

UNIVERSIDAD CENTRAL

VICERRECTORÍA ACADÉMICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL RASTREO
EN TIEMPO REAL DE BUSES DE LA RUTA ALAJUELA SABANILLA

MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN
INGENIERÍA EN INFORMÁTICA

ESTUDIANTE

YADITH RODRÍGUEZ ARAYA

TUTOR

MAURICIO TORRES CERDAS

SEDE CENTRAL

JULIO, 2025

DEDICATORIA

Para mi madre y mi novio, con todo mi amor.

Mi madre es la mejor que me pudo tocar en la vida, ella es luz en mi vida, por ella me esfuerzo cada día para ser la mejor versión; además, es alguien que siempre ha estado ahí con su alegría y su cariño incondicional. Desde que tengo memoria, he compartido risas, momentos inolvidables y un vínculo que nada puede romper. Eres una persona especial y super importante para mi vida, está llena de bondad, amor, fuerza y un espíritu increíble.

Mi novio, quien ha sido una parte importante en todo este proceso, por el apoyo y el amor incondicional que tiene conmigo, por su infinita paciencia y dedicación. Por ser siempre un ser humano excepcional, por sus consejos, amistad, pasión, disciplina y ganas de salir adelante juntos.

Esta dedicatoria es para ambos, para recordarles lo valiosos que son para mi vida, y agradecerles siempre el apoyo y amor que tienen para mi persona, son el mejor regalo que la vida pudo darme.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al profesor Mauricio Torres, por todo su apoyo durante este proceso, por creer en las nuevas ideas y dar paso a desarrollos nuevos. Sin su ayuda, no hubiera dado fruto, además por su paciencia y dedicación para cada estudiante. Su acompañamiento permitió darle estructura y solidez al resultado final.

Finalmente, agradezco a cada profesor que, a lo largo de este proceso de formación, brindó su enseñanza, dedicación y compromiso durante mi paso en la institución. Gracias a su esfuerzo y apoyo, hoy me encuentro en esta etapa final, llena de emociones y sentimientos encontrados así también debo agradecer por las herramientas brindadas, las cuales son tan necesarias para enfrentar nuevos retos y seguir creciendo como profesional y seguir construyendo mis sueños.

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de una aplicación móvil orientada a mejorar la experiencia de los usuarios que utilizan el transporte público en la localidad de Sabanilla de Alajuela. Esto se desarrolla mediante el rastreo de los autobuses en tiempo real. Su objetivo principal es ofrecer una herramienta que permita a los pasajeros el poder consultar sobre las rutas, horarios y ubicaciones exactas de los autobuses en esta localidad.

Para el desarrollo del proyecto, se usó la metodología ágil, acompañada de la utilización de tecnologías tales como FlutterFlow para el diseño de la interfaz, Firebase como Backend y el API de Google Maps para la geolocalización.

A través del proceso de pruebas y validación con usuarios, se comprobó que la aplicación facilita la planificación del viaje, reduce tiempos de espera y mejora la percepción del servicio a cada usuario. La solución representa un avance significativo en la movilidad urbana local y además significa un paso importante hacia la digitalización; asimismo, posee potencial para ser replicada en otras regiones del país o bien otras compañías que brindan servicio de transporte.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	16
INTRODUCCIÓN	16
Tema general	17
Planteamiento del problema	18
Pregunta de investigación.....	19
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Aspectos relevantes de la investigación.....	22
<i>Justificación</i>	<i>23</i>
<i>Alcances del proyecto</i>	<i>24</i>
<i>Limitaciones del proyecto</i>	<i>24</i>
Antecedentes	25
<i>Antecedentes internacionales</i>	<i>25</i>
<i>Antecedentes nacionales</i>	<i>27</i>
CAPÍTULO II	30
MARCO TEÓRICO	30
COOPETRANSASI R.L	31
Misión de la Cooperativa.....	31

Sobre la Cooperativa	32
Historia de Coopetransasi	33
<i>La experiencia del uso</i>	<i>35</i>
<i>Definición</i>	<i>35</i>
Identificación de Aplicaciones Existentes	37
Moovit	38
<i>Sobre Moovit</i>	<i>38</i>
<i>¿Quién es Moovit?</i>	<i>39</i>
<i>Historia de Moovit.....</i>	<i>39</i>
Passer	40
Sinpe-TP.....	42
ARESEP CONTIGO	46
<i>Sistema de información para usuarios de transporte público.....</i>	<i>47</i>
Movilidad urbana.....	48
Internet de las cosas en la movilidad urbana	49
<i>Tipos de plataformas IoT.....</i>	<i>49</i>
The Global Positioning System (GPS)	50
Funcionamiento del GPS	50
<i>Medición de la distancia</i>	<i>52</i>
<i>Sistema de posicionamiento</i>	<i>52</i>

<i>Instalación de tecnología GPS en autobuses en Costa Rica</i>	53
Redes móviles	54
¿Qué son las redes móviles?	54
<i>Evolución de las redes móviles</i>	54
Geolocalización	57
¿Cómo funciona?	58
<i>Tipos de Aplicaciones de Geolocalización</i>	58
<i>Google Maps</i>	59
<i>Waze</i>	62
Qué es WhatsApp	63
Misión de WhatsApp	64
<i>Funciones de comunicación</i>	64
<i>Automatización del WhatsApp</i>	65
¿Qué es un bot de WhatsApp?	66
<i>Implementación de chatbots en WhatsApp</i>	67
¿Qué es Android?	68
Características y Aplicaciones	68
¿Qué es iOS?	69
Características y aplicaciones	70
Firestore	70

¿Qué ofrece Firebase?	71
Flutterflow	72
NO SQL.....	73
CAPÍTULO III.....	75
MARCO METODOLÓGICO	75
Tipo de investigación	76
Método cuantitativo	76
Método cualitativo	77
Método mixto.....	77
Enfoque de la investigación.....	78
<i>Método cualitativo.....</i>	<i>78</i>
<i>Método cuantitativo.....</i>	<i>78</i>
Método de investigación	79
<i>Investigación de aplicaciones similares (mixto)</i>	<i>79</i>
<i>Geolocalización de autobuses (mixto)</i>	<i>79</i>
<i>Consulta de rutas y horarios (mixto).....</i>	<i>79</i>
Fuentes de investigación	80
<i>Fuentes primarias</i>	<i>80</i>
<i>Fuentes secundarias</i>	<i>81</i>
Métodos de investigación mixtos	81

