



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB CON TECNOLOGÍA DE MAPEO Y
GEOLOCALIZACIÓN EN TIEMPO REAL PARA LA GESTIÓN DE RUTAS DE
TRANSPORTE URBANO EN SANTA ELENA, A TRAVÉS DEL
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

AUTOR

Vera Suárez Thedys Andrés

EXAMEN COMPLEXIVO

Previo a la obtención del grado académico en
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

TUTOR

Ing. Walter Orozco Iguasnia

Santa Elena, Ecuador

Año 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. José Sánchez Aquino, Mgt.
DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Walter Orozco Iguasnia, Mgt.
TUTOR

Ing. Lidice Haz López, Mgt
DOCENTE ESPECIALISTA

Ing. Marjorie Coronel Suárez, Mgt.
DOCENTE GUÍA UIC



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por **Vera Suárez Thedys Andrés**, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

La Libertad, a los 20 días del mes de Junio del año 2025

TUTOR



Firmado electrónicamente por:
**WALTER
ARMANDO
OROZCO
IGUASNIA**
Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Walter Orozco, Mgt.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **The dys Andrés Vera Suárez**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Desarrollo de un Sistema Web con tecnología de mapeo y geolocalización en tiempo real para la gestión de rutas de transporte urbano en Santa Elena, a través del procesamiento y análisis de datos previo a la obtención del título en Ingeniero en Tecnologías de la Información, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 20 días del mes de junio del año 2025

EL AUTOR

The dys V.

The dys Andrés Vera Suárez



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado **DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB CON TECNOLOGÍA DE MAPEO Y GEOLOCALIZACIÓN EN TIEMPO REAL PARA LA GESTIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN SANTA ELENA, A TRAVÉS DEL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**, presentado por el estudiante, Vera Suárez Thedys Andrés, fue enviado al Sistema Antiplagio, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 3%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 **CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
magister

Proyecto_Vera_Suárez_Thedys_Andrés

3% Textos sospechosos

2% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas

0% Idiomas no reconocidos

26% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Proyecto_Vera_Suárez_Thedys_Andrés.docx	Depositante: WALTER ARMANDO OROZCO IGUASNIA	Número de palabras: 12.031
ID del documento: 61c1e68ec41e3e5d7521116de0f4e1e373aa7242	Fecha de depósito: 19/6/2025	Número de caracteres: 84.368
Tamaño del documento original: 22,35 MB	Tipo de carga: interface	
	fecha de fin de análisis: 19/6/2025	

TUTOR



Firmado electrónicamente por:
**WALTER ARMANDO
OROZCO IGUASNIA**

Ing. Walter Orozco, Mgt.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, **The dys Andrés Vera Suárez**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del presente trabajo de titulación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 20 días del mes de junio del año 2025

EL AUTOR

The dys V.

The dys Andrés Vera Suárez

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por brindarme la fuerza y sabiduría durante el transcurso de mi formación académica profesional.

A mi familia, por su amor y apoyo incondicional, con énfasis a mi papá quién siempre estuvo ahí para darme una palabra de ánimo cuando más la necesité.

Y por supuesto a mis amigos, quienes hicieron de esta experiencia un lugar mejor.

A mi tutor, el Ing. Walter Orozco, quién con su conocimiento y experiencia profesional supo guiarme, permitiéndome acabar este proyecto de la mejor manera posible.

The dys Andrés, Vera Suárez

DEDICATORIA

Dedico este logro con el más profundo cariño a mi familia, porque su presencia ha sido la mayor fuente de fuerza e inspiración en cada paso de este camino. Y a mis amigos cercanos, quienes con su compañía han hecho este recorrido mucho más especial.

The dys Andrés, Vera Suárez

ÍNDICE GENERAL

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACION	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. FUNDAMENTACION	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Descripción del proyecto	3
1.3 Objetivos del proyecto	7
1.4 Justificación del proyecto	8
1.5 Alcance del proyecto	9
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO	10
2.1. Marco Conceptual	10
2.1.1 Sistema de Transporte Público	10
2.1.2 Sistemas de Información en Tiempo Real	11
2.1.3 Sistema Web para Transporte	12
2.1.4 Gestión de Usuarios y Datos	12
2.1.5 Herramientas y Requerimientos Tecnológicos	14
2.1.5.1 PHP	14
2.1.5.2 Angular	15
2.1.5.3 MySQL	15

2.1.5.4 Postman	15
2.1.5.5 APIs de geolocalización	16
2.1.5.6 Mapbox	16
2.1.5.7 Visual studio code	16
2.1.5.8 Funcionalidades y lógica de recomendación implementada	17
Marco Teórico	17
2.2.1 Teoría de Sistemas de Transporte Público	17
2.2.2 Teoría de Optimización de Rutas	18
2.2.3 Modelos Matemáticos en la Optimización de Rutas	18
2.2.4 Teoría de Sistemas de Información en Tiempo Real	19
2.2.5 Teoría de Gestión de Datos en Sistemas de Transporte	19
2.3 Metodología de investigación	20
2.3.1 Contexto de la investigación	20
2.3.2 Enfoque de investigación	20
2.3.3 Variable	21
2.3.4 Alcance de la investigación	21
2.3.5 Tipo de investigación	21
2.3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
2.4 Metodología de desarrollo del proyecto	22
2.4.1 Primer incremento: Módulo de administración	22
2.4.2 Segundo incremento: Módulo de información al usuario	23
2.4.3 Tercer incremento: Módulo de mapeo de rutas	23
2.4.4 Cuarto incremento: Módulo de registros de Usuarios y Gestión de Preferencias	23
2.4.5 Quinto incremento: Módulo de quejas y sugerencias	23
CAPITULO III. PROPUESTA	24
3.1 Requerimientos	24
3.1.1 Requerimientos funcionales	24
3.1.2 Requerimientos no funcionales	27
3.2 Componente de la propuesta	28
3.2.1 Arquitectura del sistema	28

3.2.2 Diagramas de caso de uso	29
3.2.3 Modelado de datos	38
3.3 Diseño de interfaces	39
3.4 Pruebas	51
Resultados	61
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
Bibliografía	65

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos Funcionales del sistema	27
Tabla 2. Requerimientos no funcionales	28
Tabla 3. Caso de uso login de usuario	30
Tabla 4. Caso de uso – Gestión administrativa de usuarios	31
Tabla 5. Caso de uso - Gestion de líneas y buses	33
Tabla 6. Caso de usos quejas y sugerencias	34
Tabla 7. Sistema de usuario registrado	36
Tabla 8. Caso de uso - Sistema de usuario invitado - público	37
Tabla 9. Prueba No. 01 -Inicio de sesión	52
Tabla 10. Prueba No. 02 – Creación de cuenta	53
Tabla 11. Prueba No. 03 - Registro de buses	54
Tabla 12. Prueba 04.- Gestión de buses	55
Tabla 13. Prueba No. 05 Gestión de Rutas y Mapeo	56
Tabla 14. Prueba No. 06 Vista de estaciones completas y recomendación de la más cercana al usuario	57
Tabla 15. Prueba No.07 Recomendación de líneas por destino	58
Tabla 16. Prueba No. 08 Gestión de Favoritos	59
Tabla 17. Prueba No.09 Sistema de quejas y sugerencias	60
Tabla 18. Resultado de precisión de estaciones cercanas	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura del sistema	28
Figura 2. Caso de uso login de usuario	29
Figura 3. Caso de uso gestión administrativa de usuarios	30
Figura 4. Caso de uso administración de autobuses y rutas	32
Figura 5. Caso de uso sistema de quejas y sugerencias	33
Figura 6. Caso de uso usuario registrado	35
Figura 7. Caso de uso de usuario invitado	36
Figura 8. Modelado de datos	38
Figura 9 . Interfaz de login	39
Figura 10. Interfaz de crear cuenta	39
Figura 11. Interfaz principal de administración	40
Figura 12. Interfaz de de gestion de usuarios registrados	40
Figura 13. Interfaz de gestion de buses	41
Figura 14. Interfaz de gestion de estaciones principales	41
Figura 15. Interfaz de gestión de estaciones totales de todas las rutas	42
Figura 16. Interfaz de gestión de estaciones y mapeo de rutas	42
Figura 17. Interfaz de visualizacion y gestion de quejas	43
Figura 18. Interfaz de usuario, con funciones limitadas	44
Figura 19. Interfaz de vista de mapeo y estaciones	44
Figura 20. Interfaz de estaciones totales, con la estación más cercana dependiendo la ubicación del usuario	45
Figura 21. Interfaz de usuario registrado en el sistema	46
Figura 22. Vista de líneas disponibles, con su respectivo mapeo y estaciones	46
Figura 23. Interfaz de todas las estaciones, junto con la función de estación más cercana al usuario	47

Figura 24. Interfaz de estaciones, rutas y destinos favoritos escogidos por el usuario	48
Figura 25. Interfaz de recomendador de mejores líneas de acuerdo al destino final del usuario	48
Figura 26. Interfaz de generar recomendaciones de destino de acuerdo al historial del usuario	49
Figura 27. Interfaz de historial del usuario, en donde se muestran sus destinos buscados, favoritos, y visualización de estadísticas, como viajes totales del mes, y gasto.	50
Figura 28. Interfaz de creación de quejas, visualización y respuesta dada parte del administrado	51

RESUMEN

Este proyecto presenta el desarrollo de un sistema web interactivo para la gestión de rutas y la recomendación inteligente de líneas de transporte urbano en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Su propósito es mejorar la experiencia de movilidad de residentes y turistas mediante una plataforma que proporcione información personalizada sobre estaciones cercanas, mapeo de líneas de buses, recomendación del destino en base al historial del usuario y, especialmente, la mejor línea de bus a tomar según el destino seleccionado en el mapa. Para ello, se empleó una metodología incremental, desarrollando módulos como el mapeo de rutas, autenticación de usuarios, sistema de quejas y sugerencias, y un motor de recomendación que analiza el historial de viajes y calcula distancias usando fórmulas geográficas. Se implementaron tecnologías como PHP, Angular, MySQL y APIs de geolocalización. Los resultados muestran una herramienta funcional que facilita la toma de decisiones, optimiza recorridos y contribuye a la modernización del transporte urbano en Santa Elena.

Palabras claves: Mapeo, geolocalización, recomendación inteligente

ABSTRACT

This project presents the development of an interactive web system for managing routes and intelligently recommending urban bus lines in the province of Santa Elena, Ecuador. Its purpose is to enhance the mobility experience of residents and tourists through a platform that provides personalized information about nearby stations, bus line mapping, destination suggestions based on the user's travel history, and especially, the best bus line to take according to the destination selected on the map. An incremental methodology was applied, developing modules such as route mapping, user authentication, a complaints and suggestions system, and a recommendation engine that analyzes travel history and calculates distances using geographic formulas. Technologies such as PHP, Angular, MySQL, and geolocation APIs were implemented. The results show a functional tool that facilitates decision-making, optimizes routes, and contributes to the modernization of urban transportation in Santa Elena.

Keywords: Mapping, geolocation, smart recommendation

INTRODUCCIÓN

Movilizarse dentro de la provincia de Santa Elena, ya sea como residente o como turista, no siempre es una tarea sencilla. A pesar de contar con una red de transporte urbano activa, muchas personas se enfrentan a la falta de información clara sobre las rutas de buses, horarios, paradas exactas o tarifas, lo que suele generar confusión e incluso pérdida de tiempo. Esta situación se vuelve aún más evidente para quienes visitan la zona por primera vez y no conocen las opciones de transporte disponibles.

En un contexto donde la tecnología forma parte de nuestra vida diaria, aún hay aspectos del servicio de transporte público que no han sido aprovechados al máximo. La falta de una herramienta digital que facilite el acceso a información confiable en tiempo real limita la experiencia de los usuarios. Actualmente, quienes desean conocer cómo llegar de un punto a otro dependen en gran medida de preguntas informales o de una señalización que muchas veces no es suficiente.

Frente a este panorama, el presente proyecto propone el desarrollo de un sistema web interactivo que permita a las personas consultar de manera rápida y sencilla la mejor ruta de bus disponible según su destino, así como visualizar líneas, horarios, tarifas y paradas cercanas. Este sistema también ofrecerá funciones como recomendaciones personalizadas basadas en el historial de uso, integración con mapas, y un apartado para quejas o sugerencias, lo que lo convierte en una herramienta completa y útil tanto para residentes como para visitantes.

CAPITULO I. FUNDAMENTACION

1.1 Antecedentes

En Ecuador, el uso de buses urbanos es predominante, representando aproximadamente el 50.68% de desplazamientos diarios [1]. Por ejemplo, en Quito que es la capital del país, el sistema de transporte público moviliza a aproximadamente 2.4 millones de personas diariamente, lo que demuestra la alta dependencia de los ciudadanos en este medio para sus actividades cotidianas [2]. En la provincia de Santa Elena, el transporte urbano es uno de los principales medios de movilización para los residentes de las ciudades como Salinas, siendo esta la más visitada [3]. Los buses urbanos cumplen un rol crucial, permitiendo a la población desplazarse entre zonas residenciales, comerciales y turísticas

Las rutas de los buses están diseñadas para conectar lugares clave como el terminal terrestre "Sumpa", y las frecuencias suelen ser regulares, con buses que circulan cada 5 minutos en horarios pico, lo que asegura un acceso rápido y económico al transporte [4]. La necesidad de implementar una plataforma que mejore la gestión de rutas y proporcione información en general es crucial, tal y como propone el presente proyecto.

La Corporación de Buses CITSE por ejemplo, opera con una flota de alrededor de 9 autobuses, los cuales realizan destinos similares, pero recorren rutas distintas. Actualmente, los usuarios no cuentan con información clara y en tiempo real sobre las rutas disponibles, horarios o tarifas de pasaje, lo que genera confusión y retrasos. Este proyecto se enfoca en mejorar el acceso a dicha información a través de una solución tecnológica que mejore tanto la operación de la cooperativa como la experiencia de los pasajeros.

En Bogotá se desarrolló una Planeación dinámica e inteligente de rutas para sistema de transporte, el cual plantea el desarrollo de un sistema multiagente de planeación y programación dinámica de rutas express para sistemas de transporte BRT, El objetivo del sistema es capturar información de movilidad de los pasajeros en tiempo real para posteriormente detectar patrones de viaje y principales pares origen-destino [5].

En Chile, se implementó Herramientas de recomendación de rutas de transporte público usando modelos basados en la utilidad y datos pasivos, cuyo uno de sus objetivos es la recomendación de rutas preferenciales relevadas a partir de datos de rutas cortas y extensas, obtenida esta fuente de información de movilidad de pasajeros, se busca generar modelos de recomendación de rutas que incorporen preferencias para cada individuo [6].

Por otro lado, en Madrid se implementó un sistema inteligente para la optimización de rutas de vehículos de transporte basado en sistema de información geográfica, cuyo objetivo es el desarrollo de un sistema inteligente que determine el conjunto de rutas factibles de una flota de vehículos para el transporte de personal de una entidad u organización, además de mostrar la ubicación exacta de los paraderos [7].

La implementación de un sistema automatizado que mejore el acceso a la información de las rutas de transporte urbano y proporcione información en tiempo real a los usuarios, no solo mejorará la eficiencia operativa de la cooperativa, sino que también transformará la experiencia del pasajero. Al ofrecer información sobre horarios, rutas y tarifas, se espera reducir los inconvenientes y retrasos actuales, brindando así un servicio más accesible y confiable.

1.2 Descripción del proyecto

En este proyecto se desarrollará un sistema web para gestionar la información de las rutas del transporte urbano en Santa Elena. Esta plataforma permitirá a los usuarios visualizar las rutas y estaciones disponibles, y tarifas correspondientes, además de ofrecer opciones sobre las rutas más rápidas o convenientes según su destino y preferencias. Además, si el usuario lo desea, podrá acceder a la web mediante un login para revisar su historial de viajes y recibir recomendaciones basadas en sus datos. La aplicación integrará un sistema de mapeo que visualice las rutas de los autobuses en un mapa, facilitando la comprensión de las trayectorias y las paradas.

El presente va dirigido principalmente a los turistas que visitan la provincia de Santa Elena, provenientes de otras regiones del país o del extranjero. Santa Elena es una provincia con gran potencial turístico, destacando destinos como Salinas, Montañita y Ayangue, que reciben miles de visitantes anuales tanto nacionales

como internacionales. [8]. Estos turistas dependen en gran medida del transporte público para desplazarse entre los diferentes puntos de interés, desde playas hasta balnearios, parques y centros históricos.

En la plataforma habrá varios roles clave que permitirán gestionar las operaciones del sistema de transporte y mejorar la experiencia de los usuarios, el administrador será el encargado de gestionar las rutas de buses, añadir nuevas líneas, agregar nuevas rutas, estaciones, definir horarios y monitorear las operaciones en tiempo real. También tendrá acceso a reportes de uso y demanda de los autobuses, lo que le permitirá optimizar la operación.

Funcionalidades del Sistema de Transporte Público

El usuario final (pasajero) podrá acceder a la plataforma sin necesidad de iniciar sesión, donde podrá consultar las rutas disponibles con sus detalles completos, ubicaciones de estaciones más cercanas mediante geolocalización, tarifas vigentes por línea, información de paradas y horarios de buses, así como visualizar el mapeo completo de rutas en mapas interactivos incluyendo el trazado preciso de cada línea y ubicación georreferenciada de todas las paradas. Esta funcionalidad permitirá a cualquier persona obtener información esencial del transporte público de manera inmediata y sin barreras de acceso.

