigos Diego, Luis y Jeremy, quienes han estado conmigo en los momentos buenos y difíciles de mi vida, Y a mí amada Luci, quien ha estado a mi lado en cada momento de este desafío. Gracias por tu paciencia, compresión y por sus valiosos aportes en la elaboración de este trabajo.

Con profundo cariño y gratitud, dedico este logro a ustedes.

Carlos Israel Remache Suarez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO:" Desarrollo predictivo de una aplicación web basada en PWA para la optimización de recursos de combustible en rutas de transporte en el cantón de Latacunga en la distribuidora Distric C mediante el uso del Framework Django."

Autor/es:

Remache Suarez Carlos Israel

Pilco Loachamin Brandon Javier

RESUMEN

La utilización de recursos digitales en las empresas distribuidoras se ha convertido esencial para optimizar los recursos de combustible. Este proyecto de investigación presenta el Desarrollo predictivo de una aplicación web basada en PWA para la optimización de recursos de combustible en rutas de transporte en el cantón de Latacunga en la distribuidora Distric C mediante el uso del Framework Django. La distribuidora Distric C enfrenta a problemas al organizar sus trayectorias de transporte, ya que estas son establecidas principalmente por las experiencias de los conductores. También, la falta de herramientas digitales para registrar distancias, el tiempo, estado de carreteras impide inadecuada toma de decisiones y generación de recorridos más largos que provoca un mayor consumo de combustible e incrementación de costos elevados. El sistema se implementó con Django, HTML, CSS, JavaScript, Bootstrap 5.3, librerías para su desarrollo y PostgreSQL, integrando mapas interactivos para el cálculo de rutas y estimación del consumo de combustible según el tipo de vehículo. La metodología de desarrollo se aplicó la Extreme Programming (XP), obteniendo validación continua y entrega progresiva a las necesidades del cliente. Para analizar el progreso de los choferes se evaluó comparando los escenarios antes y después de utilizar la aplicación web. Además, utilizando Render se consiguió desplegar en la web, lo cual favorece su acceso para los trabajadores y administrativos, quienes son los que más se benefician. Este estudio propone crear una solución innovadora y accesible para todos que simplifique la evaluación de las rutas de transporte mediante el uso de tecnologías web modernas. Se anticipa que esta plataforma ayudara a mejorar la planificación operativa, optimizando el consumo de combustible y apoyando la toma de decisiones basadas en datos reales. A futuro, se podrán integran nuevas variables operativas como módulos predictivos más avanzados, tránsito vehicular y señales de tráfico.

Palabras clave: Optimización de combustible, Django, PWA, algoritmo de Dijkstra, teoría de grafos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

Theme: 'Predictive Development of a PWA-Based Web Application for the Optimization of Fuel Resources on Transport Routes in the Canton of Latacunga in the Distric C Distribution Company Using the Django Framework.'

Authors:

Remache Suarez Carlos Israel

Pilco Loachamin Brandon Javier

ABSTRACT

The use of digital resources in distribution companies has become essential for optimizing fuel resources. This research project presents the predictive development of a PWA-based web application for the optimization of fuel resources on transport routes in the canton of Latacunga at the Distric C distribution company using the Django Framework. The Distric C distribution company faces problems in organizing its transport routes, as these are mainly established based on the drivers' experiences. In addition, the lack of digital tools to record distances, time, and road conditions leads to poor decision-making and longer journeys, resulting in higher fuel consumption and increased costs. The system was implemented with Django, HTML, CSS, JavaScript, Bootstrap 5.3, libraries for its development, and PostgreSQL, integrating interactive maps for route calculation and fuel consumption estimation according to vehicle type. The development methodology applied was Extreme Programming (XP), which involves obtaining continuous validation and progressive delivery to customer needs. To analyze the drivers' progress, an evaluation was carried out comparing the scenarios before and after using the web application. In addition, using Render made it possible to deploy the platform on the web, which facilitates access for workers and administrators, who are the ones who benefit most. This study proposes creating an innovative and accessible solution for everyone that simplifies the evaluation of transport routes through the use of modern web technologies. This platform is expected to help improve operational planning, optimize fuel consumption, and support decision-making based on real data. In the future, new operational variables such as more advanced predictive modules, vehicle traffic, and traffic signals could be integrated.

Keywords: Fuel Optimization, Django, PWA, Dijkstra Algorithm, Graph Theory.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del Proyecto de Investigación cuyo título versa: **"DESARROLLO PREDICTIVO DE UNA APLICACIÓN WEB BASADA EN PWA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS DE COMBUSTIBLE EN RUTAS DE TRANSPORTE EN EL CANTÓN DE LATACUNGA EN LA DISTRIBUIDORA DISTRIC C MEDIANTE EL USO DEL FRAMEWORK DJANGO."**, presentado por: **Brandon Javier Pilco Loachamin** y **Carlos Israel Remache Suarez**, egresados de la carrera de **Sistemas de Información**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad por lo que autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, marzo del 2026

Atentamente,

Mg. Bolívar Maximiliano Cevallos Galarza.
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0910821669

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO v

DEDICATORIA vi

RESUMEN vii

ABSTRACT viii

ÍNDICE GENERAL x

ÍNDICE DE TABLAS xv

ÍNDICE DE FIGURAS xviii

ÍNDICE DE ANEXOS xix

1. INFORMACIÓN GENERAL 1

2. INTRODUCCIÓN 2

2.1 Situación Problemática 3

2.2 Formulación del Problema 4

2.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN 5

2.3.1. Objeto de Investigación: 5

2.3.2. Campo de Acción: 5

2.4 BENEFICIARIOS 5

2.5 JUSTIFICACIÓN 6

2.6 HIPOTESIS 7

2.7 Variables 7

2.7.1 Variable Independiente (VI) 7

2.7.2 Variable Dependiente (VD) 8

2.8 OBJETIVOS 9

2.8.1 Objetivo General 9

2.8.2 Objetivos Específicos 9

2.8.3 SISTEMAS DE TAREAS 10

3. MARCO TEORICO 13

3.1 Sistemas de Información en la Gestión de Transporte. 13
3.1.1 Sistemas de Información 13
3.1.2 Sistemas de Información Aplicados a la Gestión logística de Transporte 14
3.2 Optimización del Consumo de Combustible 15
3.2.1 Factores que Afectan al Consumo de Combustible 15
3.2.2 Estrategias para Reducir el Consumo de Combustible 16
3.3 Inteligencia Artificial 16
3.3.1 Inteligencia Artificial (Data-Driven) 16
3.3.2 Inteligencia Artificial (simbólica y algorítmica) 17
3.4 Teoría de Grafos y Algoritmo de Dijkstra 18
3.4.1 Teoría de Grafos 18
3.4.2 Algoritmo de Dijkstra Implementado en Grafos 19
3.5 Metodologías de Desarrollo de Software 19
3.5.1 Extreme Programming (XP) 20
3.6 Metodología de investigación 22
3.6.1 Método Mixto 22
3.6.2 Método de Observación (OBS) 22
3.7 Aplicaciones Web 23
3.8 Progressive Web Apps (PWA) 23
3.9 Herramientas de Desarrollo 24
3.9.1 HTML5 24
3.9.2 CSS3 24
3.9.3 JavaScript 24
3.9.4 Framework para el Frontend 25
3.9.5 Framework para el Backend 25
3.9.6 Lenguaje de Programación 26
3.9.7 Motores de Base de datos 26
3.9.8 GitHub 26
3.9.9 Herramientas de PWA 27
3.10 Herramienta para las Pruebas 27
3.10.1 Lighthouse 27

3.11 Servidor web de Despliegue 27
3.11.1 Render 27
3.12 Validación de Hipótesis 28
3.12.1 Metodología Chi-cuadrado 28
4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS 29
4.1 Métodos de Investigación 29
4.1.1 Enfoque Mixto 29
4.1.2 Nivel de Descriptivo 31
4.1.3 Diseño de Investigación 31
4.2 Instrumentos de Recolección de Datos. 31
4.2.1 Ficha de Observación (OBS) 31
4.2.2 Encuestas Semiestructurada 32
4.2.3 Revisión Bibliografía 32
4.3 Población y Muestra 33
4.3.1 Población 33
4.3.2 Muestra 33
4.4 Técnicas de Chi-cuadrado 33
4.5 Metodología de Desarrollo 34
4.5.1 Valores de la Metodología XP Implementados en el Proyecto 34
4.5.2 Roles del Sistema 35
4.5.3 Historias de Usuario 35
4.5.4 Product Backlog 36
4.5.5 Criterios de Aceptación 36
4.5.6 Fase del Desarrollo de la Metodología XP 36
4.6 Elementos de XP 38
4.6.1 Recursos Aplicados 38
5. ANALISIS DE RESULTADOS 39
5.1 Resultados del Enfoque Cuantitativo 39
5.1.1 Cálculo de indicadores cuantitativos 40
5.2 Resultados del Enfoque Cualitativo 41
5.3 Resultados de la Encuesta Sobre Consumo de Combustible y Tipos de Vehículo. 45

5.3.1 Pregunta 1 45
5.3.2 Pregunta 2 45
5.3.3 Pregunta 3 46
5.3.4 Pregunta 4 46
5.3.5 Pregunta 5 47
5.3.6 Pregunta 6 48
5.3.7 Pregunta 7 48
5.3.8 Pregunta 8 49
5.3.9 Pregunta 9 49
5.4 Resultados de Investigación Antes y Después 50
5.4.1 Resultados Obtenidos en el Escenario Antes de la Aplicación Web PWA 50
5.4.2 Resultados Obtenidos en el Escenario Después de la Aplicación Web PWA 60
5.4.3 Resultados Obtenidos por la Ficha de Observación Mediante el PWA 65
5.4.4 Interpretación Global del Análisis por Vehículos 67
5.5 Resultados de la Validación de la Hipótesis 69
5.6 Análisis Metodológico 71
5.6.1 Resultados del Desarrollo Según la Metodología XP 71
5.7 Diseño de Interfaz Grafica 84
5.7.1 Interfaz de Administrador y Usuario 84
5.7.2 Interfaz para el Administrador 84
5.7.3 Interfaz para el Administrador de Control de Usuarios 85
5.7.4 Interfaz para el Administrador de Vehículos 85
5.7.5 Interfaz para el Administrador de Reportes de Cada Viaje 86
5.7.6 Interfaz para el Usuario en Ubicación 87
5.7.7 Interfaz para el Usuario en Perfil 87
5.7.8 Interfaz para el Usuario en Vehículos 88
5.7.9 Interfaz para el Usuario en Búsqueda de Lugares 89
5.7.10 Interfaz para el Usuario en Ubicación 89
5.7.11 Interfaz para el Usuario en Rutas Disponibles 90
5.7.12 Interfaz para el Usuario en Trayecto del Vehículo 90
5.7.13 Interfaz para el Usuario en Historial de Trayectos 91
5.8 Pruebas Funcionales 92
5.9 Estimación de Costos de Desarrollo del Proyecto 100

5.9.1 Gastos Directos 100
5.9.2 Gastos Indirectos 101
5.9.3 Gastos Totales 102
5.9.4 Cálculo Final de la Estimación de Costos del Proyecto 103
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 103
6.1 Conclusiones 103
6.2 Recomendaciones 103
7. REFERENCIAS 104
8. ANEXOS 110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto....5
Tabla 2. Planificación de las actividades....10
Tabla 3. Valores de la Metodología XP....34
Tabla 4. Roles establecidos....35
Tabla 5. Ejemplo de Historias de Usuario....35
Tabla 6. Formato Product Backlog....36
Tabla 7. Estructura para criterios de aceptación....36
Tabla 8. Plantilla de pruebas....38
Tabla 9 Especificaciones del equipo....39
Tabla 10. Precio de combustible en litros....41
Tabla 11. Observaciones del Vehículo Chevrolet en su recorrido....42
Tabla 12. Observaciones del Vehículo Kia en su recorrido....43
Tabla 13. Observaciones del Vehículo DAYTONA DY150 en su recorrido....43
Tabla 14. Observaciones del Vehículo Hino en su recorrido....44
Tabla 15. Observaciones del Vehículo Mazda en su recorrido....44
Tabla 16. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo Chevrolet....52
Tabla 17. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo KIA....54
Tabla 18. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo DAYTONA DY150....56
Tabla 19. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo Hino....58
Tabla 20. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo Mazda....60
Tabla 21.Utilización de la aplicación web en el recorrido en el Vehículo Chevrolet....61
Tabla 22. Utilización de la aplicación web en el recorrido en el Vehículo KIA....62
Tabla 23. Utilización de la aplicación web en el recorrido en la Motocicleta DAYTONA DY150.....63
Tabla 24. Utilización de la aplicación web en el recorrido en el Camión Hino....64
Tabla 25. Utilización de la aplicación web en el recorrido en el Vehículo Mazda....65
Tabla 26. Resultados del Vehículo Mazda....65
Tabla 27.Resultados del Vehículo KIA....66
Tabla 28. Resultados del Vehículo DAYTONA DY150....66
Tabla 29. Resultados del Vehículo Hino....67
Tabla 30. Resultados del Vehículo Mazda....67

Tabla 31. Consumo en litros por Vehículos 69
Tabla 32. Cálculo de Consumo de Litros Utilizando Chi-Cuadrado 70
Tabla 33. Chi-cuadrado 70
Tabla 34. Historias de Usuario 72
Tabla 35 Historias de usuario Priorizadas 74
Tabla 36 Distribución por Iteraciones 77
Tabla 37 Criterios de Aceptación 80
Tabla 38 Prueba Funcional CPF001 92
Tabla 39 Prueba Funcional CPF002 92
Tabla 40 Prueba Funcional CPF003 93
Tabla 41 Prueba Funcional CPF004 94
Tabla 42 Prueba Funcional CPF005 94
Tabla 43 Prueba Funcional CPF006 95
Tabla 44 Prueba Funcional CPF007 95
Tabla 45 Prueba Funcional CPF008 96
Tabla 46 Prueba Funcional CPF009 96
Tabla 47 Prueba Funcional CPF0010 97
Tabla 48 Prueba Funcional CPF0011 97
Tabla 49 Prueba Funcional CPF0012 98
Tabla 50 Prueba Funcional CPF0013 99
Tabla 51 Prueba Funcional CPF0014 99
Tabla 52 Prueba Funcional CPF0015 100
Tabla 53. Gastos Directos 100
Tabla 54. Gastos Indirectos 101
Tabla 55. Gastos Totales 102
Tabla 56 Historia de Usuario 1- Inicio de sesión seguro 123
Tabla 57 Historia de Usuario 2 – Gestión de usuarios 124
Tabla 58 Historia de Usuario 3 - Estado del Usuario 125
Tabla 59. Historia de Usuario 4- Gestión de Vehículos 126
Tabla 60 Historia de Usuario 5- Generar reportes detallados 127
Tabla 61. Historia de Usuario 6 - Panel gráfico de indicadores de viajes y consumo 128
Tabla 62. Historia de Usuario 7 Gestión del perfil del chofer 129

Tabla 63. Historia de Usuario 8 Visualización del vehículo 130
Tabla 64 Historia de Usuario 9 - Gestión de cargas del vehículo 131
Tabla 65. Historia de Usuario 10 - Activar ubicación del chofer en el mapa 132
Tabla 66. Historia de Usuario 11- Búsqueda y gestión de lugares para navegación..... 133
Tabla 67. Historia de Usuario 12 - Gestión de la ubicación seleccionada 134
Tabla 68 Historia de Usuario 13 - Seguimiento del recorrido del vehículo 135
Tabla 69 Historia de Usuario 14 - Historial de rutas 136
Tabla 70. Historia de Usuario 15 - Instalación y acceso como aplicación PWA 137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ficha de Observación 30
Figura 2. Muestra de recorrido en Vehículo Chevrolet 60
Figura 3. Muestra de recorrido en Vehículo KIA 61
Figura 4. Muestra de recorrido en Motocicleta DAYTONA DY150 62
Figura 5. Muestra de recorrido en Camión Hino 63
Figura 6. Muestra de recorrido en Vehículo Mazda 64
Figura 7 Inicio sesión 84
Figura 8 Dashboard de Administrador 84
Figura 9 Control de Usuarios 85
Figura 10 Control de Vehículos 85
Figura 11 Reportes de viajes 86
Figura 12 Interfaz mapa de Ubicación 87
Figura 13 Interfaz Perfil 87
Figura 14 Interfaz Visual del Vehiculó 88
Figura 15 Interfaz de Búsqueda 89
Figura 16 Interfaz de Ubicación 89
Figura 17 Interfaz en Rutas Disponibles 90
Figura 18 Interfaz Trayecto del vehículo 90
Figura 19 Interfaz de historial de trayectos 91
Figura 20. Diagrama de base de datos 138

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Ficha de Observación (OBS) Antes de Implementar el Sistema 110
Anexo B. Ficha de Observación (OBS) Utilizando el Sistema 115
Anexo C. Encuesta Semiestructurada 120
Anexo D. Historias de Usuario 123
Anexo E. Diagrama de base de datos 138
Anexo F. Arquitectura MTV 138
Anexo G. Sistema de control de versiones 139

1. INFORMACIÓN GENERAL

TÍTULO DEL PROYECTO:

“Desarrollo predictivo de una aplicación web basada en PWA para la optimización de recursos de combustible en rutas de transporte en el cantón de Latacunga en la distribuidora Distric C mediante el uso del framework Django.”

TIPO DE PROYECTO

Proyecto de investigación

FECHA DE INICIO:

Octubre 2025

FECHA DE FINALIZACIÓN:

Marzo 2026

CARRERA:

Sistemas de Información

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN VINCULADO:

Sistema avanzado de rastreo de vehículos y monitoreo de consumo de gasolina

DOCENTE TUTOR PROPUESTO:

Ing. William Manuel Villa Quishpe, Mg

ÁREA DE CONOCIMIENTO:

0613 Software y Desarrollo y Análisis de aplicativos.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Inteligencia artificial y robótica en la industria, los negocios y la gestión de la información.

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA:

Ciencias Informáticas para la modelación de Sistemas de Información a través del desarrollo de software

2. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el sector del transporte y la distribución constituye uno de los pilares fundamentales para el funcionamiento operativo de las pequeñas y medianas empresas, debido a que permite garantizar el abastecimiento oportuno de bienes y productos en los distintos mercados locales y regionales. La eficiencia con la que se gestionan las actividades de transporte incide directamente en los costos operativos, en la continuidad del servicio y en la competitividad empresarial. Dentro de este contexto, el consumo de combustible representa uno de los recursos más críticos, ya que su comportamiento impacta de manera significativa en la estructura de costos y en la sostenibilidad económica de las organizaciones dedicadas a la distribución de mercancías.

El desempeño del transporte no depende únicamente del vehículo utilizado, sino de un conjunto de factores interrelacionados que incluyen la planificación de rutas, las condiciones geográficas, la infraestructura vial y la capacidad de anticiparse a escenarios de alto consumo. En zonas como el cantón Latacunga, donde convergen rutas urbanas congestionadas y vías rurales con condiciones variables, la gestión del transporte se vuelve más compleja. Estas características influyen directamente en el rendimiento del combustible y dificultan la optimización cuando la planificación se realiza de manera empírica, basada exclusivamente en la experiencia del personal operativo.

En este contexto, la Distribuidora Distric C enfrenta una problemática recurrente relacionada con la gestión del consumo de combustible en sus rutas de transporte. La ausencia de un sistema que permita registrar información histórica, analizar variables operativas y estimar el consumo antes de ejecutar los recorridos limita la capacidad de la empresa para tomar decisiones fundamentadas. Como consecuencia, se generan recorridos ineficientes, un uso no optimizado del combustible y una dependencia de decisiones reactivas, en lugar de estrategias preventivas orientadas a la optimización de recursos.

A pesar de las herramientas tecnológicas disponibles obliga a una selección correcta, reconociendo las necesidades y evaluando cuál se ajusta mejor a estas, especificando los métodos y cómo se puede organizar y ofrecer la oportunidad de instruir al personal sobre el uso de la tecnología. Para ello, es importante el desarrollo de reformas de políticas e inversiones en el diseño de redes de transporte, la eficiencia vehicular, la seguridad vial y la sostenibilidad climática [1].

Adicionalmente, la falta de integración entre la información operativa y los procesos de planificación provoca que las empresas no puedan evaluar de manera anticipada el impacto de variables como la distancia, el tipo de vía o las condiciones del entorno sobre el consumo de combustible. Esta situación genera una brecha entre la información disponible y su uso efectivo en la toma de decisiones, lo que afecta la eficiencia global del sistema de transporte. En consecuencia, se incrementa la dificultad para establecer estrategias de control y optimización de recursos que permitan mejorar el desempeño logístico de manera sostenida en el tiempo.

Ante esta realidad, el uso de sistemas predictivos se presenta como una alternativa estratégica para mejorar la planificación logística, al permitir estimar el consumo de combustible antes de la ejecución de las rutas, evaluar diferentes escenarios y seleccionar trayectos más eficientes. La incorporación de este tipo de sistemas favorece un enfoque preventivo en la gestión del transporte, orientado a reducir el uso innecesario de recursos y a mejorar la eficiencia operativa. Asimismo, la integración de aplicaciones web modernas facilita el acceso a esta información desde distintos dispositivos, incluso en entornos con conectividad limitada, fortaleciendo la toma de decisiones operativas en tiempo oportuno.

Bajo este enfoque, la presente investigación propone el desarrollo predictivo de una aplicación web basada en tecnología Progressive Web Apps (PWA), implementada mediante el framework Django, orientada a la optimización de los recursos de combustible en las rutas de transporte de la Distribuidora Distric C en el cantón Latacunga. El proyecto busca responder a una necesidad real del entorno productivo local, incorporando un enfoque predictivo que supere las limitaciones del monitoreo tradicional y contribuya tanto a la mejora de la gestión logística empresarial como al desarrollo académico en el área de sistemas de información aplicados al transporte.

2.1 Situación Problemática

En la actualidad, el sector del transporte enfrenta desafíos relacionados con el uso ineficiente del combustible, lo que genera altos costos operativos y afecta la sostenibilidad, muchas de las empresas presentan dificultades en la planificación de rutas debido a la limitada implementación de herramientas tecnológicas que permitan optimizar recursos mediante el análisis predictivo.

En la Universidad Cesar Vajjejo en Piura se encontraron investigaciones acerca de la aplicación web progresiva para la optimización de rutas en el cual dicho estudio analizó el uso de aplicaciones web progresivas (PWA) como solución para optimizar rutas en servicios de

mensajería y reparto. Estas aplicaciones destacan por su accesibilidad, funcionamiento en distintos dispositivos y capacidad de operar sin conexión. Para abordar la problemática del tráfico urbano, utilizaron el algoritmo de Dijkstra, permitiéndoles así calcular rutas eficientes considerando el tiempo y tráfico y como resultado, obtuvieron un alto nivel de aceptación de (81.7%) y evaluaciones positivas en accesibilidad, usabilidad, satisfacción y confiabilidad, además de una alta calificación de calidad por parte de ingenieros de sistemas [2].

Por otra parte, en la Universidad Politécnica Salesiana en su investigación abordaron la ineficiencia en el consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada, lo que generaba altos costos operativos. A través del análisis de datos y estudios de mercado, determinaron una combinación óptima de neumáticos y combustibles que les permitió reducir los costos y mejorar el rendimiento. Además, evaluaron y cuantificaron los costos de distribución, identificando oportunidades de ahorro, como resultados evidenciaron diferencias significativas en el consumo de combustible entre los distintos vehículos analizados, así como la influencia de factores externos como la congestión y las paradas repentinas.

En la Distribuidora Distric C del cantón Latacunga presenta dificultades en la planificación de sus rutas de transporte, las cuales se realizan principalmente con base en la experiencia del conductor y su uso de las rutas habituales. Esta práctica no asegura la elección de caminos ideales, ni permite explorar opciones que ayuden a disminuir el gasto de combustible. Además, se observa un escaso uso de herramientas tecnológicas para registrar y analizar datos importantes como las distancias, tiempos de viaje y la carga transportada. La falta de información organizada impide calculo el uso de combustible y complica la toma de decisiones en la compañía.

Ante esta problemática, se plantea reforzar el desarrollo de una aplicación web basada en la tecnología Progressive Web Apps (PWA), la cual se implementará utilizando el framework Django, que permita gestionar la información de las rutas de transporte de la Distribuidora Distric C. Esta solución integrará la teoría de grafos mediante el uso del algoritmo de Dijkstra, con el propósito de identificar las rutas más favorables entre los puntos de distribución, optimizar el tiempo de viaje y mejorar el uso de recursos de combustible en la empresa.

2.2 Formulación del Problema

¿Cómo influye el desarrollo de una aplicación web, basada en la teoría de grafos mediante el algoritmo de Dijkstra, en la optimización del consumo de combustible en las rutas de transporte,

así como en la reducción del tiempo de recorrido y del costo asociado al combustible en la Distribuidora Distric C del cantón Latacunga?

2.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.3.1. Objeto de Investigación:

Desarrollo de una aplicación web basada en la teoría de grafos mediante el algoritmo de Dijkstra utilizando la tecnología Progressive Web Apps (PWA) e implementada con el framework Django**,** aplicada a la estimación anticipada del consumo de combustible y la optimización de rutas de transporte de la Distribuidora Distric C en el cantón Latacunga

2.3.2. Campo de Acción:

3304 – Sistemas de Información

2.4 BENEFICIARIOS

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto

Beneficiarios	**Rol**	**Actividad**	**Cantidad de personas**
Directos	Administrativos	Gestionan la información de recorridos y consumo de combustible.	3
	Trabajadores	Realizan los recorridos de transporte y registran los datos básicos de cada ruta, como origen, destino y tiempo de desplazamiento.	12
Subtotal Beneficiarios Directos			15
Indirectos	Director	Supervisa la información generada para apoyar en la toma de decisiones.	1
Subtotal Beneficiarios Indirectos			1
Total General de Beneficiarios			**16**

2.5 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se fundamenta en una justificación que expone de manera amplia y estructurada los aspectos que demuestran su relevancia, pertinencia y necesidad, al desarrollar un prototipo de la aplicación web basada en PWA mediante el Framework Django, orientada a la optimización de recursos de combustible en las rutas de transporte.

El transporte es uno de los sectores con mayor impacto económico y ambiental, y el uso ineficiente de recursos energéticos genera costos elevados, disminuye la competitividad empresarial y contribuye al deterioro ambiental. En este contexto, el desarrollo de una aplicación web basada en Progressive Web App (PWA)**,** utilizando el Framework Django**,** representa una alternativa innovadora que combina accesibilidad, escalabilidad y capacidad predictiva para resolver un problema real y tangible.

El aporte de esta investigación radica en la creación de una aplicación web basada en PWA mediante el Framework Django, que permitirá optimizar el consumo de combustible en las rutas de transporte de la distribuidora Distric C en el cantón Latacunga. Con esta herramienta, la empresa podrá planificar de manera más eficiente sus recorridos, reduciendo costos operativos y mejorando la productividad. Al mismo tiempo, se contribuye a disminuir las emisiones contaminantes, provocando un efecto beneficioso en la naturaleza y en la salud de la población. La aplicación también fortalece la competitividad empresarial al incorporar tecnología moderna y escalable, accesible desde cualquier dispositivo. Para la comunidad, representa un beneficio indirecto al recibir un servicio más ágil y confiable, con entregas oportunas y menor congestión vehicular. En el ámbito académico, el proyecto aporta un caso práctico de integración entre teoría de grafos mediante algoritmo Dijkstra y desarrollo web progresivo, útil como referencia para futuras investigaciones. Así, el estudio no solo responde a una necesidad empresarial, sino que también ofrece un valor social y ambiental para la población de Latacunga.

Beneficiarios directos: Son aquellos que tendrán un impacto inmediato con la implementación de la aplicación web. En este caso, la distribuidora Distric C y su personal de transporte se beneficiarán al contar con una herramienta que optimiza el consumo de combustible y mejora la planificación de rutas. Esto se traduce en menores costos operativos, mayor eficiencia en la gestión logística y mejores condiciones de trabajo para los conductores.

Beneficiarios indirectos: Son quienes reciben los efectos positivos de manera secundaria. La población del cantón Latacunga se beneficiará de un servicio de transporte más ágil y confiable, con entregas oportunas y reducción de la congestión vehicular. Además, la disminución en el consumo de combustible contribuye a un ambiente más limpio, lo que impacta favorablemente

en la salud y calidad de vida de la comunidad. También otras empresas de transporte y el ámbito académico podrán aprovechar este modelo como referencia para replicar o estudiar soluciones similares.

El impacto de esta investigación se refleja en la mejora integral de la gestión de transporte de la distribuidora Distric C en el cantón Latacunga, al implementar una aplicación web basada en PWA con el Framework Django que optimiza el consumo de combustible en sus rutas. En el ámbito económico, la empresa logra reducir costos operativos y aumentar su competitividad. En el plano ambiental, la disminución del uso de combustible contribuye a reducir emisiones contaminantes, favoreciendo la sostenibilidad y la calidad del aire en la ciudad. Socialmente, la población se beneficia de un servicio de transporte más eficiente, con entregas oportunas y menor congestión vehicular. Tecnológicamente, se introduce una solución moderna, escalable y accesible desde cualquier dispositivo, incluso en condiciones de conectividad limitada. Académicamente, el proyecto constituye un aporte práctico que integra teoría de grafos con su algoritmo Dijkstra con desarrollo web progresivo, sirviendo como referencia para futuras investigaciones. En conjunto, el impacto de esta investigación trasciende lo empresarial y se proyecta hacia beneficios sociales, ambientales y científicos que fortalecen el desarrollo local y regional.

La utilidad práctica de esta investigación radica en que la aplicación web desarrollada será una herramienta funcional y aplicable en entornos reales de operación. Su diseño como PWA garantiza accesibilidad desde cualquier dispositivo, incluso en condiciones de conectividad limitada, lo que la convierte en una solución versátil y de alto impacto. Además, permitirá anticipar escenarios de consumo de combustible y optimizar la planificación de rutas, generando un valor agregado tanto para la empresa como para la comunidad.