<i>Método secuencial</i>	82
Procedimiento de aplicación	82
Tecnologías por utilizar	83
<i>Herramientas de desarrollo</i>	83
<i>Funciones técnicas clave</i>	83
<i>Plataformas objetivo</i>	84
Metodología Ágil	84
Metodología Kanban	84
<i>¿Cómo funciona la metodología Kanban?</i>	85
Metodología Kanban aplicada al proyecto	86
Pasos para aplicar la metodología Kanban al proyecto	87
<i>Crear el tablero Kanban</i>	88
<i>Asignación de responsables y priorización de tareas</i>	88
<i>Limitar el WIP (trabajo en proceso)</i>	88
<i>Monitorear y actualizar el tablero de trabajo</i>	88
<i>Entrega por fase</i>	89
CAPÍTULO IV	91
ANÁLISIS DE RESULTADOS	91
Estudio de factibilidad	92
<i>Factibilidad técnica</i>	92

	10
<i>Factibilidad económica</i>	93
<i>Factibilidad Operativa</i>	93
Análisis de viabilidad	94
Viabilidad técnica	94
Viabilidad económica	94
Viabilidad operativa	95
Viabilidad legal	95
Análisis del estudio de factibilidad del aplicativo	96
Factibilidad técnica	96
<i>Características del Hardware Disponible para el Desarrollo</i>	96
<i>Experiencia y conocimiento del equipo desarrollo</i>	96
<i>Conclusión de la factibilidad técnica</i>	97
Factibilidad económica	98
<i>Descripción del costo de la aplicación</i>	98
<i>Licencias de Software</i>	99
<i>Hosting</i>	100
<i>Bases de datos</i>	100
<i>Conclusión factibilidad económica</i>	101
Estudio de tasa de cambio	102
Matriz de riesgo	103

CAPÍTULO V.....	108
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	108
Conclusiones	109
<i>Económica.</i>	111
<i>Operativa.</i>	111
Recomendaciones	111
CAPÍTULO VI.....	113
DISEÑO Y PROPUESTA	113
Casos de Uso	114
Diagrama de Secuencia.....	124
Diseño de la aplicación.....	128
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	21
Figura 2	32
Figura 3	33
Figura 4	36
Figura 5	40
Figura 6	42
Figura 7	51
Figura 8	57
Figura 9	59
Figura 10	62
Figura 11	67
Figura 12	87
Figura 13	90
Figura 14	98
<i>Figura 15</i>	99
Figura 16	103
Figura 17	104
Figura 18	115
Figura 19	121
Figura 20	124
Figura 21	125
Figura 22	125

Figura 23	126
Figura 24	126
Figura 25	127
Figura 26	127
Figura 27	128
Figura 28	129
Figura 29	130
Figura 30	131
Figura 31	132
Figura 32	133
Figura 33	134
Figura 34	135
Figura 35	136
Figura 36	137
Figura 37	138
Figura 38	139
Figura 39	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	43
Tabla 2.....	44
Tabla 3.....	44
Tabla 4	45
Tabla 5.....	53
Tabla 6.....	96
Tabla 7.....	97
Tabla 8.....	102
Tabla 9.....	105
Tabla 10.....	106
Tabla 11.....	114
Tabla 12.....	114
Tabla 13.....	116
Tabla 14.....	116
Tabla 15.....	117
Tabla 16.....	117
Tabla 17.....	118
Tabla 18.....	118
Tabla 19.....	119
Tabla 20.....	120
Tabla 21.....	120
Tabla 22.....	122

Tabla 23.....	122
Tabla 24.....	123
Tabla 25.....	123
Tabla 26.....	124

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Tema general

En la actualidad el transporte es un servicio importante en la vida cotidiana de miles de usuarios de la provincia de Alajuela. Sin embargo, a menudo la población se enfrenta a grandes incertidumbres acerca de los tiempos de espera en las paradas designadas como también a la falta de información por parte de algunas empresas autobuseras.

Es importante considerar que, en la actualidad, vivimos en un mundo con grandes avances en la tecnología, por lo cual es importante darle paso a la oportunidad para mejorar la gestión y la experiencia del transporte público.

De este modo, comprender la necesidad de innovar y enrumbarse camino la transformación digital es un reto importante que muchas empresas autobuseras han desarrollado a nivel local.

Este proyecto se centra en el diseño y desarrollo de una aplicación móvil, que vendría a proporcionar información en tiempo real sobre la ubicación y llegada de los autobuses de Sabanilla de Alajuela, así como la integración de una plataforma de información por medio del WhatsApp.

Al aprovechar estas tecnologías, se podrá reducir el tiempo de espera y la incertidumbre para los usuarios, además de que optimiza la gestión de las flotillas de autobuses.

Se busca contribuir a un sistema de transporte más eficiente, confiable y accesible para los usuarios.

Planteamiento del problema

En los últimos años, el avance de las tecnologías de la información ha brindado nuevas oportunidades para mejorar la gestión y la experiencia de los usuarios a nivel de transporte público.

Un claro ejemplo de este caso en América Latina es Cuba, la cual se suma a la transformación digital al disponer de aplicaciones para el transporte público y de esta manera brindar una buena experiencia al usuario.

Al considerar este ejemplo, en Costa Rica, las compañías de autobuses se dividen por provincias. Por ejemplo, fuera del Gran Área Metropolitana, una empresa de transporte ha desarrollado una aplicación disponible para la población usuaria, lo cual representa una experiencia de innovación para los usuarios de esa localidad.

En la actualidad en la provincia de Alajuela, de las empresas de autobuses, ninguna cuenta con este tipo de herramientas y carecen de información por lo cual los usuarios generalmente dependen de horarios estáticos de estimaciones inexactas o bien información de terceros.

Esto provoca la incertidumbre en los usuarios y malas experiencias, además, ello da una imagen negativa para las compañías de empresas de autobuses que operan en dicha provincia, porque impacta al usuario, pues origina retrasos en los tiempos de llegada, saturación en ciertas rutas por desinformación y afecta en algunos casos la productividad del usuario.

El desarrollo de una aplicación móvil de rastreo en tiempo real permitiría a los usuarios conocer sobre la ubicación de los autobuses, sus tiempos estimados de llegada y posibles retrasos.

De esta manera se puede optimizar la experiencia del usuario ayudándolo a mejorar la planificación en sus viajes y dando un aumento de confianza al utilizar el transporte público para los usuarios de los autobuses de Sabanilla de Alajuela.