Si el usuario decide crear una cuenta, sus datos quedarán registrados en el sistema y obtendrá acceso a funciones mejoradas significativamente. Una vez logueado, el sistema analizará los patrones de viaje del usuario basándose en su historial de rutas utilizadas y destinos favoritos para recomendar automáticamente la mejor línea para sugerir nuevos destinos relevantes basados en sus patrones de uso, y generar recomendaciones personalizadas de ubicaciones populares. También, podrá obtener recomendaciones inteligentes de la mejor línea de transporte para cualquier destino específico que decida, donde el sistema de forma autónoma analizará todas las rutas y mapeos disponibles, calculará distancias precisas entre las coordenadas del destino y los trazados de cada línea, evaluará la disponibilidad de buses, y determinará automáticamente cuál es la opción de transporte más conveniente considerando factores como proximidad al destino.

El usuario registrado también podrá gestionar rutas favoritas para acceso rápido, almacenar destinos personalizados con alias descriptivos, acceder a un historial completo de viajes con estadísticas personalizadas incluyendo gastos aproximados y tendencias de uso, y crear quejas asociadas a rutas específicas con seguimiento de estado y respuestas administrativas.

Todos los usuarios podrán visualizar las rutas en mapas interactivos que incluyen funcionalidades avanzadas como cálculo de rutas óptimas entre múltiples paradas, obtención de coordenadas completas para navegación, búsqueda de paradas cercanas con filtros por ruta, y herramientas de planificación de viajes con estimación de tiempos y distancias. Esta visualización cartográfica facilitará significativamente la planificación de viajes y la toma de decisiones de movilidad.

Finalmente, el sistema incluye un módulo integral de "quejas y sugerencias" donde el usuario registrado podrá reportar cualquier problema operativo, realizar consultas sobre el servicio, o sugerir mejoras específicas para las líneas de bus utilizadas. Este sistema de retroalimentación permitirá recopilar datos valiosos que servirán para analizar e identificar patrones recurrentes, detectar áreas críticas de mejora en el servicio, y generar reportes estadísticos para la optimización continua del transporte público basándose en la experiencia real de los usuarios.

Entre los módulos tenemos los siguientes:

1. Módulo de Administración:

Este módulo será accesible únicamente para el administrador del sistema. Desde aquí se gestionarán todas las operaciones relacionadas con las rutas de buses.

Funciones:

- Gestión de rutas: Crear, editar y eliminar rutas de buses.
- Gestión de líneas de buses: Añadir nuevas líneas y actualizar las actuales.
- Visualización de dashboard con información del sistema
- Atender y responder las solicitudes de los usuarios

2. Módulo de Información al Usuario:

Este será el módulo principal accesible para los usuarios finales, quienes podrán consultar información relevante sobre el transporte.

Funciones:

- Consulta de rutas: Ver las rutas disponibles y las paradas correspondientes.
- Mapa interactivo: Muestra las rutas de los buses en el maps
- Visualización de estación más cercana a su ubicación

3. Módulo de Mapeo de Rutas:

Este módulo ofrecerá una visualización interactiva de las rutas de autobuses, permitiendo a los usuarios planificar sus desplazamientos de manera efectiva. Este contará con una visualización completa del recorrido del bus y paradas disponibles.

Funciones:

- Visualización de rutas en el mapa: Mostrar todas las rutas y paradas en un mapa interactivo
- Ruta más corta para un destino

4. Módulo de registro de usuarios y gestión de preferencias

En este apartado, siempre y cuando el usuario desee crear una cuenta, sus datos serán analizados para que mediante esta información, poder recomendar destinos de forma general.

Funciones:

- Recomendaciones de destinos: Muestra destinos en base a sus recorridos anteriores
- Favoritos: Capacidad de guardar líneas, estaciones y destinos como favorito
- Quejas y sugerencias: El usuario podrá emitir comentarios que serán enviados directamente a los administradores
- Línea recomendada: El usuario podrá hacer clic en cualquier ubicación del mapa como destino deseado, y el sistema analizará automáticamente todas las rutas

disponibles para recomendar la línea más conveniente considerando la distancia de entre las rutas y su destino.

- Historial de viajes: Registro detallado de rutas utilizadas

5. Módulo de quejas y sugerencias:

Este módulo está dedicado al usuario registrado, donde podrá reportar problemas específicos, realizar consultas sobre el servicio o sugerir mejoras para líneas particulares. Esta retroalimentación servirá para generar estadísticas de satisfacción, identificar patrones de problemas recurrentes y mejorar continuamente el servicio de transporte público.

Funciones:

- Creación de quejas categorizadas por ruta específica con título y descripción,
- Sistema de seguimiento con estados de proceso y respuestas oficiales del administrador

El proyecto se enfocará en el desarrollo de un sistema web, destinado a mejorar la gestión de las rutas del transporte urbano en Santa Elena. El alcance incluye la creación de un sistema que proporcione información verídica en tiempo real sobre los horarios, rutas, recorridos, disponibilidad de buses y tarifas a cancelar, todo esto sin la necesidad de registro.

El proyecto no abarcará la modernización de la infraestructura física de los autobuses, ni la implementación de cambios en la flota. Asimismo, se limitará a la gestión de rutas exclusivamente en la provincia de Santa Elena y no incluirá operaciones en otras regiones del país, el objetivo es brindar al usuario una mejor gestión de la información de los buses urbanos, asegurándonos que la información proporcionada es real, al igual que la visualización de las rutas en el mapa.

1.3 Objetivos del proyecto

Objetivo General

Desarrollar un sistema web interactivo con tecnología de mapeo que gestione las rutas de transporte urbano en Santa Elena y recomiende a los usuarios la mejor opción de línea según su destino, este sistema facilitará la toma de decisiones

mediante información personalizada, mejorando la experiencia de movilidad tanto para residentes como para turistas.

Objetivos Específicos

- Incorporar un sistema de mapeo de rutas que visualice en un mapa las trayectorias de los buses, permitiendo a los usuarios tener una comprensión clara de las rutas disponibles y las paradas.
- Desarrollar un sistema de registro de usuarios que permita a los pasajeros crear cuentas personales, esto facilitará la gestión de sus datos y preferencias, además de guardar un historial de viajes realizados para futuras consultas.
- Implementar un módulo de autenticación y autorización que garantice la seguridad de los datos de los usuarios y permita la gestión de diferentes roles (administrador, usuario registrado, usuario invitado) con sus respectivos niveles de acceso.
- Desarrollar un módulo de reportes que reciba los datos de quejas y sugerencias para categorizar automáticamente el feedback de los usuarios.

1.4 Justificación del proyecto

La optimización del transporte urbano ha experimentado una transformación significativa gracias al uso de tecnologías avanzadas, lo que ha generado la necesidad de soluciones digitales accesibles y eficientes para mejorar la experiencia de los usuarios al ser el transporte urbano uno de los principales medios de movilización en Santa Elena, conectando múltiples localidades como Ballenita y Salinas [9]. En este contexto, el desarrollo de sistemas web de transporte inteligente permite a los usuarios conectados a internet buscar rutas entre dos puntos, mejorando la gestión y coordinación del transporte público [10].

El desarrollo de la plataforma para la gestión de las rutas de transporte urbano ofrecerá beneficios tangibles y alcanzables, comenzando por proporcionar una herramienta efectiva para la gestión de rutas, lo que permitirá a los usuarios planificar sus viajes de manera más eficiente [11]. La accesibilidad de la plataforma, al ser una solución web de fácil acceso, permitirá a los pasajeros tener una información clara. Además, las funcionalidades de visualización en tiempo real

de las rutas y las paradas ayudarán a los usuarios a tomar decisiones más informadas sobre sus trayectos, mejorando sus tiempos de desplazamiento y aumentando la eficiencia del sistema de transporte, ya que estos pasan cada 5 minutos [4].

El proyecto de mejora de la gestión de rutas de transporte urbano en Santa Elena se alinea con el Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025 en varios aspectos clave. Este plan enfatiza la mejora en la calidad de vida mediante el acceso a servicios públicos eficientes y el impulso de la conectividad, ambos enfocados en el desarrollo económico y social del país. Con la implementación de una plataforma de información en tiempo real, el proyecto mejorará la accesibilidad y eficiencia del transporte público, pues según la OTE los sistemas de información en tiempo real para el transporte público mejora significativamente la experiencia del usuario al proporcionar datos actualizados sobre los vehículos, tiempos de llegada y condiciones del servicio [12].

1.5 Alcance del proyecto

El proyecto se enfocará en el desarrollo de un sistema web, destinada a mejorar la gestión de las rutas del transporte urbano en Santa Elena, el alcance incluye la creación de un sistema que proporcione, estaciones, recorrido, y tarifas a cancelar, todo esto sin la necesidad de registro.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO

2.1. Marco Conceptual

2.1.1 Sistema de Transporte Público

El transporte público se caracteriza por ser un servicio en el que los pasajeros no son propietarios de los vehículos, siendo servidos por terceros (empresas públicas o privadas), con regulación gubernamental [13]. Estos sistemas de transporte público requieren regulación gubernamental y se mantienen mediante cobro directo a pasajeros, normalmente siendo servicios regulados y subvencionados por autoridades locales o nacionales [14].

Definición y Características

El transporte público es un sistema diseñado para facilitar la movilidad dentro de una ciudad o región, utilizando medios como autobuses, trenes y tranvías. Estos servicios pueden ser gestionados por el Estado o por empresas privadas bajo regulaciones específicas. La idea principal es ofrecer una alternativa eficiente al uso de vehículos particulares, reduciendo la congestión del tráfico y el impacto ambiental [15].

Regulación y Operación

Para que el transporte público funcione correctamente, existen normativas que regulan su operación. Estas reglas definen aspectos como las rutas, horarios, tarifas y estándares de calidad. En muchos casos, se busca una cooperación entre organismos gubernamentales y operadores privados para que el servicio sea eficiente y accesible para los ciudadanos [16].

Mejora en el Mapeo de Rutas

Los sistemas de mapeo digital representan una componente crucial en la infraestructura moderna de transporte público, permitiendo la recopilación de datos con georreferencia y el mapeo de rutas de manera colaborativa [17]. Esta mejora de rutas en el transporte público se refiere al proceso de optimizar la eficiencia de los recorridos mediante el análisis de diversos factores como patrones de demanda

de pasajeros, tiempos de viaje y costos operativos, logrando reducciones significativas en los tiempos de espera hasta un 25% [18].

Sistemas de Mapeo Digital

Las herramientas digitales han transformado la forma en que se planifican y optimizan las rutas de transporte público. Sistemas como los SIG (Sistemas de Información Geográfica) permiten analizar datos en tiempo real sobre patrones de tráfico, demanda de pasajeros y condiciones de las vías para mejorar la distribución de rutas y la frecuencia de los vehículos, logrando que el servicio sea más eficiente para los usuarios [19].

2.1.2 Sistemas de Información en Tiempo Real

Los sistemas de información en tiempo real para el transporte público son plataformas tecnológicas que proporcionan datos actualizados sobre la ubicación de los vehículos, tiempos de llegada y condiciones del servicio, mejorando notablemente la experiencia de los usuarios [20]. Estos sistemas utilizan tecnologías como GPS, análisis de datos y comunicaciones móviles para recopilar y transmitir información precisa, permitiendo el monitoreo automatizado del transporte público y proporcionando datos históricos para conocer horarios y retrasos de las rutas [21].

Uso de Tecnologías GPS y Comunicaciones Móviles

Hoy en día, la mayoría de los sistemas de transporte público utilizan tecnología GPS y redes móviles para informar a los pasajeros sobre la ubicación de los vehículos en tiempo real, los tiempos de llegada y cualquier cambio en el servicio. Gracias al GPS, los usuarios de transporte público pueden conocer con exactitud el horario de llegada y salida de los vehículos, permitiendo que planifiquen sus viajes de la mejor manera y se ahorren largos tiempos de espera en paradas y estaciones [22].

Beneficios de la Información en Tiempo Real para Usuarios

Cuando los pasajeros tienen acceso a información en tiempo real, su experiencia de viaje mejora considerablemente porque pueden tener mayor control y seguridad sobre sus desplazamientos. Esta tecnología les permite saber exactamente cuándo llegará su autobús, lo que reduce significativamente los tiempos de espera en las

paradas y les brinda mayor tranquilidad [23]. Además, contar con datos actualizados sobre el número de pasajeros ayuda a que las personas se distribuyan de manera más equilibrada entre los diferentes vehículos, evitando las aglomeraciones y mejorando la comodidad del servicio para todos los usuarios [24].

2.1.3 Sistema Web para Transporte

Actualmente, las plataformas web para transporte se han desarrollado hasta convertirse en sistemas bastante complejos que conectan a los usuarios con los servicios de transporte de manera efectiva. Estas aplicaciones funcionan completamente a través de internet y sirven como puente entre las empresas de transporte y las personas que necesitan moverse por la ciudad [25]. Lo interesante es que estas plataformas combinan varias herramientas útiles en un solo lugar: desde mapas que te muestran las rutas disponibles, hasta horarios actualizados en tiempo real y sistemas que manejan la información de los usuarios para ofrecerles un mejor servicio [26].

Evolución y Desarrollo de Plataformas Web de Transporte

En los últimos años, las plataformas web han cambiado completamente la forma en que accedemos a la información del transporte público. Hoy día es bastante normal que cualquier persona pueda entrar a una aplicación o página web y ver exactamente dónde están los autobuses, a qué hora llegan y si hay espacios disponibles, lo cual hace mucho más fácil planear un viaje [27]. Lo más interesante es cómo estas herramientas han ido agregando nuevas funciones con el tiempo: ahora tienen mapas que puedes mover y tocar para explorar rutas, te mandan alertas cuando hay problemas o cambios en el servicio, y hasta puedes pagar tu boleto directamente desde la aplicación sin necesidad de cargar efectivo [28].

2.1.4 Gestión de Usuarios y Datos

Los sistemas de gestión de usuarios en plataformas de transporte público son herramientas importantes que se encargan de manejar el registro de personas, verificar quién es cada usuario y mantener segura su información personal. Lo más valioso de estos sistemas es que pueden analizar toda la información que generan

los usuarios cuando viajan, lo cual permite descubrir cómo se comportan las personas al usar el transporte: qué rutas prefieren, a qué horas viajan más, qué días de la semana usan más el servicio, y otras tendencias interesantes [29].

Registro y Autenticación de Usuarios

Los sistemas de transporte que tienen aplicaciones móviles y plataformas web normalmente permiten que las personas se registren para poder personalizar mejor su forma de viajar. Esto es bastante útil porque puedes hacer cosas como guardar las paradas que más usas, crear una lista de tus rutas favoritas, y hasta recibir avisos automáticos cuando hay problemas o cambios en las líneas que tomas con frecuencia [30]. Por otro lado, estos sistemas también cuentan con medidas de seguridad para proteger la información personal de cada usuario, garantizando que solo la persona correcta pueda acceder a su cuenta y a sus datos privados [31].

Algoritmos de Recomendación por Proximidad

Los algoritmos de recomendación por proximidad en sistemas de transporte público utilizan la ubicación geográfica del usuario para sugerir rutas, paradas y destinos relevantes. Estos sistemas analizan la proximidad de los hogares y el empleo a las redes de transporte público como un factor clave en el uso final de las mismas [32].

La implementación de estos algoritmos permite mejorar la experiencia del usuario al ofrecer recomendaciones que maximizan la protección ante condiciones climáticas adversas mientras minimizan el tiempo total de viaje hasta el destino final [33].

Gestión de Destinos Favoritos

Los sistemas modernos de planificación de viajes permiten a los usuarios guardar ubicaciones frecuentemente visitadas como destinos favoritos, facilitando la planificación rápida de viajes recurrentes. Esta funcionalidad incluye la capacidad de asignar alias personalizados a las ubicaciones y mantener un historial de destinos utilizados, mejorando significativamente la experiencia del usuario en plataformas de comercio electrónico y aplicaciones de viaje [34].

Sistema de Retroalimentación y Quejas

La implementación de mecanismos de retroalimentación permite a los usuarios reportar problemas específicos relacionados con rutas o servicios. Este sistema facilita la mejora continua del servicio de transporte público mediante la recopilación sistemática de comentarios y la gestión de respuestas administrativas [35].

Análisis de Patrones de Movilidad

El análisis de datos agregados permite identificar patrones de movilidad urbana, rutas más populares y horas pico de uso. Los análisis de datos de transporte pueden utilizarse para analizar viajes desde el momento en que comienzan los trayectos hasta el momento en que terminan, a través de cualquier modo, en todas las carreteras y senderos, e incluso pueden usarse para monitorear las condiciones de las carreteras en tiempo real [36]. Los análisis validados de datos de transporte informan decisiones para la planificación de redes y mejoras de servicios en toda la industria de viajes, permitiendo analizar de dónde vienen y hacia dónde van los conductores y las rutas populares de ciudad a ciudad o de costa a costa.

2.1.5 Herramientas y Requerimientos Tecnológicos

El sistema de web de mapeo de rutas y recomendación se desarrollará utilizando herramientas específicas que permitirán construir una plataforma funcional, eficiente y escalable. Para ello, se implementarán frameworks de desarrollo, bases de datos, servicios de mapas que harán posible la integración y operación del sistema. Estas herramientas facilitarán la creación de un sistema web que permitirá a los usuarios consultar rutas, visualizar el mapeo completo y detallado de la flota de buses, recibir recomendaciones personalizadas y acceder a información en tiempo real sobre el transporte público en Santa Elena.