2.6 HIPOTESIS

La implementación de una aplicación web PWA desarrollada con Django, el algoritmo de Dijkstra y teoría de grafos, optimizará las rutas de transporte de la distribuidora Distric C, disminuyendo el tiempo de recorrido y el consumo de combustible.

2.7 Variables

2.7.1 Variable Independiente (VI)

Desarrollo de la aplicación web basada en PWA para la gestión y optimización de rutas de transporte.

Operacionalización:

- **Dimensión:** Funcionalidad tecnológica de la aplicación web PWA.
- **Indicadores:**

  - Disponibilidad de módulos para registrar rutas, nodos y tramos de transporte.

  - Implementación del algoritmo de Dijkstra para el cálculo de rutas más convenientes.

  - Acceso a la aplicación desde diferentes dispositivos (características PWA)

  - Estabilidad y respuesta del sistema durante el uso normal.

- **Índices:**

  - Porcentaje de módulos implementados respecto al diseño propuesto.

  - Tiempo promedio de respuesta de la aplicación en las principales operaciones (registro de ruta, cálculo de recorrido).

  - Porcentaje de usuarios que acceden correctamente desde dispositivos móviles.

- **Dimensión:** Gestión de información de rutas de transporte.
- **Indicadores:**

  - Registro de datos de origen, destino, distancia estimada y tiempo de recorrido por ruta.

  - Registro del consumo de combustible asociado a cada recorrido.

  - Generación de reportes básicos de rutas realizadas (tiempo, distancia, consumo).

- **Índices:**

  - Porcentaje de rutas registradas en el sistema frente al total de rutas realizadas.

  - Número de campos clave (origen, destino, distancia, tiempo, consumo) completados por registro.

  - Cantidad de reportes generados y utilizados para la toma de decisiones.

2.7.2 Variable Dependiente (VD)

Optimización de los recursos de combustible en las rutas de transporte de la Distribuidora Distric C.

Operacionalización:

- **Dimensión:** Desempeño temporal de las rutas de transporte.
- **Indicadores:**

  - Tiempo promedio de recorrido por ruta antes y después de la implementación de la aplicación

  - Variación del tiempo total empleado en las rutas diarias de distribución.
- **Índices:**

  - Porcentaje de reducción del tiempo promedio de recorrido.

  - Diferencia de minutos promedio por ruta entre el periodo inicial y el periodo con uso de la aplicación.
- **Dimensión:** Consumo y costo de combustible
- **Indicadores:**

  - Consumo promedio de combustible por ruta (en litros).

  - Costo promedio de combustible por ruta (en USD).

  - Relación litros/km en las rutas operativas.
- **Índices:**

  - Porcentaje de reducción del consumo de combustible por ruta.

  - Porcentaje de reducción del costo promedio de combustible por ruta.

  - Variación del indicador litros/km después de utilizar la aplicación.

2.8 OBJETIVOS

2.8.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación web por medio de tecnología Progressive Web Apps, framework Django, metodología ágil Extreme Programming (XP), la teoría de grafos con el algoritmo de Dijkstra, para la optimización de las rutas de transporte, reducción del tiempo de recorrido y el costo asociado al consumo de combustible de la Distribuidora “Distric C" del cantón Latacunga.

2.8.2 Objetivos Específicos

- Determinar la fundamentación teórica mediante la revisión bibliográfica sobre la optimización del consumo de combustible, gestión de rutas de transporte, aplicaciones PWA, framework Django y la teoría de grafos con el algoritmo de Dijkstra, para sustentar conceptualmente el desarrollo de la solución.

- Aplicar los principios de la metodología ágil Extreme Programming (XP) en el desarrollo de una aplicación web tipo PWA por etapas, asegurando iteraciones cortas, validación continua y entrega progresiva de funcionalidades.
- Analizar los resultados obtenidos a partir del desarrollo de la aplicación web para determinar su efecto en la optimización de las rutas de transporte, la reducción del tiempo de recorrido y el consumo de combustible en la distribuidora Distric C del cantón Latacunga.

2.8.3 SISTEMAS DE TAREAS

Tabla 2. Planificación de las actividades

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADOS ESPERADOS	TÉCNICAS, MEDIOS E INSTRUMENTOS
Determinar la fundamentación teórica mediante la revisión bibliográfica sobre la optimización del consumo de combustible, gestión de rutas de transporte, aplicaciones PWA, framework Django y la teoría de grafos con el algoritmo de Dijkstra, para sustentar conceptualmente el desarrollo de la solución.	- Consultar fuentes bibliográficas (libros, artículos científicos, tesis, documentos técnicos) relacionadas con combustible, rutas de transporte, PWA, Django y grafos. - Analizar de manera crítica las fuentes seleccionadas, identificando conceptos, modelos y enfoques relevantes para el proyecto. - Organizar la información	- Compilación de fuentes bibliográficas pertinentes al tema. - Síntesis organizada de los conceptos clave sobre combustible, rutas, PWA, Django y teoría de grafos. - Marco teórico que sustente el desarrollo de la aplicación web.	- Técnicas**:** investigación documental, análisis de contenido, resumen y síntesis. - Medios e instrumentos: bibliotecas virtuales, repositorios académicos, artículos científicos, tesis, fichas de lectura, matriz de análisis, computadora con acceso a Internet.

	recopilada en categorías temáticas. - Redactar el marco teórico y el estado del arte del proyecto.		
Aplicar los principios de la metodología ágil Extreme Programming (XP) en el desarrollo de una aplicación web tipo PWA por etapas, asegurando iteraciones cortas, validación continua y entrega progresiva de funcionalidades.	- Levantar y redactar las historias de usuario de la aplicación web tipo PWA. - Planificar las etapas de desarrollo de acuerdo con los principios de XP (tareas, tiempos y responsables). - Desarrollar por etapas los módulos de la aplicación (registro de rutas, cálculo con Dijkstra, reportes, etc.). - Ejecutar pruebas unitarias y de aceptación al finalizar cada etapa de desarrollo. -Registrar observaciones, errores y mejoras detectadas en cada iteración.	- Historias de usuario definidas y organizadas según las necesidades de la Distribuidora Distric C. - Plan de desarrollo por etapas elaborado conforme a la metodología XP. - Módulos de la aplicación web tipo PWA implementados y funcionando de manera progresiva. - Evidencias de pruebas realizadas (unitarias y de aceptación) en cada etapa. - Prototipo funcional de la aplicación web coherente con los principios de Extreme Programming.	- Técnicas: levantamiento de requerimientos, desarrollo ágil XP, programación por etapas, pruebas de software (unitarias y de aceptación). - Medios e instrumentos: editor de código Visual Studio Code, framework Django, navegador web, plataforma de despliegue en la nube Render, sistema de control de versiones (Git/GitHub), tablero de tareas Trello, documentación de historias de usuario, computadora de desarrollo.

Analizar los resultados obtenidos a partir del desarrollo de la aplicación web para determinar su efecto en la optimización de las rutas de transporte, la reducción del tiempo de recorrido y el consumo de combustible en la distribuidora Distric C del cantón Latacunga.	- Definir los indicadores de evaluación (tiempo de recorrido por ruta, consumo y costo de combustible). - Diseñar una hoja de registro para almacenar datos de las rutas. - Recopilar datos de tiempo y combustible antes de la implementación de la aplicación. - Recopilar los mismos datos durante el uso de la aplicación web. - Procesar y comparar los valores antes y después, elaborando tablas y gráficos de resultados.	- Base de datos con los registros de tiempo de recorrido y consumo/costo de combustible antes y después de usar la aplicación. - Tablas y gráficos comparativos de los indicadores definidos. - Informe de evaluación que evidencie el impacto de la aplicación web en las rutas de la Distribuidora Distric C.	- Técnicas**:** observación de registros, recolección de datos, análisis estadístico descriptivo. - Medios e instrumentos: formatos de registro, hojas de cálculo (Excel), computadora, software para gráficos.

3. MARCO TEORICO

A nivel internacional, en Perú se han llevado a cabo varias investigaciones orientadas a la utilización de algoritmos informáticos para mejorar las trayectorias de transporte, esto se determinó el análisis sobre técnicas algorítmicas para la optimización de rutas indica que el algoritmo Dijkstra son efectivos para encontrar el camino más corto.

En la Universidad Privada del Norte de Perú, se llevó a cabo un proyecto de titulado "Métodos Algorítmicos para la optimización de rutas en el Sistema del Transporte Urbano" [3], por lo cual presenta distintos métodos algorítmicos.

A nivel nacional, en Ecuador se han realizado diversas investigaciones en varias universidades enfocadas a mejorar la optimización en el consumo de combustible, donde se determinó en el sector del transporte la implementación de soluciones tecnológicas ha ayudado a mejorar la optimización de combustible.

En la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, se llevó a cabo un proyecto titulado "Mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada", por lo cual presentaba varios elementos que afectan el uso de combustible. Esta investigación sugiere como respuesta la optimización de rutas minimizando la distancia recorrida, lo que permite en reducir el consumo de combustible.

A nivel local, en el cantón de Latacunga, empresas encargadas de distribución realizan actividades de transporte y distribución de productos en diversos sectores de la ciudad. Además, se determinó la necesidad de modernizar embace a un sistema vehicular para la gestión de combustible.

En la Universidad Técnica de Cotopaxi, se llevó a cabo un proyecto titulado "Propuesta de un sistema móvil para el monitoreo vehicular mediante la aplicación de app que optimice la gestión sostenible de combustible"[4], por lo cual presentaba su dificultad de gestionar sus vehículos de transporte manteniéndose en lo tradicional y estos no cuentan con tecnología para la optimización de rutas. Esta investigación sugiere como respuesta en implementar un sistema móvil que permita generar rutas optimizadas considerando la distancia y el tiempo.

3.1 Sistemas de Información en la Gestión de Transporte.

3.1.1 Sistemas de Información

En los últimos tiempos, los sistemas de información se consideran unos de los pilares fundamentales en el estudio para el campo de administración empresarial. Asimismo, en el

entorno operativo de las empresas se desarrollan sus actividades y este se vuelve cada vez más complejo. Como resultado de esta complejidad, la integración de las empresas ha estado constantemente creciendo debido a su globalización, el aumento de la competencia en los mercados de productos y servicios.

A su vez, un sistema de información consiste en una serie de actividades que recopilan, procesan, almacenan, y distribuyen información necesaria por los usuarios, al mismo tiempo ofrece un mecanismo de retroalimentación. Todo tipo de sistema tiene como actividades básicas las entradas, procesos, y salidas; la actividad de recopilación y captura de datos es el insumo, mientras que el procesamiento y la salida consiste en la transformación mediante cálculos, comparaciones, o almacenamiento de los datos obtenidos, para después ser contenidos en informes o documentos útiles [5].

En el contexto, la aplicación web basada en PWA desarrollada con Django funciona como un sistema de información que registra, procesa datos de las rutas de transporte y del consumo de combustible de la distribuidora Distric C. También, gestionan información relevante para optimizar dichos recursos en el cantón Latacunga.

3.1.2 Sistemas de Información Aplicados a la Gestión logística de Transporte

La gestión logística se entiende como la gestión de todas las operaciones necesarias para garantizar que un producto o servicio esté disponible de la manera óptima posible, también se define como la gestión del flujo de materias primas, productos, servicios o información a lo largo de la cadena de suministro de un producto o servicio [6]. Además, estos procesos facilitan la relación desde la producción hasta el movimiento de las mercancías y al mismo tiempo en la reducción de costos, tiempo garantizando un alto nivel de servicio al cliente.

Dentro de la logística, la gestión de transporte es fundamental para cualquier empresa utilizada para el análisis en lo consolidado de los costos lógicos. Esta gestión se lleva a cabo a todos los procesos de la cadena de suministros, ya que se encarga del movimiento de las materias primas, mercancías y productos terminados.

En el contexto, la planificación de rutas, la selección de los medios de transporte a utilizar y la definición de métodos o estrategias de transporte ideales para conservar la calidad del producto. Una gestión adecuada de los sistemas de transporte dentro de la cadena de suministro permite a las organizaciones brindar ahorros de recursos, costos y tiempo, mayor seguridad en las operaciones de distribución.

En conclusión, la gestión logística y la gestión de transporte resultan clave para reducir costos, tiempos y uso de recursos en la distribuidora Distric C. La planificación adecuada de rutas y la selección de medios de transporte influyen directamente en el consumo de combustible. Por ello, el desarrollo de una aplicación web basada en PWA desarrollada con el framework Django se orienta a apoyar esta gestión, permitiendo optimizar las rutas de transporte para contribuir el uso más eficiente de los recursos de combustible.

3.2 Optimización del Consumo de Combustible

3.2.1 Factores que Afectan al Consumo de Combustible

Concepción del Automóvil: El diseño aerodinámico del vehículo, la efectividad del motor y la proporción de transmisión son factores que afectan el consumo de combustible.

Conducta del conductor: El manejo eficiente del vehículo, influye en conservar velocidades estables, evitar frenadas bruscas y reducir aceleraciones no necesarias, tiene un impacto directo en el consumo de combustible

Peso y Distribución: Un peso equilibrado y una distribución de la carga dentro del vehículo pueden disminuir la resistencia aerodinámica y mejorar la eficiencia.

El peso es un factor importante que afecta el consumo de combustible. Cuando un vehículo va cargado, el consumo de combustible aumenta considerablemente, esto se debe a que se necesita más aceleración para mover toda la masa del vehículo [7].

Velocidad: Las aceleraciones exigen mayor potencia del motor y trabaja más, por lo que consume más combustible. Además, el incremento es mayor cuando se conduce contra el viento.

Tecnologías de Ahorro de combustible: La adopción de tecnologías avanzadas, como sistemas de gestión de motor y frenado generativo, puede optimizar el consumo de combustible [8].

En general, el consumo de combustible en las rutas de transporte no depende únicamente del vehículo, sino también de factores como el peso transportado, la velocidad de circulación, las condiciones de la vía y el comportamiento del conductor. Estos elementos influyen directamente en la cantidad de combustible utilizada en los costos operativos de la distribuidora Distric C. El desarrollo de una aplicación web basada en tecnología PWA hecho con el framework Django se orienta a apoyar la optimización de los recorridos, utilizado para facilitar la planificación de rutas más eficientes en distancia y tiempo, contribuyendo así a un uso más racional de los recursos de combustible.

3.2.2 Estrategias para Reducir el Consumo de Combustible

Manejo Eficiente: Capacitar a los conductores en técnicas de manejo eficiente, contribuye a mejorar el rendimiento del vehículo y reducir el uso de combustible.

Mantenimiento Preventivo: Realizar revisiones periódicas del vehículo, que incluye cambios de aceite, control de la presión de los neumáticos y remplazo de filtros, es esencial para mantener el motor en condiciones óptimas.

Optimización de Rutas: Planificar recorridos y programar los viajes pueden disminuir distancias innecesarias, lo cual contribuye a reducir su consumo.

3.3 Inteligencia Artificial

En el campo de la inteligencia artificial está evolucionando constantemente y existen algunas áreas clave para la investigación que han favorecido en muchas áreas para el ser humano. Estos se representan como enfoques en foques teóricos, metodológicos, técnicos y de aplicación práctica, para enfrentar diferentes problemáticas.

IA es aquella rama del conocimiento que se encarga de llevar a cabo procesos computacionales capaces de realizar tareas sobre la base de dos características humanas fundamentales: el razonamiento y la conducta [9].

Inteligencia artificial permiten a los humanos tomar mejores decisiones, ya que estos «pueden examinar grandes cantidades de datos para resaltar las cosas más interesantes, en cuyo punto los gerentes pueden profundizar, utilizando la inteligencia humana, para llegar a conclusiones y tomar acciones» [10].

3.3.1 Inteligencia Artificial (Data-Driven)

Machine Learning se origina en el año 1959 por el autor Arthur Samuel pionero en esta área al programar un sistema para el juego de damas capaz de evaluar las mejores opciones de movimiento y recordar todas las posiciones de juegos pasados, lo que permitía a la máquina adquiera conocimiento.

Se llama Machine Learning que capacita a un sistema aprender de la información que recibe como entrada en lugar de ser programado de manera manual. De acuerdo con el algoritmo recibe datos de entrenamiento, el modelo se vuelve cada vez más exacto en función de esos datos. Tras completar el entrenamiento, al ingresar un dato, el modelo producirá una salida correspondiente. Por ejemplo, un algoritmo predictivo creará un modelo predictivo, que entregará un pronóstico basado en los datos que fueron usados para entrenar al modelo [11].

La inteligencia Artificial se refiere a un software que posibilitan a las computadoras adquirir conocimientos y realizar la toma de decisiones. De igual manera, Machine Learning engloba a algoritmos que tienen la habilidad de asimilar patrones sin que estos sean codificados de manera directa.

3.3.2 Inteligencia Artificial (simbólica y algorítmica)

Se llama simbólica o algorítmica que representa los problemas mediante estructuras definiendo reglas y restricciones. Este enfoque de investigación se fundamenta en representaciones de problemas, lógicas y búsqueda.

IA basada en reglas o IA clásica, es un método que se basa en la representación del conocimiento mediante símbolos y reglas lógicas. Los símbolos representan conceptos o entidades del mundo real y las relaciones entre estos símbolos se definen por medio de reglas lógicas o matemáticas [12].

De acuerdo con [13] "La "IA simbólica" demostró ser exitosa en las primeras décadas de la IA logrando codificar en "sistemas expertos" el razonamiento humano en dominios de conocimiento específico" en este enfoque, el conocimiento se presenta esencialmente a través de símbolos y reglas lógicas. Asimismo, utiliza estructuras de datos como grafos, árboles y reglas de inferencia para mostrar el conocimiento y razonar de manera lógica. Este tipo de manipulaciones simbólicas fundamenta su procesamiento de información en representaciones del conocimiento que son explicitas como por ejemplo el procesamiento del lenguaje natural.

Representa un entorno como una serie de áreas que puede necesitar una implementación de grafos interconectados. De igual manera, al navegarlos puede tornarse complicada, debido a que, como se mencionó anteriormente, la IA tendrá una meta específica, y tratar de, en cada iteración, identificar la mejor secuencia de nodos a seguir para alcanzar dicho objetivo puede ser difícil. El uso de algoritmos como Dijkstra para solventar este problema sería una posible solución [14].

Dijkstra es un algoritmo que, al modelar una red como un grafo permite encontrar la ruta más corta desde un nodo origen hacia un nodo destino. Este algoritmo toma en consideración los pesos asociados a los arcos del grafo, para encontrar la ruta con el mínimo coste [15].

La inteligencia artificial simbólica se basa en modelar el cerebro que está compuesto de símbolos. Este enfoque simbólico se utiliza para estructurar un modelo de red (grafo), en cual se utiliza un algoritmo de Dijkstra permitiendo calcular el camino más corto.

3.4 Teoría de Grafos y Algoritmo de Dijkstra

3.4.1 Teoría de Grafos

Las redes de transporte se refieren a la infraestructura contribuyen al traslado de personas y mercancías. Estas incluyen varios tipos de transporte, tales como caminos, vías de tren, navegación marítima y aviación. Desde el punto de vista de la teoría de grafos una red de transporte se puede armar a través de grafos, donde los nodos representan las localizaciones como los orígenes, destinos, intersecciones y las aristas representan rutas o tramos de conexión entre ellas.

La teoría de grafos es una rama fundamental de las matemáticas y la informática que estudia las relaciones y estructuras entre elementos llamados nodos (o vértices) y aristas (o bordes) [16].

Los grafos se utilizan para representar un conjunto de conexiones entre elementos u objetos, los nodos y aristas simbolizan los lugares y enlaces en la red de transporte. El análisis de los grafos puede ayudar a entender la topología de la red de transporte y a identificar oportunidades de mejora y optimización [17].

Un nodo son los puntos de red donde se encuentran diferentes modos de transporte o donde se originan o a su vez terminan las rutas. Una arista son los enlaces entre los nodos y representan las rutas o caminos que se conectan los diferentes puntos de red. Existen diferentes tipos de grafos que se utilizan en la teoría de grafos.

Grafos ponderados: son grafos en los que se asocian un numero a cada arista llamado peso o valor asociado, que representa alguna medida de distancia, costo, tiempo u otra medida cuantificable. Grafos no ponderados: son grafos que tienen aristas sin un valor o peso asignado. Estos se emplean para mostrar relaciones donde el peso de las conexiones no tiene relevancia.

En síntesis, la teoría de grafos se utiliza como base para representar la red de transporte de la empresa. Dicha red se construye como un grafo en el que los nodos corresponden a orígenes, destinos e intersecciones, mientras que las aristas representan los tramos de vía que conectan estos puntos. Esta representación permite añadir dentro de la aplicación web PWA realizada con Django, también la implementación de un cálculo de rutas más convenientes mediante algoritmos específicos, con el propósito de apoyar la optimización del tiempo de recorrido obteniendo los recursos de combustible en las operaciones de distribución de Distric C.

3.4.2 Algoritmo de Dijkstra Implementado en Grafos

Algoritmo de Dijkstra se define caminos mínimos que se utiliza para determinar la ruta más corta en un grafo con pesos, partiendo de un nodo inicial hacia los otros nodos conectados en la red. Para ello, va determinando de forma sucesiva un conjunto de nodos cuyos costos mínimos de recorrido ya han sido calculados. Este algoritmo es esencial en problemas de optimización de rutas en redes de transporte, comunicaciones o logística, ya que permite analizar la eficiencia de los recorridos.

E. W. Dijkstra desarrolló en 1959, en su artículo titulado "Note on Two Problems in Connexion with Graphs", un algoritmo que permite encontrar el camino más corto entre dos vértices de un grafo [18].

Considerando una red o grafo cuyos arcos tienen un coste movimiento determinado, podemos encontrar un camino cuyo coste sea el mínimo, desde un vértice de un punto u a un punto v, en donde se deberá de sumar el coste de movimiento del camino encontrado como el más rápido de seguir entre u y v. El algoritmo es considerado como uno de los más óptimos para encontrar rutas mínimas dentro de una red de datos. Según la definición del holandés Edsger Wybe Dijkstra, "si el camino más corto entre los vértices u y v, pasa por el vértice w, entonces el camino que va de w a v, deberá ser la más corta entre cada una de las trayectorias" [19].

En conclusión, el algoritmo de Dijkstra se utiliza como herramienta central para el cálculo de caminos mínimos en grafos ponderados, proporcionando en encontrar la ruta más corta desde un punto de origen hacia los distintos puntos de entrega. A través de la determinación sucesiva de los nodos con menor costo acumulado de recorrido, este algoritmo realizado por Edsger W. Dijkstra, se incorpora en la aplicación web PWA con Django para modelar la red de transporte de Distric C como un grafo utilizando el cálculo para las rutas más convenientes, con el propósito de optimizar el tiempo de recorrido y el uso de los recursos de combustible.

3.5 Metodologías de Desarrollo de Software

Las metodologías de desarrollo han estado en constante evolución para generar o mejorar aplicaciones de alta calidad que cumpla con los requisitos de usuarios.

Una metodología de desarrollo de software es un marco de trabajo que se usa para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo de sistemas de información [20].

Los métodos tradicionales se basan en la supervisión de los procedimientos. Asimismo, establecen las tareas ejecutadas, el alcance de proyecto, las herramientas utilizadas y

mecanismo de seguimientos. Del mismo modo, estas se conocen como metodologías pesadas o desarrollo basado en planes, ya que respaldan a los equipos que trabajan con planificación integral, documentación detallada y métodos estructurados. Estas metodologías, como la cascada, el modelo V y el proceso unificado racional, están destinadas a proyectos a gran escala, que involucran múltiples sistemas, para quienes los enfoques detallados y los métodos de control ofrecidos son cruciales [21].

Las metodologías ágiles se fundamentan en procesos iterativos y de corta duración. Además, se ha evidenciado que son especialmente efectivas en la administración de proyectos de software educativo, accediendo iteraciones rápidas y una constante retroalimentación. Esto es especialmente relevante en contextos educativos donde las necesidades y expectativas de los usuarios pueden evolucionar rápidamente [22].

La elección de una metodología ágil, específicamente Extreme Programming (XP), se fundamenta en la necesidad de desarrollar un sistema web funcional en un entorno real de operación. A su vez, se utiliza los requerimientos que puede ajustarse acorde se avanza en el proyecto. Esta aplicación añade diversos componentes de gestión de rutas, registro de datos operativos, cálculo de rutas mediante teoría de grafos y algoritmo de Dijkstra. Sumado a ello, se halla características propias de una PWA requieren ser construidos por etapas.

Estas se desarrollan mediante iteraciones cortas, realimentación continua con el usuario y enfoque en pruebas permanentes para la construcción de módulos como el registro de recorridos, el cálculo de rutas. disminuyendo el riesgo de errores acumulados según las necesidades de la distribuidora Distric C. De este modo, la metodología ágil seleccionada contribuye de manera efectiva al objetivo central del proyecto que es optimizar el tiempo de recorrido y el costo asociado al consumo de combustible en las rutas de transporte de la empresa.

3.5.1 Extreme Programming (XP)

Es una metodología ágil de desarrollo de software centrada en promover la excelencia técnica y la capacidad de respuestas a las necesidades cambiantes del cliente, basadas en valores, prácticas como las iteraciones cortas, las historias de usuario, la integración continua y las pruebas permanentes del sistema.

La metodología eXtreme Programming-XP fue creada por Kent Beck en 1999, abordando la dificultad de los requisitos que aumentan durante el proceso de desarrollo del software,

gestionando estos ajustes sin sobrepasar el tiempo y el costo. Consistiendo en una lista de procesos que pueden ser seleccionados para abordar una necesidad de mejora pertinente [23].

Esta metodología se construye a través de fases Planificación, Diseño, Codificación, Pruebas. Cada fase de contribuye al desarrollo de proyecto en un área específica en consecuencia establece un ciclo de trabajo óptimo.

La metodología ágil Extreme Programming (XP) es útil cuando:

- Son los siguientes valores: Comunicación, Simplicidad, Retroalimentación, Respeto, Coraje.
- Se necesita retroalimentación continua del usuario o del cliente para ir ajustando las funcionalidades del sistema.
- Es prioritaria la calidad del software**,** mediante pruebas permanentes y mejora continua del código.
- Se requiere reducir el riesgo de errores acumulados**,** construyendo el sistema por etapas con las iteraciones cortas y verificando cada incremento antes de avanzar.

Esta metodología tiene 4 etapas principales que son:

3.5.1.1 Fase de Planificación

- El equipo define las historias de usuario, que son descripciones breves y claras de una característica o función que el usuario final necesita
- Las historias de usuario ayudan a capturar los requisitos del sistema.
- Las historias son priorizadas y seleccionadas para el desarrollo del sistema.

3.5.1.2 Fase de Diseño

- Mantener un diseño simple que cumpla con los requisitos actuales pero que sea fácil de cambiar o extender en el futuro
- Diseño de la arquitectura de la aplicación para asegurar nuevos componentes puedan integrarse fácilmente.

3.5.1.3 Fase de Codificación

- Promueve que todo el código sea desarrollado entre todos los desarrolladores en una sola computadora.
- Permite en la reducción de errores
- Facilita la fluidez de información dentro del equipo

3.5.1.4 Fase de Pruebas

- Cada funcionalidad debe tener componentes que confirmen su correcto funcionamiento antes de considerarse completa.
- El software debe ser sometido debidamente a diferentes pruebas, recomendando la independencia de la prueba con relación al código [24]

3.6 Metodología de investigación

3.6.1 Método Mixto

La definición de método mixto se identifica por la comunicación de técnicas y métodos tanto cuantitativo como cualitativos obteniendo una mayor eficacia y relevancia en sus estudios. El método mixto en la investigación es un enfoque que une componentes cualitativos y cuantitativos en un único análisis. Su objetivo es utilizar las fortalezas de ambos métodos para obtener una comprensión más profunda y completa del fenómeno que se investiga. Esto implica la recolección y análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos de manera simultánea o en fases sucesivas [25].

Este tipo de estudio es útil para los investigadores que intentan validar o complementar los hallazgos conseguidos mediante un enfoque con los resultados procedentes del otro. Además, fortalece la validez y confiabilidad de los hallazgos.

3.6.2 Método de Observación (OBS)

La técnica de observación se utiliza para verificar los eventos o situaciones que suceden en un proceso especifico. A través se reconoce la información mediante nuestras percepciones o se constatan los hechos que ocurren.

Posteriormente, se caracteriza por que el analista examina el fenómeno o el objeto que se está estudiando en su entorno natural. En el método de observación Quien observa no se relaciona con el evento ni lo transforma, trata de mantener el marco referencial de la situación tal como

es, sin que su apreciación sea influenciada por las percepciones de las personas que observa. [26]

La utilización ficha de observación se emplea cuando el investigador desea cuantificar, examinar o valorar un objeto particular. También, se aplica para evaluar circunstancias, actividades o emociones.

Se utilizará una ficha de observación estructurada para registrar la información de cada ruta de transporte de la Distribuidora Distric C, tanto antes como después de la implementación de la aplicación web PWA. La ficha recoge datos sobre origen, destino, tipo de vehículo, distancia, tiempo de recorrido, consumo y costo de combustible, así como las condiciones de operación de la ruta.

3.7 Aplicaciones Web

Se define como plataformas que permiten a los usuarios realizar tareas específicas que brindan una interfaz amigable, gestión dinámica de datos y flexibilidad para múltiples dispositivos.

Una aplicación web se define como un software o herramienta informática que puede ser utilizada desde cualquier navegador, ya sea mediante internet (lo habitual) o mediante una red local. A través del navegador se puede acceder a toda la funcionalidad y tener cualquiera de las soluciones enumeradas en el punto anterior [27].

En resumen, la aplicación web sirve como herramienta para registrar, procesar y visualizar datos relacionada con las rutas de transporte y el consumo de combustible en la distribuidora Distric C, que funciona como un componente central para apoyar la optimización de dichos recursos.