Pregunta de investigación

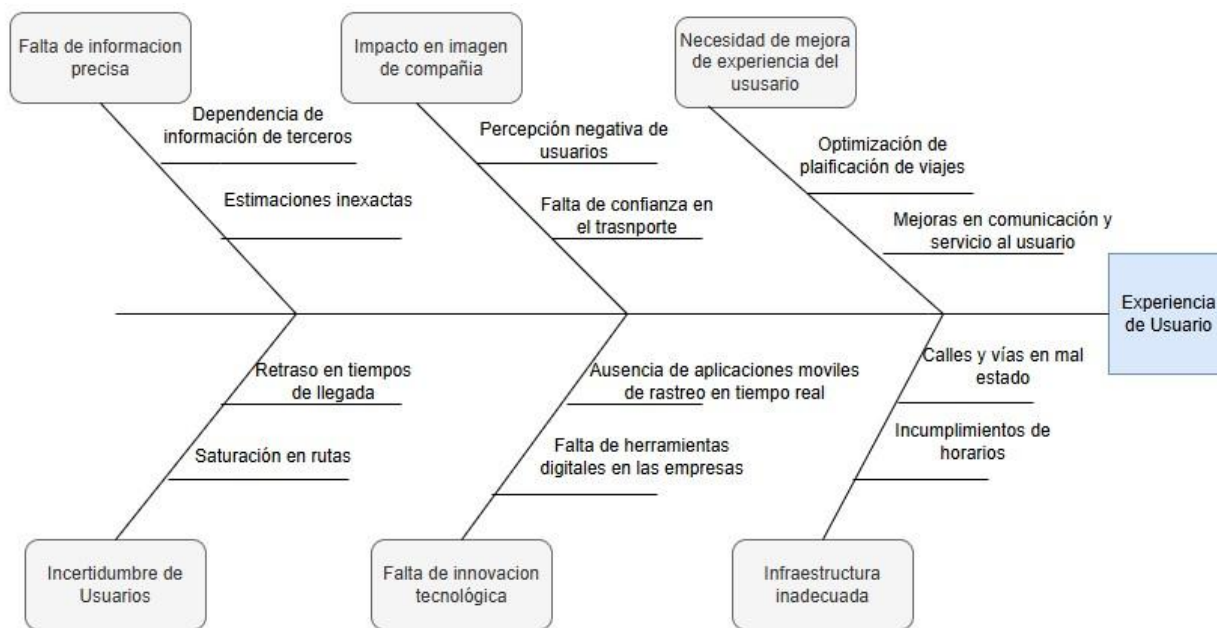
¿Cómo afecta en la experiencia de los usuarios la falta de información y el conocimiento de las rutas de autobuses en Sabanilla de Alajuela?

Objetivo general

Implementar una aplicación móvil para mejorar la experiencia de los usuarios de autobuses en Sabanilla de Alajuela, permitiéndoles rastrear el autobús en tiempo real, consultar rutas y horarios de manera eficiente y segura.

Objetivos específicos

- Investigar las aplicaciones similares, a nivel de las diferentes provincias para el conocimiento de prácticas en movilidad urbana.
- Identificar la geolocalización de autobuses a través de un mapa virtual, para el rastreo de la ubicación de los autobuses en tiempo real.
- Detallar las rutas de los autobuses por medio de la aplicación, para información de los usuarios a través del WhatsApp.
- Desarrollar una aplicación en la cual pueda tener un mapa virtual, además de información de las rutas a través de un chat.

Figura 1*Diagrama de Causa y Efecto*

Nota. El diagrama de causa y efecto determina las causas y efectos del proyecto planteado.

Aspectos relevantes de la investigación

La investigación propuesta tiene un impacto social positivo para la comunidad de Sabanilla, porque ofrece una mejoría en la calidad de vida y ayudaría a optimizar la experiencia del usuario. Los beneficios claves en esta investigación van de la mano con:

- Ahorro de tiempo
- Seguridad
- Optimización del transporte público
- Avance en la inclusión digital
- Comodidad y accesibilidad a la información.

Estos beneficios son claves en la investigación, pues daría paso a una Sabanilla moderna, un modelo a seguir para diferentes distritos en Alajuela y otras provincias.

Además, el proyecto busca resolver un problema en la experiencia del usuario ante la desinformación de las rutas de los autobuses en sus horarios, lo cual afecta su rutina.

Adicionalmente, propone dar acceso a la información del transporte público en el área de Sabanilla. Por otro lado, también la implementación de una solución tecnológica para la geolocalización sería de gran ayuda al usuario para la gestión del tiempo.

Esto por cuanto existen muchos usuarios que en la actualidad por desinformación de las rutas tienden a perder los autobuses, o bien a invertir un poco más de dinero al contratar otro servicio de transporte. También, facilita a la población un pago digital, lo cual mejoraría la seguridad de los autobuses y usuarios.

Justificación

El avance de la tecnología de la información ha transformado diferentes aspectos de la vida cotidiana y el transporte público no es la excepción.

En Costa Rica, las empresas de autobuses se encuentran divididas por provincias, como ya se conoce, en la actualidad solo hay una compañía que implementa una aplicación, la cual me permite comprar boletos, además de ver las rutas en tiempo real y adicionalmente, aparece información de los horarios.

La falta de información precisa y en tiempo real obliga a los usuarios a depender de horarios estáticos, estimaciones inexactas y datos proporcionados por terceros esto genera incertidumbre y malas experiencias para los usuarios.

La ausencia de una aplicación de rastreo en tiempo real impacta negativamente en la percepción de los usuarios sobre las compañías de autobuses en Alajuela; por su parte, los retrasos, la saturación en ciertas rutas y la desinformación afectan la productividad del usuario y deterioran la imagen de las empresas de transporte público.

Al desarrollar una aplicación móvil para el rastreo de autobuses en tiempo real, les facilita a los usuarios conocer la ubicación exacta de los vehículos de transporte público, además de conocer sus tiempos de llegada y tener al alcance de la mano información sobre las diferentes rutas y paradas asignadas para cada transporte.

Esto no solo optimizaría la planificación de los viajes, sino que también incrementaría la confianza en el uso del transporte público beneficiando tanto a los usuarios como a las empresas de transporte público.