2.1.5.1 PHP

PHP se utiliza ampliamente para crear APIs REST que gestionan datos de rutas y usuarios, mientras que Angular permite desarrollar interfaces dinámicas y responsivas para aplicaciones web de transporte. La combinación de estas tecnologías con bases de datos MySQL administradas a través de phpMyAdmin

proporciona una arquitectura sólida para el manejo de grandes volúmenes de información de tránsito [37].

2.1.5.2 Angular

Angular es un framework de JavaScript desarrollado por Google, usado para crear aplicaciones web dinámicas de una sola página, mejorando la interacción con el usuario y la eficiencia del desarrollo su arquitectura basada en componentes facilita el desarrollo y mantenimiento de aplicaciones y facilita la implementación de interfaces de usuario dinámicas para sistemas de transporte público, permitiendo la creación de componentes reutilizables para visualización de rutas, mapas interactivos y gestión de datos de usuario en tiempo real [38].

2.1.5.3 MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto que se utiliza para almacenar y gestionar datos de aplicaciones web. Su robustez, flexibilidad y alta disponibilidad lo hacen ideal para proyectos que requieren una base de datos confiable y escalable. MySQL también ofrece soporte para transacciones y consultas complejas, permitiendo la gestión eficiente de grandes volúmenes de datos y la realización de operaciones críticas en tiempo real. La comunidad activa de desarrolladores y su amplia documentación hacen de MySQL una herramienta confiable y fácil de integrar, phpMyAdmin proporciona una interfaz web intuitiva para la administración de bases de datos MySQL en aplicaciones de transporte, simplificando la gestión de tablas complejas que almacenan información de rutas, horarios, usuarios y datos geoespaciales [39].

2.1.5.4 Postman

Postman es una herramienta de pruebas de APIs que permite realizar solicitudes HTTP y verificar las respuestas de los servicios web, facilitando la interacción con APIs RESTful y otros tipos de servicios, también permite la validación y pruebas exhaustivas de APIs REST en sistemas de transporte público, facilitando la verificación de endpoints para consultas de rutas, cálculo de tarifas y autenticación de usuarios antes del despliegue en producción [40].

2.1.5.5 APIs de geolocalización

Las APIs de geolocalización son herramientas fundamentales que permiten ubicar dispositivos con gran precisión en cualquier lugar del planeta, basándose en señales de teléfonos móviles, GPS y WiFi detectadas por el dispositivo. En el contexto del transporte público, estas APIs facilitan la integración de datos de ubicación en tiempo real, permitiendo que las aplicaciones proporcionen información precisa sobre la posición de vehículos, rutas optimizadas y cálculos de tiempos de llegada [41]. La implementación de servicios web de geolocalización en sistemas de transporte público permite visualizar rutas y posiciones de vehículos en tiempo real, junto con variables relevantes como estado de movimiento, velocidad, rumbo y tiempo estimado de llegada a paradas preestablecidas. Estos sistemas también posibilitan la generación de registros históricos sobre ubicación y recorridos de cada autobús, que pueden ser visualizados mediante tablas y gráficas dinámicas para análisis de patrones de movilidad [42].

2.1.5.6 Mapbox

Mapbox proporciona un conjunto de herramientas para la creación de mapas digitales personalizados de forma rápida y sencilla, siendo una plataforma open-source que ofrece múltiples APIs especializadas. Para aplicaciones de transporte público, Mapbox dispone de APIs de navegación, mapas interactivos y geocodificación desarrolladas en JavaScript, junto con SDKs para Android, iOS y Unity que permiten a los desarrolladores integrar mapas dinámicos con funcionalidades avanzadas de visualización y seguimiento de rutas, Mapbox proporciona un conjunto de herramientas para la creación de mapas digitales personalizados de forma rápida y sencilla. Mapbox es open-source y ofrece cinco planes de pago para su utilización... Mapbox dispone de varios APIs (mapas, navegación y geocodificación) de JavaScript propios, SDKs (Android, iOS y Unity).

2.1.5.7 Visual studio code

Visual Studio Code es un editor de código fuente ligero y multiplataforma, desarrollado por Microsoft, ampliamente utilizado para el desarrollo web. En este

proyecto, se utilizó como entorno principal para escribir, depurar y organizar el código de los módulos frontend y backend.

2.1.5.8 Funcionalidades y lógica de recomendación implementada

El sistema desarrollado implementa operaciones CRUD (Create, Read, Update, Delete) para la gestión eficiente de las entidades del sistema. Estas funcionalidades permiten mantener actualizada la información del sistema a través de formularios y servicios API desarrollados con PHP y conectados a una base de datos MySQL.

Además, se integró la fórmula de Haversine para calcular con precisión la distancia geográfica entre dos coordenadas (latitud y longitud), lo cual es esencial para determinar la ruta más cercana al destino del usuario.

Por último, se incorporó un sistema híbrido de recomendación de destinos, el cual combina datos del historial de viajes del usuario, rutas favoritas y destinos populares entre otros usuarios. Este enfoque mejora la personalización y la precisión de las sugerencias, incluso aplicando lógica de respaldo en ausencia de historial propio.

Marco Teórico

2.2.1 Teoría de Sistemas de Transporte Público

La teoría de sistemas de transporte público parte de la idea de que la movilidad urbana sostenible debe combinar eficiencia operativa, acceso para todos los ciudadanos y cuidado del medio ambiente. Los sistemas de transporte actuales necesitan diseñarse pensando en cómo se relacionan el territorio y la movilidad, donde planificar significa estudiar cómo se mueve la gente y qué necesidades de transporte tiene la población [43].

Movilidad Urbana Sostenible

La movilidad urbana sostenible es clave cuando se planifica el transporte público, porque busca reducir el daño al medio ambiente mientras la gente puede moverse por la ciudad. Este enfoque impulsa prácticas y tecnologías que bajan la contaminación y las emisiones de carbono, ayudando a crear ciudades más sanas y

eficientes, a través de políticas que priorizan la sostenibilidad, combaten el cambio climático y mejoran cómo funcionan los servicios de transporte [44] .

Planificación Basada en la Demanda

Rodrigue señala que planificar el transporte público debe partir de la demanda real del sistema, estudiando cómo se mueve la gente, identificando zonas con mucha afluencia y ajustando la frecuencia de los servicios. Para hacer esto bien se necesita evaluar cómo está funcionando actualmente el transporte, recopilando toda la información disponible para saber en qué aspectos hay que trabajar y qué herramientas se necesitan [45]. Para conseguir esto hace falta usar herramientas de análisis de datos que permitan detectar problemas y entender qué necesidades de movilidad tiene la gente, para así poder ajustar los servicios de forma dinámica mediante estudios sectoriales y análisis de cómo funcionan los servicios de transporte [46].

2.2.2 Teoría de Optimización de Rutas

La optimización de rutas en el transporte público usa modelos matemáticos complejos que trabajan con algoritmos genéticos y técnicas de optimización multiobjetivo. Estos modelos toman en cuenta factores como cuánto demora el viaje, qué cuesta operarlo y qué tan satisfechos quedan los usuarios, aplicando sistemas de penalización para reducir al mínimo las transferencias y las distancias que hay que caminar [47].

2.2.3 Modelos Matemáticos en la Optimización de Rutas

Optimizar rutas en el transporte público se basa en modelos matemáticos avanzados que resuelven problemas multiobjetivo usando técnicas de optimización. Estos modelos estudian variables como tiempos de viaje, costos de operación, satisfacción de usuarios y demanda de pasajeros, usando algoritmos especializados para manejar lo complejo que resulta diseñar redes de autobuses [48].

Algoritmos de Optimización y su Impacto

Usar algoritmos de optimización ha mostrado mejoras importantes en la eficiencia del transporte público. Los experimentos hechos con algoritmos genéticos en

ciudades de tamaño medio han comprobado que las optimizaciones pueden crear escenarios entre un 10% y un 20% más eficientes que las redes que ya existen, mejorando tanto cómo opera el sistema como la experiencia de los usuarios [49].

2.2.4 Teoría de Sistemas de Información en Tiempo Real

Los sistemas de información en tiempo real se basan en la idea de procesamiento distribuido de datos, donde la información se maneja de manera descentralizada para mejorar la eficiencia y velocidad. En el transporte público, estos sistemas funcionan capturando datos GPS de los vehículos y procesándolos para ofrecer información actualizada a los usuarios, siendo crucial reducir el tiempo de latencia y asegurar que los datos que se transmiten sean precisos [50].

Procesamiento y Distribución de Datos en Tiempo Real

Los sistemas de información en tiempo real en el transporte público funcionan con la idea del procesamiento distribuido de datos. Estos sistemas crean una solución informática que se basa en las posiciones en tiempo real de los vehículos y monitorea constantemente los recorridos entre las paradas, manteniendo actualizada la información de los tiempos de llegada de forma automática [51].

Integración de Datos GPS en Transporte Público

La integración de datos GPS en el transporte público ha sido objeto de diversas investigaciones que buscan mejorar la eficiencia y la calidad del servicio. Los sistemas desarrollados permiten el seguimiento en tiempo real de los vehículos mediante el uso de GPS, integrando software libre y basándose en estándares como GTFS realtime para permitir no solo la visualización de la posición actual de los vehículos en el mapa, sino también predecir su llegada a las paradas [52].

2.2.5 Teoría de Gestión de Datos en Sistemas de Transporte

La gestión de datos en sistemas de transporte se fundamenta en la teoría de bases de datos distribuidas. Los sistemas de transporte modernos necesitan arquitecturas de datos que puedan procesar y analizar grandes volúmenes de información en tiempo real, implementando medidas de seguridad robustas para proteger los datos tanto cuando se están transmitiendo como cuando están almacenados [53].

Seguridad y Consistencia de la Información

El modelo teórico para gestión de datos en transporte también considera aspectos clave como la seguridad y la consistencia de los datos, asegurando que la información utilizada para la planificación del transporte sea confiable y actualizada. Esto implica usar protocolos de cifrado, autenticación de usuarios y control de acceso adecuado, además de estrategias de redundancia y validación para minimizar errores y garantizar que la información esté íntegra en tiempo real [54].

2.3 Metodología de investigación

2.3.1 Contexto de la investigación

En Ecuador, el transporte urbano representa uno de los principales medios de movilización para residentes y turistas [1], siendo la Corporación de Buses CITSE un actor fundamental en este servicio. Actualmente, esta corporación opera con una flota de aproximadamente 9 autobuses que, si bien realizan destinos similares, recorren rutas distintas, presentando desafíos significativos en la gestión de información para los usuarios que carecen de datos precisos sobre rutas, horarios y tarifas en tiempo real.

La problemática se acentúa particularmente en zonas turísticas como Salinas, donde miles de visitantes nacionales y extranjeros dependen del transporte público para desplazarse entre diversos puntos de interés, desde playas hasta balnearios y centros históricos [3]. La ausencia de un sistema informativo eficiente genera confusión y retrasos en los usuarios, afectando la experiencia de movilización en la región.

2.3.2 Enfoque de investigación

El proyecto adoptará un enfoque cuantitativo, fundamentado en la necesidad de recolectar y analizar datos numéricos precisos sobre patrones de movilidad, tiempos de viaje y frecuencias de uso del transporte urbano. Este enfoque se basa en analizar una realidad objetiva a partir de mediciones numéricas y análisis estadísticos para determinar predicciones o patrones de comportamiento del fenómeno estudiado, utilizando la recolección de datos para comprobar hipótesis que se plantean con antelación al proceso metodológico [55].

2.3.3 Variable

Precisión en la identificación de estaciones más cercanas

El proyecto se centrará en medir qué tan exacto es el sistema para identificar correctamente la estación de autobús más cercana a la ubicación del usuario. Esta variable es sumamente importante porque demuestra si el sistema realmente ayuda a las personas a encontrar la parada que les queda más cerca, comparando los resultados del sistema con las distancias reales medidas en Google Maps.

2.3.4 Alcance de la investigación

El proyecto presenta un alcance descriptivo, ya que busca no solo detallar las características y comportamientos del sistema de transporte urbano actual, sino también analizar las relaciones entre variables como patrones de uso, demanda de rutas y satisfacción del usuario. Este tipo de investigación se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad, siendo el punto de partida en muchos estudios científicos y proporcionando una base sólida de conocimiento sobre la cual se pueden construir investigaciones más complejas [56].

2.3.5 Tipo de investigación

La investigación se clasifica como no experimental, ya que no se manipulará las variables, sino que se observará las relaciones naturales entre ellas en su entorno para obtener información y dar sus apreciaciones. Este tipo de investigación se realiza a través de la observación, sin intervenir o manipular el objeto estudiado, ni tratar de controlar las variables de una situación observada, en este enfoque, el investigador asume un rol de observador que se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador. Se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos, siendo particularmente adecuado para proyectos donde se busca describir las relaciones y variables del evento o grupo observado [57].

2.3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este proyecto se emplearon técnicas de observación directa y recolección manual de datos reales, enfocadas en registrar coordenadas geográficas reales desde

distintos puntos de la zona urbana de Santa Elena. Estas ubicaciones fueron utilizadas para realizar pruebas de campo que permitieran validar el funcionamiento del sistema en condiciones reales. Las distancias entre los puntos de origen y las estaciones de bus fueron contrastadas con mediciones obtenidas a través de Google Maps, lo que proporcionó una base objetiva para evaluar la efectividad del sistema desarrollado.

2.3.7 Origen de datos

El sistema web funcionará con dos tipos de información diferentes. Al principio, usaremos datos básicos que nosotros mismos ingresaremos para hacer pruebas del sistema. Esta información incluye las rutas de los buses, dónde están las paradas, los horarios y qué bus va por cada ruta. Con estos datos podremos probar que todas las funciones del sistema trabajen correctamente antes de que lleguen los usuarios reales.

Después, cuando la gente se registre en el sistema y decida compartir su información, tendremos una segunda fuente de datos mucho más valiosa. Estos usuarios nos darán información real sobre cómo navegan por el sistema, qué rutas prefieren y cuáles son sus destinos favoritos.

Según los investigadores Rashidi y Mohammadian, cuando combinas datos de prueba con información real de los usuarios, puedes crear sistemas de transporte más efectivos y confiables antes de ponerlos en funcionamiento completo [58]. Esta metodología nos permitirá ir mejorando el sistema poco a poco conforme más personas lo usen.

2.4 Metodología de desarrollo del proyecto

Para el desarrollo de este sistema web, se usará la metodología incremental, la cual permite construir el proyecto en etapas sucesivas, añadiendo funcionalidad de manera gradual. Esta metodología asegura que cada componente, desde la información en tiempo real hasta el sistema de mapeo interactivo y la gestión de usuarios, se integre y pruebe de forma individual antes de avanzar al siguiente.

2.4.1 Primer incremento: Módulo de administración

Facilitar la gestión y monitoreo de las operaciones a los administradores.

Características: Creación de un panel de administración donde el administrador puede añadir o modificar rutas, definir horarios y consultar reportes sobre la demanda y uso de los autobuses.

Pruebas: Garantizar que el sistema administre los cambios en tiempo real sin afectar la experiencia del usuario final.

2.4.2 Segundo incremento: Módulo de información al usuario

Ofrecer información básica sobre rutas y horarios de autobuses.

Características: Creación de una base de datos de rutas, horarios y tarifas. Implementación de una interfaz inicial donde los usuarios pueden consultar esta información sin necesidad de registrarse.

Pruebas: Verificación de la precisión de los datos mostrados y la usabilidad de la interfaz.

2.4.3 Tercer incremento: Módulo de mapeo de rutas

Incorporar un sistema de mapeo que visualice las rutas en un mapa interactivo.

Características: Integración de un mapa que muestre las rutas de autobuses, esto ayudará a los usuarios a comprender mejor la trayectoria de cada ruta, sus paradas, y destinos clave.

Pruebas: Asegurarse de que la visualización de rutas sea clara y que el sistema de mapeo funcione bien en dispositivos.

2.4.4 Cuarto incremento: Módulo de registros de Usuarios y Gestión de Preferencias

Ofrecer una experiencia personalizada mediante cuentas de usuario.

Características: Desarrollo de un sistema de login para pasajeros que deseen registrarse. Implementación de la funcionalidad de historial de viajes y preferencia de rutas.

Pruebas: Verificar la seguridad y privacidad del registro de usuarios, así como la correcta visualización del historial de viajes.

2.4.5 Quinto incremento: Módulo de quejas y sugerencias

Apartado donde el usuario podrá manifestar su experiencia de viaje.

Característica: Desarrollo de un apartado en donde el usuario podrá emitir sus comentarios acerca de un determinado bus, con el fin de mejoras para futuros viajes.
 Prueba: Garantizar que los comentarios son visibles para cualquier usuario use el sistema web

CAPITULO III. PROPUESTA

3.1 Requerimientos

3.1.1 Requerimientos funcionales

Requerimientos funcionales del sistema

<i>Código</i>	Nombre	Descripción
<i>RQF-01</i>	Perfil	El sistema contará con tres tipos de usuarios: administrador, usuario registrado y usuario invitado.
<i>RQF-02</i>	Roles	El usuario administrador podrá acceder a las funcionalidades completas del sistema incluyendo gestión de usuarios, rutas, buses y quejas.
<i>RQF-03</i>	Roles	El usuario normal tendrá acceso a consultar rutas, buses, estaciones más cercanas a él.
<i>RQF-04</i>	Roles	El usuario registrado tendrá acceso a consultar rutas, buses, estaciones más cercanas a él, recomendación de destinos, sugerencia del mejor bus a elegir acorde a un destino, marcar favoritos, ver historial y crear quejas.
<i>RQF-05</i>	Autenticación	El sistema permitirá el inicio de sesión mediante nombre de usuario y contraseña con encriptación bcrypt.