3.8 Progressive Web Apps (PWA)

La PWA se lanzaron en el año 2015 tiene como objetivo principal cargarse más rápido y incluido cuando los usuarios no tienen conexión a internet. Además, esta tecnología en los navegadores ofrece una experiencia de pantalla completa, evita notificaciones relevantes, tiene un icono en la pantalla principal.

Las Aplicaciones web progresivas son experiencias que integran lo mejor de los sitios web y lo más destacado en aplicaciones. Están disponibles para los usuarios a partir de la primera visita en una pestaña del navegador y no requieren instalación [28].

La elección de la tecnología Progressive Web Apps (PWA) se justifica porque permite disponer de una aplicación accesible desde el navegador, con tiempos de carga reducidos, capacidad de funcionamiento incluso ante limitaciones de conectividad y posibilidad de uso en distintos dispositivos. Estas propiedades resultan relevantes para la gestión de rutas de transporte y consumo de combustible en tiempo real o casi real, sin depender de instalaciones complejas. De igual manera, la PWA se convierte en una alternativa adecuada para apoyar la optimización de los recursos de combustible en las operaciones de Distric C.

3.9 Herramientas de Desarrollo

3.9.1 HTML5

Es un lenguaje de marcado, que ha estado en constante evolución se considera el estándar principal para la creación de sitios web. Además, HTML5 automáticamente creara la estructura básica de los contenidos de una página web, esto facilita la comprensión de la composición interna de los contenidos en la programación web, esto también es aplicable para la creación de marcos con la finalidad de que los desarrolladores puedan integrar sus trabajos manteniendo el mismo nivel de compatibilidad entre todos los desarrolladores [29].

Las etiquetas básicas HTML permiten al desarrollador crear formularios simples, con poco código, que muestren algunas casillas de ingreso de texto para el visitante [30].

3.9.2 CSS3

Es conocida Cascading style sheets utilizada como un lenguaje de estilo que define la presentación de documentos de HTML5 como ayuda de colores, márgenes, líneas, texto, sombreado, imágenes de fondo, animaciones y otros más. Define cómo los elementos HTML ocupan espacio y se organizan visualmente en una interfaz digital. Dicho modelo conceptualiza cada elemento como una caja compuesta por contenido, relleno (padding), borde (border) y margen (margin), cuyas interacciones determinan la disposición final en pantalla [31].

CSS3 es uno de los avances de gran importancia en el diseño web, ya que tiene el control sobre todos los elementos del HTML, presentando interesantes efectos visuales y animaciones [32].

3.9.3 JavaScript

JavaScript se centra en el cliente permitiendo crear efectos llamativos y dinámicos en los sitios web. Este lenguaje es interpretado por el navegador web, lo que permite modificar de forma inmediata el contenido, sus estilos haciendo que la experiencia del usuario sea más fluida y

agradable. JavaScript fue creado en 1995 por Brendan Eich cuando trabajaba para Netscape. Un año después Microsoft produjo su propia versión llamada JScript [33].

3.9.4 Framework para el Frontend

3.9.4.1 Bootstrap 4

Bootstrap es un conjunto de componentes web personalizables, adaptables e incluyen múltiples funcionalidades integradas en una sola herramienta. De igual manera, permite el desarrollo de interfaz clara y completamente responsivo.

Bootstrap es un framework creado por Twitter para construir interfaces web con CSS y JavaScript. Su principal característica es el diseño responsivo, se adapta a distintos dispositivos como celular, Tablet, computadora y otros. Esta técnica de diseño y desarrollo se conoce como “responsive design” o diseño adaptativo [34].

3.9.5 Framework para el Backend

3.9.5.1 Framework Django

Este framework permite generar aplicaciones web de alto nivel y código abierto, está hecho en Python se caracteriza por su filosofía de "baterías incluidas". Esta filosofía se traduce en la provisión de una amplia variedad de herramientas y funcionalidades disponibles para su implementación inmediata, lo que agiliza el flujo de trabajo en el desarrollo web. Entre las características clave se encuentran el soporte integrado para tareas comunes como controles de accesos para los usuarios, pruebas, modelos de bases de datos, formularios, gestión en las rutas de URL, plantillas y una interfaz de administración [35].

3.9.5.2 Modelo Vista Template (MVT)

En Django se utiliza una arquitectura basada en el modelo MVT, que promueve un proceso de aplicaciones ágil y eficiente. El modelo funciona como la base de datos, la vista gestiona las funciones y plantilla se encarga de la interacción con los usuarios.

La arquitectura conocida como MVT (Model – View – Template). En la parte “Model” se almacena toda la información necesaria para organizar y manipular los datos de la aplicación web. Esta sección se considera como la capa de interacción con la base de datos. Por otro lado, la sección “Template/Plantilla” actúa como la interfaz visual, donde se toman todas las decisiones vinculadas a la presentación. Finalmente, en la capa “View” se encuentra toda la

lógica que accede al modelo y la delega a la plantilla apropiada para presentarle al usuario la respuesta a su petición [36].

3.9.6 Lenguaje de Programación

3.9.6.1 Python 3.12.4

El lenguaje fue diseñado en la década de los ochenta por Guidon van Rossum. Este es un lenguaje de programación avanzado, programación versátil, imperativo y orientado a objetos.

Van Rossum había estado involucrado en el lenguaje de programación ABC y deseaba crear un lenguaje más sofisticado y adaptable. Además, su creador estaba convencido que la capacidad de expansión era un aspecto crucial en Python, por lo que debería funcionar en UNIX, Windows y Macintosh. Así nace Python como un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y de propósito general que se destaca por su simplicidad y legibilidad [37].

3.9.7 Motores de Base de datos

3.9.7.1 PostgreSQL

PostgreSQL opera con un diseño de cliente y servidor. El servidor se denomina postgres y entre los diversos programas de cliente se encuentran pgaccess, pgadmin (que son interfaces gráficas) y psql (que es línea de comandos). Además, un sistema potente de base de datos objeto-relacional de código abierto que tiene un rico conjunto de datos nativos disponible y otros tipos que pueden ser definidos por el usuario [38].

3.9.8 GitHub

El sistema control de versiones es esencial para el desarrollo de software, ya que permite modificaciones en el código de fuente, mantener el historial de modificaciones y facilitar la colaboración. Plataforma de desarrollo colaborativo basada en Git que facilita la gestión de proyectos y el control de versiones del código fuente. Aunque su principal enfoque está en el trabajo en equipo, en este proyecto ha sido especialmente útil incluso en un entorno de desarrollo individual ya que ha sido utilizado como herramienta principal para el control de versiones, permitiendo mantener un historial completo y organizado de los avances realizados [39].

3.9.9 Herramientas de PWA

3.9.9.1 Service Workers

Esta herramienta registra en la primera visita de un usuario. De igual manera, contiene un archivo JavaScript que incluye procesos del ciclo de vida para la gestión lógica de negocios y el almacenamiento en caché. Gracias a estos componentes, los programadores tienen la capacidad de crear sitios web rápidos, fiables y muy importante en añadir la funcionalidad sin conexión. Algunas de las características que permite administrar los service workers son:

• Gestionar el tráfico y las peticiones de red.

• Conservar archivos y respuestas dentro del sistema de caché.

• Hacer uso de la aplicación fuera de línea [40].

3.9.9.2 Archivo Manifest

Este archivo en formato JSON sirve para que la aplicación web progresiva sea detectable. El archivo de manifiesto presenta diversas configuraciones ajustables para los desarrolladores de aplicaciones. Estas configuraciones abarcan la ubicación del logo, el nombre de la aplicación, la pantalla de inicio y otros aspectos. En resumen, el manifiesto se puede utilizar para modificar el comportamiento y el estilo de las aplicaciones PWA [41].

3.10 Herramienta para las Pruebas

Unas pruebas reales permiten comprobar el funcionamiento de una aplicación, ya sea en modo de desarrollo o ya en su despliegue.

3.10.1 Lighthouse

Para evaluar el rendimiento global de la aplicación web basada en PWA se utilizó Lighthouse, herramienta de auditoria integrada en Google Chrome.

Google Lighthouse: Herramienta automatizada de Google para medir el rendimiento, accesibilidad, SEO (compatibilidad con buscadores) y más, de páginas web [42].

3.11 Servidor web de Despliegue

3.11.1 Render

Render es un servicio en la nube para la administración de aplicaciones web. Hace el uso de desplegar y escalar aplicaciones web, APIs, sitios estáticos y servicios de fondo a partir de un repositorio de código. Render ayuda a los equipos a implementar, proteger y escalar todo tipo

de proyectos, desde prototipos de cien líneas hasta complejas arquitecturas multiservicio, con un compromiso inquebrantable con el rendimiento y el tiempo de actividad [43].

¿Qué ventajas ofrece Render como una opción adecuada?

- Presenta una configuración practica**:** permite publicar una aplicación web de manera rápida a partir de un repositorio en GitHub u otros sistemas de control de versiones.
- Se incorpora el proceso de desarrollo: utiliza herramientas habituales como Git y la terminal de comandos para automatizar el despliegue continuo cada vez que se actualiza el código.
- Gestiona la infraestructura de servidor**:** Render se encarga de la instalación de dependencias, la ejecución de procesos, la asignación de recursos y la generación de certificados HTTPS, reduciendo la carga operativa para el desarrollador.
- Ofrece servicios complementarios en la nube: como bases de datos gestionadas (por ejemplo, PostgreSQL), almacenamiento persistente y tareas programadas, que facilitan la implementación de aplicaciones web completas.
- Es adecuada para proyectos web con Django: permite desplegar aplicaciones desarrolladas con el framework Django, integradas con bases de datos relacionales, lo que la convierte en una alternativa apropiada para la aplicación web.

3.12 Validación de Hipótesis

3.12.1 Metodología Chi-cuadrado

El Chi-cuadrado tiene una función esencial en la interpretación de datos y en la comprobación de calidad, actuando como un recurso fundamental para apoyar decisiones informadas mediante la realización de pruebas de hipótesis.

Chi-cuadrado se define por un único parámetro, conocido como los grados de libertad, que determinan su forma y comportamiento (n). Este parámetro es crucial, ya que define la forma de la curva de la distribución. Los grados de libertad representan, en términos esenciales, la cantidad de variables independientes que participan en la suma de cuadrados que da lugar a la distribución Chi-cuadrado. [44].

4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

4.1 Métodos de Investigación

El presente proyecto de investigación utiliza un enfoque mixto**,** que es la composición de ambos enfoques cuantitativos y cualitativos para analizar el impacto del desarrollo de una aplicación web PWA con Django en la optimización del tiempo de recorrido y del consumo de combustible en las rutas de transporte de la Distribuidora Distric C del cantón Latacunga.

4.1.1 Enfoque Mixto

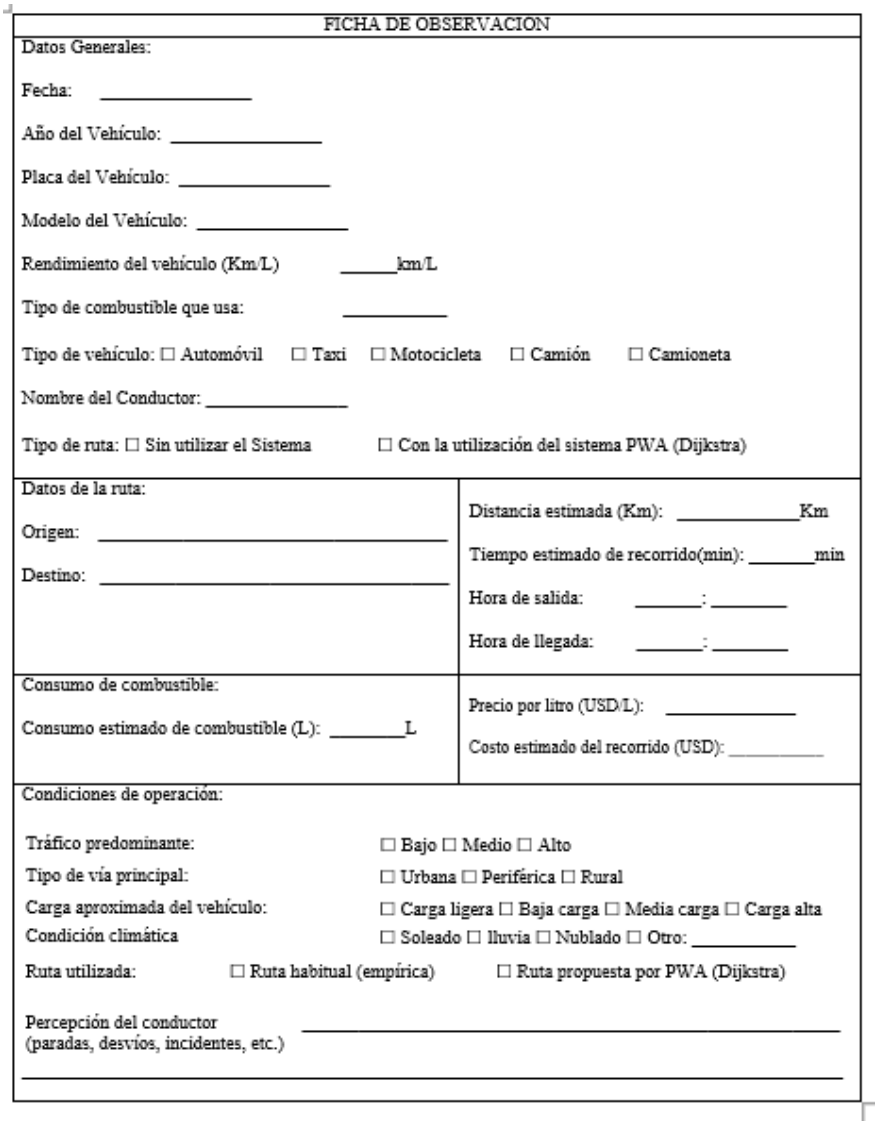
4.1.1.1 Enfoque Cuantitativo

El enfoqué cuantitativo se aplica en la investigación para analizar información numérica y objetiva relacionados con la optimización de los recursos de combustible en las rutas de transporte. Con este propósito se registran datos numéricos de tiempo de recurrido, distancia recorrida, consumo de combustible y costo de combustible.

Esta información se recopila en una ficha de observación estructurada se desarrolla antes de implementar la aplicación web PWA y después de su implementación. La comparación de ambos permite evaluar el impacto del sistema de información.

Adicionalmente, se aplica una encuesta estructurada a los conductores y personal de transporte obteniendo respuestas mediante gráficos estadísticos.

Ficha de Observación (OBS)



FICHA DE OBSERVACION

Datos Generales:

Fecha: _____

Año del Vehículo: _____

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: _____

Rendimiento del vehículo (Km/L) _____km/L

Tipo de combustible que usa: _____

Tipo de vehículo: ☐ Automóvil ☐ Taxi ☐ Motocicleta ☐ Camión ☐ Camioneta

Nombre del Conductor: _____

Tipo de ruta: ☐ Sin utilizar el Sistema ☐ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: _____

Destino: _____

Distancia estimada (Km): _____Km

Tiempo estimado de recorrido(min): _____min

Hora de salida: _____: _____

Hora de llegada: _____: _____

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): _____L

Precio por litro (USD/L): _____

Costo estimado del recorrido (USD): _____

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☐ Urbana ☐ Periférica ☐ Rural

Carga aproximada del vehículo: ☐ Carga ligera ☐ Baja carga ☐ Media carga ☐ Carga alta

Condición climática ☐ Soleado ☐ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☐ Ruta habitual (empírica) ☐ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) _____

_____

Figura 1. Ficha de Observación

4.1.1.2 Enfoque Cualitativo

El enfoque cualitativo se utiliza para complementar el análisis numérico, recogiendo la percepción de los actores involucrados en la operación de transporte. Se llevó a cabo método de observación (OBS) mediante una ficha de observación estructurada para el registro de los recorridos aplicados en diferentes aspectos como tráfico, clima, desvíos y la carga transportada.

Esta información cualitativa permitió enmarcar los resultados cuantitativos. Asimismo, ayudó a interpretar factores operativos que no se pueden reflejar en los datos numéricos.

4.1.2 Nivel de Descriptivo

Este proyecto tiene un nivel de investigación es principalmente descriptivo, puesto que tiene como objetivo caracterizar y examinar el proceso de análisis, desarrollo de una herramienta tecnológica para la optimización de combustible en las rutas de transporte de la empresa Distribuidora Distric C. En el ámbito del desarrollo de software, este nivel se utiliza para definir el problema, detallar la estructura y las funciones del sistema, establecer los requisitos y el diseño, así como describir la implementación y las pruebas. El resultado de utilizar el nivel descriptivo posibilita no solo desarrollar la aplicación, sino también explicar su estructura y funcionamiento, así como su aporte a la optimización de los procedimientos de la empresa.

4.1.3 Diseño de Investigación

El diseño de esta investigación es cuantitativo, no experimental y de tipo transaccional, debido a que no se manipulan deliberadamente las condiciones de operación de la empresa, sino que se examinan tal como se encuentran en su contexto real. En este estudio se observa el comportamiento de las rutas de transporte y el consumo de combustible sin interferir en las actividades habituales de la Distribuidora Distric C.

El estudio se organiza a una comparación de resultados antes y después de la implementación del sistema propuesto. Se organiza en dos etapas

En primera etapa se registran las variables correspondientes a las rutas utilizadas actualmente por la empresa, teniendo en cuenta como el tiempo de recorrido, la distancia recorrida, consumo y costo de combustible.

En segunda etapa se analizan los mismos indicadores utilizando las rutas generadas por la aplicación web, que integra el cálculo de caminos mínimos mediante el algoritmo de Dijkstra. Esta comparación permite analizar cómo influye la aplicación en la mejora de las trayectorias de transporte, la disminución del tiempo de viaje y el uso de combustible.

4.2 Instrumentos de Recolección de Datos.

4.2.1 Ficha de Observación (OBS)

Es un instrumento utilizado para desarrollar el método de observación estructurada en las rutas de transporte de la Distribuidora Distric C. Su objetivo es registrar de manera sistemática y objetiva los datos operativos necesarios para estimar la variable dependiente.

Esta ficha se empleó en dos momentos.

En primer lugar, antes de la implementación se registran los recorridos realizados con las rutas definidas de forma experimental. En cada recorrido se anotaron los siguientes campos, fecha, origen y destino, tipo de vehículo, peso de vehículo distancia recorrida, tiempo de recorrido, consumo de combustible costo de combustible por ruta.

En segundo lugar, después con la utilización de la aplicación se registran las rutas sugeridas por el sistema fundamentado en la teoría de grafos y el algoritmo de Dijkstra.

La aplicación de la ficha se realizó bajo un esquema de observación no participante, es decir, el investigador registró los datos sin intervenir en la forma en que los conductores ejecutan sus actividades.

4.2.2 Encuestas Semiestructurada

Se realizaron encuestas con los choferes y el personal encargado de la Distribuidora Distric C, con el fin de indagar en los problemas operativos relacionados con el tiempo de recorrido y el consumo de combustible en las rutas de transporte.

En estas conversaciones los participantes detallaron cómo actualmente definen las rutas (experiencia del conductor, costumbre, referencias informales), los problemas para registrar de forma sistemática en recorridos y el consumo de combustible no posee de un sistema de información que facilite la toma de decisiones. De igual manera, se recogieron criterios sobre las funcionalidades que debería ofrecer la aplicación web PWA.

4.2.3 Revisión Bibliografía

Se consultaron diversas fuentes bibliográficas tales como Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana encontramos esto Análisis del uso de gasolina en automóviles de carga en la ciudad de Azogues, también encontramos Mejora de procedimientos para la optimización del consumo de combustible y llantas en una empresa de transporte. Estos temas de investigación aportaron para diferentes factores para la disminución del combustible.

En Repositorio Institucional de la Universidad Francisco José de Caldas RIUD encontramos esto el algoritmo de Dijkstra desde el Álgebra Tropical. Esto sirvió para fundamentar su significado y cómo funciona el algoritmo de Dijkstra.

En Repositorio Institucional de CIDESI encontramos la Evaluación de desempeño del algoritmo de Dijkstra. Este estudio permitió analizar el desempeño del algoritmo de Dijkstra a partir de resultados obtenidos.

En resumen, esta revisión bibliográfica se orientó a sustentar teóricamente el desarrollo de la aplicación web. Con el propósito se revisaron libros, artículos científicos, tesis y documentos técnicos. Además, proporciono sustento para la implementación del marco teórico y para la interpretación de los resultados obtenidos a partir de las encuestas, fichas de observación de la distribuidora Distric C.

4.3 Población y Muestra

4.3.1 Población

El estudio se aplicó a participantes involucrados de la Distribuidora Distric C. Por los docentes tutores responsables de supervisar el proyecto de investigación, que estaban ejecutando en el tiempo evaluado. La participación permitió el acceso a la información relevante desde el punto de vista de quienes intervienen en el desarrollo y seguimiento de estas actividades académicas.

4.3.2 Muestra

No se utilizó el cálculo de la muestra a través de fórmulas estadísticas, puesto que la población no cumple con la condición requerida para su utilización. Cuando el total de la población es inferior a 100 personas, se sugiere trabajar con todos los elementos presentes. Por ello, en este estudio se optó por incluir a la población completa.

4.4 Técnicas de Chi-cuadrado

Para verificar la hipótesis formulada en el estudio, se utilizó el Chi-cuadrado con el propósito de establecer si la implementación de la aplicación web basada en PWA influye en la mejora de las rutas de transporte.

Hipótesis Nula (H_0):

El uso de una aplicación web basada en PWA, desarrollada con el framework Django y el algoritmo Dijkstra no mejora la optimización de rutas de transporte reduciendo el tiempo de recorrido y el costo asociado al consumo de combustible de la Distribuidora Distric C del cantón Latacunga.

Hipótesis Alternativa (H_1):

El uso de una aplicación web basada en PWA, desarrollada con el framework Django y el algoritmo Dijkstra si mejora la optimización de rutas de transporte reduciendo el tiempo de recorrido y el costo asociado al consumo de combustible de la Distribuidora Distric C del cantón Latacunga.

4.5 Metodología de Desarrollo

Se utilizo la metodología de Desarrollo de Software (XP) para el desarrollo de la aplicación web de optimización de recursos de combustible por que se ajusta a entornos cambiantes, lo que ayuda a adaptarse a modificaciones frecuentes a lo largo de los ciclos de desarrollo y la colaboración con los usuarios.

4.5.1 Valores de la Metodología XP Implementados en el Proyecto

Los valores que usamos en el sistema son cinco, los cuales son esenciales en el proceso de desarrollo como instrucción para la elaboración de la aplicación web. En esta tabla se presenta valores de la metodología XP aplicados al proyecto, lo cuales sirvieron para organizar el trabajo.

Tabla 3. Valores de la Metodología XP

Valor	Descripción
Comunicación	Se mantuvieron reuniones periódicas con el Ing. Jaime Acurio para definir y priorizar funcionalidades.
Simplicidad	Se priorizó el diseño de los modelos Django y las vistas, evitando complicaciones incensarías.
Retroalimentación	Al concluir cada iteración de trabajo se llevaron a cabo presentaciones funcionales para el cliente, puesto que permitió ajustar funcionalidades de acuerdo con sus comentarios.
Coraje	Se abordaron cambios en los requisitos sin miedo a realizar modificaciones en el código.
Respeto	Se fomento un ambiente de trabajo colaborativo, revisiones de código y sesiones programadas.

4.5.2 Roles del Sistema

Tabla 4. Roles establecidos

Rol	Descripción	Accesos principales
Administrador	Usuario con acceso completo al sistema. Encargado de la administración y ajustes generales de la plataforma.	Crear, editar y eliminar usuarios, vehículos y historial de viajes. Generación de reportes.
Usuarios	Corresponde a los usuarios encargados de monitorear las tareas sugeridas.	Registrar ubicaciones y rutas optimas. Visualizar las ubicaciones geográficas en el mapa.

4.5.3 Historias de Usuario

La descripción de cada historia de usuario se detallará en la siguiente tabla, en donde se especifica cada parámetro, esto nos ayudará a saber la función de cada historia de usuario, tal como lo menciona el ejemplo de la tabla presentada a continuación.

Tabla 5. Ejemplo de Historias de Usuario

Historia de Usuario			
Numero	Se especifica el numero de la historia de usuario.		
Usuario	Se específica los usuarios que se mencionan en la historia de usuario.		
Nombre	Se especifica el nombre de la historia de usuario.		
Prioridad	Nivel de importancia de la historia de usuario.		
Responsable	Responsable del desarrollo.	Iteración Asignada	Se establece el tiempo de duración de la historia.
Descripción	-Como -Quiero -Para		
Criterios de Aceptación	Se especifica los criterios que terminan que la historia de usuario ha sido completada.		

4.5.4 Product Backlog

Es un listado que permite realizar mejoras continuas y ajustes necesarios para lograr un mayor desempeño para la corrección de posibles errores que se encuentren durante el transcurso del desarrollo. Es esencial para cada historia de usuario agregar que el proyecto progrese de manera funcional asegurando la entrega del software que cumpla con los requisitos del cliente.

Tabla 6. Formato Product Backlog

Orden	Código	Historia de Usuario	Prioridad	Complejidad
1	HU001	Gestión de usuarios	Alta	Baja

4.5.5 Criterios de Aceptación

Utilizamos criterios de aceptación ya que es fundamental que cada historia de usuario se cumpla para ser vista como finalizada. Esto ayuda a definir con el cliente, las funciones esenciales del sistema, lo que aclara confusiones y garantiza que se desarrolle el sistema.

Tabla 7. Estructura para criterios de aceptación

Código	Criterios de Aceptación
HU001	- El sistema permite registrar un nuevo usuario. - El correo electrónico del usuario debe ser único, si se repite, el sistema mostrará un mensaje de error. -El administrador puede modificar los datos de un usuario y los cambios se reflejan inmediatamente en el listado.

4.5.6 Fase del Desarrollo de la Metodología XP

El desarrollo del sistema se organizó mediante fases del ciclo de la metodología XP, promoviendo una cooperación entre los desarrolladores y el usuario final con entregas continuas funcionales.

4.5.6.1 Planificación

Se desarrollo por medio de historias de usuario en participación con el personal principal del software. El propósito es realizar un análisis de cada historia de usuario para priorizar su impacto dentro de la solución propuesta. Seguidamente, el equipo de desarrollo evaluó el esfuerzo necesario y se definieron roles, asegurando en cada fase del sistema se lleve a cabo conforme a los objetivos establecidos.

4.5.6.2 Diseño

Durante esta fase el diseño se adoptó un enfoque evolutivo para adaptarse a una estructura organizada que facilitara la comprensión de las funciones clave del sistema. Además, se mantuvo un diseño flexible que permitió hacer ajustes conforme progresaban las fases del desarrollo.

4.5.6.3 Implementación

En esta fase se laboró para desarrollar secciones de módulos críticos con el fin de priorizar el desarrollo y garantizar la relación de pruebas en ciertas áreas del sistema que debían satisfacer los requisitos establecidos. De igual manera, cualquier cambio significativo se registraba para su evaluación permitiendo que el sistema mantuviera acorde a las necesidades del cliente.

4.5.6.4 Pruebas

Una vez completado el desarrollo de las funciones, se realizaron pruebas unitarias para validar el correcto funcionamiento de modelos y vistas. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas de aceptación con el cliente, donde se presentaron las funcionalidades y se recogió información necesaria para realizar ajustes. El propósito de esta fase fue identificar posibles mejoras en los módulos correspondientes.

En la Tabla 8, estas pruebas permitieron reducir los errores en las evaluaciones del sistema.

Tabla 8. Plantilla de pruebas

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	Identificador único de la prueba
HU relacionada	Historia de usuario evaluado
Usuario/Rol	Usuario que realiza la prueba
Evaluador	Persona encargada de validar la prueba
Objetivo de la prueba	Se especifica lo que se pretende comprobar
Descripción	Se detalla la funcionalidad que será verificada.
Condiciones de entrada	Requisitos para ejecutar la prueba
Campos y validaciones	Datos que intervienen
Escenario 1 (con registros)	Situación que se evalúa utilizando datos existentes
Escenario 2 (sin registros)	Situación que se evalúa el comportamiento del sistema

4.5.6.6 Mejora Continua

Después de cada iteración se realizó una reunión de reflexión que permitió identificar los aspectos positivos y negativos. Este procedimiento es relevante ya que promueve la retroalimentación constante y posibilita la mejora continua de las nuevas funcionalidades del sistema.

4.6 Elementos de XP

4.6.1 Recursos Aplicados

Para el desarrollo de este proyecto se emplearon un equipo portátil con sistema operativo Windows 11 Pro. Se documenta las características generales (marca, modelo, procesador, memoria y versión de Windows) con el objetivo de contextualizar el entorno de ejecución.

Tabla 9 Especificaciones del equipo

ESPECIFICACIONES DEL DISPOSITIVO	
Marca	ASUS
Modelo	Vivobook Go E1504FA
Procesador	AMD Ryzen 5 7520U
RAM	16,0 GB
Tarjeta grafica	MD Radeon (TM) Graphics
Almacenamiento	1 TB
Tipo de sistema	Sistema operativo de 64 bits, procesador x64
Sistema operativo	Windows 11 Pro
Versión	25H2

5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Resultados del Enfoque Cuantitativo

En esta investigación se analizó los resultados obtenidos a partir desarrollo de la aplicación web basada en PWA. Para ello, se utilizó un enfoque metodológico mixto que integra enfoques cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión más completa del problema de estudio

En el enfoque cuantitativo, se analizaron métricas como el tiempo de recorrido, la distancia total de la ruta, el consumo estimado de combustible y el costo asociado. De igual manera, se registraron datos mediante la ficha de observación cual permitió recopilar información del escenario antes centrado en una ruta habitual y el escenario después orientado a la ruta optima generada por la aplicación web.

Los datos obtenidos fueron realizados mediante cálculo de indicadores cuantitativos para calcular promedios, la diferencia absoluta y porcentajes de ahorro. Este proceso facilito la comparación de los resultados entre ambos escenarios para determinar la influencia de la aplicación en la mejora de rutas de transporte.