Alcances del proyecto

En el presente proyecto el objetivo es implementar una aplicación móvil para el rastreo en tiempo real para los autobuses en Sabanilla de Alajuela. Para lograr lo propuesto se llevará a cabo diversas actividades a través de los siguientes alcances:

- Se realizará un análisis comparativo de aplicaciones de transporte público en las diferentes provincias. De esta manera se podrá identificar las funcionalidades, ventajas y desventajas.
- Se llevará a cabo un prototipo de rastreo de autobuses, a través de un mapa virtual dentro de la aplicación propuesta.
- Se recopilará la información sobre las rutas, horario, tarifas de ruta. Para unificar los datos por medio de la aplicación con colaboración de la empresa.
- Se diseñará un sistema de información para los usuarios a través de un chat.

Limitaciones del proyecto

Para el desarrollo y la implementación del proyecto se analizará una serie de limitaciones ante la propuesta, entre ellas se destacan:

- La investigación será centrada en aplicaciones nacionales.
- Dependerá de la disponibilidad de GPS, o bien de teléfonos celulares para cada unidad, además de la conexión a internet.
- Se mostrará únicamente las rutas disponibles, horarios, tarifas y zonas en donde pasa la ruta de autobús.
- Esta integración se implementará por medio de un *boot* en la aplicación WhatsApp en el cual contendrá información acerca de las rutas y sus horarios.

Antecedentes

Antecedentes internacionales

Un primer trabajo corresponde a Antonio y Javier (2021), quienes realizaron la: “Optimización del transporte público en las calles de Santo Domingo: inclusión de métodos tecnológicos móviles para pagos y rastreo en tiempo real – Wagen”, en este trabajo se analizaron estrategias para mejorar el transporte público en la ciudad de Santo Domingo.

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, porque propone la implementación de las tecnologías móviles para el pago electrónico y el rastreo en tiempo real de las unidades de transporte. Esto con el objetivo de optimizar la experiencia de los usuarios.

El estudio destaca que la adopción de estas tecnologías no solo facilita el acceso al transporte, sino que permite una mejor planificación y gestión de rutas de esta manera se puede reducir los tiempos de espera y mejorar la seguridad de los pasajeros.

Un segundo trabajo de Ignacio y Geovanni (2018), lleva por título: “Sistema de localización en tiempo real mediante un servidor web y aplicaciones móviles”. Se trata de una investigación sobre la movilidad de los estudiantes universitarios del municipio de Yuria. Debido a que el transporte público es el más utilizado por los estudiantes del municipio.

En el contexto de Yuria, la ausencia de un sistema de localización en tiempo real para el transporte público representa un enorme desafío, para los estudiantes y demás usuarios. Esto debido a la falta de información sobre los autobuses, lo cual causa incertidumbre en la población usuaria, afecta negativamente en la puntualidad y el desempeño de los estudiantes.

Este estudio demostró la pertinencia de incorporar un sistema de localización de bajo costo en tiempo real basado en un servidor web y aplicaciones móviles. El sistema aprovecharía el uso

de dispositivos móviles con GPS para obtener y transmitir las coordenadas de los autobuses, y de esta manera facilita a los usuarios visualizar la ubicación en tiempo real. Se espera mejorar la eficiencia del transporte y ofrecer una herramienta útil.

Un tercer trabajo de Zacepins (2019), lleva por título: “Usage of GPS Data for Real-time Public Transport Location Visualisation”, se trata de un proyecto que propone una solución innovadora para mejorar la eficiencia y experiencia del usuario en sistemas de transporte público. Esto proporciona a los pasajeros la facilidad de obtener información precisa sobre la ubicación en tiempo real de los autobuses.

El objetivo general del trabajo fue presentar un sistema que facilita el monitoreo y seguimiento de las unidades de transporte, mediante la utilización de tecnologías como el GPS como plataformas de visualización en tiempo real.

Este estudio sienta un precedente significativo a nuevas posibilidades para mejorar la infraestructura de transporte, su implementación podría influir significativamente en el desarrollo de aplicaciones de transporte público inteligentes.

Un cuarto trabajo de Daniela (2014), lleva como título “Adopción de aplicaciones para el Sistema de Transporte Público en Querétaro”. Se trata de un trabajo que propone el uso de las tecnologías móviles en el transporte, lo cual ha cobrado una gran relevancia en los últimos años.

Este trabajo tiene relación con lo propuesto porque también comenta sobre el modelo de UTAUT (Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología). Dicha metodología se ha desarrollado para analizar los factores que influyen en la adopción de nuevas tecnologías.

Esta investigación realizada en Querétaro deja en evidencia el rápido crecimiento urbano lo cual ha provocado congestión y desorganización en el transporte y ello aumenta la necesidad de soluciones tecnológicas.

Un quinto estudio, elaborado por Luisa (2019), lleva como título” Propuesta de aplicación móvil para transporte público en la ciudad de Medellín”, trata de una propuesta que analiza el tema de la movilidad urbana al no poseer herramientas que ayuden con los transportes públicos.

El estudio está basado en el contexto de Medellín, en donde diversas iniciativas públicas y privadas han buscado mejorar la calidad del transporte público. Sin embargo, el uso de estos servicios continúa siendo insuficiente debido a factores como la falta de confianza de los usuarios.

El objetivo general considera aspectos claves como la monetización del servicio, los requisitos operacionales, legales y también contempla los financieros siendo así una propuesta robusta para Medellín.

Antecedentes nacionales

Un primer trabajo corresponde a la revista de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica (2024), donde se publicó la investigación sobre “Optimización y gestión de datos para el transporte público”. El estudio confirmó en el campo de los sistemas de transporte inteligente, el uso de plataformas de distribución de datos en tiempo real; esto se ha consolidado como una herramienta clave para mejorar la eficiencia y accesibilidad de los servicios.

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, porque se desarrolla a partir de la investigación de modelos de información, de gestión de datos y de comunicación adaptados al contexto del transporte público.

En este contexto, se implementa un plan piloto en el sistema de información del servicio de buses del campus de la Universidad de Costa Rica. Este enfoque destaca la importancia de contar con un sistema de gestión de datos eficiente y actualizado en tiempo real, lo cual es esencial para la mejora de la experiencia de los usuarios del transporte público, la optimización de recursos y la implementación de soluciones tecnológicas en sistemas urbanos inteligentes.

Un segundo trabajo de Fabian (2024) denominado, “Sistema de información para las personas usuarias del transporte público en Costa Rica”, se trata de un proyecto donde se realizó una investigación con respecto a la falta de información adecuada en el transporte público. Esto limita su uso y afecta la satisfacción de los usuarios.