<i>RQF-06</i>	Recuperación	El sistema permitirá el restablecimiento de contraseñas mediante token enviado por correo electrónico con expiración de 1 hora.
<i>RQF-07</i>	Gestión de Usuarios	El sistema permitirá crear, listar, buscar por ID y eliminar usuarios con validación de último administrador.
<i>RQF-08</i>	Gestión de Buses	El sistema permitirá insertar, editar, eliminar y obtener buses con campos: número, línea, ruta asignada.
<i>RQF-09</i>	Gestión de Rutas	El sistema permitirá crear, actualizar, eliminar y consultar rutas con información completa de paradas y mapeo de coordenadas.
<i>RQF-10</i>	Asignación Ruta-Bus	El sistema permitirá asignar y desasignar rutas a buses para fechas específicas con validación de existencia.
<i>RQF-11</i>	Gestión de Paradas	El sistema permitirá gestionar paradas regulares y paradas principales con coordenadas geográficas.
<i>RQF-12</i>	Paradas Principales	El sistema permitirá marcar paradas como principales, guardar múltiples paradas principales y vincularlas a rutas.
<i>RQF-13</i>	Coordenadas GPS	El sistema proporcionará coordenadas de buses, rutas completas y paradas para visualización en mapas.
<i>RQF-14</i>	Rutas Favoritas	El sistema permitirá agregar, eliminar, verificar y obtener rutas marcadas como favoritas por usuario.

<i>RQF-15</i>	Destinos Favoritos	El sistema permitirá agregar, eliminar, editar y obtener destinos favoritos con nombre, alias y coordenadas.
<i>RQF-16</i>	Historial de Viajes	El sistema registrará automáticamente viajes de usuarios y proporcionará estadísticas de uso.
<i>RQF-17</i>	Sistema de Quejas	El sistema permitirá crear, editar, eliminar y consultar quejas asociadas a rutas específicas o generales.
<i>RQF-18</i>	Administración de Quejas	El sistema permitirá a administradores actualizar estado de quejas y guardar respuestas administrativas.
<i>RQF-19</i>	Recomendaciones Inteligentes	El sistema generará recomendaciones de destinos basadas en historial de viajes, rutas favoritas y popularidad.
<i>RQF-20</i>	Recomendación de Líneas	El sistema recomendará la mejor línea de bus basada en coordenadas de destino y origen del usuario.
<i>RQF-21</i>	Cálculos Geográficos	El sistema calculará distancias entre coordenadas, rutas óptimas y estadísticas de recorridos usando fórmula haversine.
<i>RQF-22</i>	Mapeo de Rutas	El sistema permitirá guardar y calcular mapeo detallado de rutas con coordenadas exactas del recorrido.
<i>RQF-23</i>	Validaciones de Datos	El sistema validará integridad referencial, existencia de registros relacionados y campos obligatorios.

<i>RDF-24</i>	Estadísticas Completas	El sistema generará estadísticas a los administradores de usuarios nuevos registrados, líneas disponibles y quejas por parte de los usuarios.
<i>RDF-25</i>	API REST Completa	El sistema expondrá servicios web RESTful con respuestas JSON estructuradas para integración.
<i>RDF-26</i>	Limpieza de Datos	El sistema permitirá limpiar historial antiguo y eliminar registros específicos por usuario.

Tabla 1. Requerimientos Funcionales del sistema

3.1.2 Requerimientos no funcionales

<i>Código</i>	Tipo	Especificación
<i>RNF-01</i>	Disponibilidad	El sistema web se encontrará a disposición de los usuarios las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
<i>RNF-02</i>	Seguridad	El sistema implementará encriptación de contraseñas usando algoritmos bcrypt y validación de tokens con expiración para recuperación de contraseñas.
<i>RNF-03</i>	Rendimiento	El sistema procesará cálculos geográficos complejos usando fórmulas optimizadas como haversine para distancias.
<i>RNF-04</i>	Rendimiento	El sistema optimizará consultas de base de datos mediante índices, JOINS eficientes y limitación de resultados (máximo 100 registros)

<i>RNF-05</i>	Confiabilidad	El sistema implementará transacciones de base de datos con rollback automático en caso de fallos.
<i>RNF-06</i>	Compatibilidad	El sistema será compatible con navegadores web modernos que soporten JavaScript y APIs REST.
<i>RNF-07</i>	Rendimiento	El sistema necesita de un procesador con capacidad multi-core para manejo de consultas concurrentes.
<i>RNF-08</i>	Usabilidad	El sistema proporcionará respuestas JSON estructuradas con mensajes de error descriptivos para facilitar integración.

Tabla 2. Requerimientos no funcionales

3.2 Componente de la propuesta

3.2.1 Arquitectura del sistema

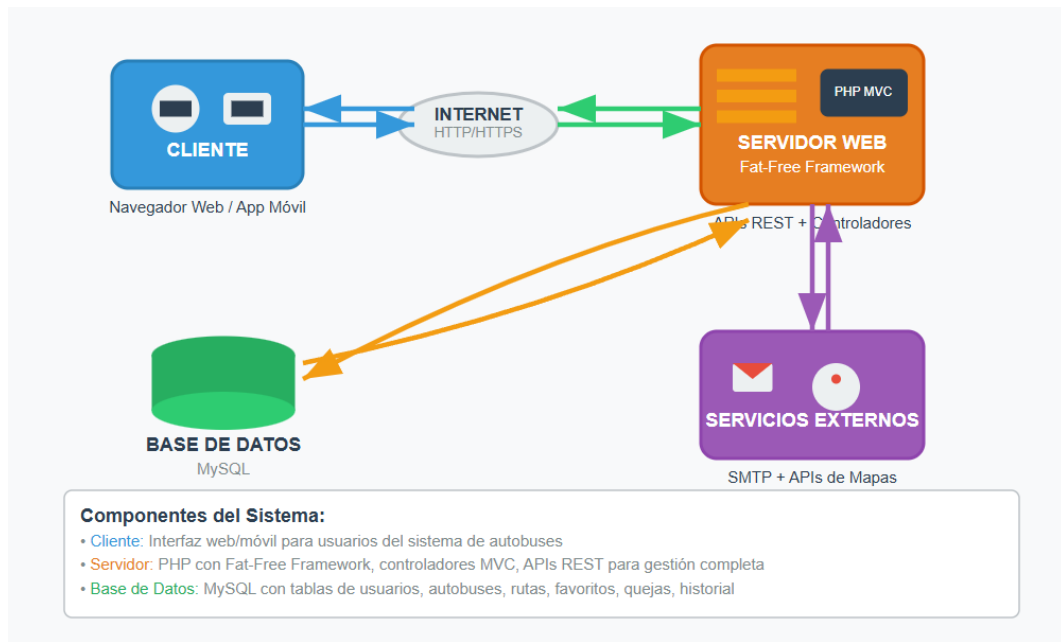


Figura 1. Arquitectura del sistema

La arquitectura utiliza el modelo cliente-servidor, donde el sistema se divide en dos partes principales: los clientes que piden información y los servidores que la proporcionan. En nuestro sistema de autobuses, los usuarios acceden desde navegadores web o aplicaciones móviles, enviando peticiones a través de Internet hacia nuestro servidor web. Este servidor, desarrollado en PHP con el framework Fat-Free, se encarga de procesar todas las solicitudes relacionadas con buses, rutas y usuarios.

Cuando llega una petición, el servidor consulta la base de datos MySQL donde guardamos toda la información del sistema: datos de autobuses, rutas, usuarios registrados y sus rutas favoritas. Además, el servidor se conecta con servicios externos como Gmail para enviar correos de recuperación de contraseña y servicios de mapas para calcular distancias entre paradas.

3.2.2 Diagramas de caso de uso

Caso de uso "Login de usuario"

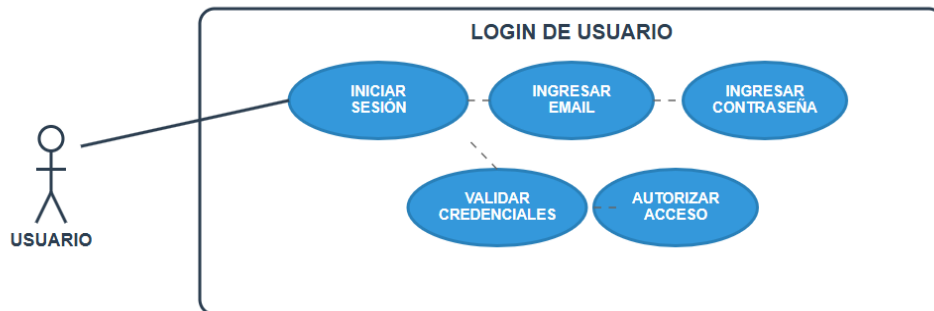


Figura 2. Caso de uso login de usuario

CASO DE USO – LOGIN DE USUARIO	
Actor	Usuarios registrados del sistema (administradores y usuarios comunes).
Definición	Permite a todos los usuarios registrados realizar una validación de las credenciales para acceder al sistema de gestión de autobuses.

Acción	El usuario digita en la vista de inicio de sesión el email y la contraseña para que se validen las credenciales.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa su email registrado. 2. El usuario digita su contraseña. 3. Presiona el botón "Iniciar Sesión". 4. Se validan las credenciales en la base de datos usando bcrypt. 5. Se genera el token de sesión del usuario. 6. Se muestra el dashboard principal del sistema (el contenido dependerá del tipo de usuario).
Resultado	Se realiza una validación de las credenciales de usuario para acceder al sistema de gestión de autobuses con acceso a todas las funcionalidades según el perfil del usuario.

Tabla 3. Caso de uso login de usuario

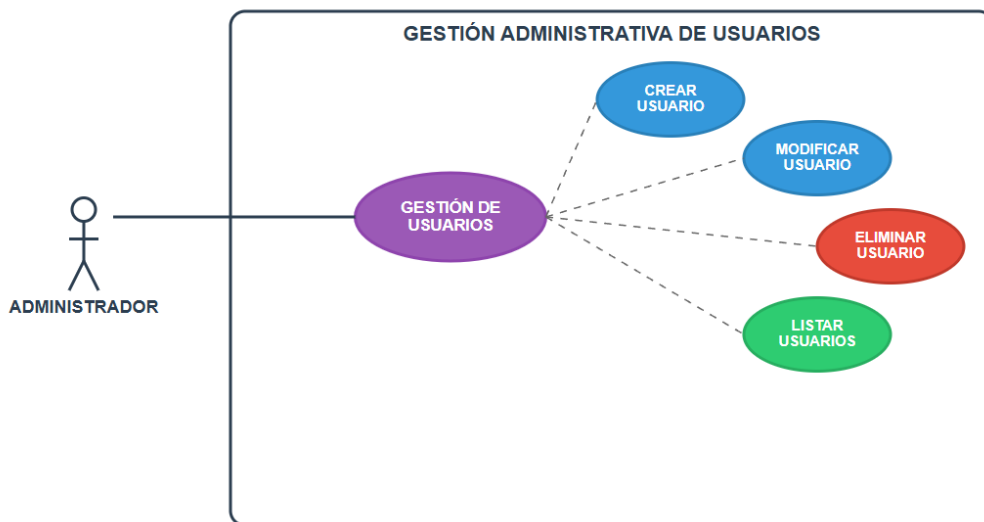


Figura 3. Caso de uso gestión administrativa de usuarios

CASO DE USO – GESTION ADMINISTRATIVA DE USUARIOS	
Actor	Administrador del sistema de gestión de autobuses.
Definición	Permite al administrador realizar operaciones completas de gestión sobre los usuarios del sistema, incluyendo creación, modificación, y eliminación.
Acción	El administrador accede al módulo de gestión de usuarios para realizar operaciones CRUD y administrar el estado de las cuentas de usuario.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador accede al panel de gestión de usuarios. 2. Selecciona la operación deseada (crear, modificar, eliminar, listar). 3. Para crear: ingresa datos del nuevo usuario (nombre, email, contraseña). 4. Para modificar: selecciona usuario y actualiza información. 5. Para eliminar: confirma la eliminación del usuario seleccionado. 6. Para listar: visualiza todos los usuarios registrados en el sistema. 7. Se ejecuta la operación en la base de datos MySQL. 8. El sistema muestra confirmación de la operación realizada.
Resultado	Se ejecuta exitosamente la operación administrativa sobre los usuarios del sistema, manteniendo la integridad de los datos y confirmando la acción realizada.

Tabla 4. Caso de uso – Gestión administrativa de usuarios

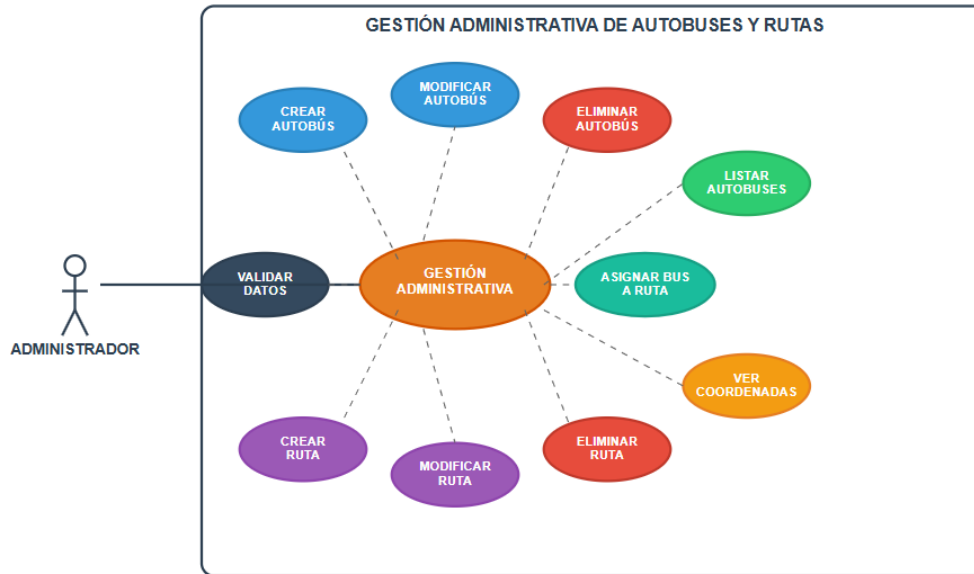


Figura 4. Caso de uso administración de autobuses y rutas

CASO DE USO – GESTION ADMINISTRATIVA DE LINEAS - BUSES	
Actor	Administrador del sistema de gestión de autobuses.
Definición	Permite al administrador gestionar completamente las líneas y rutas del sistema, incluyendo operaciones CRUD, asignación de buses a rutas y manejo de coordenadas geográficas.
Acción	El administrador accede a los módulos de gestión de autobuses y rutas para realizar operaciones de creación, modificación, eliminación y consulta, así como asignación de buses a rutas específicas.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador accede al panel de gestión administrativa. 2. Selecciona el módulo (Autobuses o Rutas) y la operación deseada. 3. Para autobuses: ingresa datos como placa, número, y asigna ruta.

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Para rutas: define nombre, coordenadas de inicio y fin, y ruta completa. 5. El sistema valida la información ingresada (formato de placa, coordenadas válidas). 6. Se ejecuta la operación en la base de datos MySQL. 7. Para asignaciones: se vincula el autobús con la ruta seleccionada. 8. Se actualiza la visualización con los cambios realizados.
Resultado	Se ejecuta exitosamente la gestión administrativa de autobuses y rutas, manteniendo la integridad de los datos geográficos y las asignaciones, con información actualizada visible en el sistema.

Tabla 5. Caso de uso - Gestion de líneas y buses

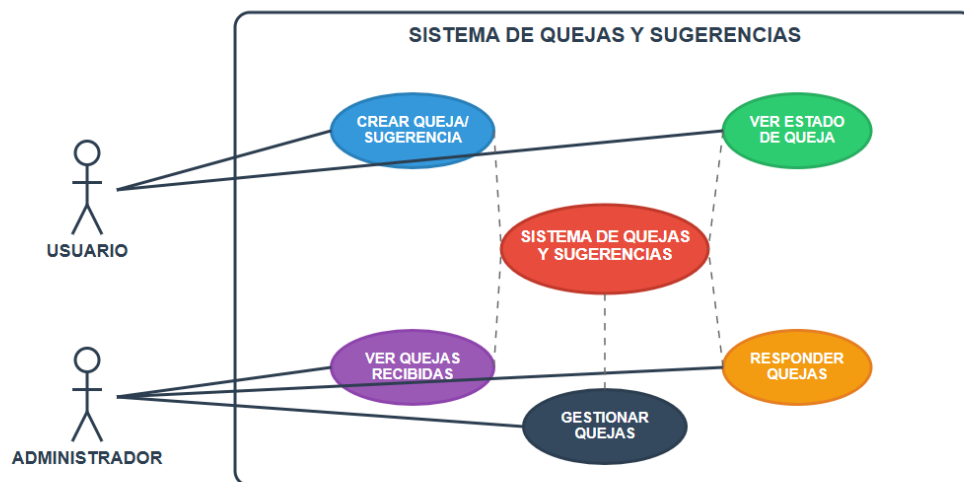


Figura 5. Caso de uso sistema de quejas y sugerencias

CASO DE USO – QUEJAS Y SUGERENCIAS	
Actor	Usuario registrado del sistema y Administrador del sistema de gestión de autobuses.
Definición	Permite a los usuarios enviar quejas y sugerencias sobre el servicio de autobuses, y al administrador gestionar, revisar y responder dichos reportes para mejorar el sistema.
Acción	Los usuarios crean reportes generales sobre el servicio, mientras que los administradores reciben, gestionan y responden estas quejas y sugerencias desde su panel administrativo.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede al formulario de quejas y sugerencias. 2. Redacta su queja o sugerencia describiendo la situación. 3. Envía el reporte al sistema. 4. El administrador visualiza las quejas recibidas en su panel. 5. El administrador lee y analiza cada reporte. 6. El administrador redacta y envía una respuesta al usuario. 7. El administrador marca la queja como resuelta o gestionada.
Resultado	Se establece un canal de comunicación efectivo entre usuarios y administradores, permitiendo la mejora continua del servicio de autobuses mediante la gestión adecuada de quejas y sugerencias.