5.1.1 Cálculo de indicadores cuantitativos

Se realizó con el objetivo de resumir y comparar valores obtenidos antes y después de la implementación de la aplicación web. Por esta razón, se emplearon medidas fundamentales para el promedio, la diferencia absoluta, la variación porcentual y la tasa de ahorro permitiendo en evaluar el sistema mediante el tiempo de recorrido, la distancia total, el peso del vehículo y el consumo estimado de combustible.

En esta investigación, además se incorporó el ajuste por el peso del vehículo por el motivo que el consumo energético real se ve afectado por la masa total que desplaza el automotor. Con este propósito se aplicó un factor de corrección (factor peso) que ajusta el consumo estimado en función de la carga propia del vehículo y del peso adicional registrado.

Este se fundamenta en el parámetro Alfa_Peso = 0.5 que representa la sensibilidad del consumo ante variaciones del peso. A partir de este parámetro se aplican fórmulas aplicadas para obtener indicadores comparativos permitiendo evaluar el grado de la optimización.

Fórmulas utilizadas

- - Diferencia absoluta entre escenarios

$$D = \text{Antes} - \text{Despues}$$

- -Ahorro porcentual

$$\text{A}(\%) = \left(\frac{\text{Antes} - \text{Despues}}{\text{Antes}}\right) \times 100$$

- - Ajuste por peso del vehículo
- - Cálculo del factor relativo de peso

  Peso_base = toneladas * 1000kg

$$\text{diferencia\_relativa} = \frac{\text{peso\_extra}}{\text{peso\_base}}$$

- - Cálculo del factor de peso

$$\text{factor\_peso} = 1 + \alpha \cdot \text{diferencia\_relativa}$$

  donde $\alpha = 0.5$

- - Distancia

$$\text{Distancia} = \text{velocidad} \times \text{Tiempo}$$

- - Consumo estimado según rendimiento del vehículo

$$\text{consumo\_litros} = \frac{\text{distancia\_km}}{\text{rendimiento\_km\_por\_litro}}$$

- - Consumo ajustado por peso

$$\text{Consumo final} = \left(\frac{\text{Distancia}}{\text{Rendimiento}}\right) \times \text{factor\_peso}$$

- Costo estimado del recorrido según tipo de combustible

  En esta parte se incorporaron los precios de las variantes de combustible utilizadas por la empresa.

Tabla 10. Precio de combustible en litros

Tipo de Combustible	Precio por Litro (USD)
Extra	0.75
Ecopais	0.75
Diésel	0.74
Súper	0.94

- - Costo estimado del recorrido

$$\text{Costo (USD)} = \text{Consumo (Litros)} \times \text{Precio del Combustible}$$

Estos valores se integraron directamente para obtener un análisis económico más preciso del comportamiento de las rutas antes y después de la implementación de la ampliación web.

5.2 Resultados del Enfoque Cualitativo

El análisis cualitativo reforzó los resultados numéricos para obtener una comprensión más amplia de las condiciones de operación que incluyen el desempeño de las rutas y en el consumo de combustible. Este proceso se sustentó mediante la información recopilada de la ficha de observación aplicada a los conductores durante la realización del recorrido habitual.

En esta sección se tomaron en cuenta las observaciones registradas por los conductores con sus diferentes condiciones de operación que no forman parte de los cálculos de la aplicación, pero

si influyen en el comportamiento del vehículo, tales como el tráfico, estado de las vías, la condición climática, la carga transportada y la precepción del conductor. Estos aspectos cualitativos contribuyeron a identificar elementos externos que pueden modificar la velocidad promedio, producir aumentos en el consumo total y fluidez de la conducción.

Los datos obtenidos fueron organizados en tablas individuales según el tipo de vehículo, lo que facilitó clasificar la información y analizar el efecto especifico de cada condición en el recorrido realizado. Este procedimiento cualitativo fortaleció la validez del análisis y evidenció que el desempeño real del vehículo no se basa solamente en cálculos numéricos, sino que también está influenciado por condiciones de operación que ocurren en el camino.

En conclusión, el estudio realizado permitió interpretar de manera más completa el desempeño de cada recorrido, puesto que los elementos analizados aclararon las diferencias observadas en el tiempo de recorrido, la velocidad, el consumo final y la comodidad al conducir. De este modo aporto consistencia a la comparación entre el entorno habitual y la ruta óptima producida por la aplicación.

Seguidamente, se representa las observaciones cualitativas recadabas sobre el Vehículo Chevrolet, con su Rendimiento:(17.38 km/L), utilizando combustible extra, en su recorrido habitual (-Inicio Maltería plaza, -Final: Barrio Laigua San Silvestre). Estas categorías pertenecen al procedimiento de análisis cualitativo.

Tabla 11. Observaciones del Vehículo Chevrolet en su recorrido

Condiciones	Descripción observada	Impacto en el recorrido
Tráfico	Bajo	Mantiene la velocidad y menor tiempo viaje.
Tipo de vía	Rural	Variación de velocidad por curvas y tierra.
Condición climática	Soleado	Facilita la conducción.
Carga transportada	Media carga, (-60 kg, –140 kg)	Incremento leve del consumo de combustible por mayor peso.
Percepción del conductor	Neumáticos desgastados	Mayor desgaste del vehículo.

Se representa las observaciones cualitativas tomadas del Vehículo Kia, que tiene un Rendimiento: (12.00 km/L), utilizando combustible extra, en su recorrido habitual (-Inicio: Parque San Felipe, -Final: Barrio Santa Rosa de Pichul).

Tabla 12. Observaciones del Vehículo Kia en su recorrido

Categoría	Descripción observada	Impacto en el recorrido
Tráfico	Bajo	Facilita la conducción fluida.
Estado de la vía	Rural	Variaciones de velocidad por irregularidades del terreno.
Condición climática	Lluvia	Obliga a disminuir la velocidad.
Carga transportada	Carga alta, (más de kg–150 kg)	Exige mayor esfuerzo del motor.
Percepción del conductor	Calles con baches	Afecta la estabilidad al conducir.

Se muestra la observación cualitativa tomadas por la Motocicleta DAYTONA DY150, con el Rendimiento (45 km/L), tipo de combustible extra, en su recorrido habitual (-Inicio: Maldonado Toledo, -Final: Barrio Santo Domingo).

Tabla 13. Observaciones del Vehículo DAYTONA DY150 en su recorrido

Categoría	Descripción observada	Impacto en el recorrido
Tráfico	Medio	Mantiene velocidad estable, sin afectar significativamente el tiempo
Estado de la vía	Urbana	Favorece una circulación constante
Condición climática	Soleado	Facilita la conducción y reduce riesgos.
Carga transportada	Carga ligera (menos de 10 kg)	No genera esfuerzo al consumo de combustible por el peso.
Percepción del conductor	Ruta habitual fácil de recordar	Permite una conducción más segura.

Se presenta la observación cualitativa del Camión HINO, con el Rendimiento (9.5Km/L), combustible Diesel, en su recorrido habitual (Inicio: Betlehemitas, final: Iglesia San Buena ventura).

Tabla 14. Observaciones del Vehículo Hino en su recorrido

Categoría	Descripción observada	Impacto en el recorrido
Tráfico	Medio	Permite mantener velocidad constante.
Estado de la vía	Urbana	Facilita un avance constante.
Condición climática	Soleado	Facilita la conducción y reduce riesgo.
Carga transportada	Carga alta (más de 1.500 kg)	Aumento de consumo de combustible debido al peso.
Percepción del conductor	Ruta conocida y sin inconvenientes.	No genera retrasos en su recorrido.

Se describe las observaciones cualitativas del Vehículo Mazda, con el Rendimiento: (10.4 km/L), tipo de combustible Extra, en su recorrido (-Inicio: Barrio Santo domingo, - Iglesia San Buenaventura).

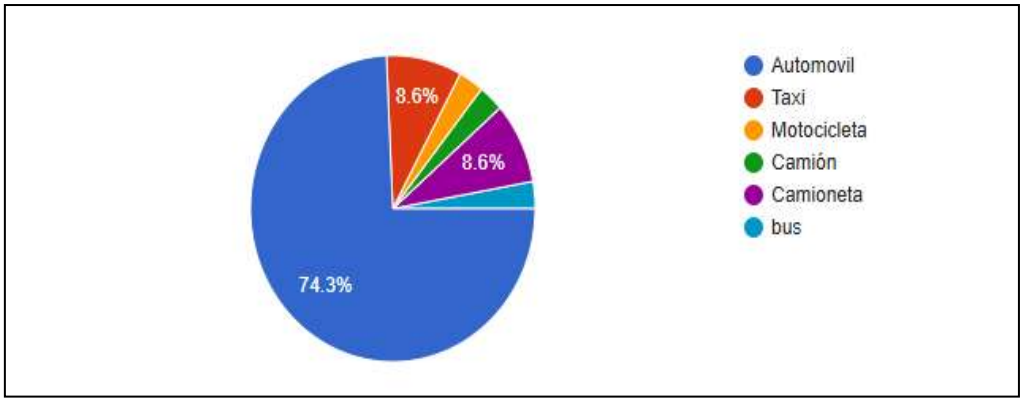
Tabla 15. Observaciones del Vehículo Mazda en su recorrido

Categoría	Descripción observada	Impacto en el recorrido
Tráfico	Bajo	Permite mantener velocidad constante.
Estado de la vía	Rural	Genera variaciones de velocidad por irregularidades del terreno.
Condición climática	Soleado	Facilita la conducción y reduce riesgos.
Carga transportada	Media carga (150 kg)	Incremento ligero al consumo de combustible por el peso adicional.
Percepción del conductor	Ruta conocida y sin inconvenientes.	Mejora la seguridad y confianza al conducir.

5.3 Resultados de la Encuesta Sobre Consumo de Combustible y Tipos de Vehículo.

5.3.1 Pregunta 1

En la figura 1 se muestra los datos obtenidos de la pregunta: ¿Qué tipo de vehículo utiliza principalmente para sus recorridos?



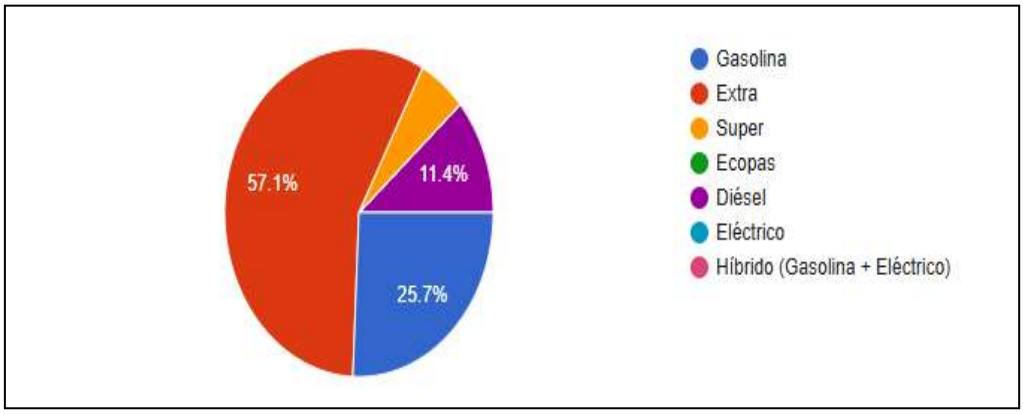
• Análisis:

El 74,3% (12 personas) utiliza automóvil. El 8,6% (1 personas) utiliza taxi. El 8,6% (1 personas) utiliza camioneta. El 2,9% (1 persona) utiliza motocicleta. El 2,9% (1 persona) utiliza camión. El 2,9% (1 persona) utiliza bus.

Se evidencia un predominio claro del automóvil, lo que permite orientar el diseño del sistema y del modelo predictivo hacia el tipo de vehículo más frecuente, sin dejar de contemplar categorías minoritarias que podrían presentar consumos distintos.

5.3.2 Pregunta 2

En la figura 2 se muestra los datos obtenidos de la pregunta: ¿Qué tipo de combustible utiliza su vehículo para los recorridos?



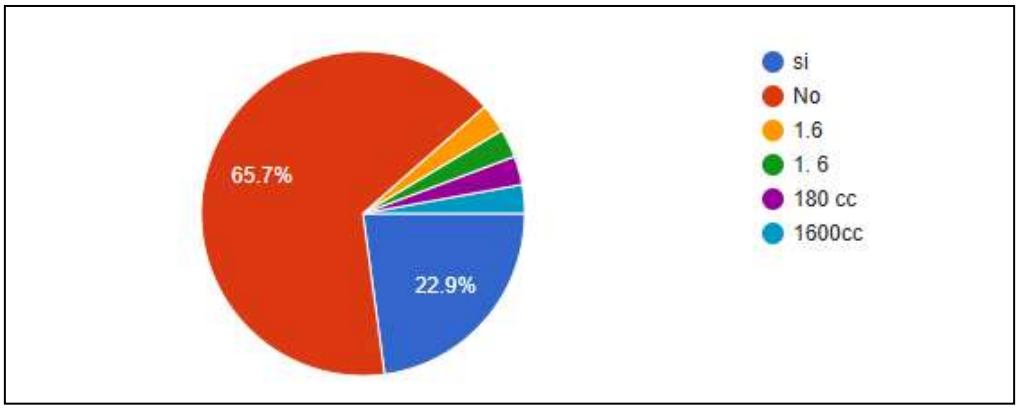
• Análisis:

El 57,1% (9 personas) utiliza extra. El 25,7% (4 personas) utiliza gasolina. El 11,4% (2 personas) utiliza diésel. El 5,7% (1 personas) utiliza súper.

El resultado confirma que el tipo de combustible es una variable operativa clave para la estimación anticipada, ya que concentra gran parte de la muestra en una categoría principal (extra), facilitando comparaciones y análisis.

5.3.3 Pregunta 3

En la figura 3 se muestra los datos obtenidos de la pregunta: ¿Sabe cuál es el cilindraje de su vehículo (por ejemplo, en cc o litros)? Si la respuesta es Sí, coloque en "Otros" el valor de su cilindraje.



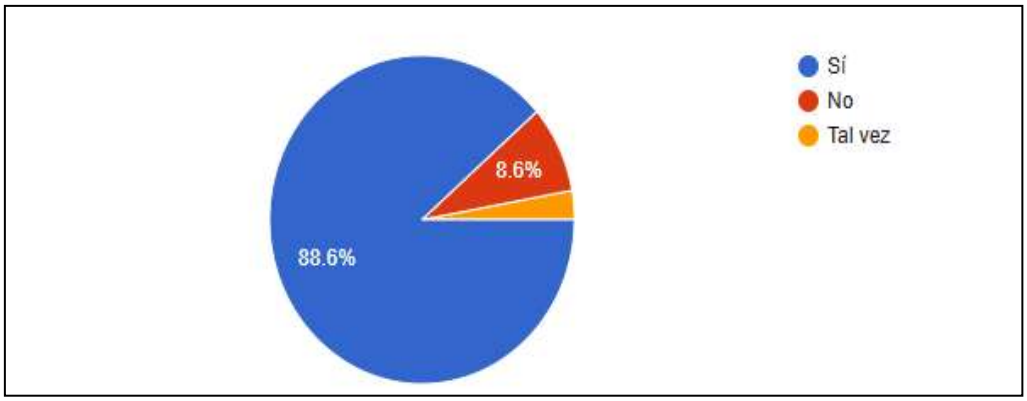
• Análisis:

El 65,7% (7 personas) respondió que no conoce el cilindraje. El 22,9% (5 personas) respondió que sí lo conoce. Adicionalmente, el 11,4% (4 personas) registró valores específicos en "Otros" (por ejemplo: 1.6, 180 cc, 1600 cc).

Los resultados muestran que una parte importante desconoce el cilindraje, lo que sugiere que el sistema debe facilitar el registro mediante opciones guiadas (listas o rangos) para evitar inconsistencias de formato y mejorar la calidad de los datos operativos.

5.3.4 Pregunta 4

En la figura 4 se muestra los datos obtenidos de la pregunta: ¿Cree que la distancia recorrida de su vehículo influye en el consumo de combustible?



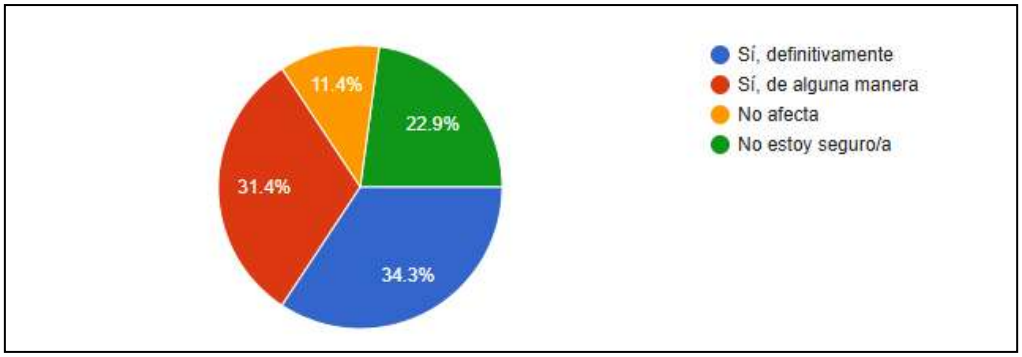
• Análisis:

El 88,6% (14 personas) respondió que sí. El 8,6% (1 personas) respondió que no. El 2,9% (1 persona) respondió tal vez.

La mayoría reconoce la relación entre distancia y consumo, lo cual respalda el enfoque del proyecto y justifica incluir la distancia como variable central dentro del análisis predictivo.

5.3.5 Pregunta 5

En la figura 5 se muestra los datos obtenidos de la pregunta: En su experiencia, ¿el tipo de combustible utilizado en su vehículo afecta el consumo de combustible en las rutas que realiza?



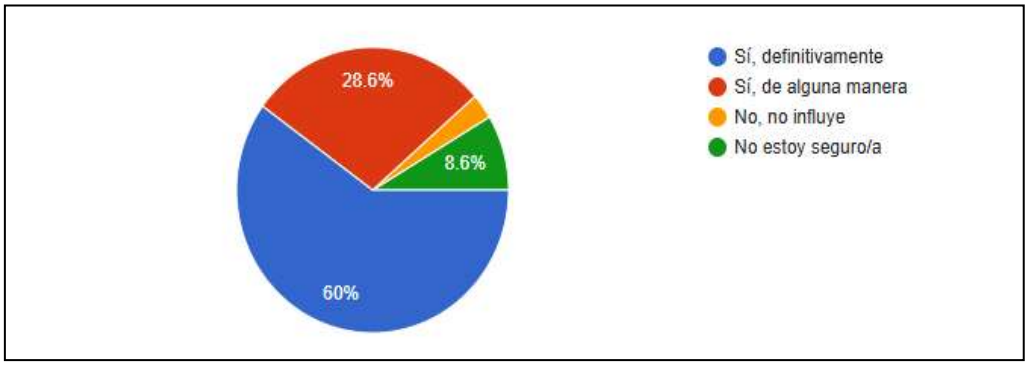
• Análisis:

El 34,3% (5 personas) respondió: Sí, definitivamente. El 31,4% (5 personas) respondió: Sí, de alguna manera. El 22,9% (4 personas) respondió: No estoy seguro/a. El 11,4% (2 personas) respondió: No afecta.

Se observa una tendencia mayoritaria a afirmar que el tipo de combustible sí impacta el consumo (65,7% sumando ambas respuestas afirmativas), lo que fortalece su incorporación como variable operativa dentro del sistema.

5.3.6 Pregunta 6

En la figura 6 se muestra los datos obtenidos de la pregunta: ¿Cree que la distancia recorrida y el tiempo de viaje influyen en el consumo de combustible de su vehículo?



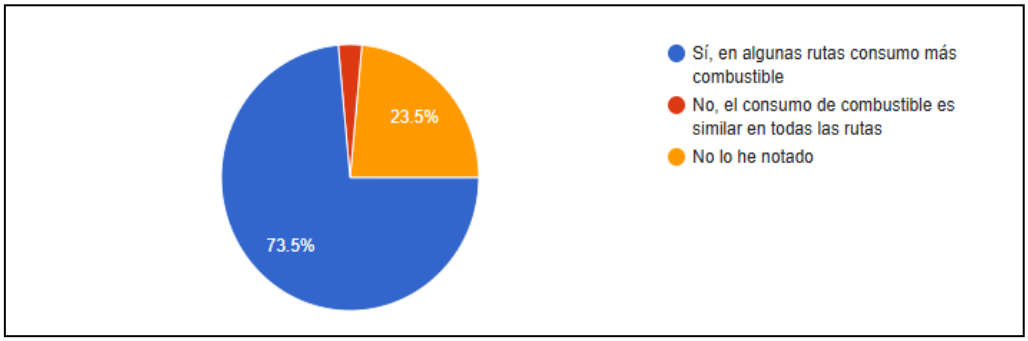
• Análisis:

El 60,0% (10 personas) respondió: Sí, definitivamente. El 28,6% (4 personas) respondió: Sí, de alguna manera. El 8,6% (1 personas) respondió: No estoy seguro/a. El 2,9% (1 persona) respondió: No, no influye.

Los resultados evidencian una percepción ampliamente favorable (88,6% en respuestas afirmativas) respecto a la influencia de distancia y tiempo, alineándose con el objetivo del proyecto de estimar consumo anticipado a partir de variables operativas.

5.3.7 Pregunta 7

En la figura 7 se muestra los datos obtenidos de la pregunta: ¿Ha observado variaciones en el consumo de combustible entre diferentes rutas, considerando solo la distancia recorrida y el tiempo invertido en cada una?



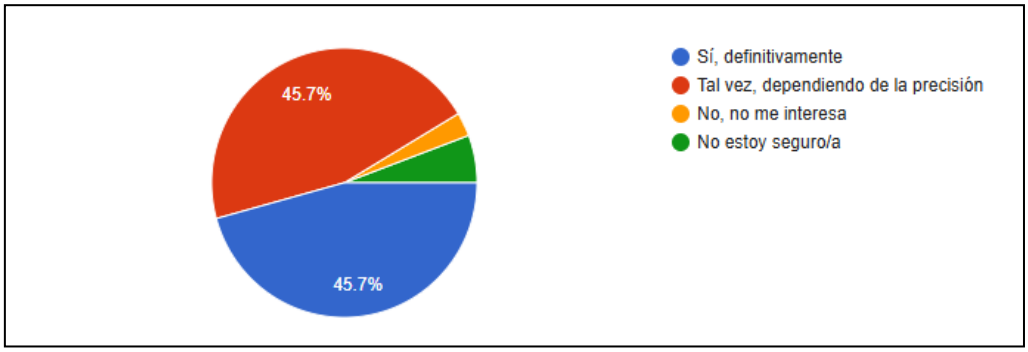
• **Análisis:**

El 73,5% (11 personas) respondió: Sí, en algunas rutas consumo más combustible. El 23,5% (4 personas) respondió: No lo he notado. El 2,9% (1 persona) respondió: No, el consumo es similar en todas las rutas.

La mayoría identifica variaciones entre rutas, lo que respalda la necesidad de comparar alternativas y anticipar escenarios de mayor consumo antes de ejecutar el recorrido, finalidad directa de la aplicación predictiva.

5.3.8 Pregunta 8

En la figura 8 se muestra los datos obtenidos de la pregunta: ¿Le gustaría utilizar una herramienta que prediga el consumo de combustible antes de realizar un recorrido, para optimizar las rutas y reducir costos?



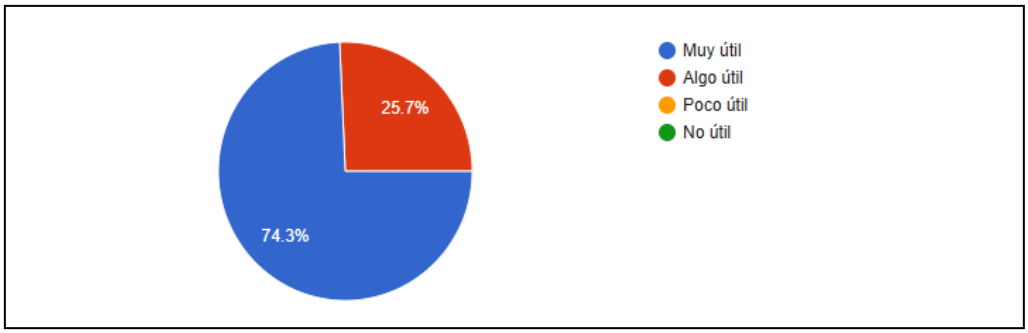
• **Análisis:**

El 45,7% (7 personas) respondió: Sí, definitivamente. El 45,7% (7 personas) respondió: Tal vez, dependiendo de la precisión. El 5,7% (1 personas) respondió: No estoy seguro/a. El 2,9% (1 persona) respondió: No, no me interesa.

Existe alta aceptación potencial (91,4% entre “sí” y “tal vez”), aunque se identifica una condición relevante: la precisión del sistema. Esto orienta a que el modelo predictivo y el registro de datos sean consistentes para generar confianza operativa.

5.3.9 Pregunta 9

En la figura 9 se muestra los datos obtenidos de la pregunta: ¿Qué tan útil considera que sería contar con un sistema que ajuste dinámicamente las rutas en función del consumo de combustible y las condiciones operativas (tráfico, clima, etc.)?



• **Análisis**:

El 74,3% (12 personas) indicó: Muy útil. El 25,7% (4 personas) indicó: Algo útil. No se registraron respuestas en "Poco útil" ni "No útil".

El resultado evidencia una valoración ampliamente positiva hacia un sistema de apoyo a la planificación, lo que confirma la pertinencia de implementar una aplicación PWA con Django que permita anticipar consumo y apoyar decisiones de ruta con base en información.

5.4 Resultados de Investigación Antes y Después

5.4.1 Resultados Obtenidos en el Escenario Antes de la Aplicación Web PWA

Los datos registrados en este escenario representan el comportamiento natural de los recorridos realizados por los conductores sin apoyo de herramientas.

Los más principales problemas fueron:

- Uso de rutas más largas por costumbre.
- Mayor tiempo de operación.
- Distancias innecesarias por desvíos empíricos.
- Incremento del consumo debido al número de intersecciones y frenados frecuentes.