Este estudio propone un sistema de información basado en una arquitectura tecnológica y una estrategia organizacional, que abordan la deficiencia de información del servicio. Este sistema incluye componentes claves como datos abiertos, difusión electrónica e impresa, atención al cliente, identidad visual, campañas de comunicación y telemetría en tiempo real.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada, porque se ejemplifica con un plan piloto implementado en el campus de la Universidad de Costa Rica, basado en estándares internacionales de interoperabilidad y neutralidad tecnológica. Por lo cual se adecua al estudio actual.

Un tercer trabajo de Yessica y Sebastián (2021), lleva como título “Retos de la regulación del transporte remunerado de personas por medio de las plataformas digitales en Costa Rica”, trata como tema del desarrollo que ha presentado la sociedad con la llegada del internet. Tras esta referencia se entiende que se vive en una revolución tecnológica con el tema de plataformas de transporte remunerado.

Este estudio analiza cómo las plataformas de transporte privado han ido formando parte del diario vivir en Costa Rica, lo cual provoca controversia, especialmente con quienes ofrecen servicio de transporte público.

Esta investigación se enfoca en identificar los retos en la regulación de las plataformas digitales de transporte remunerado en Costa Rica.

Un cuarto trabajo de Gilbert (2019), se denomina “Modelo de gestión para el transporte de estudiantes apoyado en tecnologías de información y comunicación (TIC)”, trata sobre el transporte de estudiantes y el cómo se enfrenta a deficiencias debido a la falta de herramientas tecnológicas.

Este trabajo habla sobre cómo los que ofrecen servicio a estudiantes han tratado de poder implementar herramientas tecnológicas. Busca proponer un nuevo modelo de gestión que aproveche los avances en la tecnología.

Como parte de su objetivo, está concluir con recomendaciones basadas en datos recolectados que proporcionen a las transportistas un panorama amplio sobre los posibles avances por implementarse al hacer uso de herramientas tecnológicas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

COOPETRANSASI R.L

“Cincuenta años de historia cooperativa”, es el libro que escribieron acerca de la historia de esta cooperativa, en el cual se resaltan diferentes etapas en las cuales vivió el proyecto, desde su génesis, sobre las ideas en marcha, una historia de la unión y la fuerza entre diferentes años claves para la cooperativa, así como la información de su estructura administrativa, el proceso de un terremoto y algunos datos de la actualidad.

Misión de la Cooperativa

En nuestra Cooperativa de Transportes, fundada en 1979, hemos brindado un servicio de transporte confiable y seguro. Nos enorgullece ser la primera cooperativa de transporte de estudiantes en el país, y desde entonces hemos crecido para convertirnos en una de las empresas de transporte más grandes del sector. Ofrecemos una amplia variedad de servicios que incluyen transporte urbano en los distritos de Sabanilla y San Isidro, de estudiantes y servicios especiales. Nos esforzamos por ser reconocidos a nivel nacional e internacional por nuestra excelencia en el servicio.

Contamos con un equipo gerencial ágil, moderno y dinámico que se enfoca en nuestros colaboradores, clientes y asociados. Buscamos mejorar la calidad de vida, respetar el medio ambiente y comprender y responder a las necesidades de nuestras comunidades. Queremos consolidarnos como una organización de la cual nuestros asociados, colaboradores y clientes se sientan parte. ¡Únete a nosotros en este viaje hacia la excelencia y la sostenibilidad! (Coopetransasi R.L, s.f.).

Sobre la Cooperativa

Según la información de la página oficial de Coopetransasi R.L (s.f.):

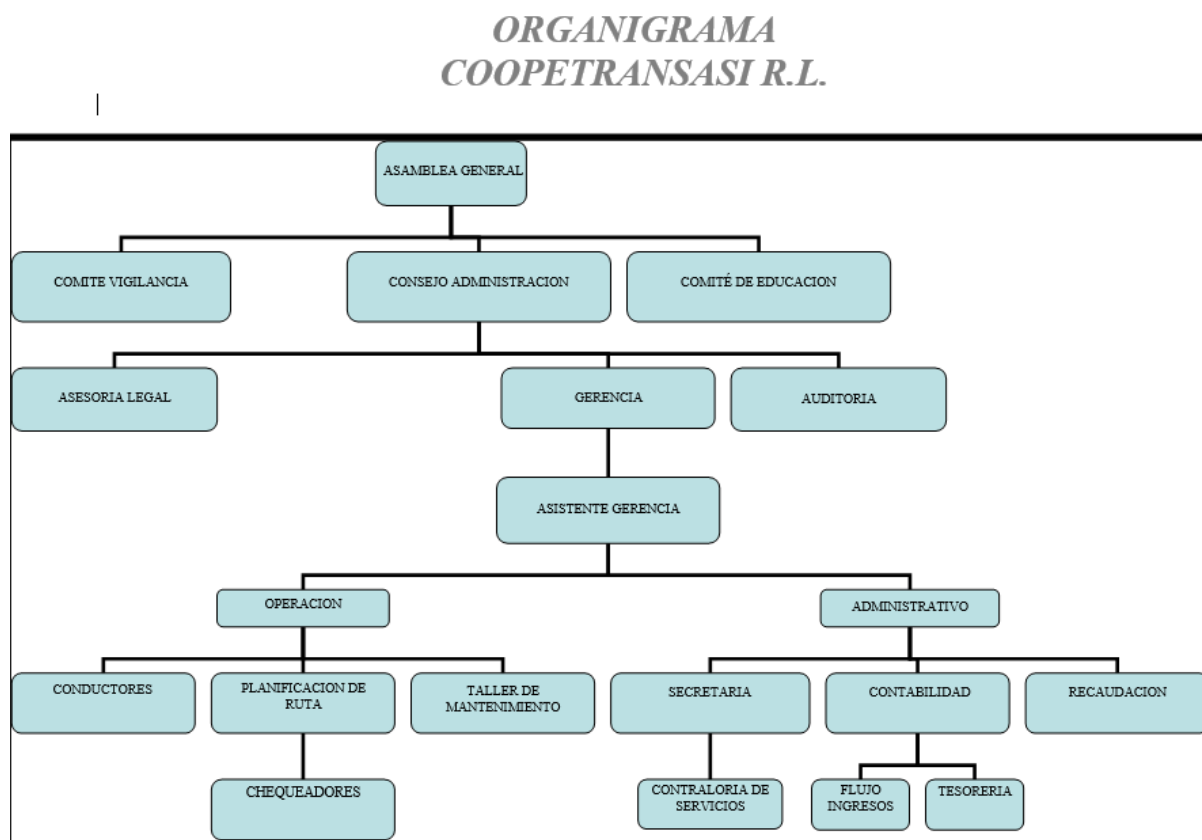
Somos una cooperativa de transporte con sede en Sabanilla, Alajuela, Costa Rica, con más de 50 años de trayectoria en el sector. Desde nuestros inicios, nos hemos dedicado a brindar un servicio de transporte seguro y eficiente, con el objetivo de contribuir al bienestar de la comunidad y de la sociedad costarricense en general. Nos enorgullece formar parte de la vida diaria de nuestros clientes, ofreciendo soluciones confiables y de calidad en transporte. Gracias a nuestro compromiso con la seguridad y la excelencia, nos hemos convertido en la opción preferida para quienes buscan trasladarse de manera segura y cómoda. Viaje con nosotros y descubra por qué nuestra experiencia de más de medio siglo nos distingue en el sector del transporte.