Tabla 6. Caso de usos quejas y sugerencias

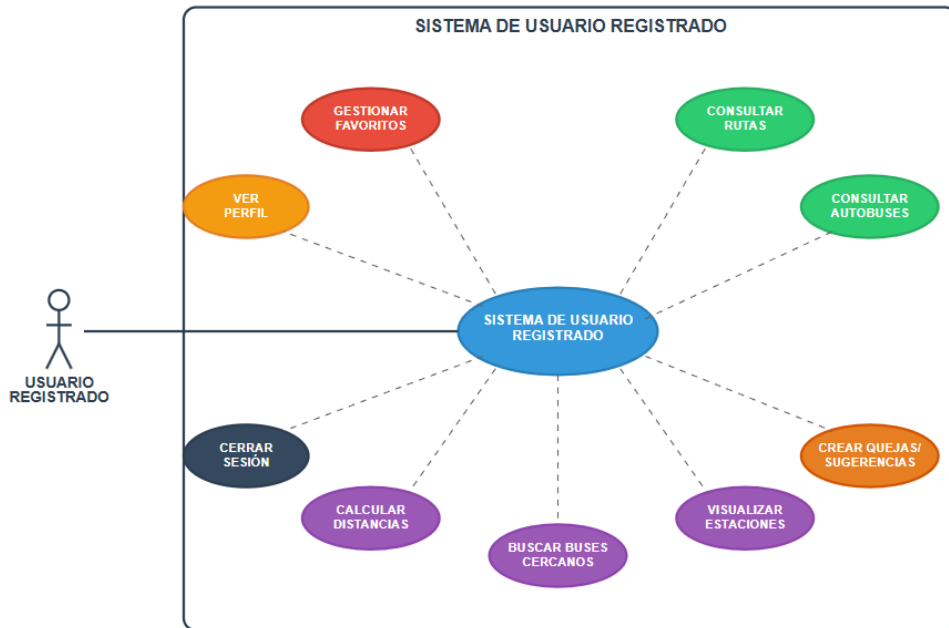


Figura 6.Caso de uso usuario registrado

CASO DE USO – SISTEMA DE USUARIO REGISTRADO	
Actor	Usuario registrado y autenticado en el sistema de gestión de autobuses.
Definición	Permite a los usuarios registrados acceder a funcionalidades completas del sistema, incluyendo gestión de favoritos, consultas avanzadas, cálculos geográficos y personalización de su experiencia.
Acción	El usuario registrado utiliza las funcionalidades del sistema para gestionar sus rutas favoritas, consultar información de transporte, calcular distancias y localizar estaciones cercanas a su ubicación.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede con sus credenciales al sistema. 2. Navega por el dashboard personalizado de usuario. 3. Gestiona sus rutas favoritas (agregar, eliminar, consultar).

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Consulta información actualizada de rutas y autobuses disponibles. 5. Utiliza funciones geográficas para calcular distancias entre puntos, para lograr obtener la información del mejor bus a escoger. 6. Visualiza estaciones cercanas a su ubicación actual. 7. Puede crear quejas o sugerencias sobre el servicio. 8. Cierra sesión de forma segura al finalizar.
Resultado	El usuario registrado obtiene una experiencia personalizada y completa del sistema, con acceso a todas las funcionalidades disponibles para optimizar su uso del transporte público.

Tabla 7. Sistema de usuario registrado

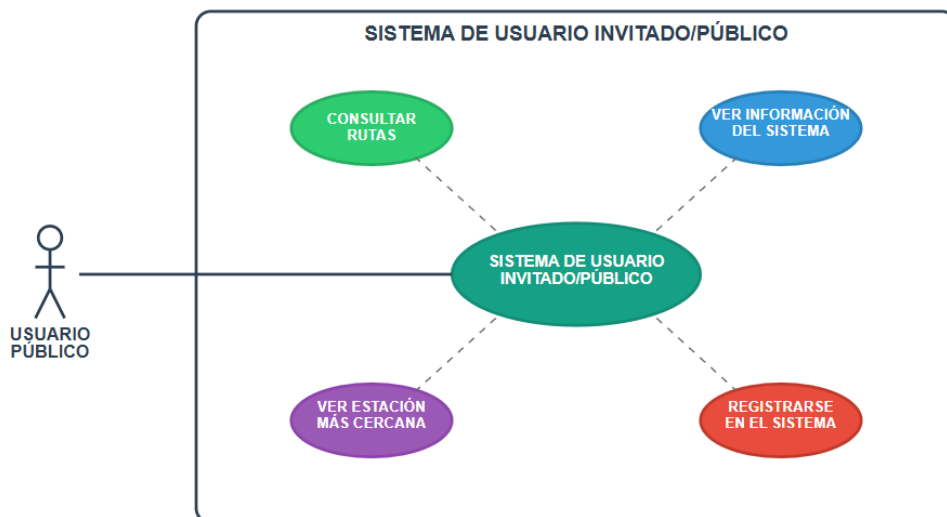


Figura 7. Caso de uso de usuario invitado

CASO DE USO – SISTEMA DE USUARIO INVITADO/PÚBLICO	
Actor	Usuario no registrado o visitante que accede al sistema de gestión de autobuses sin autenticación.
Definición	Permite a usuarios no registrados acceder a información básica y pública del sistema de transporte, así como realizar el proceso de registro para convertirse en usuarios del sistema.
Acción	El usuario público consulta información general del sistema de autobuses, visualiza datos básicos de rutas, localiza estaciones cercanas y puede iniciar el proceso de registro.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede al sistema sin necesidad de autenticación. 2. Navega por la interfaz pública del sistema. 3. Consulta información básica de rutas disponibles sin detalles personalizados. 4. Visualiza información general del sistema. 5. Utiliza la función de geolocalización para encontrar la estación más cercana. 6. Si desea acceder a funciones avanzadas, inicia el proceso de registro. 7. Completa el formulario de registro con datos personales. 8. Recibe confirmación de registro exitoso para futuros accesos.
Resultado	El usuario público obtiene acceso a información básica del sistema de transporte y puede convertirse en usuario registrado para acceder a funcionalidades completas del sistema.

Tabla 8. Caso de uso - Sistema de usuario invitado - público

3.3 Diseño de interfaces

Iniciar sesión

En esta interfaz se permite al usuario ingresar al sistema mediante sus credenciales y autenticación de estas. En caso de olvido o por situaciones de seguridad, el usuario podrá cambiar su contraseña mediante verificación de correo electrónico



Figura 9 . Interfaz de login

Crear cuenta

Permite a los usuarios registrarse por primera vez en la plataforma. Incluye campos obligatorios como nombre, correo electrónico y contraseña, los cuales se validan antes de crear el usuario



Figura 10. Interfaz de crear cuenta

Panel de administración

Muestra el panel principal exclusivo para el administrador, desde el cual puede acceder a todos los módulos del sistema: gestión de usuarios, buses, rutas, estaciones, y quejas. Incluye accesos directos y un resumen general del sistema.

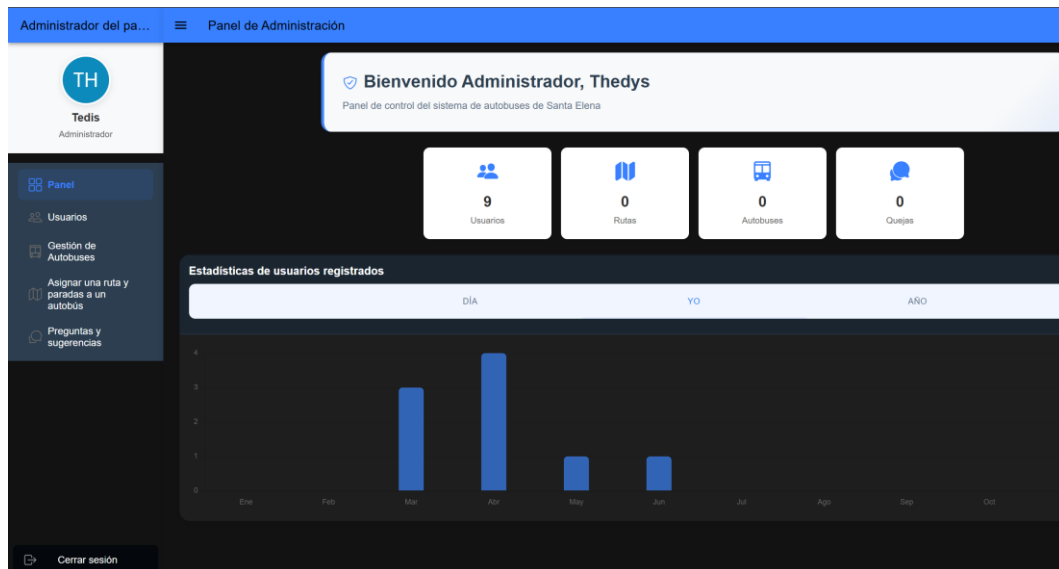


Figura 11. Interfaz principal de administración

Gestion de usuarios

Permite al administrador visualizar, crear, modificar o eliminar usuarios registrados.

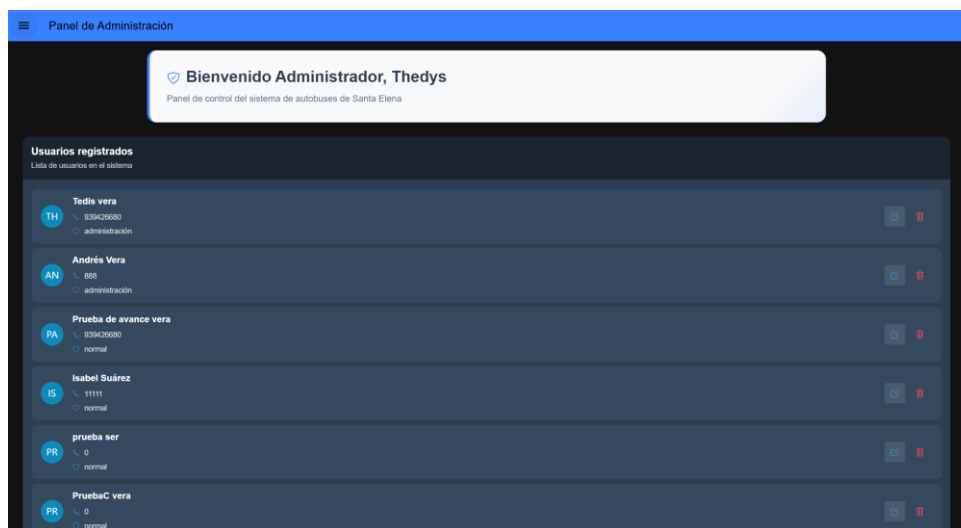


Figura 12. Interfaz de de gestion de usuarios registrados

Gestion de buses

Muestra un listado de todos los buses del sistema. Desde aquí, el administrador puede registrar nuevas líneas, actualizar su información (número, línea, ruta) o eliminarlos.

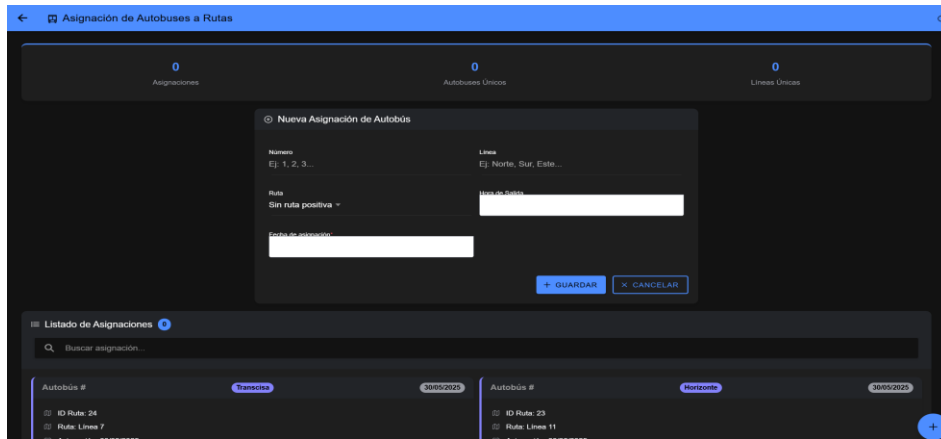


Figura 13. Interfaz de gestión de buses

Gestion de estaciones principales

Permite la gestión específica de las estaciones consideradas como puntos clave dentro de cada ruta. El administrador puede agregarlas, definir sus coordenadas geográficas y asociarlas a rutas determinadas

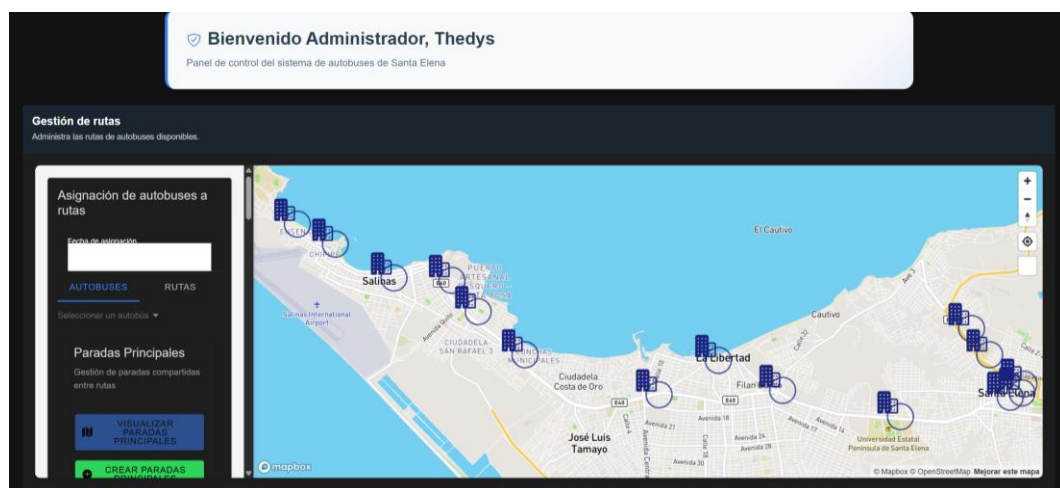


Figura 14. Interfaz de gestión de estaciones principales

Estaciones totales

Presenta un listado completo de todas las estaciones del sistema, organizadas por ruta. El administrador puede modificar, añadir o eliminar estaciones, así como visualizar la relación que existe entre estaciones y rutas.

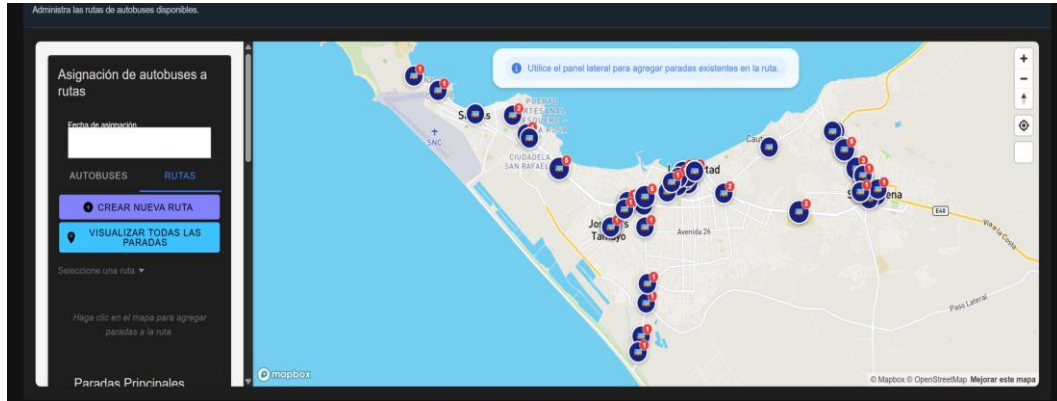


Figura 15. Interfaz de gestión de estaciones totales de todas las rutas

Gestión de estaciones y mapeo de ruta

Ofrece una visualización interactiva en mapa del trazado de las rutas de autobuses. El administrador puede trazar recorridos directamente en el mapa, registrar estaciones marcando sobre la interfaz y guardar el recorrido georreferenciado completo. Este módulo es clave para representar visualmente el servicio.