Vehículo Chevrolet (17.38 km/L) tipo de combustible extra

- **Distancia**

  Tiempo = 9:00

- **Minutos a horas**

$$\text{tiempo} = 9\,\text{min} = \frac{9}{60}$$

$$\text{tiempo} = 0.15\ \text{h}$$

$$\mathcal{D}\text{istancia} = 42\text{km/h} \times 0.15\text{ h}$$

$$\boldsymbol{\mathcal{D}\text{istancia} = 6.30\ km}$$

- **Consumo estimado según rendimiento del vehículo**

$$\text{consumo\_litros} = \frac{6.30\text{ km}}{17.38\text{km/l}}$$

$$\textbf{consumo\_litros} = \textbf{0.36L}$$

- **Costo estimado del recorrido**

$$\text{Costo (USD)} = 0.36 \times 0.75\ \textbf{Extra}$$

$$\textbf{Costo (USD)} = \textbf{0.27}$$

- **Ajuste por peso del vehículo**
- **Cálculo del factor relativo de peso**

Peso_base= 5 toneladas * 1000kg

Peso_base=5000 kg

Peso_extra= 350,00kg

$$\text{diferencia\_relativa} = \frac{350{,}00\text{kg}}{5000\text{kg}}$$

$$\text{diferencia\_relativa} = 0.07$$

- **Cálculo del factor de peso**

$$\text{factor\_peso} = 1 + 0.5 \cdot 0.07$$

$$\text{factor\_peso} = 1.035$$

- **Consumo ajustado por peso**

$$\text{Consumo final} = \left(\frac{6.30\ km}{17.38\text{ km/L}}\right) \times 1.035$$

$$\text{Consumo final} = 0.3752\text{ L}$$

$$\textbf{Consumo final} = \textbf{0.38L}$$

Descripción: -Inicio Maltería plaza, -Final Barrio Laigua San Silvestre

Tabla 16. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo Chevrolet

Ruta/ Descripción	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo (USD)	Peso de vehículo	Peso adicional	Factor de peso	Consumo ajustado
Ruta 1	**6.30 km**	**9 min**	**0.36 L**	**0.27 Usd**	**5000kg**	**350,00kg**	**1.035**	**0.38 L**

Vehículo KIA (12.00 km/L) tipo de combustible extra

- **Distancia**

  Tiempo = 5:38

- **Minutos a horas**

$$\text{tiempo} = 5\,\text{min} = \frac{5}{60}$$

tiempo= 0.08333 h

- **Segundos a horas**

$$\text{tiempo} = 38\,\text{s} = \frac{38\,\text{s}}{3600}$$

tiempo= 0.01056 h

- **Tiempo total en horas**

$$0.08333 + 0.01056 = 0.09389\,\text{h}$$

$$\mathcal{D}\text{istancia} = 43\text{km/h} \times 0.09389\,\text{h}$$

$$\boldsymbol{\mathcal{D}\text{istancia} = 4.04\,km}$$

- **Consumo estimado según rendimiento del vehículo**

$$\text{consumo\_litros} = \frac{4.04\,km}{12.00\,\text{km/L}}$$

$$\mathbf{consumo\_litros = 0.33L}$$

- **Costo estimado del recorrido**

$$\text{Costo (USD)} = 0.33 \times 0.75 \textbf{ Extra}$$

$$\text{Costo (USD)} = 0.247$$

$$\mathbf{Costo\ (USD) = 0.25}$$

- **Ajuste por peso del vehículo**
- **Cálculo del factor relativo de peso**

Peso_base= 1.15 toneladas * 1000kg

Peso_base=1150kg

Peso_extra =95kg

$$\text{diferencia\_relativa} = \frac{95\text{kg}}{1150\text{kg}}$$

$$\text{diferencia\_relativa} = 0.0826$$

- **Cálculo del factor de peso**

$$\text{factor\_peso} = 1 + 0.5 \cdot 0.0826$$

$$\text{factor\_peso} = 1.0413$$

- **Consumo ajustado por peso**

$$\text{Consumo final} = \left(\frac{4.04\ \text{km}}{12.00\ \text{km/L}}\right) \times 1.0413$$

$$\mathbf{Consumo\ final = 0.35}$$

Descripción: -Inicio: Parque San Felipe, -Destino: barrio Santa Rosa de Pichul

Tabla 17. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo KIA

Ruta/ Descripción	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo (USD)	Peso de vehículo	Peso adicional	Factor de peso	Consumo ajustado (L)
Ruta 1	**4.04 km**	**5:38 min**	**0.33L**	**0.25Usd**	**1150kg**	**95kg**	**1.0413**	**0.35L**

Motocicleta DAYTONA DY150 (45 km/L) tipo de combustible extra

- **Distancia**

  Tiempo = 9:38

- **Minutos a horas**

$$\text{tiempo} = 9\,\text{min} = \frac{9}{60}$$

tiempo= 0.15 h

- **Segundos a horas**

$$\text{tiempo} = 38\,\text{s} = \frac{38\,\text{s}}{3600}$$

tiempo= 0.01056 h

- **Tiempo total en horas**

$$0.15 + 0.01056 = 0.16056\,\text{h}$$

$$\mathcal{D}\text{istancia} = 80\text{km/h} \times 0.16056\,\text{h}$$

$$\mathcal{D}\text{istancia} = 12.8448\,\text{km}$$

$$\boldsymbol{\mathcal{D}\text{istancia} = 12.84\,\text{km}}$$

- **Consumo estimado según rendimiento del vehículo**

$$\text{consumo\_litros} = \frac{12.84\,km}{45\,\text{km/L}}$$

$$\text{consumo\_litros} = 0.2853\ \text{L}$$

$$\mathbf{consumo\_litros = 0.29\ L}$$

- **Costo estimado del recorrido**

$$\text{Costo (USD)} = 0.29 \times 0.75\ \textbf{Extra}$$

$$\mathbf{Costo\ (USD) = 0.22}$$

- **Ajuste por peso del vehículo**
- **Cálculo del factor relativo de peso**

Peso_base= 0.17 toneladas * 1000kg

Peso_base=170kg

Peso_extra=44.36kg

$$\text{diferencia\_relativa} = \frac{44.36\text{kg}}{170\text{kg}}$$

$$\text{diferencia\_relativa} = 0.2609$$

- **Cálculo del factor de peso**

$$\text{factor\_peso} = 1 + 0.5 \cdot 0.2609$$

$$\text{factor\_peso} = 1.13$$

- **Consumo ajustado por peso**

$$\text{Consumo final} = \left(\frac{12.84\ km}{45\ \text{km/L}}\right) \times 1.13$$

$$\mathbf{Consumo\ final = 0.32\ litros}$$

Descripción: -Inicio: Maldonado Toledo, -Final Barrio Santo Domingo

Tabla 18. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo DAYTONA DY150

Ruta/ Descripción	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo USD	Peso de vehículo	Peso adicional	Factor de peso	Consumo ajustado (L)
Ruta 1	**12.84 km**	**9:38**	**0.29 L**	**0.22Usd**	**170kg**	**44.36kg**	**1.13 kg**	**0.32 L**

Camión HINO (9.5 km/L) tipo de combustible Diesel

- **Distancia**

  Tiempo: 11:48

- **Minutos a horas**

$$\text{tiempo} = 11\,\text{min} = \frac{11}{60}$$

tiempo= 0.18333 h

- **Segundos a horas**

$$\text{tiempo} = 48\,\text{s} = \frac{48\,\text{s}}{3600}$$

tiempo= 0.01333 h

- **Tiempo total en horas**

$$0.18333 + 0.01333 = 0.19666\,\text{h}$$

$$\mathcal{D}\text{istancia} = 45\text{km/h} \times 0.19666\ \text{h}$$

$$\mathcal{D}\text{istancia} = 8.849\,\text{km}$$

$$\boldsymbol{\mathcal{D}\text{istancia} = 8.85\,\text{km}}$$

- **Consumo estimado según rendimiento del vehículo**

$$\text{consumo\_litros} = \frac{8.85\,\text{km}}{9.5\,\text{km/L}}$$

$$\textbf{consumo\_litros} = \mathbf{0.93L}$$

- **Costo estimado del recorrido**

$$\text{Costo (USD)} = 0.93 \times 0.74 \textbf{ Diesel}$$

$$\textbf{Costo (USD)} = \mathbf{0.68}$$

- **Ajuste por peso del vehículo**
- **Cálculo del factor relativo de peso**

Peso_base=3.60 toneladas * 1000kg

Peso_base= 3600 kg

Peso_base= 125.00 kg

$$\text{diferencia\_relativa} = \frac{125.00\text{kg}}{3600\text{kg}}$$

$$\text{diferencia\_relativa} = 0.0347$$

- **Cálculo del factor de peso**

$$factor\_peso = 1 + 0.5 \cdot 0.0347\text{kg}$$

$$factor\_peso = 1.01735$$

- **Consumo ajustado por peso**

$$\text{Consumo final} = \left(\frac{8.85\text{ km}}{9.5\text{ km/L}}\right) \times 1.01735$$

$$\text{Consumo final} = 0.947$$

$$\textbf{Consumo final} = \mathbf{0.95\ L}$$

Descripción: Inicio: Betlehemitas, -final: Iglesia San Buena ventura

Tabla 19. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo Hino

Ruta/ Descripción	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo USD	Peso de vehículo	Peso adicional	Factor de peso	Consumo ajustado (L)
Ruta 1	**8.85 km**	**11:48**	**0.93 L**	**0.68Usd**	**3600kg**	**125kg**	**1.01735**	**0.95 L**

Vehículo Mazda (10.4 km/L) tipo de combustible Extra

- **Distancia**

Tiempo = 7:26

- **Minutos a horas**

$$\text{tiempo} = 7\,\text{min} = \frac{7}{60}$$

tiempo= 0.11667 h

- **Segundos a horas**

$$\text{tiempo} = 26\,\text{s} = \frac{26\,\text{s}}{3600}$$

tiempo= 0.00722 h

- **Tiempo total en horas**

$$0.11667 + 0.00722 = 0.12389\,\text{h}$$

$$\text{Distancia} = 32\text{km/h} \times 0.12389\,\text{h}$$

$$\mathbf{Distancia = 3.96\,km}$$

- **Consumo estimado según rendimiento del vehículo**

$$\text{consumo\_litros} = \frac{3.96\ km}{10.4\ \text{km/L}}$$

$$\textbf{consumo\_litros} = \mathbf{0.38\ L}$$

- **Costo estimado del recorrido**

$$\text{Costo (USD)} = 0.38\text{L} \times 0.75\ \textbf{Extra}$$

$$\text{Costo (USD)} = 0.285$$

$$\textbf{Costo (USD)} = \mathbf{0.29}$$

- **Ajuste por peso del vehículo**
- **Cálculo del factor relativo de peso**

Peso_base= 1.59 toneladas * 1000kg

Peso_base = 1590kg

Peso_extra = 123.60 kg

$$\text{diferencia\_relativa} = \frac{123.60\text{kg}}{1590\text{kg}}$$

$$\text{diferencia\_relativa} = 0.07774$$

- **Cálculo del factor de peso**

$$\text{factor\_peso} = 1 + 0.5 \cdot 0.07774$$

$$\text{factor\_peso} = 1.03887$$

$$\text{factor\_peso} = 1.039$$

- **Consumo ajustado por peso**

$$\text{Consumo final} = \left(\frac{3.96\ km}{10.4\ \text{km/L}}\right) \times 1.039$$

$$\text{Consumo final} = 0.3957\ \text{L}$$

$$\textbf{Consumo final} = \mathbf{0.40L}$$

Descripción: -Inicio: Barrio Santo domingo, - Iglesia San Buenaventura

Tabla 20. Comportamiento natural del recorrido en el Vehículo Mazda

Ruta/ Descripción	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo (USD)	Peso de vehículo	Peso adicional	Factor de peso	Consumo ajustado (L)
Ruta 1	**3.96 km**	**7:26**	**0.38 L**	**0.29Usd**	**1590kg**	**123.60 kg**	**1.039**	**0.40**

5.4.2 Resultados Obtenidos en el Escenario Después de la Aplicación Web PWA

Los resultados se obtuvieron mediante la utilización de la aplicación web que muestran una reducción significativa en la distancia total, una disminución del tiempo operativo, consumo ajustado por el peso del vehículo, una mejora en el consumo estimado de combustible.

Vehículo Chevrolet (17.38 km/L)



Figura 2. Muestra de recorrido en Vehículo Chevrolet

Tabla 21.Utilización de la aplicación web en el recorrido en el Vehículo Chevrolet

Ruta	Tipo de Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo (USD)	Consumo ajustado (L)
Ruta 1	Óptima	**5.41km**	**6.2 min**	**0.31L**	**0.23 USD**	**0.32L**
Ruta 1	Alternativa 1	**4.94 km**	**6.7 min**	**0.32L**	**0.21 USD**	**0.29L**
Ruta 1	Alternativa 2	**5.84 km**	**6.9 min**	**0.34L**	**0.25 USD**	**0.35L**

Vehículo KIA (12.00 km/L)



Figura 3. Muestra de recorrido en Vehículo KIA

Tabla 22. Utilización de la aplicación web en el recorrido en el Vehículo KIA

Ruta	Tipo de Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo (USD)	Consumo ajustado (L)
Ruta 1	Óptima	**3.42 km**	**3.0 min**	**0.20L**	**0.15USD**	**0.21 L**
Ruta 1	Alternativa 1	**3.55 km**	**3.0 min**	**0.21 L**	**0.16USD**	**0.22 L**

Motocicleta DAYTONA DY150 (45 km/L)



Figura 4. Muestra de recorrido en Motocicleta DAYTONA DY150

Tabla 23. Utilización de la aplicación web en el recorrido en la Motocicleta DAYTONA DY150.

Ruta	Tipo de Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo (USD)	Consumo ajustado (L)
Ruta 1	Óptima	**5.66 km**	**6.8 min**	**0.13 L**	**0.09USD**	**0.15 L**
Ruta 1	Alternativa 1	**5.56 km**	**7.7 min**	**0.12 L**	**0.09USD**	**0.15 L**
Ruta 1	Alternativa 2	**6.14 km**	**7.6 min**	**0.14 L**	**0.10USD**	**0.16 L**

Camión HINO (9.5 km/L)



Figura 5. Muestra de recorrido en Camión Hino

Tabla 24. Utilización de la aplicación web en el recorrido en el Camión Hino

Ruta	Tipo de Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo (USD)	Consumo ajustado (L)
Ruta 1	Óptima	**7.37 km**	**10.0 min**	**0.78L**	**0.57USD**	**0.79 L**
Ruta 1	Alternativa 1	**10.14 km**	**12.0 min**	**1.07 L**	**0.79USD**	**1.09 L**
Ruta 1	Alternativa 2	**8.81 km**	**10.5 min**	**0.93 L**	**0.69USD**	**0.94 L**

Vehículo Mazda (10.4 km/L)



Figura 6. Muestra de recorrido en Vehículo Mazda

Tabla 25. Utilización de la aplicación web en el recorrido en el Vehículo Mazda

Ruta	Tipo de Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo (L)	Costo (USD)	Consumo ajustado (L)
Ruta 1	Óptima	**2.64 km**	**4.1 min**	**0.25 L**	**0.19USD**	**0.26**
Ruta 1	Alternativa 1	**2.86 km**	**4.8 min**	**0.28 L**	**0.21USD**	**0.29**
Ruta 1	Alternativa 2	**2.82 km**	**4.2 min**	**0.27 L**	**0.20USD**	**0.28**

5.4.3 Resultados Obtenidos por la Ficha de Observación Mediante el PWA

La ficha de observación me permite analizar el comportamiento operativo de cada tipo de vehículo antes y después de la implementación de la aplicación web.

Los resultados permiten determinar cómo la optimización generada por el algoritmo de Dijkstra impacta la diferencia a cada vehículo según su eficiencia en kilometro por litro (KM/L)

5.4.3.1 Resultados para el Vehículo Chevrolet (17.38 km/L)

Tabla 26. Resultados del Vehículo Mazda

Indicador	Antes	Después	Diferencia	Ahorro %
Distancia (km)	6.30 km	5.41 km	0.89 km	14.13%
Tiempo (min)	9 min	6.2 min	2.8 min	31.11%
Consumo (L)	0.36L	0.31L	0.05 L	13.89%
Tipo de Combustible	Extra	Extra	Extra	Extra
Costo (USD)	0.27 USD	0.23 USD	0.04 USD	14.81%
Consumo ajustado (L)	0.38 L	0.32L	0.06 L	15.79%

5.4.3.2 Resultados para el Vehículo KIA (12.00 km/L)

Tabla 27.Resultados del Vehículo KIA

Indicador	Antes	Después	Diferencia	Ahorro %
Distancia (km)	4.04 km	3.42 km	0.62 km	15.35 %
Tiempo (min)	5.38 min	3.00 min	2.38 min	44.24 %
Consumo (L)	0.33 l	0.20L	0.13 L	39.39 %
Tipo de Combustible	Extra	Extra	Extra	Extra
Costo (USD)	0.25 USD	0.15 USD	0.10 USD	40.00 %
Consumo ajustado (L)	0.35L	0.21L	0.14 L	40.00 %

5.4.3.3 Resultados para la Motocicleta DAYTONA DY150 (45 km/L)

Tabla 28. Resultados del Vehículo DAYTONA DY150

Indicador	Antes	Después	Diferencia	Ahorro %
Distancia (km)	12.84 km	5.66 km	7.18 km	55.92 %
Tiempo (min)	9:38 min	6.8 min	2.83 min	29.39 %
Consumo (L)	0.29 L	0.13 L	0.16 L	55.17 %
Tipo de Combustible	EXTRA	EXTRA	EXTRA	EXTRA
Costo (USD)	0.22 USD	0.09 USD	0.13 USD	59.09 %
Consumo ajustado (L)	0.32 L	0.15 L	0.17 L	53.13 %

5.4.3.4 Resultados para el Camión HINO (9.5 km/L)

Tabla 29. Resultados del Vehículo Hino

Indicador	Antes	Después	Diferencia	Ahorro %
Distancia (km)	8.85 km	7.37 km	1.48 km	16.72 %
Tiempo (min)	11:48 min	10:00 min	1.80 min	15.25 %
Consumo (L)	0.93 L	0.78 L	0.15 L	16.13 %
Tipo de Combustible	DIESEL	DIESEL	DIESEL	DIESEL
Costo (USD)	0.68 USD	0.57 USD	0.11 USD	16.18 %
Consumo ajustado (L)	0.95 L	0.79 L	0.16 L	16.84 %

5.4.3.5 Resultados para el Vehículo Mazda (10.4 km/L)

Tabla 30. Resultados del Vehículo Mazda

Indicador	Antes	Después	Diferencia	Ahorro %
Distancia (km)	3.96 km	2.64 km	1.32 km	33.33%
Tiempo (min)	7:26 min	4.1 min	2.33 min	41.13 %
Consumo (L)	0.38 L	0.25 L	0.13 L	34.21 %
Tipo de Combustible	EXTRA	EXTRA	EXTRA	EXTRA
Costo (USD)	0.29 USD	0.19 USD	0.10 USD	34.48 %
Consumo ajustado (L)	0.40 L	0.26 L	0.14 L	35.00 %

5.4.4 Interpretación Global del Análisis por Vehículos

El análisis comparativo de los cinco vehículos evaluados como Chevrolet, Kia, DAYTONA DY150, HINO y Mazda confirma que la ejecución de la aplicación web optimizó de manera significativa el desempeño operativo.

5.4.4.1 Reducción Consistente de Distancia en Todas las Unidades

Los cinco vehículos evidencian una disminución en el kilometraje recorrido entre 14% y 55%. Esto confirma la efectividad que el algoritmo de Dijkstra identifica rutas más cortas y precisas.

Además, tienen mayores beneficios en la motocicleta DAYTONA DY150 (−7.18 km, 55.92 %) y el Mazda (−1.32 km, 33.33 %)**.**

5.4.4.2 Mejora Significativa en Tiempos de Recorrido

El tiempo total disminuyó en todas las unidades con mejoras que varían entre 15% y 45%. El Kia (44.24 %) y el Mazda (44.82 %) fueron los vehículos con mayor disminución en tiempo evidenciando una optimización importante en sectores urbanos.

5.4.4.3 Disminución Clara del Consumo y Costo de Combustible

El consumo de combustible disminuyó entre 13 % y 55 % lo que evidencia el impacto directo de las rutas optimizadas.

Los vehículos de menor rendimiento como el camión HINO de 9.5 km/L registraron reducciones notables en costo de combustible de 16%. En cambio, el mayor rendimiento la motocicleta DAYTONA DY150 (45 km/L) alcanzó ahorros superiores al 55% debido a la gran diferencia entre el recorrido original y el optimizado.

5.4.4.4 El Ajuste por Peso confirma la Validez del Ahorro real

El consumo ajustado al peso transportado del vehículo mantiene una reducción en todos los casos con valores entre 15% y 53%. Esto confirma que la optimización no solo depende en el rendimiento del vehículo, más bien en condiciones operativas reales.

5.4.4.5 Los Ahorros más Altos se Dieron en Motocicletas y Autos Livianos

- DAYTONA DY150: Mayor ahorro en el consumo total (55–53 %) y en costos (59 %).
- Kia y Mazda**:** Reducciones balanceadas en distancia, tiempo y costo.
- Chevrolet**:** Ahorros moderados pero consistentes en todos los indicadores.

Esto evidencia que los vehículos se benefician de manera especial al evitar rutas largas o con congestión.

5.4.4.6 Los Vehículos Pesados también Mejoran, aunque con menor Magnitud

El camión Hino a pesar de su bajo rendimiento se redujo el consumo y el costo cerca de 16%. Este valor confirma que las flotas pesadas obtienen beneficios medibles.

5.4.4.7 Resultado General

De forma general, los resultados demuestran que la aplicación web:

- Optimiza la distancia recorrida.
- Reduce el tiempo.
- Disminuye el consumo y el costo del combustible.
- Mejora la eficiencia en cualquier tipo de vehículo.
- Normaliza la selección de rutas y reduce las diferencias entre conductores.

En resultado, la aplicación web mejora el uso del combustible y fortalece la gestión logística general. De este modo realiza una operación más ordenada, eficiente y sustentada en datos reales.

5.5 Resultados de la Validación de la Hipótesis

La evaluación se llevó a cabo utilizando la información obtenida antes y después de la implementación del sistema, teniendo en cuenta las variables como tiempo de recorrido, distancia recorrida, la estimación de combustible utilizado. Esta información hizo posible analizar como el sistema afectó la planificación de rutas de transporte.

Datos tomados de las tablas de consumo en litros.

O = Frecuencia observada (Antes)

E = Frecuencia esperada (Después)

Tabla 31. Consumo en litros por Vehículos

Vehiculó	Antes (O)	Después (E)
CHEVROLET	0.36	0.31
KIA	0.33	0.20
DAYTONA	0.29	0.13
HINO	0.93	0.78
MAZDA	0.38	0.25

Formula de Chi- cuadrado

$$x^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Cálculos del vehiculó sobre el consumo en litros.

Tabla 32. Cálculo de Consumo de Litros Utilizando Chi-Cuadrado

Vehiculó	O	E	O-E	$(O-E)^2$	$(O-E)^2/E$
CHEVROLET	0.36	0.31	0.05	0.0025	0.0081
KIA	0.33	0.20	0.13	0.0169	0.0845
DAYTONA	0.29	0.13	0.16	0.0256	0.1969
HINO	0.93	0.78	0.15	0.0225	0.0288
MAZDA	0.38	0.25	0.13	0.0169	0.0676

Sumatoria

$x^2 = 0.0081 + 0.0845 + 0.1969 + 0.0288 + 0.0676$

$\boldsymbol{x^2 = 0.3859}$

Valor crítico de Chi-cuadrado

$\propto = 0.05$

Grados de libertad

gl= n-1

n= número de categorías que son 5

gl= 5-1

gl= 4

Tabla Chi-cuadrado

Tabla 33. Chi-cuadrado

Gl	$\propto = 0.05$
1	3.841
2	5.991
3	7.815
4	9.488
5	11.070

Comparación:

0.386 < 9.488

Resultado:

Se acepta la hipótesis alternativa y se establece que la plataforma web efectivamente optimiza las rutas y disminuye el uso de combustible.

Tras realizar la prueba estadística Chi-cuadrado (x^2) con los datos recolectados antes y después de la implementación de la aplicación web basada en PWA utilizando el framework Django y el algoritmo De Dijkstra, se obtuvo un valor calculado de x^2 con 0.386, mientras que el valor crítico para un nivel de significancia $\propto$ con 0.05 y 4 grados de libertad es de 9.488.

Dado que el valor de x^2 calculado es inferior al valor crítico de x^2 se acepta la hipótesis alternativa del estudio, lo que demuestra que la implementación del sistema ayuda a disminuir el tiempo de recorrido y el consto asociado al consumo de combustible en las rutas de transporte de la distribuidora Distric C.

5.6 Análisis Metodológico

Esta sección se analiza la eficacia de las estrategias metodológicas utilizadas durante el desarrollo del sistema.

5.6.1 Resultados del Desarrollo Según la Metodología XP

Se demostró el uso Extreme Programmimg (XP) como método de desarrollo es apropiado para la naturaleza cambiante mediante las exigencias de la distribuidora Distric C.

- **Historias de Usuario:** La interacción continua permitió que el sistema progresara de una versión básica a una más funcional y sólida, facilitando la incorporación de nuevos servicios.
- **Diseño Simple:** Al enfocarse en el uso de PostgreSQL, se consiguió un sistema ligero que no requiere una infraestructura compleja de servidores. Esto permitió realizar pruebas de concepto sin necesidad de invertir una infraestructura costosa de servidores.
- **Comunicación:** La metodología hizo posible la incorporación de los cambios propuestos por la distribuidora Distric C en cada ciclo de trabajo, asegurando que el producto final responda a las necesidades reales de la empresa.

5.6.2 Historias de usuario

Tabla 34. Historias de Usuario

Código	Historia de Usuario
HU001	**Como** Administrador, **quiero** ingresar al sistema con correo electrónico y contraseña, **para** acceder a las funcionalidades administrativas del sistema de forma segura.
HU002	**Como** Administrador, **quiero** poder gestionar los usuarios del sistema (agregar, modificar o eliminar) usuarios, **para** que únicamente personas autorizadas tengan acceso al sistema.
HU003	**Como** Administrador, **quiero**, activar o inactivar usuarios en el sistema **para** controlar el acceso a la plataforma y mantener la seguridad.
HU004	**Como** Administrador, **quiero** poder gestionar los vehículos del sistema (agregar, visualizar o eliminar) vehículos, **para** que únicamente sean agregados a los usuarios correspondientes dentro del sistema.
HU005	**Como** Administrador, **quiero** generar reportes detallados de los viajes realizados (por usuario y por historial de viajes), **para** analizar el uso de los vehículos, destinos y rutas, y así tomar decisiones de control y optimización del servicio de transporte.
HU006	**Como** Administrador, **quiero** visualizar un panel de indicadores con gráficos estadísticos de viajes, consumo de combustible, **para** analizar el desempeño de la operación de transporte y apoyar la toma de decisiones.

Código	Historia de Usuario
HU007	**Como** usuario, **quiero** visualizar y actualizar mi perfil (nombre, apellido, correo y fotografía) desde el menú de la aplicación, **para** mantener mis datos personales actualizados en el sistema.
HU008	**Como** usuario, **quiero** poder visualizar el vehículo, **para** mantener los datos adecuados del vehículo asociados a mi cuenta de forma correcta y actualizada.
HU009	**Como** usuario, **quiero** poder gestionar cagas del vehículo (agregar, modificar o eliminar), **para** controlar el peso transportado y mantener la información actualizada de carga.
HU0010	**Como** usuario, **quiero** activar mi ubicación actual en el mapa de la aplicación, **para** visualizar mi posición en tiempo real y facilitar el seguimiento de mis recorridos.
HU0011	**Como** usuario, **quiero** buscar lugares por nombre y gestionar un historial de lugares guardados, **para** reutilizarlos rápidamente cuando planifico mis viajes desde la aplicación.
HU0012	**Como** usuario, **quiero** visualizar en el mapa la ubicación que seleccioné y disponer de opciones **para** guardar el lugar o ver rutas desde ese punto, para planificar mejor mis recorridos y reutilizar direcciones frecuentes.
HU0013	**Como** usuario, **quiero** visualizar el recorrido de mi vehículo en un mapa durante el viaje, **para** seguir la ruta planificada y verificar mi posición actual respecto al destino.
HU0014	**Como** usuario, **quiero** visualizar un historial de las rutas realizadas (con sus tiempos, distancias y consumo de combustible), **para** revisar mis viajes anteriores y analizar el uso del combustible en cada recorrido.

Código	Historia de Usuario
HU0015	**Como** usuario del sistema, **quiero** instalar la plataforma en mi dispositivo como una aplicación PWA, **para** ingresar de forma rápida, practica y directa una aplicación de escritorio o móvil, sin depender del navegador.

5.6.3 Product Backlog

La priorización se llevó a cabo en colaboración con el administrativo y los conductores encargados de la Distribuidora Distric C. Esta técnica se originó a partir de la experiencia de los conductores en los recorridos y repetición de rutas que han sido utilizadas con anterioridad. Este estudio destaco las actividades que brindan el valor de manera instantánea.

Tabla 35 Historias de usuario Priorizadas

Orden	Código	Historia de usuario	Prioridad	Complejidad
1	HU001	**Como** Administrador, **quiero** ingresar al sistema con correo electrónico y contraseña, **para** acceder a las funcionalidades administrativas del sistema de forma segura.	Alta	Media
2	HU002	**Como** Administrador, **quiero** poder gestionar los usuarios del sistema (agregar, modificar o eliminar) usuarios, **para** que únicamente personas autorizadas tengan acceso al sistema.	Alta	Media
3	HU003	**Como** Administrador, **quiero**, activar o inactivar usuarios en el sistema **para** controlar el acceso a la plataforma y mantener la seguridad.	Media	Baja

Orden	Código	Historia de usuario	Prioridad	Complejidad
4	HU004	**Como** Administrador, **quiero** poder gestionar los vehículos del sistema (agregar, visualizar o eliminar) vehículos, **para** que únicamente sean agregados a los usuarios correspondientes dentro del sistema.	Baja	Media
5	HU005	**Como** Administrador, **quiero** generar reportes detallados de los viajes realizados (por usuario y por historial de viajes), **para** analizar el uso de los vehículos, destinos y rutas, y así tomar decisiones de control y optimización del servicio de transporte.	Media	Alta
6	HU006	**Como** Administrador, **quiero** visualizar un panel de indicadores con gráficos estadísticos de viajes, consumo de combustible, **para** analizar el desempeño de la operación de transporte y apoyar la toma de decisiones.	Media	Alta
7	HU007	**Como** usuario, **quiero** visualizar y actualizar mi perfil (nombre, apellido, correo y fotografía) desde el menú de la aplicación, **para** mantener mis datos personales actualizados en el sistema.	Baja	Media
8	HU008	**Como** usuario, **quiero** poder visualizar el vehículo, **para** mantener los datos adecuados del vehículo asociados a mi cuenta de forma correcta y actualizada.	Alta	Media

Orden	Código	Historia de usuario	Prioridad	Complejidad
9	HU009	**Como** usuario, **quiero** poder gestionar cagas del vehículo (agregar, modificar o eliminar), **para** controlar el peso transportado y mantener la información actualizada de carga.	Alta	Alta
10	HU0010	**Como** usuario, **quiero** activar mi ubicación actual en el mapa de la aplicación, **para** visualizar mi posición en tiempo real y facilitar el seguimiento de mis recorridos.	Alta	Media
11	HU0011	**Como** usuario, **quiero** buscar lugares por nombre y gestionar un historial de lugares guardados, **para** reutilizarlos rápidamente cuando planifico mis viajes desde la aplicación.	Alta	Alta
12	HU0012	**Como** usuario, **quiero** visualizar en el mapa la ubicación que seleccioné y disponer de opciones **para** guardar el lugar o ver rutas desde ese punto, para planificar mejor mis recorridos y reutilizar direcciones frecuentes.	Alta	Alta
13	HU0013	**Como** usuario, **quiero** visualizar el recorrido de mi vehículo en un mapa durante el viaje, **para** seguir la ruta planificada y verificar mi posición actual respecto al destino.	Alta	Alta

Orden	Código	Historia de usuario	Prioridad	Complejidad
14	HU0014	**Como** usuario, **quiero** visualizar un historial de las rutas realizadas (con sus tiempos, distancias y consumo de combustible), **para** revisar mis viajes anteriores y analizar el uso del combustible en cada recorrido.	Media	Media
15	HU0015	**Como** usuario del sistema, **quiero** instalar la plataforma en mi dispositivo como una aplicación PWA, **para** ingresar de forma rápida, practica y directa una aplicación de escritorio o móvil, sin depender del navegador.	Media	Alta

5.6.4 Distribución de las historias de Usuario

En el desarrollo utilizando Extreme Programmimg (XP) se clasificación en intervalos de tiempo o llamados iteraciones. Esta organización permitió desarrollar y evaluar progresivamente las funcionalidades del sistema.