Figura 2

Autobuses de la Cooperativa



Nota. Microbus AB 3567, modelo 2001, se compró para turismo y entrar a Rutas cortas.

Figura 3*Organigrama de la Cooperativa*

Nota. En este organigrama podemos entender la estructura de la cooperativa.

Historia de Coopetransasi

Coopetransasi lleva más de cincuenta años operando para el área de Sabanilla de Alajuela; en la actualidad cuenta con las rutas del sector de Sabanilla y San Isidro entre sus rutas se destacan siete rutas en las cuales brindan servicio de autobús para esas comunidades, la cooperativa a lo largo de su existencia ha logrado un bien y ayuda a la comunidad.

La Cooperativa es más que una simple empresa, es la unión de sueños y realidades, que permite mejorar la calidad de vida de las personas usuarias. Dicha cooperativa nació gracias al querido Padre Félix Czajkowski, quien nació en Polonia en el año 1922, el padre era muy reconocido en la comunidad, pues había creado un periódico para la comunidad; en este se podía encontrar información sobre la parroquia y también de la comunidad.

El padre Félix fue el propulsor de la idea de la Cooperativa, gracias a él la comunidad de Sabanilla se vio enormemente beneficiada por todas sus ideas de mejoras para la comunidad. Este era un representante verdadero del progreso en la comunidad.

Coopetransasi, nació a partir de la necesidad de ayudar a los jóvenes a formarse en sus estudios, pues para poder trasladarse a Alajuela era complicado en esas épocas, por lo cual la creación de la cooperativa para trasladar a los estudiantes fue la idea que tuvo el apreciado padre Félix.

En el año 1969, la cooperativa inició sus labores de transportar a los estudiantes hasta Alajuela, este transporte era subsidiado. La cooperativa no solo ha sido el resultado de dos comunidades que no se conformaron con su realidad, sino que pusieron empeño y dedicación a ver crecer el proyecto.

Por lo tanto, esta entidad tras más de cincuenta años de servicio ha tenido sus años de lucha, esfuerzos, sudor y alegrías para ser lo que es en la actualidad: una parte importante para la comunidad de Sabanilla y San Isidro.

La experiencia del uso

El *user experience* por sus siglas en inglés (UX), es un concepto que se enfoca en las emociones experimentadas por el usuario al interactuar con productos de software. En los últimos años los especialistas de diseño han buscado ampliar el campo en búsqueda de acciones en temas sociales, de sustentabilidad, de inclusión y en diseñar experiencias.

Al enfocarse en diseñar experiencias, nace la *user experience* (UX), esto se enfoca en las experiencias vividas por los usuarios con un producto de software, esta es una parte de la experiencia humana vivida por cada individuo al interactuar con algún producto.

Según Hassan y Martín (2005) en los últimos años se ha popularizado debido principalmente al entorno profesional web porque constituye un nuevo enfoque para el desarrollo de productos interactivos.

Se entiende que la experiencia del usuario representa un gran cambio emergente del concepto de usabilidad, pues la interacción del usuario va de la mano con la eficiencia, eficacia y facilidad de aprendizaje y diversión de uso ante las aplicaciones.

Definición

El origen de la experiencia del usuario nace en el campo del Marketing, este se relaciona con la Experiencia de Marca. Se define la experiencia del usuario, como la experiencia que esté puede obtener cuando interactúa con un producto (Arhipainen y Tahti, 2003).

Dillon (2002) analiza la experiencia del usuario de una manera sencilla de comprender, lo define como un sencillo modelo que define la experiencia del usuario como la suma de tres niveles, esto se conforma por: acción, resultado y emoción.

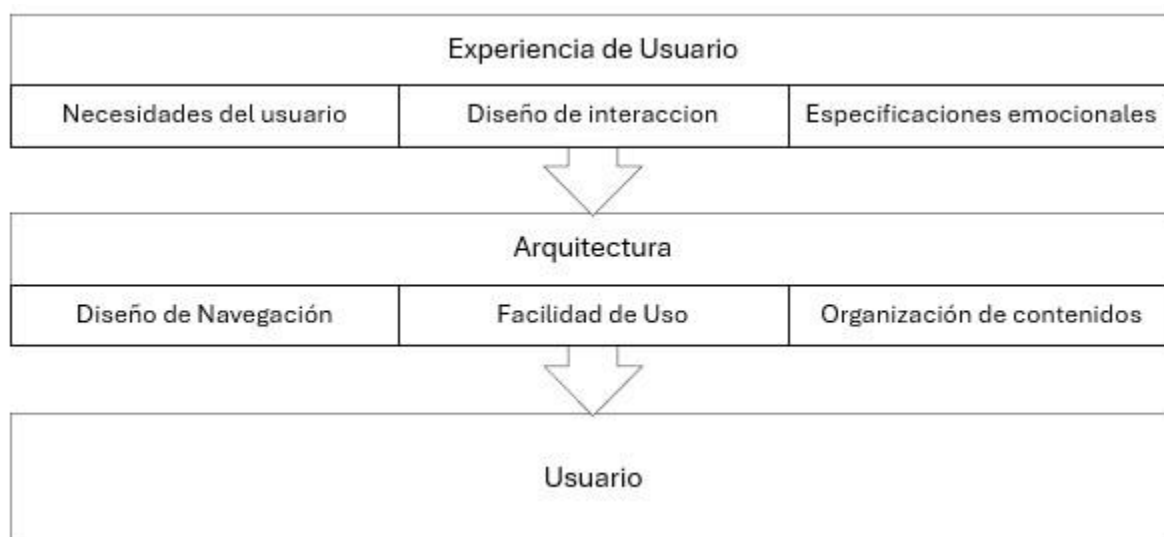
Con respecto a la **acción**, se define como “lo que hace el usuario”, se refiere a las interacciones que el usuario realiza con el sistema. Como por ejemplo el hacer clic en un botón, realizar búsquedas. Esta sería la parte más observable y objetiva de la experiencia.