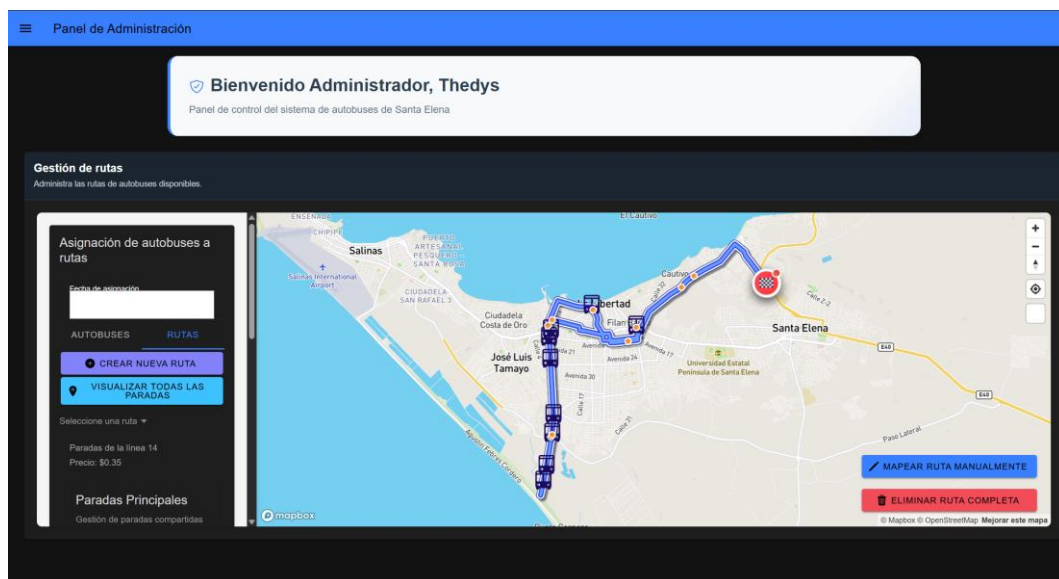


Figura 16. Interfaz de gestión de estaciones y mapeo de rutas

Gestión de quejas

Muestra todas las quejas registradas por los usuarios. El administrador puede revisar el detalle de cada comentario, responder directamente desde el sistema, y actualizar su estado (pendiente, en proceso, resuelto). Permite llevar seguimiento de la solicitud del usuario.

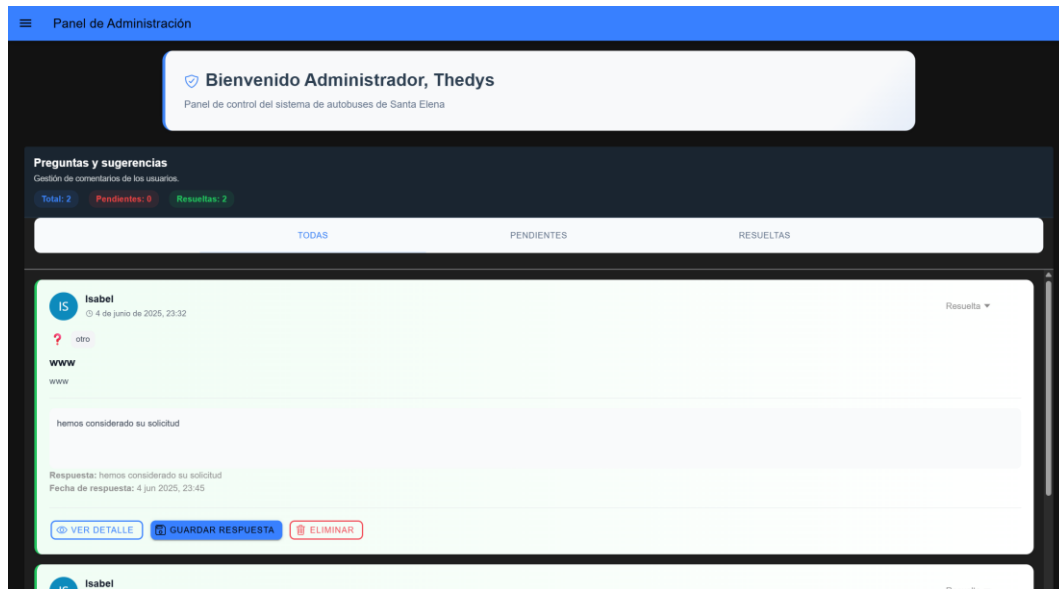


Figura 17. Interfaz de visualización y gestión de quejas

Usuario invitado

Corresponde a la vista para usuarios no registrados o visitantes. Desde aquí pueden consultar información pública como líneas disponibles, estaciones y tarifas. No tienen acceso a funciones personalizadas como favoritos, historial o quejas, pero sí pueden ver mapas interactivos y estaciones cercanas mediante geolocalización.



Figura 18. Interfaz de usuario, con funciones limitadas

Mapeo y estaciones

Permite a cualquier usuario (invitado o registrado) visualizar gráficamente en un mapa todas las rutas disponibles y sus respectivas estaciones. Esta funcionalidad es útil para planificar recorridos visualmente y comprender los trayectos que realizan los buses.

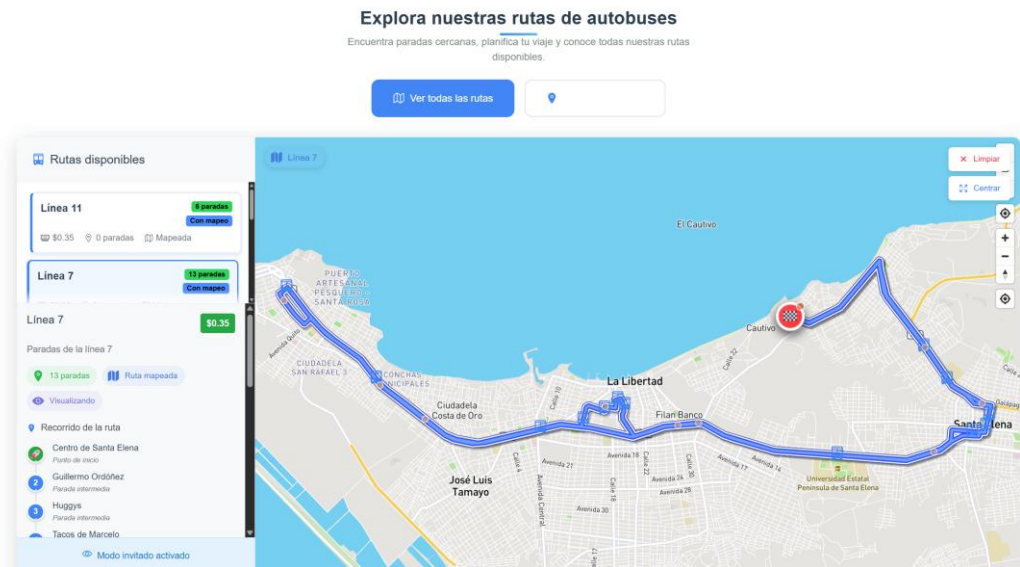


Figura 19. Interfaz de vista de mapeo y estaciones

Estaciones totales, con la estación más cercana dependiendo la ubicación del usuario

Integra el uso de APIs de geolocalización para determinar la ubicación actual del usuario, y mediante la fórmula de Haversine calcula cuál estación se encuentra más próxima. Se muestran todas las estaciones disponibles junto a la recomendación de la más cercana.

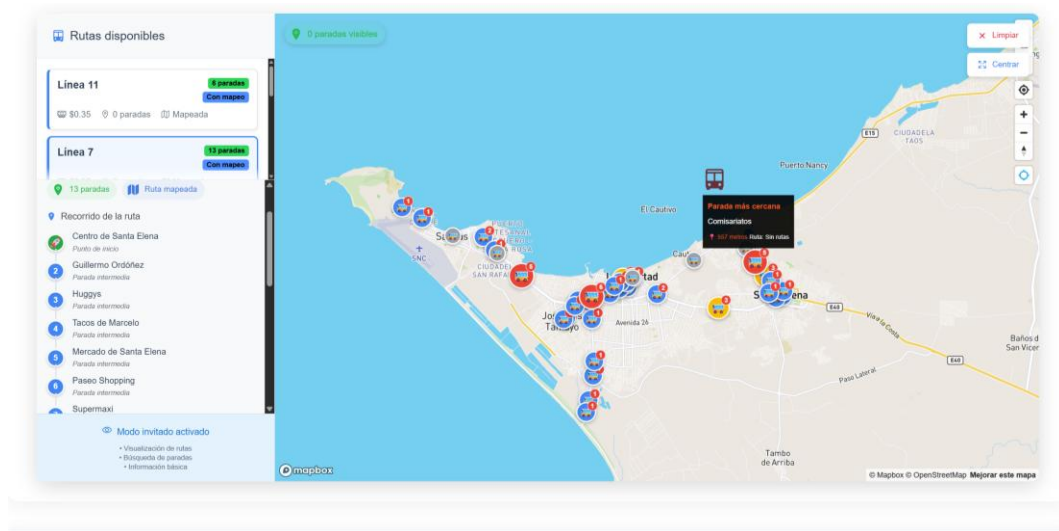


Figura 20. Interfaz de estaciones totales, con la estación más cercana dependiendo la ubicación del usuario

Usuario registrado en el sistema

Una vez logueado, el usuario accede a un panel donde puede consultar rutas personalizadas, ver recomendaciones basadas en su historial, marcar destinos como favoritos, y acceder a funcionalidades exclusivas como generar quejas o ver estadísticas de sus viajes.



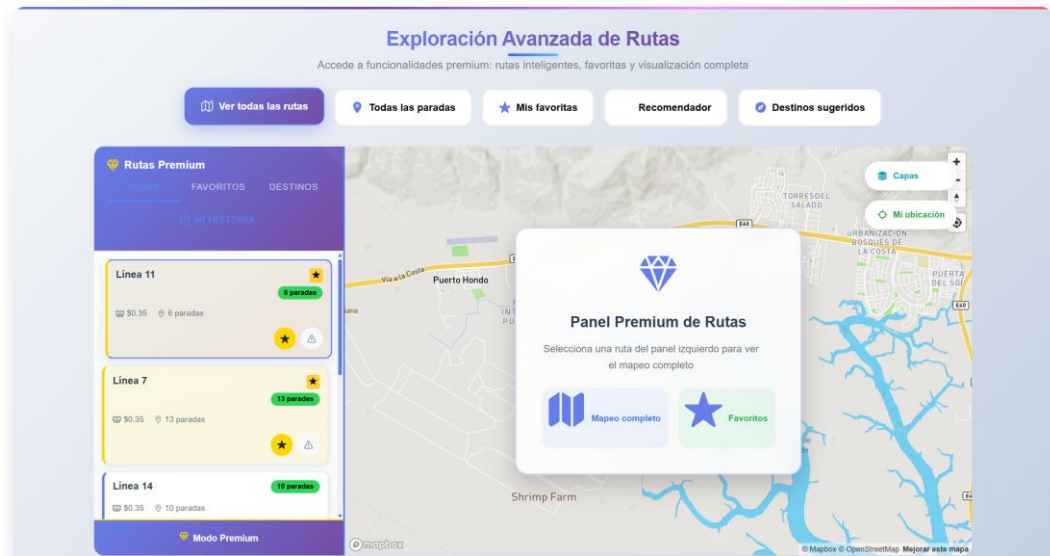


Figura 21. Interfaz de usuario registrado en el sistema

Líneas disponibles, con su respectivo mapeo y estaciones principales y por línea

Permite ver el detalle de cada línea de bus activa en el sistema. Se muestra el recorrido completo en el mapa, junto con todas las estaciones por las que pasa, el precio del pasaje y el número de bus asignado. También muestra las estaciones principales de las líneas.

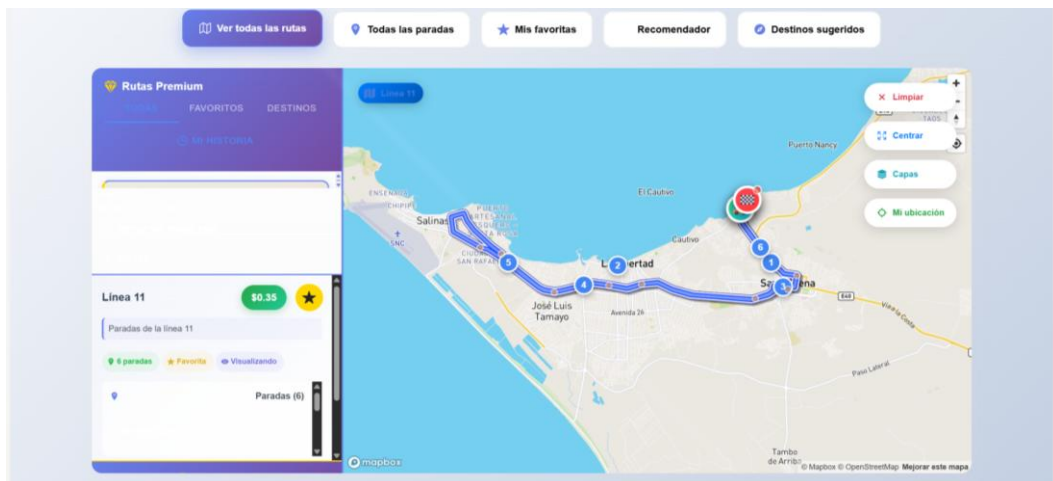


Figura 22. Vista de líneas disponibles, con su respectivo mapeo y estaciones

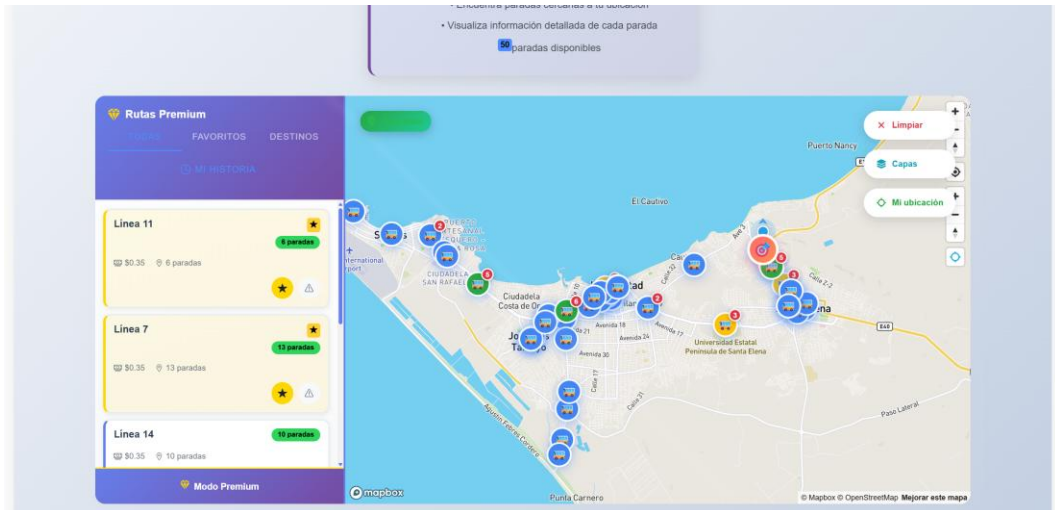
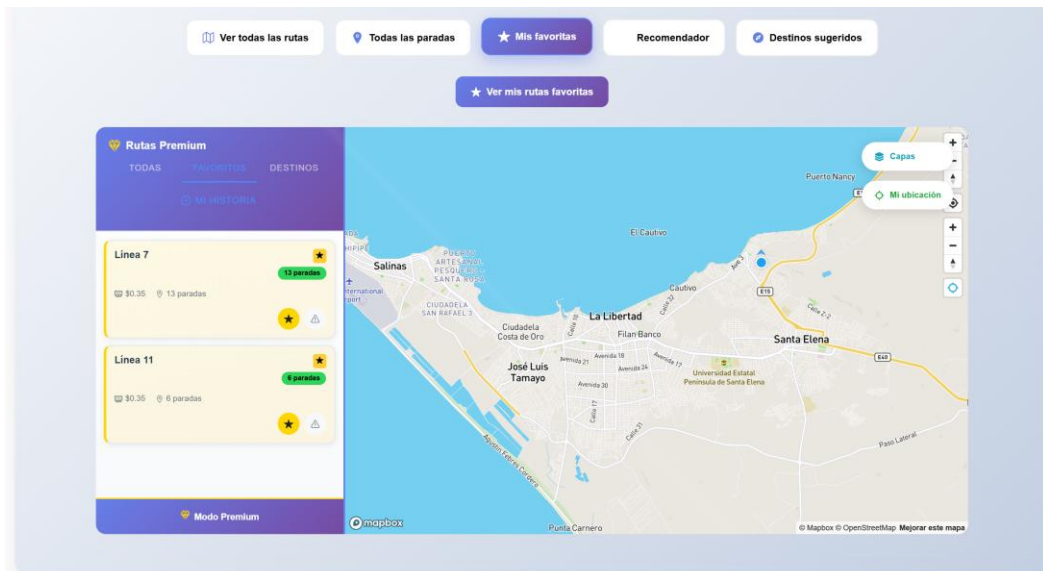


Figura 23. Interfaz de todas las estaciones, junto con la función de estación más cercana al usuario

Gestion de favoritos del usuario

Permite al usuario guardar como favoritos ciertas estaciones, rutas o destinos frecuentes. Esta funcionalidad resulta útil porque permite el acceso rápido y personalizado.