Tabla 36 Distribución por Iteraciones

Código	Historia de usuario	Iteración	Estimación	Estado
HU001	**Como** Administrador, **quiero** ingresar al sistema con correo electrónico y contraseña, **para** acceder a las funcionalidades administrativas del sistema de forma segura.	1	4	Completado
HU002	**Como** Administrador, **quiero** poder gestionar los usuarios del sistema (agregar, modificar o eliminar) usuarios, **para** que únicamente personas autorizadas tengan acceso al sistema.	1	5	Completado

Código	Historia de usuario	Iteración	Estimación	Estado
HU003	**Como** Administrador, **quiero**, activar o inactivar usuarios en el sistema **para** controlar el acceso a la plataforma y mantener la seguridad.	1	4	Completado
HU004	**Como** Administrador, **quiero** poder gestionar los vehículos del sistema (agregar, visualizar o eliminar) vehículos, **para** que únicamente sean agregados a los usuarios correspondientes dentro del sistema.	1	4	Completado
HU005	**Como** Administrador, **quiero** generar reportes detallados de los viajes realizados (por usuario y por historial de viajes), **para** analizar el uso de los vehículos, destinos y rutas, y así tomar decisiones de control y optimización del servicio de transporte.	1	5	Completado
HU006	**Como** Administrador, **quiero** visualizar un panel de indicadores con gráficos estadísticos de viajes, consumo de combustible, **para** analizar el desempeño de la operación de transporte y apoyar la toma de decisiones.	1	5	Completado
HU007	**Como** usuario, **quiero** visualizar y actualizar mi perfil (nombre, apellido, correo y fotografía) desde el menú de la aplicación, **para** mantener mis datos personales actualizados en el sistema.	1	5	Completado

Código	Historia de usuario	Iteración	Estimación	Estado
HU008	**Como** usuario, **quiero** poder visualizar el vehículo, **para** mantener los datos adecuados del vehículo asociados a mi cuenta de forma correcta y actualizada.	1	4	Completado
HU009	**Como** usuario, **quiero** poder gestionar cagas del vehículo (agregar, modificar o eliminar), **para** controlar el peso transportado y mantener la información actualizada de carga.	3	6	Completado
HU0010	**Como** usuario, **quiero** activar mi ubicación actual en el mapa de la aplicación, **para** visualizar mi posición en tiempo real y facilitar el seguimiento de mis recorridos.	2	7	Completado
HU0011	**Como** usuario, **quiero** buscar lugares por nombre y gestionar un historial de lugares guardados, **para** reutilizarlos rápidamente cuando planifico mis viajes desde la aplicación.	1	7	Completado
HU0012	**Como** usuario, **quiero** visualizar en el mapa la ubicación que seleccioné y disponer de opciones **para** guardar el lugar o ver rutas desde ese punto, para planificar mejor mis recorridos y reutilizar direcciones frecuentes.	1	6	Completado
HU0013	**Como** usuario, **quiero** visualizar el recorrido de mi vehículo en un mapa durante el viaje, **para** seguir la ruta planificada y verificar mi posición actual respecto al destino.	3	6	Completado

Código	Historia de usuario	Iteración	Estimación	Estado
HU0014	**Como** usuario, **quiero** visualizar un historial de las rutas realizadas (con sus tiempos, distancias y consumo de combustible), **para** revisar mis viajes anteriores y analizar el uso del combustible en cada recorrido	2	4	Completado
HU0015	**Como** usuario del sistema, **quiero** instalar la plataforma en mi dispositivo como una aplicación PWA, **para** ingresar de forma rápida, practica y directa una aplicación de escritorio o móvil, sin depender del navegador.	1	6	Completado

5.6.5 Criterios de Aceptación

Se utilizo en cada Historia de Usuario fue criterios de aceptación para garantizar la calidad del software desarrollado.

Tabla 37 Criterios de Aceptación

Código	Criterios de aceptación
HU001	-Selector de rol es obligatorio y solo permite elegir entre los roles definidos en el sistema (ADMINISTRADOR, USUARIO). -Si el correo, la contraseña y el rol son incorrectos, el sistema debe mostrar un mensaje de error indicando que las credenciales no son válidas y no permite el acceso.
HU002	- El sistema permite registrar un nuevo usuario. - El correo electrónico del usuario debe ser único, si se repite, el sistema mostrara un mensaje de error. -El administrador puede modificar los datos de un usuario y los cambios se reflejan inmediatamente en el listado.

Código	Criterios de aceptación
HU003	El sistema permite mostrar el estado actual: Activo o Inactivo. - El administrador puede modificar el estado del usuario. - El usuario si esta inactivo no tiene acceso al sistema. - El usuario si está activo tiene acceso al sistema. - El sistema muestra un mensaje de confirmación al cambiar el estado del usuario correctamente.
HU004	- El sistema permite registrar un nuevo vehículo. - El sistema permite asignar un vehículo al usuario. - El motor y chasis del usuario debe ser único, si se repite, el sistema mostrara un mensaje de error. -El administrador puede visualizar los datos de un vehículo. -El administrador puede eliminar los datos de un vehículo y los cambios se reflejan inmediatamente en el listado.
HU005	- El sistema muestra el reporte de viajes realizados por usuario con las columnas: Viaje, Usuario, Vehículo, Combustible, Destino y Fecha. - El sistema muestra el reporte historial de viajes con las columnas: ID, Usuario, Fecha, Destino, Vehículo, Ruta y Tiempo. - Los reportes permiten exportar los datos visibles mediante los botones: Copiar, Excel, CSV y PDF.
HU006	- Cada gráfico se genera automáticamente a partir de los datos registrados en el sistema (viajes, pedidos y consumo de combustible) y los valores mostrados coinciden con los reportes tabulares correspondientes. - Cuando no existen datos para un periodo determinado, los gráficos se muestran vacíos o con valores en cero, sin generar errores ni mensajes técnicos en la interfaz.
HU007	- La pantalla Ver Perfil muestra el nombre, apellido, correo y la fotografía del chofer. - En el formulario Editar perfil, los campos Nombre, Apellido y Correo se cargan con la información actual del chofer y permiten su modificación.

Código	Criterios de aceptación
HU008	- El sistema debe mostrar los vehículos registrados y asociados al usuario que ha iniciado sesión. - El usuario debe poder visualizar la información del vehículo.
HU009	- El sistema debe permitir registrar una nueva carga. - El sistema debe mostrar un listado de cargas vinculadas al vehículo seleccionado. -El sistema debe visualizar el peso base del vehiculó y el peso total de carga. -El sistema debe actualizar el listado al guardar, editar y eliminar una carga. - El sistema debe mostrar mensajes de confirmación.
HU0010	-El sistema muestra un mapa con el botón Activar ubicación sobre la vista inicial. - Al seleccionar el botón Activar ubicación, el navegador solicita permiso para usar la ubicación del dispositivo. - La ubicación del chofer se visualiza en el mapa mediante un icono permitiendo usar los controles de zoom para acercar y alejar la vista.
HU0011	-Cuando el chofer ingresa el nombre de un lugar y presiona buscar, el sistema consulta el servicio de geolocalización y muestra las coincidencias en la sección resultados encontrados. - Al seleccionar un resultado, el sistema registra el lugar en el historial de lugares guardados, asociándolo al chofer y almacenando la fecha y hora de registro.
HU0012	- El sistema muestra la pantalla Ubicación con el mapa centrado en el punto seleccionado y un marcador indicando la ubicación exacta. - Al guardar el lugar correctamente, el sistema muestra un mensaje de confirmación y el nuevo registro aparece en el historial de lugares guardados. - El sistema tiene botón Ver rutas redirige a la pantalla de rutas utilizando la ubicación seleccionada como punto de destino (o referencia) para calcular el recorrido.

Código	Criterios de aceptación
HU0013	- Al presionar el botón Activado, el sistema empieza a rastrear la ubicación del chofer utilizando el GPS del dispositivo y actualiza en tiempo real. - Mientras el seguimiento está activo, el botón Activado se muestra resaltado y el chofer puede detener el rastreo pulsando el botón Detener.
HU0014	- El sistema muestra una tabla que contiene solo las rutas registradas por el chofer autenticado. - El campo Buscar permite filtrar las rutas en la tabla escribiendo parte del texto de cualquier columna (por ejemplo, fecha, tipo, combustible o viaje). - Cada registro del historial muestra un botón eliminar que permite borrar esa ruta.
HU0015	- El sistema debe permitir enseñar la opción de instalar la aplicación en navegadores. - El usuario puede instalar la aplicación desde el navegador sin errores. - El sistema debe crear un icono de acceso directo en la pantalla principal de cualquier dispositivo. - El sistema abre una ventana independiente, con apariencia similar a una aplicación. -La aplicación mantiene la misma funcionalidad para choferes y administradores

5.7 Diseño de Interfaz Grafica

5.7.1 Interfaz de Administrador y Usuario



Figura 7 Inicio sesión

Se muestra el login se puede realizar en el Inicio de sesión para los dos roles tanto como el administrador y Usuario.

5.7.2 Interfaz para el Administrador



Figura 8 Dashboard de Administrador

Se muestra el panel de administrador de la Distribuidora District C. En este momento, el administrador dispone de una visión clara del funcionamiento actual del sistema: esta registrados actualmente 7 personas, los cuales se distribuyen por el viaje más repetido del usuario. Asimismo, el panel permite llevar un control del consumo total de combustible por

mes, presentando el total del combustible utilizado por todos los usuarios que realizaron recorridos en ese mes (Enero, Febrero, Marzo). La plataforma posibilita no solo la supervisión, sino también la protección de información mediante protocolos de cifrado, lo cual garantiza la seguridad de los datos.

5.7.3 Interfaz para el Administrador de Control de Usuarios

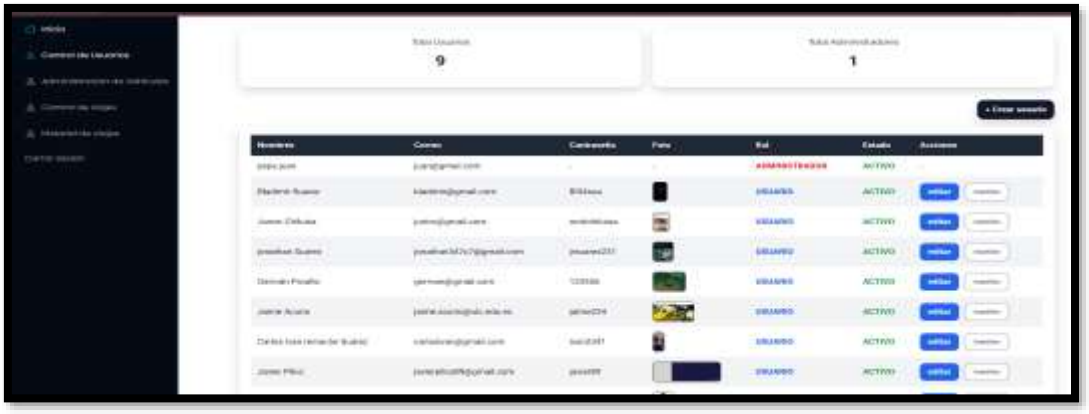


Figura 9 Control de Usuarios

Se muestra en este apartado está destinado al módulo de administración de usuarios, donde el gestor se puede observar y manejar los datos de las cuentas que están registradas en el sistema. En la parte superior se presenta estadísticas generales de cantidad total de usuarios y de administradores. La tabla central categoriza la información de cada usuario, que incluye nombre, correo, contraseña, foto, rol y estado.

5.7.4 Interfaz para el Administrador de Vehículos

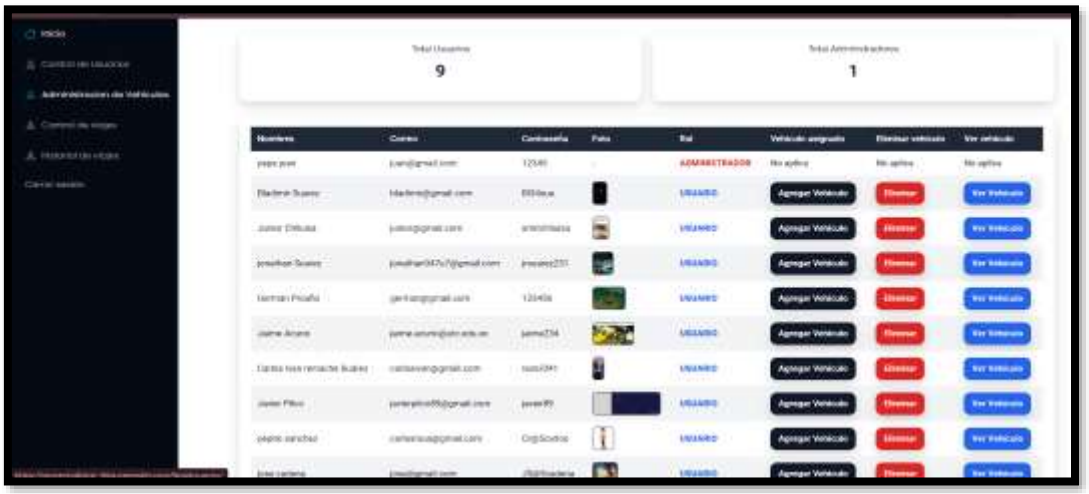


Figura 10 Control de Vehículos

Se muestra al módulo de gestión de vehículos, donde tiene la posibilidad de manejar la asignación de autos a los usuarios inscritos en el sistema. La tabla principal muestra información sobre cada usuario, incluyen opciones para añadir un vehículo, eliminar uno existente o ver los vehículos asignados, lo que permite la supervisión y administración de los recursos de transporte.

5.7.5 Interfaz para el Administrador de Reportes de Cada Viaje



Figura 11 Reportes de viajes

Se muestra esta sección correspondiente al módulo de Historial de viajes, donde se ofrece un informe destallado sobre los desplazamientos efectuados por los usuarios en el sistema. La tabla principal presenta información relevante sobre cada trayecto, como vehículo empleado, el tipo de ruta, el tiempo estimado de viaje, la distancia recorrida, el gasto de combustible y el costo del trayecto.

5.7.6 Interfaz para el Usuario en Ubicación



Figura 12 Interfaz mapa de Ubicación

Se muestra en esta sección corresponde al módulo de visualización geográfica, que representa un mapa interactivo para observar la ubicación que se encuentran. Al activar la función de ubicación, el sistema permite identificar distintos puntos en el mapa lo que permite localizar su ubicación actual.

5.7.7 Interfaz para el Usuario en Perfil

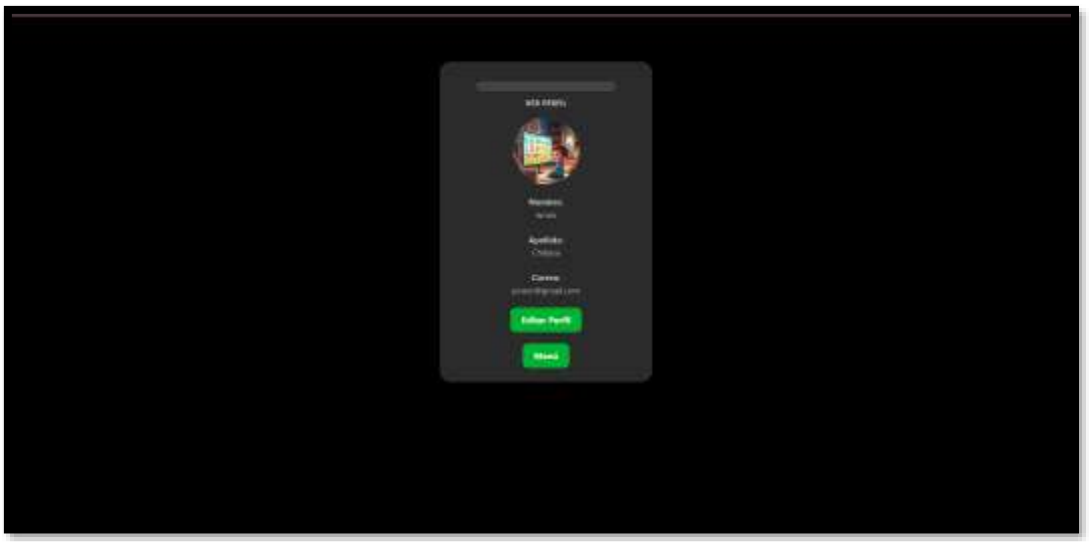


Figura 13 Interfaz Perfil

Se muestra en esta sección el perfil del usuario, donde se puede ver la información personal que se ha registrado en el sistema mediante el administrador. En este se aparecen la información básica como el nombre, apellido, correo electrónico y una foto del usuario. Esta interfaz brinda al usuario la capacidad de resisar su información personal y realizar cambios mediante la opción modificar perfil. Además, también cuenta con un botón de menú que facilita el regreso al menú principal del sistema

5.7.8 Interfaz para el Usuario en Vehículos

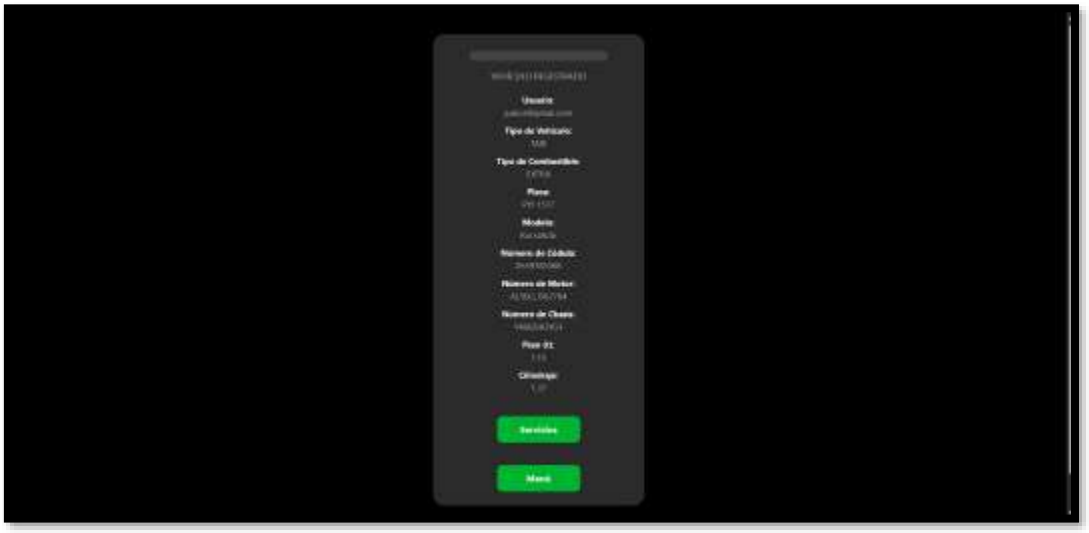


Figura 14 Interfaz Visual del Vehiculó

Se muestra en esta interfaz la información del vehículo registrado en el sistema, brindando detalles asociados al usuario. En el panel se observa el tipo de vehículo, tipo de combustible, matricula, modelo, numero de cedula, numero de motor, numero de chasis, peso y cilindraje. Esta permite consultar de manera organizada la información relacionada con el vehículo del usuario. Además, ofrece opciones de servicios que permiten acceder a otra funcionalidad y regresar al menú principal de la plataforma.

5.7.9 Interfaz para el Usuario en Búsqueda de Lugares

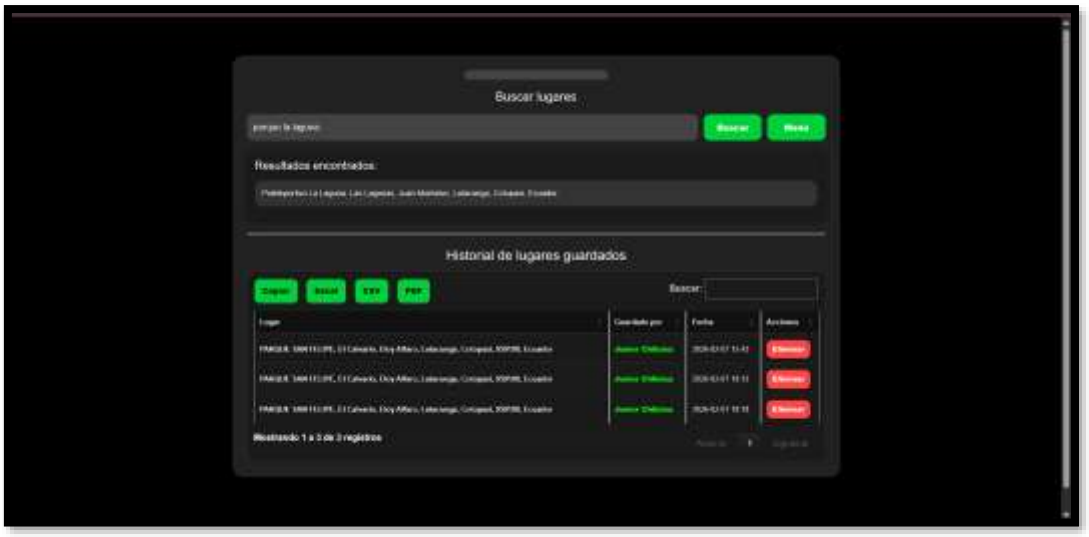


Figura 15 Interfaz de Búsqueda

Se muestra en esta interfaz la sección de módulo de búsqueda de lugares, donde el usuario puede encontrar direcciones o puntos específicos dentro del sistema. A través del campo de búsqueda se ingresa el nombre del lugar y el sistema devuelve los resultados encontrados para su selección. Además, la interfaz muestra detalles como el nombre del lugar, el usuario lo que guardo y la fecha que se registró, así como opciones para eliminar lugares buscados cuando sea necesario.

5.7.10 Interfaz para el Usuario en Ubicación



Figura 16 Interfaz de Ubicación

Se muestra en esta interfaz se relaciona al módulo de ubicación, donde el usuario puede ver un mapa interactivo para escoger un punto específico dentro del área geográfica. El mapa señala el lugar seleccionado permitiendo identificar con exactitud el sitio elegido.

5.7.11 Interfaz para el Usuario en Rutas Disponibles

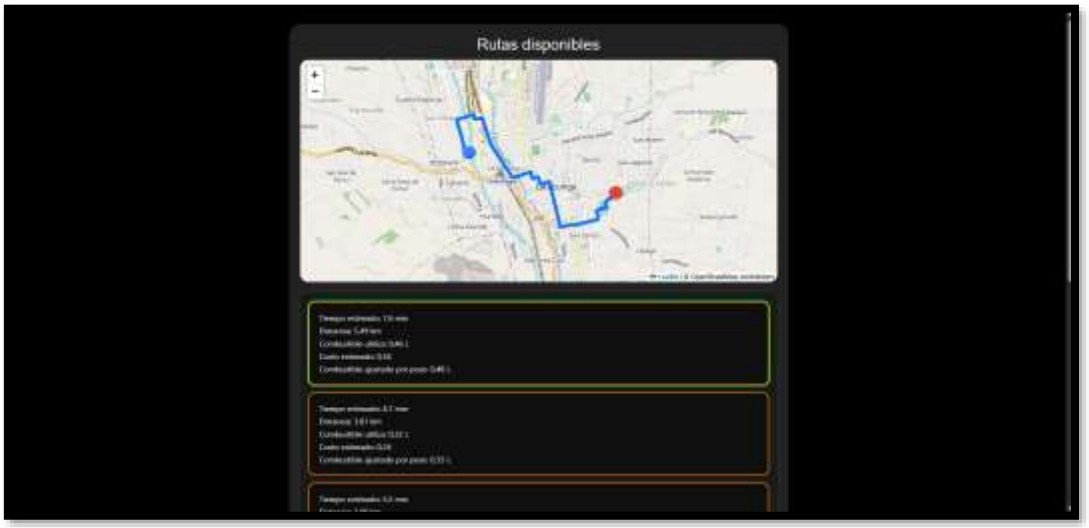


Figura 17 Interfaz en Rutas Disponibles

Se muestra en esta sección se asocia al módulo de rutas disponibles, donde el sistema representa diversas opciones de Trayecto entre un punto de inicio y un destino en el mapa. En la parte superior, se muestra un mapa interactivo que ilustra las rutas posibles, ruta optima con un mensaje es la más optima esto permite ver gráficamente los caminos disponibles en el sistema.

5.7.12 Interfaz para el Usuario en Trayecto del Vehículo



Figura 18 Interfaz Trayecto del vehículo

Se muestra con la trayectoria del vehículo, donde se muestra un mapa interactivo de la ruta realizada durante el movimiento. El mapa se visualiza el camino tomado por los vehículos permitiendo reconocer el punto de partida y punto de destino.

5.7.13 Interfaz para el Usuario en Historial de Trayectos



Figura 19 Interfaz de historial de trayectos

Este se muestra con el módulo de historial de trayectos, donde se ofrece un registro de todas las rutas realizadas dentro del sistema. La tabla principal representa información de cada viaje que incluye el tipo de ruta, numero de viaje, distancia recorrida, duración estimada, consumo de gasolina, costo del trayecto. Además, mediante un gráfico que ilustra vales como la distancia total recorrida, el tiempo total, el combustible utilizado y el costo total. Esta visualización clara del rendimiento general de los trayectos realizados en el sistema.

5.8 Pruebas Funcionales

Tabla 38 Prueba Funcional CPF001

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF001
HU relacionada	HU001
Usuario/Rol	Administrador
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Verificar que el administrador pueda acceder al sistema mediante correo, contraseña y rol válidos.
Descripción	Se valida que el sistema permita el acceso cuando las credenciales son correctas y muestre un mensaje de error cuando no lo son.
Condiciones de entrada	Usuario registrado en la base de datos con rol administrador.
Campos y validaciones	Correo electrónico, contraseña, selector de rol.
Escenario 1 (con registros)	Ingresar datos correctos. Resultado esperado: acceso al panel del sistema.
Escenario 2 (sin registros)	Ingresar datos incorrectos. Resultado esperado: mensaje de error y bloqueo de acceso.

Tabla 39 Prueba Funcional CPF002

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF002
HU relacionada	HU002
Usuario/Rol	Administrador
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar que el administrador pueda gestionar usuarios del sistema.
Descripción	Se verifica que el sistema permita registrar, modificar y eliminar usuarios correctamente.
Condiciones de entrada	Administrador autenticado en el sistema.

Sección	Detalle
Campos y validaciones	Nombre, correo, contraseña
Escenario 1 (con registros)	Registrar o modificar un usuario existente. Resultado esperado: cambios reflejados en el listado.
Escenario 2 (sin registros)	Registrar un correo repetido. Resultado esperado: mensaje de error.

Tabla 40 Prueba Funcional CPF003

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF003
HU relacionada	HU003
Usuario/Rol	Administrador
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar la activación e inactivación de usuarios.
Descripción	Se verifica que el administrador pueda modificar el estado del usuario.
Condiciones de entrada	Usuarios registrados en el sistema.
Campos y validaciones	Estado del usuario (Activo / Inactivo).
Escenario 1 (con registros)	Activar usuario. Resultado esperado: acceso permitido al sistema.
Escenario 2 (sin registros)	Inactivar usuario. Resultado esperado: bloqueo de acceso al sistema.

Tabla 41 Prueba Funcional CPF004

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF004
HU relacionada	HU004
Usuario/Rol	Administrador
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Verificar la gestión de vehículos en el sistema.
Descripción	Se valida que el administrador pueda registrar, visualizar y eliminar vehículos.
Condiciones de entrada	Usuario administrador autenticado.
Campos y validaciones	Matrícula, motor, chasis, usuario asignado.
Escenario 1 (con registros)	Registrar vehículo. Resultado esperado: vehículo agregado al listado.
Escenario 2 (sin registros)	Registrar motor o chasis duplicado. Resultado esperado: mensaje de error.

Tabla 42 Prueba Funcional CPF005

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF005
HU relacionada	HU005
Usuario/Rol	Administrador
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar la generación de reportes de viajes.
Descripción	Se verifica que el sistema muestre reportes de viajes por usuario e historial.
Condiciones de entrada	Registros de viajes existentes.
Campos y validaciones	Usuario, vehículo, destino, fecha.
Escenario 1 (con registros)	Visualizar reporte. Resultado esperado: datos correctos mostrados.
Escenario 2 (sin registros)	Exportar reporte. Resultado esperado: archivo descargado en formato seleccionado.

Tabla 43 Prueba Funcional CPF006

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF006
HU relacionada	HU006
Usuario/Rol	Administrador
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar el panel de indicadores estadísticos.
Descripción	Se verifica que el sistema genere gráficos de viajes y consumo de combustible.
Condiciones de entrada	Datos registrados en el sistema.
Campos y validaciones	Datos de viajes y combustible.
Escenario 1 (con registros)	Datos disponibles. Resultado esperado: gráficos generados correctamente.
Escenario 2 (sin registros)	Sin datos. Resultado esperado: gráficos vacíos sin errores.

Tabla 44 Prueba Funcional CPF007

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF007
HU relacionada	HU007
Usuario/Rol	Usuario
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Verificar la visualización y edición del perfil del usuario.
Descripción	Se valida que el usuario pueda ver y modificar sus datos personales.
Condiciones de entrada	Usuario autenticado.
Campos y validaciones	Nombre, apellido, correo, fotografía.
Escenario 1 (con registros)	Editar datos. Resultado esperado: información actualizada.

Sección	Detalle
Escenario 2 (sin registros)	Datos inválidos. Resultado esperado: mensaje de error.

Tabla 45 Prueba Funcional CPF008

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF008
HU relacionada	HU008
Usuario/Rol	Usuario
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Verificar la visualización de vehículos del usuario.
Descripción	Se valida que el sistema muestre los vehículos asociados al usuario.
Condiciones de entrada	Vehículos registrados.
Campos y validaciones	Datos del vehículo.
Escenario 1 (con registros)	Usuario con vehículo. Resultado esperado: datos mostrados.
Escenario 2 (sin registros)	Usuario sin vehículo. Resultado esperado: mensaje informativo.

Tabla 46 Prueba Funcional CPF009

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF009
HU relacionada	HU009
Usuario/Rol	Usuario
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar la gestión de cargas del vehículo.
Descripción	Se verifica el registro, edición y eliminación de cargas.
Condiciones de entrada	Vehículo registrado.
Campos y validaciones	Peso de carga.

Sección	Detalle
Escenario 1 (con registros)	Registrar carga. Resultado esperado: actualización del listado.
Escenario 2 (sin registros)	Eliminar carga. Resultado esperado: registro eliminado.

Tabla 47 Prueba Funcional CPF0010

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF0010
HU relacionada	HU0010
Usuario/Rol	Usuario
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar la activación de la ubicación en el mapa.
Descripción	Se verifica que el sistema obtenga la ubicación del dispositivo.
Condiciones de entrada	Permiso de ubicación activado.
Campos y validaciones	Coordenadas GPS.
Escenario 1 (con registros)	Activar ubicación. Resultado esperado: mapa muestra la posición actual.
Escenario 2 (sin registros)	Ubicación desactivada. Resultado esperado: solicitud de permisos.

Tabla 48 Prueba Funcional CPF0011

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF0011
HU relacionada	HU0011
Usuario/Rol	Usuario
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar la búsqueda y almacenamiento de lugares.
Descripción	Se verifica que el sistema permita buscar y guardar lugares.

Sección	Detalle
Condiciones de entrada	Conexión a servicio de geolocalización.
Campos y validaciones	Nombre del lugar.
Escenario 1 (con registros)	Buscar lugar. Resultado esperado: coincidencias mostradas.
Escenario 2 (sin registros)	Guardar lugar. Resultado esperado: registro en historial.

Tabla 49 Prueba Funcional CPF0012

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF0012
HU relacionada	HU0012
Usuario/Rol	Usuario
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar la visualización de ubicación seleccionada.
Descripción	Se verifica que el mapa muestre el punto seleccionado y permita guardar o calcular rutas.
Condiciones de entrada	Lugar seleccionado.
Campos y validaciones	Coordenadas.
Escenario 1 (con registros)	Visualizar punto. Resultado esperado: marcador en el mapa.
Escenario 2 (sin registros)	Guardar lugar. Resultado esperado: registro en historial.

Tabla 50 Prueba Funcional CPF0013

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF0013
HU relacionada	HU0013
Usuario/Rol	Usuario
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar el seguimiento del recorrido en tiempo real.
Descripción	Se verifica el rastreo de la ubicación durante el viaje.
Condiciones de entrada	GPS activo.
Campos y validaciones	Coordenadas del recorrido.
Escenario 1 (con registros)	Activar seguimiento. Resultado esperado: actualización en tiempo real.
Escenario 2 (sin registros)	Detener seguimiento. Resultado esperado: detención del rastreo.

Tabla 51 Prueba Funcional CPF0014

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF0014
HU relacionada	HU0014
Usuario/Rol	Usuario
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar la visualización del historial de rutas.
Descripción	Se verifica que el sistema muestre el historial de viajes del usuario.
Condiciones de entrada	Rutas registradas.
Campos y validaciones	Fecha, destino, combustible.
Escenario 1 (con registros)	Visualizar historial. Resultado esperado: lista de rutas.
Escenario 2 (sin registros)	Eliminar registro. Resultado esperado: ruta eliminada.

Tabla 52 Prueba Funcional CPF0015

Sección	Detalle
N° Caso de prueba	CPF0015
HU relacionada	HU0015
Usuario/Rol	Usuario
Evaluador	Investigador
Objetivo de la prueba	Validar la instalación de la aplicación PWA.
Descripción	Se verifica que el sistema permita instalar la aplicación desde el navegador.
Condiciones de entrada	Navegador compatible con PWA.
Campos y validaciones	Instalación de aplicación.
Escenario 1 (con registros)	Instalar aplicación. Resultado esperado: icono creado en el dispositivo.
Escenario 2 (sin registros)	Abrir aplicación instalada. Resultado esperado: ejecución independiente del navegador.

5.9 Estimación de Costos de Desarrollo del Proyecto

5.9.1 Gastos Directos

Tabla 53. Gastos Directos

RECURSO	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**V.UNITARIO (USD)**	**V.TOTAL(USD)**
Servidor de Render	6	Meses	$22.47	$134,82
Desarrolladores frontend y backend	5	Meses	$400,00	$2000,00
Total				$2134.82

5.9.2 Gastos Indirectos

Tabla 54. Gastos Indirectos

RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	V.UNITARIO (USD)	V.TOTAL(USD)
Laptops	2	Unidad	$900,00	$1800,00
Internet	6	Meses	$30,00	$180,00
Transporte	6	Meses	$7,64	$45,84
Alimentación	6	Meses	$50,00	$300,00
Impresiones	6	Unidad	$3,60	$21,60
Combustible para recorridos de prueba(auto)	1	Salida de prueba	$20,00	$20,00
Combustible para recorridos de prueba(moto)	1	Salida de prueba	$20,00	$20,00
Combustible para	1	Salida de prueba	$20,00	$20,00

recorridos de prueba(taxi)				
Combustible para recorridos de prueba(camión)	1	Salida de prueba	$20,00	$20,00
Combustible para recorridos de prueba(camioneta)	1	Salida de prueba	$20,00	$20,00
Servicios de comunicación.	2	Mes	$8,00	$16,00
Total				$2463,44

5.9.3 Gastos Totales

Tabla 55. Gastos Totales

Gasto total	Valor total (USD)
Directos	$2.134.82
Indirectos	$2.463,44
Total, gastos	$4.598,26

5.9.4 Cálculo Final de la Estimación de Costos del Proyecto

El costo total del proyecto se obtuvo al sumar los gastos directos con su resultado **$2.134.82** y la suma de los gastos indirectos con su resultado **$2.463,44.** Se obtiene un costo de **$4.598,26**

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El análisis bibliográfico contribuyó a consolidar una fundamentación teórica robusta acerca de la optimización de combustible, Teoría de grafos y algoritmo de Dijkstra, Aplicaciones Web, Progressive Web Apps (PWA), se evidenció que estas técnicas contribuyen a reducir costos y mejorar la toma de decisiones.

- La aplicación de la metodología ágil Extreme Programming (XP) permitió desarrollar la aplicación web basada en PWA de forma incremental y organizada. Este enfoque mejoró la verificación constante del sistema a lo largo de su elaboración, permitiendo identificar mejoras y llevar a cabo ajustes en cada fase del desarrollo.

- La comparación de resultados obtenidos antes y después tras la implementación de la aplicación web contribuyo a optimizar la planificación de rutas de la Distribuidora Distric C, evidenciando mejoras en la disminución del tiempo de recorrido y el costo asociado al consumo de combustible.

6.2 Recomendaciones

- Se sugiere seguir explorando en la literatura científica relacionada con la optimización del consumo de combustible, los algoritmos de búsqueda y las tecnologías para aplicaciones web modernas. Esto refuerza los fundamentos conceptuales del sistema y guiar posibles mejoras en la precisión del cálculo de rutas.

- Se plantea seguir utilizando la metodología ágil Extreme Programming (XP) en los próximos desarrollos del sistema, puesto que posibilita en mejorar la organización del proyecto, permite ajustes ante modificaciones y favorece la incorporación de nuevas funcionalidades. Además, se sugiere mantener procedimientos de validación constante con los usuarios para confirmar las actualizaciones del sistema.

- Como proyección futura, se sugiere expandir la utilización de la aplicación web desarrollada mediante la incorporación de nuevas funcionalidades que permitan mejorar

el análisis de rutas y optimicen manera constante el gasto de combustible en las actividades de transporte de la Distribuidora Distric C.

7. REFERENCIAS

[1] P. D. Rivera-Vaca, D. V. Rodríguez-Pérez, M. P. Ortiz-Diaz, y S. A. Diaz-Pazmiño, «Herramientas tecnológicas utilizadas para la optimización de la gestión de transporte», *Polo Conoc.*, vol. 7, n.º 4, pp. 49-65, abr. 2022, doi: 10.23857/pc.v7i4.3809.

[2] D. A. Zapata Ballesteros, «Aplicación web progresiva para la optimización de rutas con ordenamiento geoespacial – Piura 2024», *Repos. Inst. - UCV*, 2024, Accedido: 18 de marzo de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/166110

[3] N. Campos Vasquez, C. Cueva Clemente, L. M. Bautista ZuÑiga, y J. L. Sotomayor Burga, *Métodos Algorítmicos para la optimización de rutas en el Sistema del Transporte Urbano*. LACCEI Inc., 2021. Accedido: 7 de marzo de 2026. [En línea]. Disponible en: http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2021.1.1.32

[4] C. D. Canchig Barros y K. I. Paredes Vallejo, «Propuesta de un sistema móvil para el monitoreo vehicular mediante la aplicación de app que optimice la gestión sostenible de combustible», Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2025. Accedido: 7 de marzo de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/14851

[5] S. A. P. Linares, R. P. C. Sevillano, y J. L. M. Viejó, «Importancia de los sistemas de información para tomar mejores decisiones empresariales», *ConcienciaDigital*, vol. 6, n.º 1, pp. 87-101, ene. 2023, doi: 10.33262/concienciadigital.v6i1.2442.

[6] M. Medina Gómez, «Propuesta de mejora en los procesos logísticos de transporte para pymes de cadena de frío en Medellín», 2022, Accedido: 25 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repository.eia.edu.co/entities/publication/b03eff7c-807d-40b4-9fec-8397dfa7cb91

[7] F. A. Bernal Reinoso y H. F. Villacreses Novillo, «Análisis del consumo de combustible de vehículos de transporte comercial mixto en la ciudad de Azogues», masterThesis, 2024. Accedido: 25 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26721

[8] V. L. Fernández Castillo y J. A. Segovia Chalén, «Mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada», masterThesis, 2023. Accedido: 25 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26654

[9] C. F. Alastruey Merino, «Estado de la cuestión de la inteligencia artificial y los sistemas de aprendizaje autónomo», *Sociol. Tecnociencia Rev. Digit. Sociol. Sist. Tecnocientífico*, vol. 11, n.º Extra 2, pp. 182-195, 2021.

[10] N. M. D. Quinto, A. J. C. Villodas, C. P. C. Montero, D. L. E. Cueva, y S. A. N. Vera, «La inteligencia artificial y la toma de decisiones gerenciales», *Rev. Investig. Valor Agregado*, vol. 8, n.º 1, pp. 52-69, dic. 2021, doi: 10.17162/riva.v8i1.1631.

[11] F. M. Escudero Villanueva, I. L. De la Cruz Clemente, R. J. M. Funegra Orbegoso, y A. Á. García Chirinos, «Plan de negocio para el desarrollo de una empresa que brinde servicio educativo del idioma inglés basado en tecnología de realidad virtual, Inteligencia artificial y Machine Learning», 2022, Accedido: 3 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12640/3104

[12] N. Q. Vique y A. Avalos-Rogel, «Áreas de investigación de la Inteligencia Artificial en modelos y propuestas en Educación Matemática».

[13] C. de J. Hernández Contreras, L. A. Márquez Algara, N. A. de M. Universidad, y N. A. de M. Universidad, «La inteligencia artificial en la educación: una propuesta de diseño de un curso de etica en el uso de la inteligencia artificial para docentes de la Universidad de Londres», 2024.

[14] M. Ortiz Estivalis, «IA en la decisión, negociación y planificación en el dominio de "Dungeons & Dragons"», 2021, Accedido: 4 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://hdl.handle.net/10016/35059

[15] J. S. Vizcaino Taipe, «Optimización de una red Lan después de un ataque Ddos detectado con técnicas de inteligencia artificial», bachelorThesis, 2022. Accedido: 3 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22264

[16] N. J. Terrazas, A. N. M. Domínguez, L. M. G. Maya, J. L. D. Viteri, N. M. M. Zambrano, y S. N. E. Valarezo, «Machine learning y teoría de grafos: algoritmos para

optimización combinatoria», *South Fla. J. Dev.*, vol. 6, n.º 5, pp. e5220-e5220, may 2025, doi: 10.46932/sfjdv6n5-007.

[17] J. E. Allauca, «APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE GRAFOS EN LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE TRANSPORTE», *Cienc. Intel.*, vol. 1, n.º 1, pp. 1-14, sep. 2023.

[18] D. R. Narvaez, «El algoritmo de Dijkstra desde el Álgebra Tropical».

[19] «Item 1024/463 | Repositorio CIDESI». Accedido: 25 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://cidesi.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1024/463

[20] J. Morales-Carrillo, L. Cedeño-Valarezo, J. S. C. Bravo, y J. G. O. Calderón, «Metodologías de desarrollo de software y su ámbito de aplicación: Una revisión sistemática».

[21] I. D. Vivas Flores y A. H. Salvador Herrera, «Estudio de tendencias y herramientas metodológicas para el desarrollo de Software en Guayaquil», bachelorThesis, 2021. Accedido: 26 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20579

[22] C. L. G. Hidalgo, J. A. J. Andres, P. V. T. Estefania, y S. R. S. Jacqueline, «Evolución de las Metodologías de Desarrollo de Software en la Gestión Académica», *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 8, n.º 4, pp. 2468-2475, ago. 2024, doi: 10.37811/cl_rcm.v8i4.12490.

[23] E. Bautista-Villegas, «Metodologías agiles XP y Scrum, empleadas para el desarrollo de páginas web, bajo MVC, con lenguaje PHP y framework Laravel», *Rev. Amaz. Digit.*, vol. 1, n.º 1, pp. e168-e168, ene. 2022, doi: 10.55873/rad.v1i1.168.

[24] P. Saltos y O. Mateo, «Desarrollo de una aplicación web para aprendizaje básico de lengua de señas ecuatoriano.», bachelorThesis, Quito, 2021, 2021. Accedido: 26 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21668

[25] P. I. V. Zúñiga, R. J. C. Cedeño, y I. A. M. Palacios, «Metodología de la investigación científica: guía práctica», *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 7, n.º 4, pp. 9723-9762, sep. 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i4.7658.

[26] «Diseño y Metodología de La Investigación - José Luis Arias Gonzáles | PDF | Método científico | Teoría», Scribd. Accedido: 26 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://es.scribd.com/document/730449243/Diseno-y-Metodologia-de-La-Investigacion-Jose-Luis-Arias-Gonzales

[27] W. V. Culque Toapanta *et al.*, «Aplicación web - móvil para la gestión de productores agropecuarios del gobierno autónomo descentralizado del cantón Mocha», *Rev. Univ. Soc.*, vol. 14, n.º 3, pp. 487-492, jun. 2022.

[28] D. O. Guerra Poalasin, «Desarrollo de una aplicación Web progresiva para la gestion de pedidos aplicada a la empresa de ropa Hoxton», mar. 2021, Accedido: 26 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32673

[29] R. A. De La Cruz Ore, «Propuesta para implementar un sistema de gestión académica con HTML5 en el IEST Público Padre Abad – Aguaytía; 2020», *Univ. Católica Los Ángeles Chimbote*, dic. 2020, Accedido: 31 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/19327

[30] S. Aguirre, *HTML5 Avanzado 1: Formularios Avanzados - Contenido Responsive - SEO*. RedUsers, 2021.

[31] R. A. M. Thompson, G. I. T. Rodríguez, M. A. G. Haros, y Á. P. Garzón, «VISUALIZACIÓN Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL A TRAVÉS DEL MODELO DE CAJAS CSS: UNA ESTRATEGIA LÚDICA PARA LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO WEB», *Rev. Digit. Tecnol. Informáticas Sist.*, vol. 9, n.º 1, pp. 201-211, dic. 2025, doi: 10.61530/redtis.vol9.n1.2025.256.

[32] M. Hernández Bejarano, *Fundamentos de programación web*, 1.ª ed. Editorial Universidad ECCI, 2021. doi: 10.18180/Programacionweb.9789588817408.

[33] J. Hidalgo-Céspedes, «Desarrollo de aplicaciones web».

[34] L. V. Samaniego Capcha, «BOOTSTRAP Definición de BOOTSTRAP, CDN para cargar Bootstrap 4, sistemas de grillas, múltiples reglas a las columnas de una fila, contenedor: clases container y container-fluid, columna de diseño automático, alineación de columnas verticales y horizontales, anidamiento de columnas, table, tipos de table, form, tipos de form, button, tipos de button, tipografías, tipos de tipografías, imágenes, componente, tipos de componentes, editor de texto. Aplicaciones.», nov.

2021, Accedido: 31 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/repositorio.une.edu.pe

[35] C. V. Baltazar Yucailla y L. F. Lucero Peña, «Aplicación web para el modelo de gestión turística sostenible comunitaria de Chimborazo utilizando Django», bachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo, 2024. Accedido: 31 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13085

[36] R. Espinosa-Hurtado, «Análisis comparativo para la evaluación de frameworks usados en el desarrollo de aplicaciones web», *CEDAMAZ*, vol. 11, n.º 2, pp. 133-141, dic. 2021, doi: 10.54753/cedamaz.v11i2.1182.

[37] V. Morocho, «Introducción a Python para geociencias», *Rev. Cartográfica*, n.º 109, pp. 137-139, dic. 2024, doi: 10.35424/rcarto.i109.5857.

[38] I. del S. B. Martínez, «Innovaciones en el manejo de imágenes en PostgreSQL: revisión de técnicas para almacenamiento y recuperación.», *Rev. Científica Multidiscip. Jetypeka*, vol. 5, n.º 1, pp. 75-98, ene. 2025, doi: 10.64660/e94spr16.

[39] R. H. Gómez, «Desarrollo de una Plataforma de Pedidos en Línea con .NET Blazor, Backend en Java y Base de Datos PostgreSQL».

[40] F. J. Flores Valdez, «Desarrollo e implementación de una aplicación PWA (Progressive Web App), para la descentralización de la información contenida en el software Dataforg del Instituto Nacional de Bosques de Guatemala», other, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2023. Accedido: 31 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/

[41] D. O. Guerra Poalasin, «Desarrollo de una aplicación Web progresiva para la gestion de pedidos aplicada a la empresa de ropa Hoxton», mar. 2021, Accedido: 31 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32673

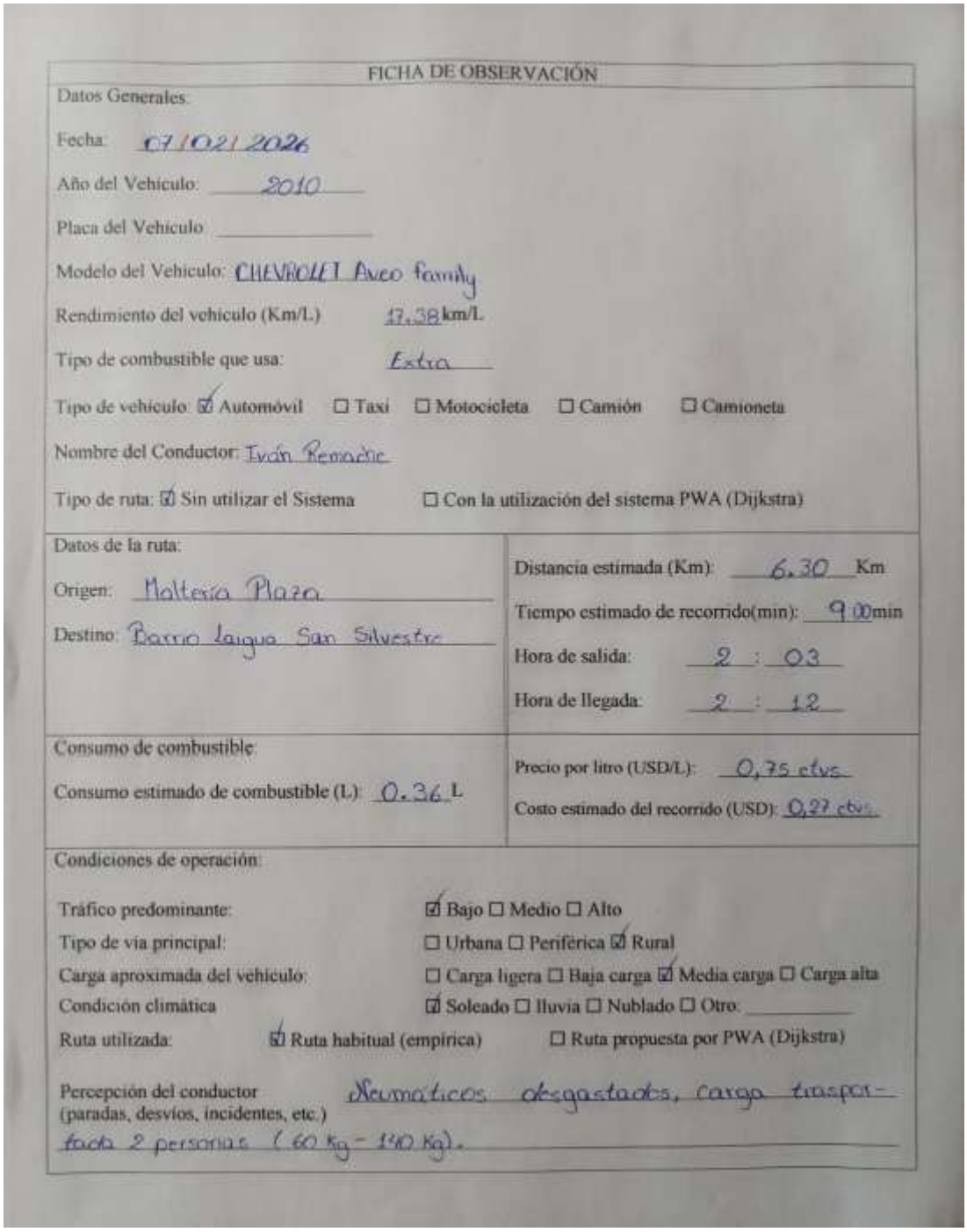
[42] A. Rodríguez, «Comparador de performance en sitios web», Tesis, Universidad Nacional de La Plata, 2024. Accedido: 6 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/173860

[43] «Platform», Render. Accedido: 26 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://render.com/platform

[44] R. Y. Llauce Santamaria, M. Y. Saldaña Miranda, y M. F. Olivera Aldana, «Pruebas de Hipótesis Chi-Cuadrado», dic. 2024, Accedido: 10 de marzo de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/797

8. ANEXOS

Anexo A. Ficha de Observación (OBS) Antes de Implementar el Sistema



FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 07/02/2026

Año del Vehículo: 2010

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: CHEVROLET Aveo family

Rendimiento del vehículo (Km/L): 17.38 km/L

Tipo de combustible que usa: Extra

Tipo de vehículo: ☑ Automóvil ☐ Taxi ☐ Motocicleta ☐ Camión ☐ Camioneta

Nombre del Conductor: Iván Remache

Tipo de ruta: ☑ Sin utilizar el Sistema ☐ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: Malteria Plaza

Destino: Barrio lagua San Silvestre

Distancia estimada (Km): 6.30 Km

Tiempo estimado de recorrido(min): 9.00 min

Hora de salida: 2 : 03

Hora de llegada: 2 : 12

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): 0.36 L

Precio por litro (USD/L): 0,75 ctvs

Costo estimado del recorrido (USD): 0,27 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☑ Bajo ☐ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☐ Urbana ☐ Periférica ☑ Rural

Carga aproximada del vehículo: ☐ Carga ligera ☐ Baja carga ☑ Media carga ☐ Carga alta

Condición climática: ☑ Soleado ☐ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☑ Ruta habitual (empírica) ☐ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.): Neumáticos desgastados, carga trasportada 2 personas (60 Kg - 140 Kg).

FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 08/02/2026

Año del Vehiculo: 2012

Placa del Vehiculo: _____

Modelo del Vehiculo: KIA SOLUTO

Rendimiento del vehiculo (Km/L.) 12.00 km/L

Tipo de combustible que usa: Extra

Tipo de vehiculo: ☐ Automóvil ☑ Taxi ☐ Motocicleta ☐ Camión ☐ Camioneta

Nombre del Conductor: Smith Chiluisa

Tipo de ruta: ☑ Sin utilizar el Sistema ☐ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: Parque San Felipe

Destino: Barrio Santa Rosa de Pichul

Distancia estimada (Km): 4.04 Km

Tiempo estimado de recorrido(min): 5:38 min

Hora de salida: 6 : 23

Hora de llegada: 6 : 28

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): 0.33 L

Precio por litro (USD/L): 0,75 ctvs

Costo estimado del recorrido (USD): 0,25 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☑ Bajo ☐ Medio ☐ Alto

Tipo de via principal: ☐ Urbana ☐ Periférica ☑ Rural

Carga aproximada del vehiculo: ☐ Carga ligera ☐ Baja carga ☐ Media carga ☑ Carga alta

Condición climática: ☐ Soleado ☑ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☑ Ruta habitual (empirica) ☐ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) Calles con baches, carga transportada de 3 personas (150 Kg).

FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 07/02/2026

Año del Vehículo: 2021

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: DAYTONA DY150

Rendimiento del vehículo (Km/L) 45 km/L

Tipo de combustible que usa: Extra

Tipo de vehículo: ☐ Automóvil ☐ Taxi ☑ Motocicleta ☐ Camión ☐ Camioneta

Nombre del Conductor: Germán Proaño

Tipo de ruta: ☑ Sin utilizar el Sistema ☐ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:	
Origen: Maldonado Toledo	Distancia estimada (Km): 12.84 Km
Destino: Barrio Santo Domingo	Tiempo estimado de recorrido(min): 9:38 min
	Hora de salida: 4 : 25
	Hora de llegada: 4 : 34

Consumo de combustible:	
Consumo estimado de combustible (L): 0.29 L	Precio por litro (USD/L): 0,75 ctvs
	Costo estimado del recorrido (USD): 0,22 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☐ Bajo ☑ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☑ Urbana ☐ Periférica ☐ Rural

Carga aproximada del vehículo: ☑ Carga ligera ☐ Baja carga ☐ Media carga ☐ Carga alta

Condición climática ☑ Soleado ☐ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☑ Ruta habitual (empírica) ☐ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) Ruta habitual facil de recordar, carga transportada 1 persona (10 Kg)

FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 09/02/2026

Año del Vehículo: 2015

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: Hino Dutro 300

Rendimiento del vehículo (Km/L) 9,5 km/L

Tipo de combustible que usa: Diesel

Tipo de vehículo: ☐ Automóvil ☐ Taxi ☐ Motocicleta ☑ Camión ☐ Camioneta

Nombre del Conductor: Jonathan Suárez

Tipo de ruta: ☑ Sin utilizar el Sistema ☐ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: Bethemitas

Destino: Iglesia San Buena Ventura

Distancia estimada (Km): 8,85 Km

Tiempo estimado de recorrido(min): 11:48 min

Hora de salida: 3 : 42

Hora de llegada: 3 : 53

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): 0,93 L

Precio por litro (USD/L): 0,74 ctvs

Costo estimado del recorrido (USD): 0,68 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☐ Bajo ☑ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☑ Urbana ☐ Periférica ☐ Rural

Carga aproximada del vehículo: ☐ Carga ligera ☐ Baja carga ☐ Media carga ☑ Carga alta

Condición climática ☑ Soleado ☐ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☑ Ruta habitual (empírica) ☐ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) Ruta conocida y sin inconvenientes, carga transportada más de 1.500 Kg

FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 08/02/2026

Año del Vehículo: 2009

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: Mazda BT-50

Rendimiento del vehículo (Km/L) 10.4 km/L

Tipo de combustible que usa: Extra

Tipo de vehículo: ☐ Automóvil ☐ Taxi ☐ Motocicleta ☐ Camión ☑ Camioneta

Nombre del Conductor: Bladimir Suárez

Tipo de ruta: ☑ Sin utilizar el Sistema ☐ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: Barrio Santo Domingo

Destino: Iglesia San Buena Ventura

Distancia estimada (Km): 3.96 Km

Tiempo estimado de recorrido(min): 7:26 min

Hora de salida: 2 : 34

Hora de llegada: 2 : 41

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): 0.38 L

Precio por litro (USD/L): 0,75 ctvs

Costo estimado del recorrido (USD): 0.29 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☑ Bajo ☐ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☐ Urbana ☐ Periférica ☑ Rural

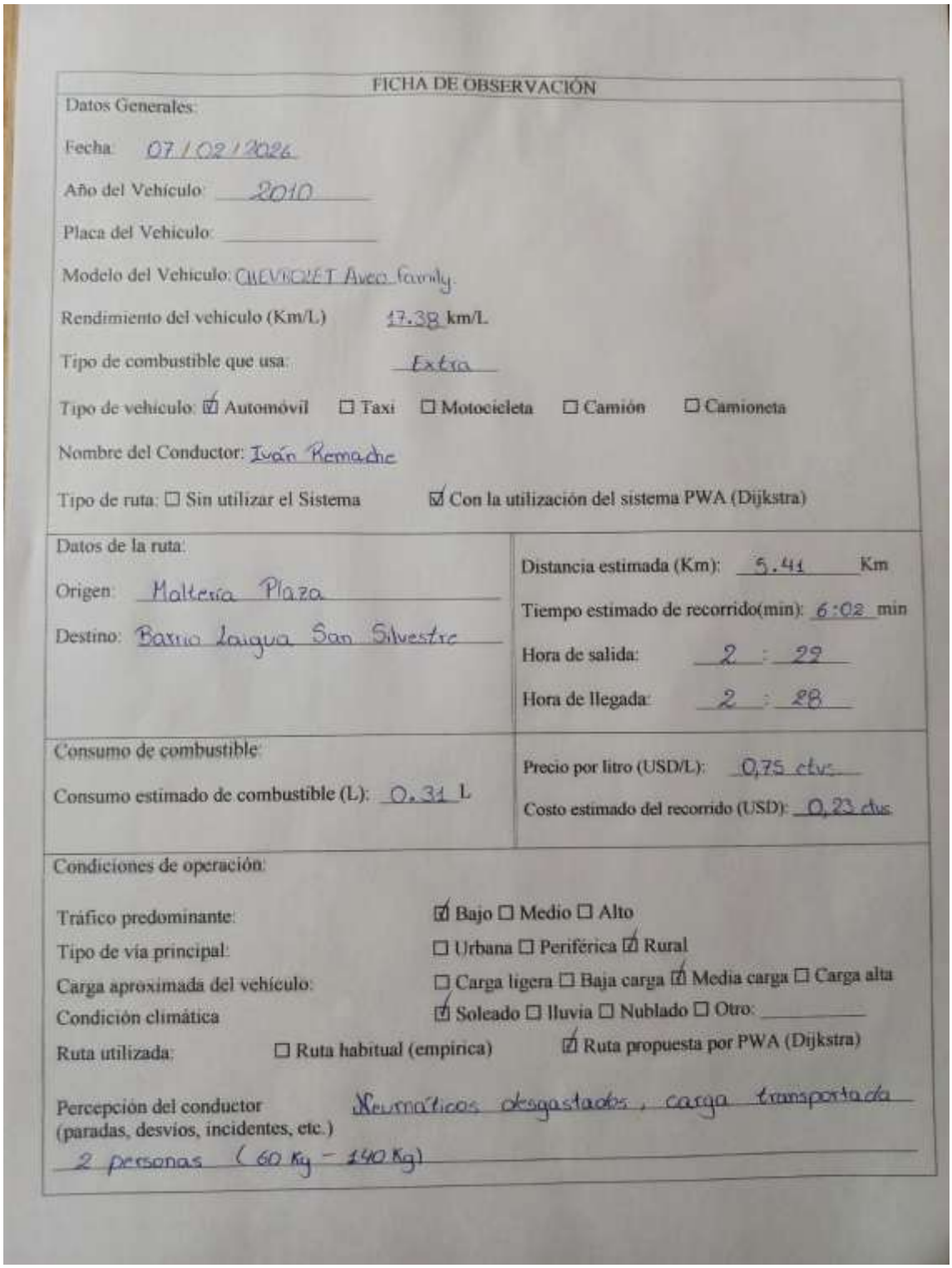
Carga aproximada del vehículo: ☐ Carga ligera ☐ Baja carga ☑ Media carga ☐ Carga alta