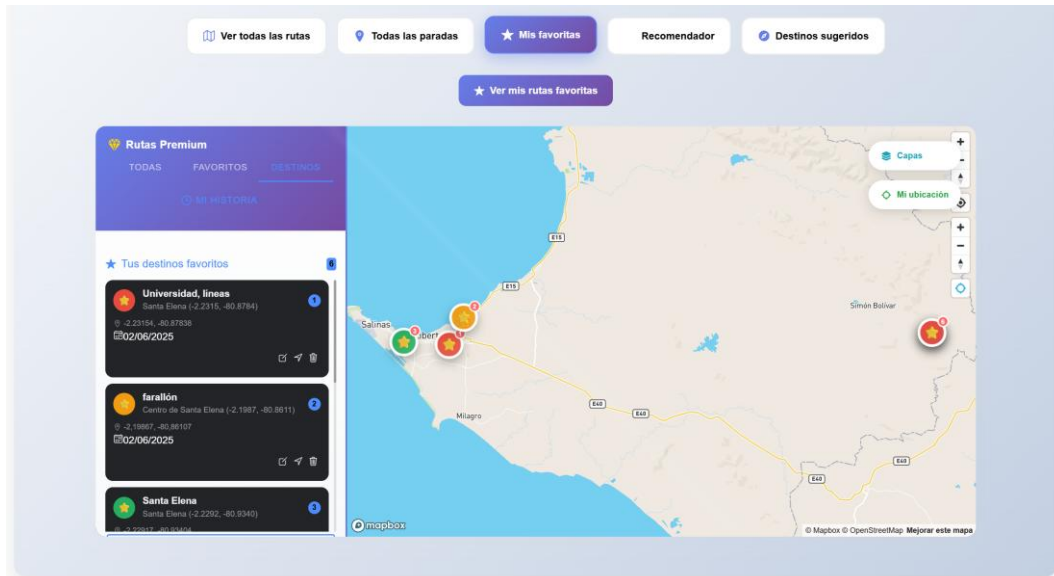


Figura 24. Interfaz de estaciones, rutas y destinos favoritos escogidos por el usuario

Recomendador de mejor línea según el destino del usuario

Cuando el usuario selecciona cualquier punto del mapa como destino deseado, el sistema calcula automáticamente la mejor línea de bus para llegar a ese punto, analizando rutas, distancias.

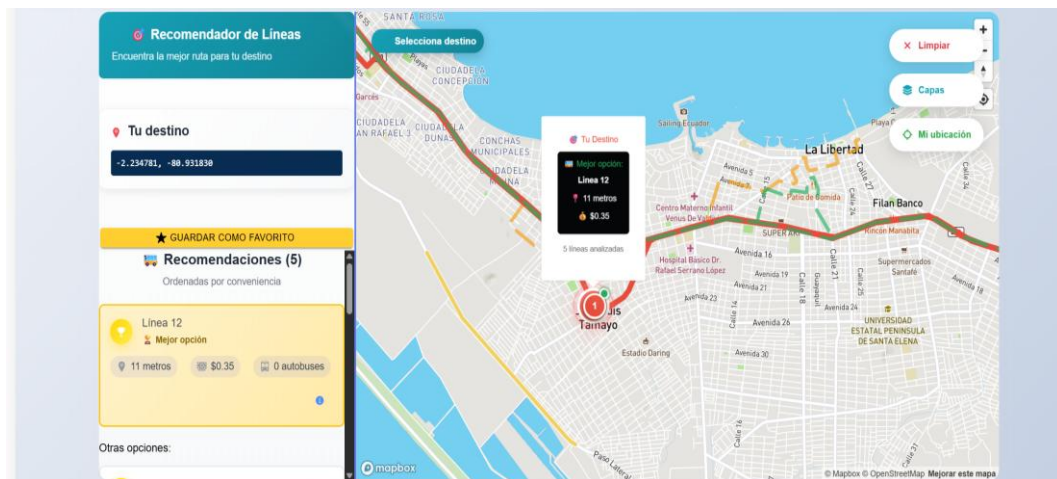


Figura 25. Interfaz de recomendador de mejores líneas de acuerdo al destino final del usuario

Recomendaciones de destino

Basándose en las rutas utilizadas y destinos registrados previamente por el usuario, el sistema genera sugerencias de nuevos destinos que podrían ser de interés. Esta lógica de recomendación busca personalizar la experiencia de movilidad.

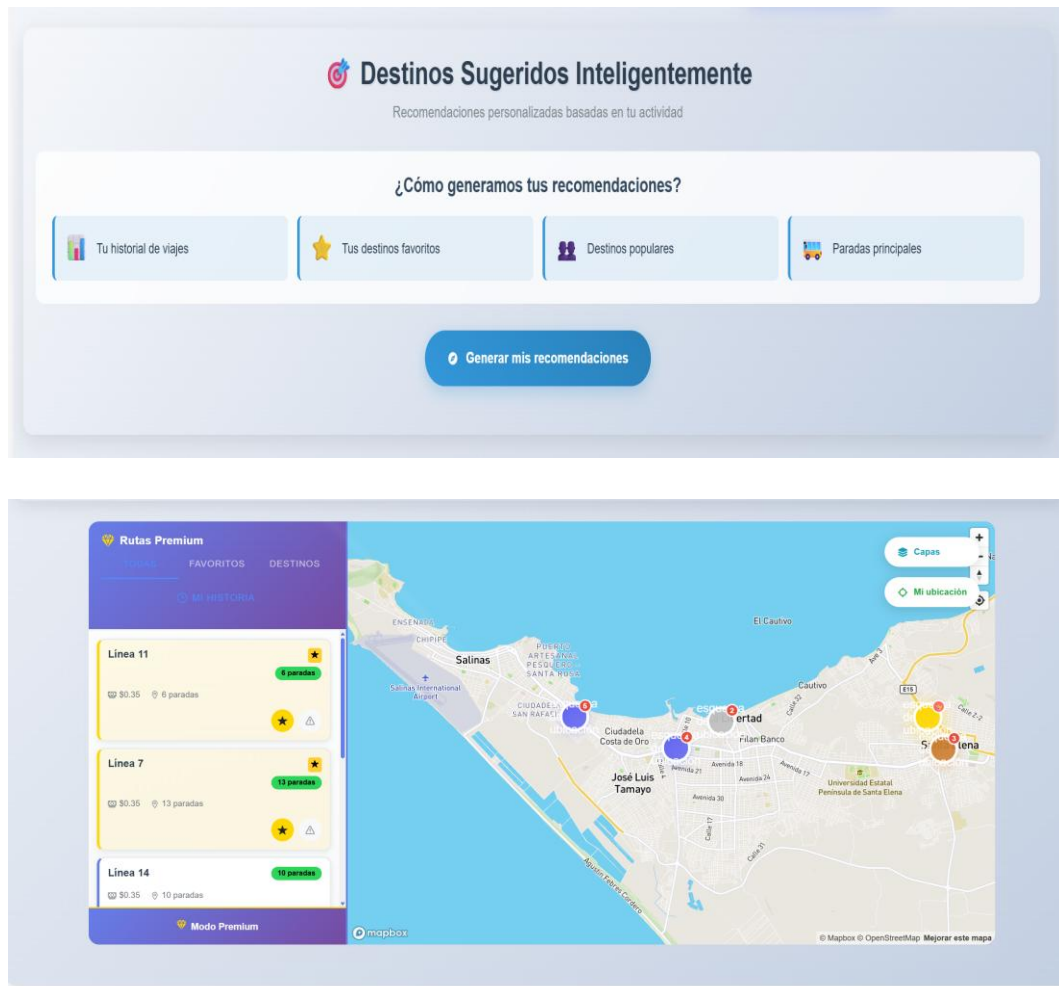


Figura 26. Interfaz de generar recomendaciones de destino de acuerdo al historial del usuario

Historial del usuario

Muestra el historial completo de viajes del usuario registrado, incluyendo fechas, rutas utilizadas, destinos favoritos, gastos aproximados, y estadísticas generales como cantidad de viajes por mes o destinos más frecuentes.

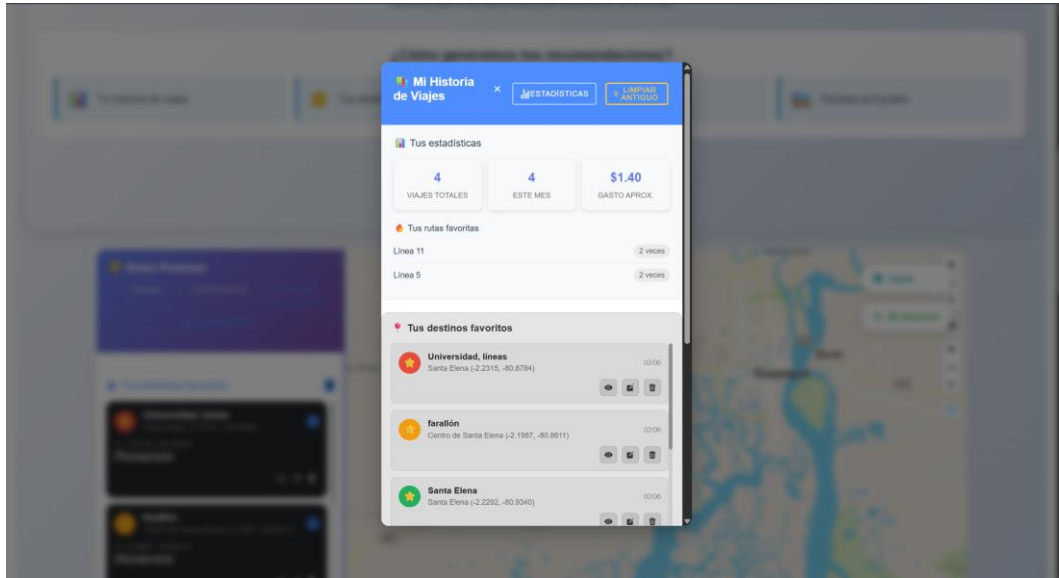


Figura 27. Interfaz de historial del usuario, en donde se muestran sus destinos buscados, favoritos, y visualización de estadísticas, como viajes totales del mes, y gasto.

Quejas y sugerencias

Permite al usuario registrar una queja sobre una línea o ruta específica. Puede indicar el título, la descripción del incidente, y hacer seguimiento al estado del reclamo. A su vez, el administrador podrá responder directamente a cada caso.



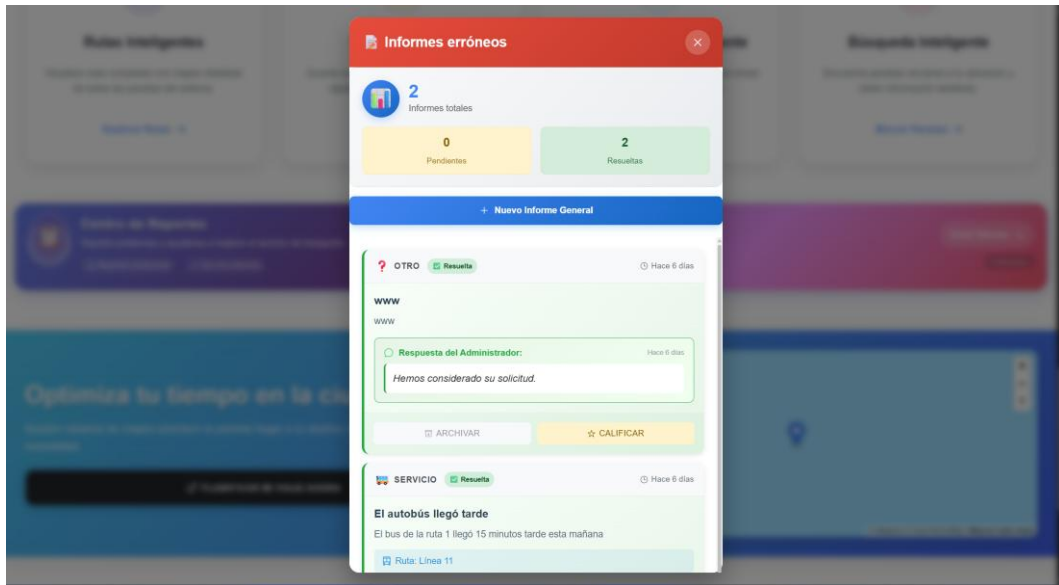


Figura 28. Interfaz de creación de quejas, visualización y respuesta dada parte del administrado

3.4 Pruebas

Prueba	No.01	Iniciar sesión
Roles	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador • Usuarios 	
Descripción	Validar el acceso a la aplicación móvil por medio de la autenticación del usuario y contraseña	
Condiciones	Debe estar registrado en la base de datos	
Pasos de la prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al login del sistema en un navegador web. 2. Digita su email de usuario. 	

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Digita su contraseña. 4. Se validan las credenciales de acceso usando bcrypt. 5. El sistema muestra la página de inicio correspondiente al rol.
Resultados Obtenidos	
Resultado esperado	Evaluación de la prueba
Validar las claves de acceso, mostrar la vista principal del sistema web.	X Exitoso
	Fallido

Tabla 9. Prueba No. 01 -Inicio de sesión

Prueba	No.02	Creación de cuenta
Roles	<ul style="list-style-type: none"> • Usuario • Usuario invitado 	
Descripción	Validar la creación de nuevas cuentas de usuario en el sistema con datos válidos y encriptación de contraseña.	
Condiciones	El email ingresado no debe existir previamente en la base de datos.	
Pasos de la prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede al formulario de registro desde la página principal. 2. Ingresa su nombre completo. 3. Ingresa su nombre completo. 	

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 2. Selecciona "Agregar nuevo bus". 3. Ingresa número del bus y línea. 4. Guarda la información del bus. 5. Se almacena en la base de datos. 6. Se muestra en la lista de buses disponibles.
Resultados Obtenidos	
Resultado esperado	Evaluación de la prueba
Crear, editar y visualizar buses correctamente con validación de datos y asignación de rutas.	X Exitoso
	Fallido

Tabla 11. Prueba No. 03 - Registro de buses

Prueba	No.04	Gestión de buses
Roles	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador del sistema 	
Descripción	Validar la creación de rutas con paradas, coordenadas geográficas y mapeo completo en el sistema.	
Condiciones	El usuario debe tener rol de administrador.	
Pasos de la prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador accede al módulo de gestión de rutas. 2. 2. Selecciona "Crear nueva ruta". 	

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Ingresa nombre y descripción de la ruta. 4. Define precio del pasaje. 5. Agrega estaciones marcando en el mapa. 6. 6. Traza el recorrido completo en el mapa. 7. Guarda el mapeo de coordenadas. 8. 9. Se almacena la ruta completa con su mapeo. 	
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
Crear rutas completas con paradas georreferenciadas y mapeo visible en la interfaz de usuario.	X	Exitoso
		Fallido

Tabla 12. Prueba 04.- Gestión de buses

Prueba	No.05	Gestión de Rutas y Mapeo
Roles	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador del sistema 	
Descripción	Validar la creación de rutas con paradas, coordenadas geográficas y mapeo completo en el sistema.	
Condiciones	El usuario debe tener rol de administrador.	

Pasos de la prueba	<p>9. El administrador accede al módulo de gestión de rutas.</p> <p>10. 2. Selecciona "Crear nueva ruta".</p> <p>11. Ingresa nombre y descripción de la ruta.</p> <p>12. Define precio del pasaje.</p> <p>13. Agrega estaciones marcando en el mapa.</p> <p>14. 6. Traza el recorrido completo en el mapa.</p> <p>15. Guarda el mapeo de coordenadas.</p> <p>16. 9. Se almacena la ruta completa con su mapeo.</p>	
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
Crear rutas completas con paradas georreferenciadas y mapeo visible en la interfaz de usuario.	X	Exitoso
		Fallido

Tabla 13. Prueba No. 05 Gestión de Rutas y Mapeo

Prueba	No.06	Vista de estaciones completas y recomendación de la más cercana al usuario
Roles	<ul style="list-style-type: none"> • Usuario registrado • Usuario invitado 	
Descripción	Visualizar en un mapa interactivo las estaciones completas de todos los	

	buses, junto con el recomendador de estación más cercana al usuario,	
Condiciones	Usuarios registrados en el sistema y usuarios invitados.	
Pasos de la prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario registrado inicia sesión. 2. El usuario invitado ingresa en el apartado “usuario invitado” 3. Ingresan al apartado de estaciones. 4. Visualiza estaciones por líneas y totales 5. Obtiene información de las estaciones 6. Se dirige hacia el apartado “encontrar estación más cercana a mí” 7. El sistema de muestra la estación. 	
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
Visualización de estaciones junto con la recomendación de la estación más cercana dependiendo de la ubicación del usuario	X	Exitoso
		Fallido

Tabla 14. Prueba No. 06 Vista de estaciones completas y recomendación de la más cercana al usuario

Prueba	No.07	Recomendación de líneas por destino
Roles	<ul style="list-style-type: none"> • Usuario registrado 	
Descripción	Validar que el sistema de recomendación que sugiere la mejor	

	línea de bus según coordenadas de destino del usuario.	
Condiciones	Deben existir al menos 2 rutas con mapeo completo y coordenadas en la base de datos.	
Pasos de la prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usuario registrado accede a la función “Encontrar mejor línea” 2. Hace click en el mapa para seleccionar su destino. 3. El sistema captura las coordenadas del punto seleccionado. 4. Se analizan las rutas disponibles. 5. Se considera la distancia de las rutas. 6. Se muestra las recomendaciones, 	
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
Mostrar la línea de bus más conveniente con distancia calculada, buses disponibles y justificación de la recomendación.	X	Exitoso
		Fallido

Tabla 15. Prueba No.07 Recomendación de líneas por destino

Prueba		No.08		Gestión de Favoritos	
Roles		<ul style="list-style-type: none"> • Usuario registrado 			
Descripción		Validar las operaciones de agregar, eliminar y consultar rutas y destinos favoritos del usuario registrado.			
Condiciones		El usuario debe estar autenticado y existir al menos una ruta disponible en el sistema.			
Pasos de la prueba		<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario registrado accede a su panel personal 2. Selecciona una ruta y la marca como favorita. 3. Asigna un alias. 4. Marca como favorito 5. Consulta su lista de favoritos. 6. Elimina un elemento de favoritos. 7. Verifica que los cambios se reflejen correctamente. 			
Resultados Obtenidos					
Resultado esperado		Evaluación de la prueba			
Gestionar favoritos correctamente con persistencia en base de datos y visualización actualizada en la interfaz.		X		Exitoso	
				Fallido	

Tabla 16. Prueba No. 08 Gestión de Favoritos

Tabla 17. Prueba No.09 Sistema de quejas y sugerencias

Prueba	No.09	Sistema de quejas y sugerencias
Roles		<ul style="list-style-type: none"> • Usuario registrado • Administrador
Descripción		Validar el proceso completo de creación, gestión y respuesta de quejas entre usuarios y administradores.
Condiciones		El usuario debe estar registrado.
Pasos de la prueba		<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario registrado accede al formulario de quejas. 2. 3. Ingresa título y descripción de la queja. 3. Envía la queja al sistema. 4. El administrador visualiza la queja en su panel. 5. El administrador redacta una respuesta oficial. 6. Se actualiza el estado de la queja. 7. . El usuario puede ver la respuesta en su historial.
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
Crear canal de comunicación efectivo con seguimiento de estados y respuestas administrativas registradas.	X	Exitoso
		Fallido

Resultados

Resultados de precisión en la identificación de estaciones más cercanas

Prueba	Usuario	Coordenadas Estación Detectada	Distancia (Sistema)	Distancia (Google Maps)	Diferencia	% Error Aproximado
1	- 2.21132099, - 80.86854594	-2.21050000, - 80.86900000	557 m	650 m	93 m	14.3 %
2	-2.241483, - 80.925354	-2.23470, - 80.93007	500 m	514 m	14 m	2.7 %
3	-2.20979, - 80.86600	-2.21605884, - 80.86597680	200 m	205 m	5 m	2.4 %
4	-2.22633, - 80.92115	-2.22760236, - 80.92127468	50 m	51 m	1 m	2.0 %
5	-2.22831, - 80.85921	-2.22796, - 80.85923	15 m	15 m	0 m	0.0 %

Tabla 18. Resultado de precisión de estaciones cercanas

Análisis de resultados

Los resultados demuestran que el sistema propuesto presenta un nivel de precisión alto, al identificar la estación de bus más cercana a la ubicación del usuario. El error promedio entre las cinco pruebas fue de 4.3 %, siendo el mayor error del 14.3 % en la prueba 1 y el menor del 0 % en la prueba 5. Las diferencias entre el sistema y Google Maps fueron generalmente inferiores a 15 metros en cuatro de las cinco pruebas.

Este comportamiento indica que el sistema cumple adecuadamente con su propósito de orientar al usuario hacia la estación más próxima, y que la lógica de cálculo de distancias geográficas basada en coordenadas es fiable y eficiente para entornos reales.

CONCLUSIONES

- La implementación de mapas interactivos mejorará la manera tradicional en la que se consulta la información de las líneas de buses, ya que el sistema propuesto mostrará un mapa donde se encontrará toda la información de manera interactiva. Los pasajeros podrán ver de forma clara el recorrido completo de todas las líneas, junto con sus respectivas estaciones. Actualmente los usuarios dependen de información verbal imprecisa o mapas físicos estáticos, por lo que el sistema diseñado calculará automáticamente la parada más cercana y sugerirá la mejor línea para cada destino. Esta funcionalidad resultará especialmente útil para los turistas que visitan Santa Elena, ya que podrán planificar sus viajes sin depender de explicaciones de terceros.
- Con la integración de las sugerencias personalizadas se logrará entender los patrones y frecuencia de movilidad de los usuarios, quienes pueden guardar favoritos y ver un historial completo de sus desplazamientos. El sistema utiliza un algoritmo de recomendación híbrido que combina el análisis del historial personal, filtrado colaborativo basado en destinos populares, y la fórmula de Haversine para calcular distancias geográficas precisas. Para la recomendación de líneas, implementa un sistema de puntuación que evalúa proximidad al destino, disponibilidad de buses, número de paradas y frecuencia de uso histórica.
- El sistema de seguridad implementa el hash de claves mediante bcrypt, lo cual protege de manera eficaz la información personal de los usuarios contra accesos no autorizados. La verificación de roles permite la diferenciación clara entre tipos de usuarios: los visitantes pueden consultar información básica pero útil sin necesidad de registro, los usuarios registrados acceden a las funciones completas del sistema incluyendo favoritos e historial, y los administradores son los encargados de gestionar todo el sistema desde rutas hasta responder quejas. Esta estructura de permisos asegura que cada usuario acceda únicamente a las funcionalidades apropiadas para su perfil, manteniendo la integridad y seguridad de los datos del sistema de transporte.

- El sistema de quejas y sugerencias creó un medio de comunicación directa y efectiva para el usuario. Anteriormente, al no contar con un panel de administración centralizado, las inconformidades eran dirigidas directamente al chofer y no ante un ente superior que pudiera tomar decisiones de mejora. Ahora los usuarios pueden reportar problemas específicos desde cualquier dispositivo y hacer seguimiento del estado de sus quejas hasta recibir una respuesta oficial de la administración. Esta funcionalidad convierte las quejas de los usuarios en herramientas útiles para mejorar el transporte urbano en Santa Elena.

RECOMENDACIONES

- Para mejorar la gestión de quejas, se recomienda implementar categorización automática que clasifique los reportes según tipos predefinidos como problemas de horarios, condiciones del vehículo o comportamiento del conductor. Esta funcionalidad permitiría generar estadísticas sobre las principales problemáticas reportadas, facilitando que los administradores identifiquen patrones recurrentes y su enfoque de mejora sea en este, esto junto con un apartado en donde el usuario pueda ingresar fotos y evidencias conforme sea necesario.
- Para mejorar la precisión del sistema de mapeo, se recomienda integrar datos de tráfico en tiempo real mediante APIs como Google Traffic que proporcionen información sobre congestión vehicular. Esta integración permitiría calcular tiempos estimados de llegada más precisos y sugerir rutas alternativas durante horas pico.
- Para potenciar las recomendaciones personalizadas, se recomienda implementar un algoritmo de machine learning que analice patrones temporales como horarios preferidos, días activos y destinos frecuentes según franjas horarias. Este sistema podría utilizar estas técnicas para agrupar usuarios con comportamientos similares y generar recomendaciones en conjunto.
- Actualmente el sistema cuenta con sistemas de seguridad básicos, se recomienda implementar múltiples capas de protección incluyendo

limitación de intentos de acceso para prevenir ataques de fuerza bruta, validación y sanitización de todas las entradas del usuario para evitar inyecciones SQL y XSS, y configuración de HTTPS obligatorio con certificados para proteger la transmisión de datos.

Bibliografía

- [1] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), «Ecuador en cifras,» 08 2023. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>.
- [2] Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, «Quito Informa,» 16 08 2017. [En línea]. Available: <https://www.quitoinforma.gob.ec/2017/08/16/2400-000-de-personas-se-movilizan-el-sistema-de-transporte-al-dia/>.
- [3] Ministerio de Turismo del Ecuador, *Salinas, un paraíso azul en el Pacífico Sur*, Quito, 2020.
- [4] BuscoBus.ec, «BuscoBus.ec,» [En línea]. Available: <https://buscobus.ec/terminalterrestre/terminal-terrestre-de-santa-elena/>.
- [5] I. N. d. E. y. C. (INEC), «Módulo de Información Ambiental en Hogares de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) 2017,» INEC Ecuador, Quito, 2018.
- [6] F. I. V. González, «Evaluación de herramientas de recomendación de rutas de transporte público usando modelos basados en la utilidad y datos pasivos,» 2020.
- [7] J. D. R. Rueda, «Optimización de rutas de vehículos de transporte basado en sistema de información geográfica,» Madrid, 2020.
- [8] EcuadorWeb, «lugares Turísticos de Santa Elena - Principales Atractivos Turísticos,» [En línea]. Available: <https://ecuadorweb.net/lugares-turisticos-de-santa-elena-principales-atractivos-turisticos/>.
- [9] BuscoBus Ecuador, «Terminal Terrestre de Santa Elena - Teléfono y Horarios 2025,» 2023. [En línea]. Available: <https://buscobus.ec/terminal-terrestre/terminal-terrestre-de-santa-elena/>.
- [10] P. y. L. Santos, «Transporte público inteligente al alcance de sus manos,» 2017.

- [11] Telefónica, «Uso de nuevas tecnologías para transformar el transporte público,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/uso-de-nuevas-tecnologias-para-transformar-el-transporte-publico/>.
- [12] O. (. d. T. y. l. L. e. España), « Plataformas multimodales de servicios de transporte público,» 2024. [En línea]. Available: https://otle.transportes.gob.es/monografico/movilidad_ciudades_sxxi/5tendencias-medidas-y-buenaspracticas-en-el-ambito-de-la-movilidad-metropolitana/55-plataformas-multimodales-de-servicios-de-transporte-publico-.
- [13] Redalyc, «El transporte público de pasajeros de autobuses, un acercamiento desde la política pública,» 2023.
- [14] Wikipedia, «Transporte público,» 2025. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_p%C3%BAblico.
- [15] Imbric, «La importancia del transporte público en las ciudades,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.imbric.com/la-importancia-del-transporte-publico-en-las-ciudades/>.
- [16] Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) - Gobierno de México, «Política Nacional de Transporte Público Colectivo Urbano,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/politica-nacional-de-transporte-publico-colectivo-urbano?state=published>.
- [17] J. M. B. d. T. y. R. D. P. Elizabeth Montenegro Ñeco, «Reutiliza esta app para mapear rutas de transporte público - MapMap,» 2023. [En línea]. Available: <https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/mapear-rutas-de-transporte-publico-mapmap/>.
- [18] Universidad de Barcelona - Geocrítica, «Los sistemas inteligentes de transporte y sus efectos en la movilidad urbana e interurbana,» [En línea]. Available: <https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-60.htm>.

- [19] TYS Magazine, «Aplicación de los SIG al transporte público. Ejemplo práctico de cálculo de rutas óptimas,» 2015. [En línea]. Available: <https://tysmagazine.com/aplicacion-de-los-sig-al-transporte-publico-ejemplo-practico-de-rutas-optimas/>.
- [20] Google for Developers, « Descripción general de GTFS Realtime - Transporte en tiempo real,» [En línea]. Available: <https://developers.google.com/transit/gtfs-realtime/?hl=es-419>.
- [21] C. L. J. P. O. Z. adira Quiñonez, «Sistema inteligente para el monitoreo automatizado del transporte público en tiempo real,» 2019, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7036889>.
- [22] S. Colombia, «¿Cómo funcionan los GPS en el transporte público?,» 2025. [En línea]. Available: <https://satrack.com/co/blog/como-funcionan-los-gps-en-el-transporte-publico/>.
- [23] Moovit, «Moovit TimePro - Información en Tiempo Real para Autobuses,» 2023. [En línea]. Available: <https://moovit.com/es/maas-solutions-es/timepro/>.
- [24] Affluences, «Conteo de personas en tiempo real en el transporte: 3 buenas razones para enseñárselas a tu jefe,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.pro.affluences.com/es/post/conteo-de-personas-en-tiempo-real-en-el-transporte-3-buenas-razones-para-ense%C3%B1%C3%A1rselas-a-tu-jefe>.
- [25] Moovit, «Aplicación de Movilidad - Transporte público,» 2023. [En línea]. Available: <https://moovit.com/es/features-es/>.
- [26] ADSLZone, «Estas son las mejores apps para moverte en transporte público,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.adslzone.net/noticias/moviles/mejores-apps-transporte-publico/>.
- [27] Telefónica, «Uso de nuevas tecnologías para transformar el transporte público,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/uso-de-nuevas-tecnologias-para-transformar-el-transporte-publico/>.

- [28] OTLE - Observatorio del Transporte y la Logística en España, «Tendencias de pago en el transporte público,» [En línea]. Available: https://otle.transportes.gob.es/monografico/movilidad_ciudades_sxxi/5tendencias-medidas-y-buenaspracticas-en-el-ambito-de-la-movilidad-metropolitana/54-tendencias-de-pago-en-el-transporte-publico.
- [29] V. Desk, « El transporte público se digitaliza ante las nuevas necesidades del usuario,» 2019. [En línea]. Available: <https://virtualdesk.es/transporte-publico-digitaliza-satisfacer-nuevas-necesidades-usuarios/>.
- [30] Google Play Store - Moovit, «Moovit: Horarios de bus y tren,» [En línea]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tranzmate&hl=es_419.
- [31] Telemadrid, 2022. [En línea]. Available: <https://www.telemadrid.es/la-semana-de/movilidad/Las-mejores-apps-para-viajar-en-transporte-publico-en-Madrid-0-2487651240--20220915125642.html>.
- [32] Varios autores, « Analysing proximity to public transport: The role of street network design,» 2018.
- [33] Varios autores, «Path-planning algorithms for public transportation systems,» 2001.
- [34] Varios autores, «Where to Go on Your Next Trip? Optimizing Travel Destinations Based on User Preferences,» 2015.
- [35] A. e. a. Stelzer, «Improving service quality in public transportation systems using automated customer feedback,» 2016.
- [36] S. Data, «What Are Big Data Analytics in Transportation?,» 2024.
- [37] R. & P. K. Sharma, «Modern Web Technologies for Transportation Management Systems: A Comparative Analysis,» 2023.
- [38] L. & M. R. Chen, «Single Page Applications for Transportation Management Systems,» 2023.

- [39] phpMyAdmin Development Team, «Managing Transportation Databases with phpMyAdmin,» 2024. [En línea]. Available: <https://docs.phpmyadmin.net/en/latest/user.html>.
- [40] P. Inc, «API Testing Best Practices for Transportation Systems,» 2024. [En línea]. Available: <https://learning.postman.com/docs/writing-scripts/test-examples/>.
- [41] Maplink, «API de Geolocalización: 4 ejemplos prácticos y 7 beneficios,» 2024. [En línea]. Available: <https://maplink.global/blog/es/api-de-geolocalizacion/>.
- [42] J. A. e. a. Castro Correa, « Servicio web para la geolocalización de los vehículos de transporte público en la ciudad de Cúcuta,» 2018. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7001297>.
- [43] J.-P. & N. T. Rodrigue, The Sage Handbook of Transport Studies, 2013.
- [44] Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, «Secretaría de Estado de Transportes y Movilidad Sostenible,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.transportes.gob.es/ministerio/organizacion-y-funciones/secretaria-de-transportes-movilidad-sostenible>.
- [45] Wikipedia, «Planificación de transporte».
- [46] Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, « Secretaría de Estado de Transportes y Movilidad Sostenible,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.transportes.gob.es/ministerio/organizacion-y-funciones/secretaria-de-transportes-movilidad-sostenible>.
- [47] Varios autores, «Algoritmo evolutivo generador de rutas eficientes para el transporte público,» 2023.
- [48] F. G. & C. C. A. C. Méndez, «Clasificación de los problemas de optimización de redes de transporte público,» 2018.
- [49] Varios autores, «Algoritmo evolutivo generador de rutas eficientes para el transporte público,» 2023.

- [50] Y. L. C. P. J. Z. O. Quiñonez, «Sistema inteligente para el monitoreo automatizado del transporte público en tiempo real,» 2019.
- [51] Agestic, «Datos y participación: transporte público en tiempo real,» [En línea]. Available: <https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/comunicacion/noticias/datos-participacion-transporte-publico-tiempo-real-0>.
- [52] A. V. P. R. N. Á. M. A. S. Colque, «Un sistema de información geográfico para el transporte público basado en el estándar GTFS realtime,» 2021.
- [53] La Super Guía Definitiva, « Bases de Datos Distribuidas,» 2023. [En línea]. Available: <https://aprendeinformaticas.com/bases-de-datos-distribuidas/>.
- [54] Tokio School, « Bases de Datos Distribuidas: Arquitectura, Ventajas y Casos de Uso,» [En línea]. Available: <https://www.tokioschool.com/noticias/bases-datos-distribuidas/>.
- [55] Portafolio académico, «Enfoque cualitativo y cuantitativo, según Hernández Sampieri,» 2016. [En línea]. Available: <https://portaprodti.wordpress.com/enfoque-cualitativo-y-cuantitativo-segun-hernandez-sampieri/>.
- [56] Metodologías de investigación educativa, «Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)».
- [57] Lifeder, « Investigación no experimental: qué es, características, ventajas, ejemplos,» 2021. [En línea]. Available: v.
- [58] T. H. R. y. A. Mohammadian, « "Applications of anonymized and aggregated crowdsourced data for transportation"».