Condición climática ☑ Soleado ☐ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☑ Ruta habitual (empírica) ☐ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) Ruta conocida y sin inconvenientes, carga transportada media (150 Kg)

Anexo B. Ficha de Observación (OBS) Utilizando el Sistema



FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 07/02/2026

Año del Vehículo: 2010

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: CHEVROLET Aveo family

Rendimiento del vehículo (Km/L) 17.38 km/L

Tipo de combustible que usa: Extra

Tipo de vehículo: ☑ Automóvil ☐ Taxi ☐ Motocicleta ☐ Camión ☐ Camioneta

Nombre del Conductor: Iván Remache

Tipo de ruta: ☐ Sin utilizar el Sistema ☑ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: Maltería Plaza

Destino: Barrio Laigua San Silvestre

Distancia estimada (Km): 5.41 Km

Tiempo estimado de recorrido(min): 6:02 min

Hora de salida: 2 : 29

Hora de llegada: 2 : 28

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): 0.31 L

Precio por litro (USD/L): 0,75 ctvs

Costo estimado del recorrido (USD): 0,23 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☑ Bajo ☐ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☐ Urbana ☐ Periférica ☑ Rural

Carga aproximada del vehículo: ☐ Carga ligera ☐ Baja carga ☑ Media carga ☐ Carga alta

Condición climática ☑ Soleado ☐ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☐ Ruta habitual (empirica) ☑ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) Neumáticos desgastados, carga transportada 2 personas (60 Kg - 140 Kg)

FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 08/02/2024

Año del Vehículo: 2012

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: KIA SOLUTO

Rendimiento del vehículo (Km/L) 12.00 km/L

Tipo de combustible que usa: Extra

Tipo de vehículo: ☐ Automóvil ☑ Taxi ☐ Motocicleta ☐ Camión ☐ Camioneta

Nombre del Conductor: Smith Chiluisa

Tipo de ruta: ☐ Sin utilizar el Sistema ☑ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: Parque San Felipe

Destino: Barrio Santa Rosa de Pichul

Distancia estimada (Km): 3.42 Km

Tiempo estimado de recorrido(min): 3:00 min

Hora de salida: 6 : 35

Hora de llegada: 6 : 38

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): 0.20 L

Precio por litro (USD/L): 0,75 ctvs

Costo estimado del recorrido (USD): 0.15 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☑ Bajo ☐ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☐ Urbana ☐ Periférica ☑ Rural

Carga aproximada del vehículo: ☐ Carga ligera ☐ Baja carga ☐ Media carga ☑ Carga alta

Condición climática ☐ Soleado ☑ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☐ Ruta habitual (empírica) ☑ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) Calles con buen estado, carga transpor-tada de 3 personas (150 Kg)

FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 07/02/2026

Año del Vehículo: 2021

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: DAYTONA DY150

Rendimiento del vehículo (Km/L) 45 km/L

Tipo de combustible que usa: Extra

Tipo de vehículo: ☐ Automóvil ☐ Taxi ☑ Motocicleta ☐ Camión ☐ Camioneta

Nombre del Conductor: Germán Proaño

Tipo de ruta: ☐ Sin utilizar el Sistema ☑ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: Maldonado Toledo

Destino: Barrio Santo Domingo

Distancia estimada (Km): 5,66 Km

Tiempo estimado de recorrido(min): 6:08 min

Hora de salida: 10 : 35

Hora de llegada: 10 : 41

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): 0.13 L

Precio por litro (USD/L): 0,75 ctvs

Costo estimado del recorrido (USD): 0,09 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☐ Bajo ☑ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☑ Urbana ☐ Periférica ☐ Rural

Carga aproximada del vehículo: ☑ Carga ligera ☐ Baja carga ☐ Media carga ☐ Carga alta

Condición climática ☑ Soleado ☐ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☐ Ruta habitual (empírica) ☑ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) Ruta sin inconvenientes

FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 09/02/2026

Año del Vehículo: 2015

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: Hino Dutro 300

Rendimiento del vehículo (Km/L) 9.5 km/L

Tipo de combustible que usa: Diesel

Tipo de vehículo: ☐ Automóvil ☐ Taxi ☐ Motocicleta ☑ Camión ☐ Camioneta

Nombre del Conductor: Jonathan Suárez

Tipo de ruta: ☐ Sin utilizar el Sistema ☑ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: Bethemitas

Destino: Iglesia San Buena Ventura

Distancia estimada (Km): 7.37 Km

Tiempo estimado de recorrido(min): 10:00 min

Hora de salida: 4 : 02

Hora de llegada: 4 : 12

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): 0.78 L

Precio por litro (USD/L): 0,74 ctvs

Costo estimado del recorrido (USD): 0,57 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☐ Bajo ☑ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☑ Urbana ☐ Periférica ☐ Rural

Carga aproximada del vehículo: ☐ Carga ligera ☐ Baja carga ☐ Media carga ☑ Carga alta

Condición climática ☑ Soleado ☐ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☐ Ruta habitual (empírica) ☑ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) Calles en buen estado, carga transportada mas de 1.500 kg.

FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales:

Fecha: 08/02/2026

Año del Vehículo: 2009

Placa del Vehículo: _____

Modelo del Vehículo: Mazda BT-50

Rendimiento del vehículo (Km/L) 10.4 km/L

Tipo de combustible que usa: Extra

Tipo de vehículo: ☐ Automóvil ☐ Taxi ☐ Motocicleta ☐ Camión ☑ Camioneta

Nombre del Conductor: Bladimir Suárez

Tipo de ruta: ☐ Sin utilizar el Sistema ☑ Con la utilización del sistema PWA (Dijkstra)

Datos de la ruta:

Origen: Barrio Santo Domingo

Destino: Iglesia San Buena Ventura

Distancia estimada (Km): 2.64 Km

Tiempo estimado de recorrido(min): 4:01 min

Hora de salida: 3 : 04

Hora de llegada: 3 : 08

Consumo de combustible:

Consumo estimado de combustible (L): 0.25 L

Precio por litro (USD/L): 0,75 ctvs

Costo estimado del recorrido (USD): 0,19 ctvs

Condiciones de operación:

Tráfico predominante: ☑ Bajo ☐ Medio ☐ Alto

Tipo de vía principal: ☐ Urbana ☐ Periférica ☑ Rural

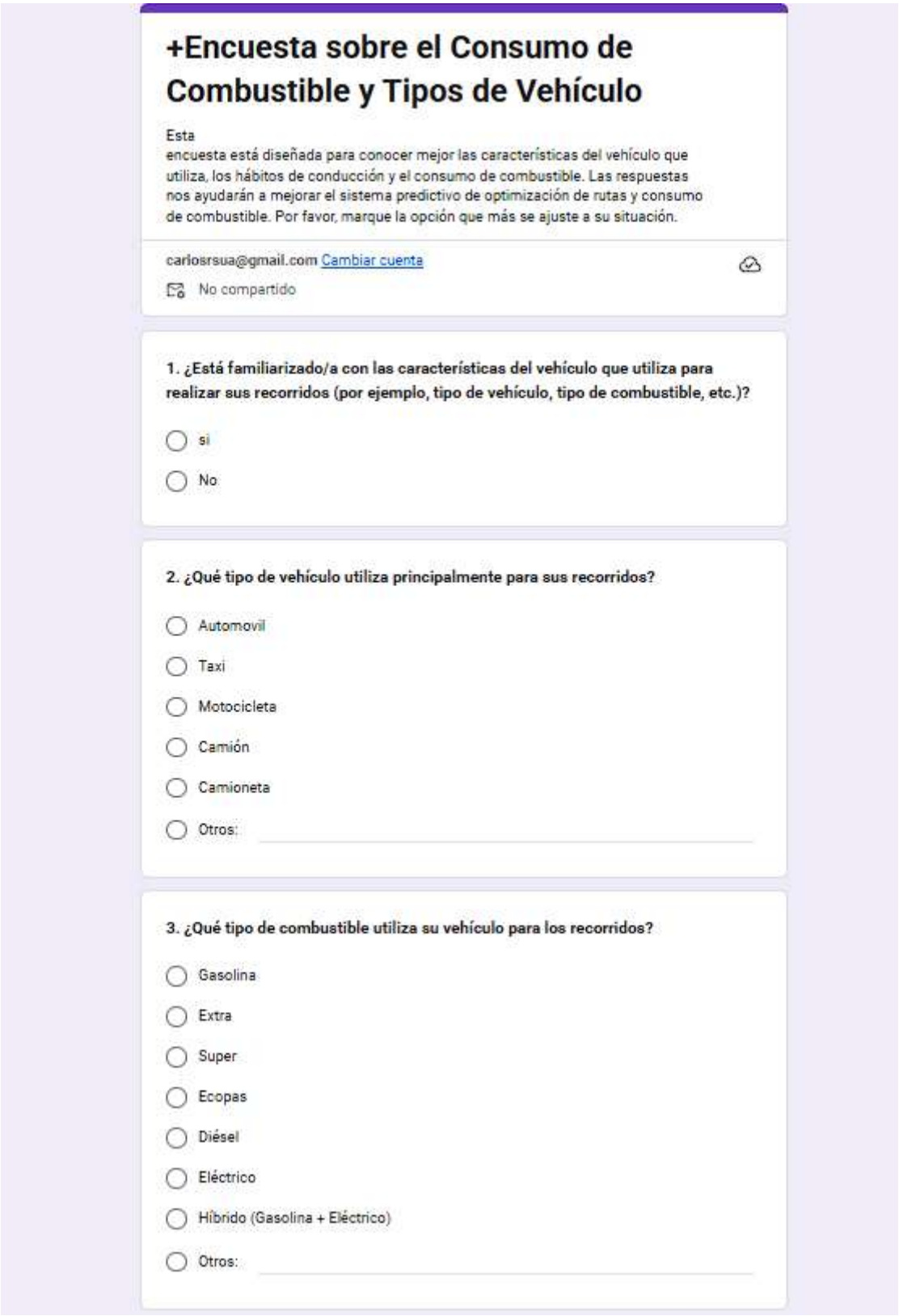
Carga aproximada del vehículo: ☐ Carga ligera ☐ Baja carga ☑ Media carga ☐ Carga alta

Condición climática ☑ Soleado ☐ lluvia ☐ Nublado ☐ Otro: _____

Ruta utilizada: ☐ Ruta habitual (empírica) ☑ Ruta propuesta por PWA (Dijkstra)

Percepción del conductor (paradas, desvíos, incidentes, etc.) Ruta sin inconvenientes, carga media en transporte (150 Kg)

Anexo C. Encuesta Semiestructurada



+Encuesta sobre el Consumo de Combustible y Tipos de Vehículo

Esta
encuesta está diseñada para conocer mejor las características del vehículo que utiliza, los hábitos de conducción y el consumo de combustible. Las respuestas nos ayudarán a mejorar el sistema predictivo de optimización de rutas y consumo de combustible. Por favor, marque la opción que más se ajuste a su situación.

carlosrsua@gmail.com Cambiar cuenta

No compartido

1. ¿Está familiarizado/a con las características del vehículo que utiliza para realizar sus recorridos (por ejemplo, tipo de vehículo, tipo de combustible, etc.)?

- ◯ si
- ◯ No

2. ¿Qué tipo de vehículo utiliza principalmente para sus recorridos?

- ◯ Automovil
- ◯ Taxi
- ◯ Motocicleta
- ◯ Camión
- ◯ Camioneta
- ◯ Otros: _____

3. ¿Qué tipo de combustible utiliza su vehículo para los recorridos?

- ◯ Gasolina
- ◯ Extra
- ◯ Super
- ◯ Ecopas
- ◯ Diésel
- ◯ Eléctrico
- ◯ Híbrido (Gasolina + Eléctrico)
- ◯ Otros: _____

4. ¿Sabe cuál es el cilindraje de su vehículo (por ejemplo, en cc o litros)?.

Si la respuesta es **Sí**, ¿Coloque en "Otros" el valor de su cilindraje?

- ◯ si
- ◯ No
- ◯ Otros: _____

5. ¿Cree que la distancia recorrida de su vehículo influye en el consumo de combustible?

- ◯ Sí
- ◯ No
- ◯ Tal vez

6. En su experiencia, ¿el tipo de combustible utilizado en su vehículo afecta el consumo de combustible en las rutas que realiza?

- ◯ Sí, definitivamente
- ◯ Sí, de alguna manera
- ◯ No afecta
- ◯ No estoy seguro/a

7. ¿Cree que la distancia recorrida y el tiempo de viaje influyen en el consumo de combustible de su vehículo?

- ◯ Sí, definitivamente
- ◯ Sí, de alguna manera
- ◯ No, no influye
- ◯ No estoy seguro/a

8. ¿Ha observado variaciones en el consumo de combustible entre diferentes rutas, considerando solo la distancia recorrida y el tiempo invertido en cada una?

- ◯ Sí, en algunas rutas consumo más combustible
- ◯ No, el consumo de combustible es similar en todas las rutas
- ◯ No lo he notado

9. ¿Le gustaría utilizar una herramienta que prediga el consumo de combustible antes de realizar un recorrido, para optimizar las rutas y reducir costos?

- ◯ Sí, definitivamente
- ◯ Tal vez, dependiendo de la precisión
- ◯ No, no me interesa
- ◯ No estoy seguro/a

10. ¿Qué tan útil considera que sería contar con un sistema que ajuste dinámicamente las rutas en función del consumo de combustible y las condiciones operativas (tráfico, clima, etc.)?

- ◯ Muy útil
- ◯ Algo útil
- ◯ Poco útil
- ◯ No útil

Enviar Borrar formulario

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Anexo D. Historias de Usuario

En base a ello a continuación se describirán cada uno de las historias de usuario propuestas. Estructurando en cada punto de la tabla que se observó anteriormente.

Tabla 56 Historia de Usuario 1- Inicio de sesión seguro

Historia de Usuario			
Numero	HU001		
Usuario	Administrador		
Nombre	Inicio de sesión seguro		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** Administrador, **quiero** ingresar al sistema con correo electrónico y contraseña, **para** acceder a las funcionalidades administrativas del sistema de forma segura		
Criterios de aceptación	-Selector de rol es obligatorio y solo permite elegir entre los roles definidos en el sistema (ADMINISTRADOR, USUARIO) -Si el correo, la contraseña y el rol son incorrectos, el sistema debe mostrar un mensaje de error indicando que las credenciales no son válidas y no permite el acceso.		

Tabla 57 Historia de Usuario 2 – Gestión de usuarios

Historia de Usuario			
Numero	HU002		
Usuario	Administrador		
Nombre	Gestión de usuarios		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** Administrador, **quiero** poder gestionar los usuarios del sistema (agregar, modificar o eliminar) usuarios, **para** que únicamente personas autorizadas tengan acceso al sistema.		
Criterios de aceptación	- El sistema permite registrar un nuevo usuario. - El correo electrónico del usuario debe ser único, si se repite, el sistema mostrara un mensaje de error. -El administrador puede modificar los datos de un usuario y los cambios se reflejan inmediatamente en el listado.		

Tabla 58 Historia de Usuario 3 - Estado del Usuario

Historia de Usuario			
Numero	HU003		
Usuario	Administrador		
Nombre	Estado del Usuario		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** Administrador, **quiero**, activar o inactivar usuarios en el sistema **para** controlar el acceso a la plataforma y mantener la seguridad.		
Criterios de aceptación	- El sistema permite mostrar el estado actual: Activo o Inactivo. - El administrador puede modificar el estado del usuario. - El usuario si esta inactivo no tiene acceso al sistema. - El usuario si está activo tiene acceso al sistema. - El sistema muestra un mensaje de confirmación al cambiar el estado del usuario correctamente.		

Tabla 59. Historia de Usuario 4- Gestión de Vehículos

Historia de Usuario			
Numero	HU004		
Usuario	Administrador		
Nombre	Gestión de vehículos		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** Administrador, **quiero** poder gestionar los vehículos del sistema (agregar, visualizar o eliminar) vehículos, **para** que únicamente sean agregados a los usuarios correspondientes dentro del sistema.		
Criterios de aceptación	- El sistema permite registrar un nuevo vehículo. - El sistema permite asignar un vehículo al usuario. - El motor y chasis del usuario debe ser único, si se repite, el sistema mostrara un mensaje de error. -El administrador puede visualizar los datos de un vehículo. -El administrador puede eliminar los datos de un vehículo y los cambios se reflejan inmediatamente en el listado.		

Tabla 60 Historia de Usuario 5- Generar reportes detallados

Historia de Usuario			
Numero	HU005		
Usuario	Administrador		
Nombre	Generar reportes detallados		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** Administrador, **quiero** generar reportes detallados de los viajes realizados (por usuario y por historial de viajes), **para** analizar el uso de los vehículos, destinos y rutas, y así tomar decisiones de control y optimización del servicio de transporte.		
Criterios de aceptación	- El sistema muestra el reporte de viajes realizados por usuario con las columnas: Viaje, Usuario, Vehículo, Combustible, Destino y Fecha. - El sistema muestra el reporte historial de viajes con las columnas: ID, Usuario, Fecha, Destino, Vehículo, Ruta y Tiempo. - Los reportes permiten exportar los datos visibles mediante los botones: Copiar, Excel, CSV y PDF**.**		

Tabla 61. Historia de Usuario 6 - Panel gráfico de indicadores de viajes y consumo

Historia de Usuario			
Numero	HU006		
Usuario	Administrador		
Nombre	Panel gráfico de indicadores de viajes y consumo		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** Administrador, **quiero** visualizar un panel de indicadores con gráficos estadísticos de viajes, consumo de combustible, costos y pedidos, **para** analizar el desempeño de la operación de transporte y apoyar la toma de decisiones.		
Criterios de aceptación	- Cada gráfico se genera automáticamente a partir de los datos registrados en el sistema (viajes, pedidos y consumo de combustible) y los valores mostrados coinciden con los reportes tabulares correspondientes. - Cuando no existen datos para un periodo determinado, los gráficos se muestran vacíos o con valores en cero, sin generar errores ni mensajes técnicos en la interfaz.		

Tabla 62. Historia de Usuario 7 Gestión del perfil del chofer

Historia de Usuario			
Numero	HU007		
Usuario	Usuario		
Nombre	Gestión del perfil del chofer		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** usuario, **quiero** visualizar y actualizar mi perfil (nombre, apellido, correo y fotografía) desde el menú de la aplicación, **para** mantener mis datos personales actualizados en el sistema.		
Criterios de aceptación	- La pantalla Ver Perfil muestra el nombre, apellido, correo y la fotografía del chofer. - En el formulario Editar perfil, los campos Nombre, Apellido y Correo se cargan con la información actual del chofer y permiten su modificación.		

Tabla 63. Historia de Usuario 8 Visualización del vehículo

Historia de Usuario			
Numero	HU008		
Usuario	Usuario		
Nombre	Visualización del vehículo		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** usuario, **quiero** poder visualizar el vehículo, **para** mantener los datos adecuados del vehículo asociados a mi cuenta de forma correcta y actualizada.		
Criterios de aceptación	- El sistema debe mostrar los vehículos registrados y asociados al usuario que ha iniciado sesión. - El usuario debe poder visualizar la información del vehículo.		

Tabla 64 Historia de Usuario 9 - Gestión de cargas del vehículo

Historia de Usuario			
Numero	HU009		
Usuario	Usuario		
Nombre	Gestión de cargas del vehículo		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	3 semana
Descripción	**Como** usuario, **quiero** poder gestionar cagas del vehículo (agregar, modificar o eliminar), **para** controlar el peso transportado y mantener la información actualizada de carga.		
Criterios de aceptación	- El sistema debe permitir registrar una nueva carga. - El sistema debe mostrar un listado de cargas vinculadas al vehículo seleccionado. -El sistema debe visualizar el peso base del vehiculó y el peso total de carga. -El sistema debe actualizar el listado al guardar, editar y eliminar una carga. - El sistema debe mostrar mensajes de confirmación.		

Tabla 65. Historia de Usuario 10 - Activar ubicación del chofer en el mapa

Historia de Usuario			
Numero	HU10		
Usuario	Usuario		
Nombre	Activar ubicación del chofer en el mapa		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	2 semana
Descripción	**Como** usuario, **quiero** activar mi ubicación actual en el mapa de la aplicación, **para** visualizar mi posición en tiempo real y facilitar el seguimiento de mis recorridos.		
Criterios de aceptación	-El sistema muestra un mapa con el botón Activar ubicación sobre la vista inicial. - Al seleccionar el botón Activar ubicación, el navegador solicita permiso para usar la ubicación del dispositivo. - La ubicación del chofer se visualiza en el mapa mediante un icono permitiendo usar los controles de zoom para acercar y alejar la vista.		

Tabla 66. Historia de Usuario 11- Búsqueda y gestión de lugares para navegación

Historia de Usuario			
Numero	HU0011		
Usuario	Usuario		
Nombre	Búsqueda y gestión de lugares para navegación		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** usuario, **quiero** buscar lugares por nombre y gestionar un historial de lugares guardados, **para** reutilizarlos rápidamente cuando planifico mis viajes desde la aplicación.		
Criterios de aceptación	- Cuando el chofer ingresa el nombre de un lugar y presiona buscar, el sistema consulta el servicio de geolocalización y muestra las coincidencias en la sección resultados encontrados - Al seleccionar un resultado, el sistema registra el lugar en el historial de lugares guardados, asociándolo al chofer y almacenando la fecha y hora de registro.		

Tabla 67. Historia de Usuario 12 - Gestión de la ubicación seleccionada

Historia de Usuario			
Numero	HU0012		
Usuario	Usuario		
Nombre	Gestión de la ubicación seleccionada		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** usuario, **quiero** visualizar en el mapa la ubicación que seleccioné y disponer de opciones para guardar el lugar o ver rutas desde ese punto, **para** planificar mejor mis recorridos y reutilizar direcciones frecuentes.		
Criterios de aceptación	- El sistema muestra la pantalla Ubicación con el mapa centrado en el punto seleccionado y un marcador indicando la ubicación exacta. - El botón Guardar lugar permite registrar la ubicación seleccionada en el historial de lugares guardados del chofer. - Al guardar el lugar correctamente, el sistema muestra un mensaje de confirmación y el nuevo registro aparece en el historial de lugares guardados. - El sistema tiene botón Ver rutas redirige a la pantalla de rutas utilizando la ubicación seleccionada como punto de destino (o referencia) para calcular el recorrido.		

Tabla 68 Historia de Usuario 13 - Seguimiento del recorrido del vehículo

Historia de Usuario			
Numero	HU0013		
Usuario	Usuario		
Nombre	Seguimiento del recorrido del vehículo		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	2 semana
Descripción	**Como** usuario, **quiero** visualizar el recorrido de mi vehículo en un mapa durante el viaje, **para** seguir la ruta planificada y verificar mi posición actual respecto al destino.		
Criterios de aceptación	- Al presionar el botón Activado, el sistema empieza a rastrear la ubicación del chofer utilizando el GPS del dispositivo y actualiza en tiempo real. - Mientras el seguimiento está activo, el botón Activado se muestra resaltado y el chofer puede detener el rastreo pulsando el botón Detener.		

Tabla 69 Historia de Usuario 14 - Historial de rutas

Historia de Usuario			
Numero	HU0014		
Usuario	Usuario		
Nombre	Historial de rutas		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	1 semana
Descripción	**Como** usuario, **quiero** visualizar un historial de las rutas realizadas (con sus tiempos, distancias y consumo de combustible), **para** revisar mis viajes anteriores y analizar el uso del combustible en cada recorrido.		
Criterios de aceptación	- El sistema muestra una tabla que contiene solo las rutas registradas por el chofer autenticado. - El campo Buscar permite filtrar las rutas en la tabla escribiendo parte del texto de cualquier columna (por ejemplo, fecha, tipo, combustible o viaje). - Cada registro del historial muestra un botón eliminar que permite borrar esa ruta.		

Tabla 70. Historia de Usuario 15 - Instalación y acceso como aplicación PWA

Historia de Usuario			
Numero	HU0015		
Usuario	Usuarios del sistema		
Nombre	Instalación y acceso como aplicación PWA		
Responsable	Carlos Remache	**Iteración Asignada**	2 semana
Descripción	**Como** usuario del sistema, **quiero** instalar la plataforma en mi dispositivo como una aplicación PWA, **para** ingresar de forma rápida, practica y directa una aplicación de escritorio o móvil, sin depender del navegador.		
Criterios de aceptación	- El sistema debe permitir enseñar la opción de instalar la aplicación en navegadores. - El usuario puede instalar la aplicación desde el navegador sin errores. - El sistema debe crear un icono de acceso directo en la pantalla principal de cualquier dispositivo - El sistema abre una ventana independiente, con apariencia similar a una aplicación. -La aplicación mantiene la misma funcionalidad para choferes y administradores		

Anexo E. Diagrama de base de datos

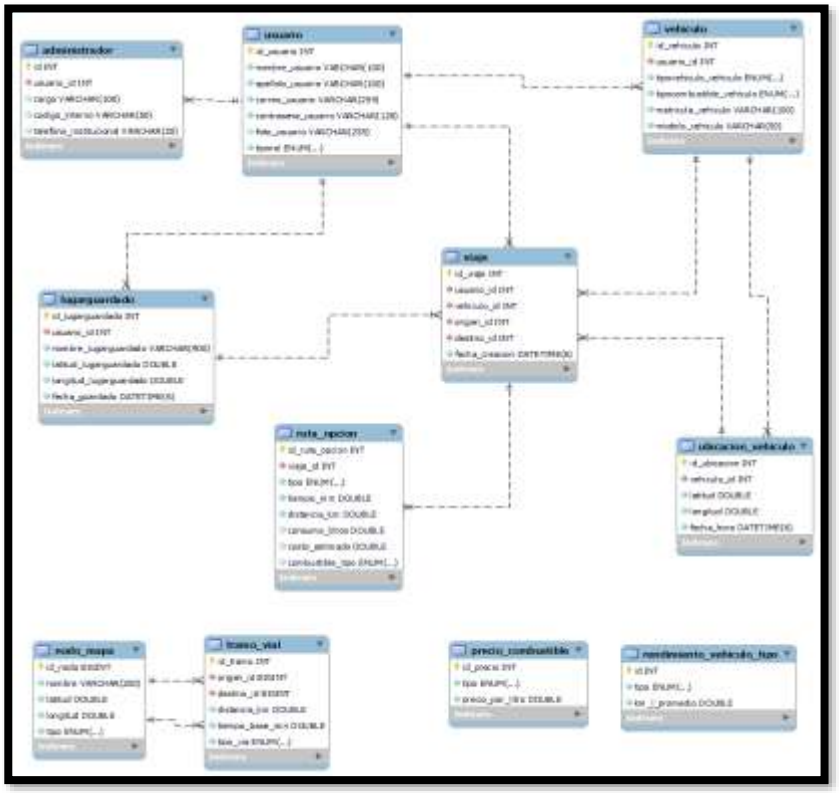
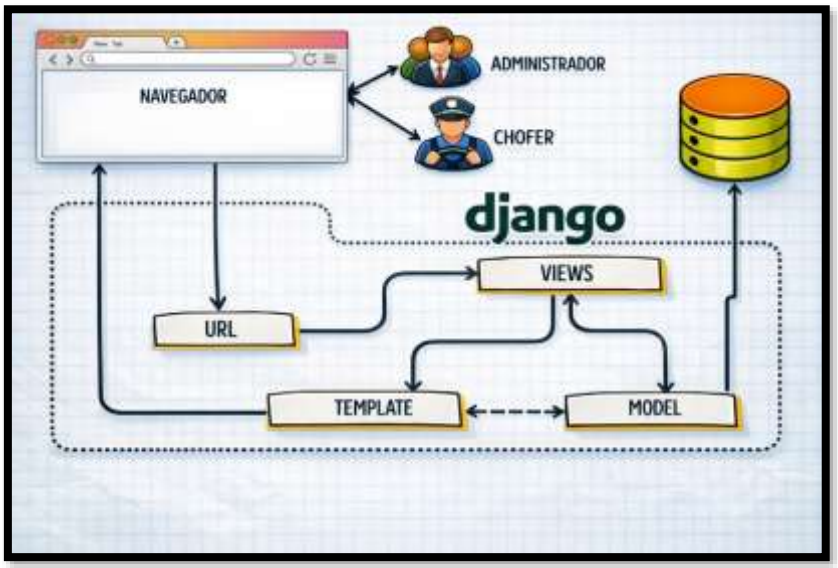


Figura 20. Diagrama de base de datos

Anexo F. Arquitectura MTV



Anexo G. Sistema de control de versiones