Por otro lado, el **resultado**, se refiere al “que obtiene el usuario”, esto se enfoca en lo que el usuario logra después de haberse realizado la acción, se podría definir en este caso como hacer una compra o bien enviar un mensaje. Este nivel sería parte de la evaluación del sistema, si es efectivo en ayudar al usuario.

Para finalizar los niveles de experiencia del usuario, está la **emoción**, esta se refiere al “que siente el usuario”, es decir; se relaciona con las sensaciones, percepciones y emociones que el usuario experimenta al utilizar el sistema. En este caso se puede incluir la satisfacción, confianza y frustración en el usuario al interactuar con el sistema.

Figura 4

Relación de Arquitectura y Experiencia del Usuario



Nota. Esta figura representa la relación entre la arquitectura como la experiencia del usuario.

Para comprender aún mejor la experiencia del usuario, Kankainen (2002) dice que es el resultado de una acción motivada, que da énfasis en la importancia condicionante de expectativas del usuario y las experiencias previas, esto se refiere a la capacidad de influencia de la actual experiencia es sus expectativas y futuras experiencias.

Analizando todos esos puntos de vista, la experiencia del usuario es el resultado de un fenómeno interactivo en el cual intervienen diferentes factores como individuales, culturales, contextuales y sociales siendo propios del producto, además es influenciada por expectativas previas y condiciona experiencias futuras.

Identificación de Aplicaciones Existentes

En la actualidad en la Costa Rica de pleno siglo XXI, el servicio de los autobuses es regulado por cada provincia, y en cada una existen diferentes empresas que ofrecen servicio de transporte público.

En este caso al realizar una investigación en base a las aplicaciones existentes en el área metropolitana, se puede identificar que al menos en el área de San José, Alajuela y Heredia la existencia de aplicaciones que ayuden en el rastreo de autobuses en tiempo real es nula, a excepción de la aplicación Moovit, en la cual se ve la parada de los autobuses en todo Costa Rica, pues esta aplicación funciona a nivel mundial.

Existe una aplicación para los autobuses fuera del GAM, en este caso en la aplicación se pueden hacer compras de pasajes de autobuses a diferentes destinos, aunque esta funciona solo para compra de boletos, representa un gran avance.

Moovit

Moovit es una aplicación gratuita propiedad de Intel desde el 2020, está disponible tanto como para Android, iOS y plataforma web esta aplicación es una aplicación robusta en donde se puede encontrar información sobre las rutas de los autobuses, además de sus horarios, y en las paradas en las cuales puedes tomar el autobús.

La información que recopila Moovit ha sido generada a través de los usuarios. Sin embargo, es importante considerar un poco de las especificaciones que posee esta aplicación si agregas una mensualidad o bien una anualidad como, por ejemplo:

- Tiempo real de los autobuses
- Navegación en vivo
- Línea de tiempo
- Progreso de rutas
- Actualizaciones de rutas
- Tráfico en vivo
- Comparación de rutas

Esta serie de funcionalidades se pueden obtener al pagar una suscripción, al no tener la suscripción únicamente se pueden verificar las rutas de los autobuses, sus respectivas paradas y horarios.

Sobre Moovit

De acuerdo con Moovit (2022) Sobre Nosotros, “*Moovit, una empresa de Mobileye, es líder mundial en movilidad como servicio (MaaS) y la aplicación de movilidad urbana más utilizada del mundo*”

¿Quién es Moovit?

Ciertamente, la movilidad urbana es un derecho de todos, además de que abre múltiples oportunidades y brinda igualdad de posibilidades. El objetivo de Moovit es dar a las ciudades, la posibilidad de una mejor calidad de vida al eliminar las limitaciones que hay con las barreras de la movilidad urbana.

Por lo tanto, Moovit (2022) indica que: “ayudamos a crear ciudades más limpias, seguras y mejores para vivir, donde la movilidad se convertirá en un facilitador para que personas y empresas descubran infinitas oportunidades.”

Historia de Moovit

Según Moovit (2022):

En 2012, Moovit se lanzó como una aplicación gratuita para iOS, Android y navegadores web para guiar a las personas a moverse por la ciudad de manera efectiva y conveniente utilizando cualquier modo de transporte. A lo largo de los años, hemos crecido hasta dar servicio a más de 1.7B de pasajeros en 3,500 en 112 países, en 45 idiomas.

Según Google, Moovit fue nombrada “Mejor aplicación local” en el 2016, fue una de las finalistas en la categoría “*Build for Billions*” en el 2018.

En el 2017 Moovit, evolucionó y lanzó un conjunto de soluciones MaaS, integrado con inteligencia artificial, lo cual abarca la planificación, las operaciones y la optimización con valor comprobado para reducir la congestión.

La aplicación está disponible en 45 idiomas, además de que está en 112 países, brinda información en tiempo real sobre los horarios y rutas, posee conectividad con más de 360 proveedores de servicios compartidos.

Figura 5

Aplicación Moovit



Nota. La aplicación Moovit muestra las rutas a nivel nacional, horarios y demás.

Passer

Passer es una aplicación de pago de transporte público urbano lanzada en el 2019, en el cual se puede acceder a la compra de boletos para las áreas como Guápiles a Limón, San José - Zona Sur, Orotina - San José y San José – Puntarenas. Esta aplicación fue desarrollada por Passer Technologies S.A, dicha empresa está dedicada a la creación de soluciones tecnológicas

para el transporte público en Costa Rica. Entre sus funcionalidades dentro de la aplicación se pueden encontrar las siguientes:

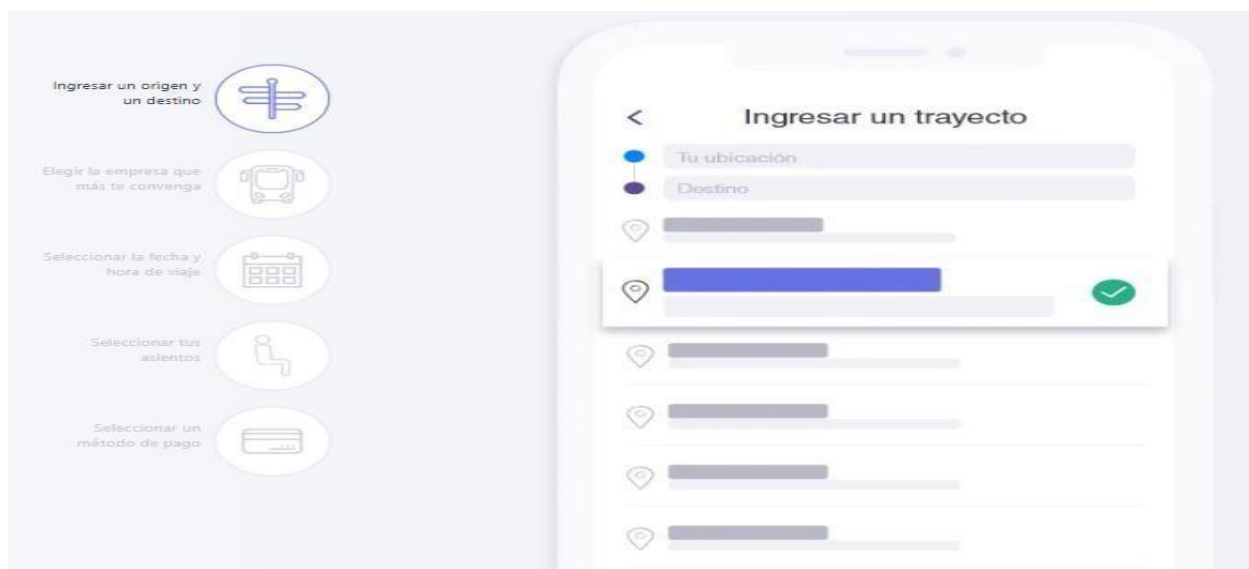
- Compra de boletos
- Información de los horarios de autobuses
- Tiempo del recorrido
- Paradas de abordaje
- Conocer tu ubicación

En esta aplicación para acceder el recorrido del viaje solo se requiere del ticket de viaje adquirido. Adicionalmente, la información de las rutas se actualiza según horarios indicados por la empresa. Esta aplicación es soportada por Android y iOS.

El tipo de validación que ofrece la aplicación a la hora de comprar boletos es por medio de un código QR generado en cada compra realizada, por medio de este ticket es donde se puede acceder a la información del viaje, para hacer un rastreo del recorrido en tiempo real.

El código QR generado al realizar la compra, es el que se presenta a la hora de hacer el abordaje, por lo cual se debe presentar al conductor, además con respecto a la seguridad de esta aplicación, antes de realizar una compra muestra una serie de casillas a completar y leer para conocimiento del usuario en caso de inconvenientes.

Según Passer (2025) Enterprises, *“Más que una simple pasarela de pagos es un ecosistema de módulos y componentes escalables que de manera sencilla, pero sofisticada te permitirán colocarte a la vanguardia del transporte.”*

Figura 6*Aplicación Passer*

Nota. Adaptado de Passer [Fotografía], por Passer live, <https://passer.live/>

Sinpe-TP

En este caso Sinpe-TP, es una aplicación en el cual se pueden asociar los pagos electrónicos para los autobuses que cuentan con pago electrónico y también para el servicio de tren. Por su parte el sistema nacional de pago electrónico (SINPE-TP) es una plataforma costarricense que fue creada con el fin de facilitar el pago electrónico para el transporte público.

Dicha aplicación fue creada por el Banco Central de Costa Rica. Entre sus características, se encuentran las siguientes:

- Permite el pago de pasajes de autobuses y trenes.
- Ofrece una experiencia de pago moderna y amigable.

- Reduce el uso del efectivo en el transporte público.
- Ofrece una tarjeta prepago para personas no asociadas a una entidad bancaria.

En la actualidad a nivel de provincias las que ofrecen el servicio de pago electrónico según el Banco Central de Costa Rica (2025) corresponden a los operadores y las rutas que ofrecen el servicio de SINPE-TP son: Alajuela, con tres distritos los cuales las rutas son las siguientes:

Tabla 1

Rutas actuales con pago electrónico Alajuela

Rutas	Operador de Transporte
Grecia – San Vicente – La Arena	Autotransportes Santa Gertrudis Ltda.
–	
Guayabal	
Santa Gertrudis	Autotransportes López S.A
Alajuela	
Tuetal Norte y Sur	
Alajuela-Balneario de Ojo De Agua	Autotransportes Cambronero Alfaro S.A
Urbanización La Paz	
Rincón Venegas	
San Antonio de Belén-La Reforma	

Nota. Esta tabla muestra las rutas que cuentan con SINPE-TP

Tabla 2*Rutas actuales con pago electrónico Cartago*

Rutas	Operador de Transporte
Cartago – Tejar – San Isidro – Higuito	Autotransportes El Guarco S.A
Parque Industrial	
Cartago – San José	Autotransportes Lumaca S.A

Nota. Esta tabla muestra las rutas que cuentan con SINPE-TP

Tabla 3*Rutas actuales con pago electrónico Heredia*

Rutas	Operador de Transporte
Heredia – Guararí – La Milpa – Bernardo	Grupo Acuza Barveña Ltda.
Benavides - Miraflores	
Heredia - Mercedes Norte	Autotransportes Segura y Vargas S.A.
Santa Ana-Belén extensión Ojo de Agua-San Vicente-Escobal	Autobuses Barrantes Araya S.A.
Heredia - San José y Ramales y viceversa - Heredia - CENDA y viceversa	Transportes Unidos La 400 S.A
HEREDIA - LOS LAGOS	Autotransportes Los Lagos - Heredia S.A.

Nota. Esta tabla muestra las rutas que cuentan con SINPE-TP

Tabla 4 *Rutas actuales con pago electrónico San José*

Rutas	Operador de Transporte
San José – Heredia / San José – Cartago Alajuela – Heredia	Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER)
San José – Sabana – Estadio	Transcesa S.A
Subsector Moravia/Paracito (ruta sectorizada)	Autotransportes Moravia S.A
San José-San Isidro de Coronado y ramales.	Autobuses Unidos de Coronado S.A
San José – Tres Ríos – Zapote – Curridabat Dulce Nombre – San Pedro - Otros	Consorcio Integrado del Sector Este CISE S.A.
San José-San Antonio y ramales / San José- El Bosque - La Pacífica / interlínea: Desamparados-Moravia	Autotransportes San Antonio S.A.
San José-San Rafael Abajo, Barrio Escalante- La U, Barrio México, Barrio La Cruz- San Cayetano, Seminario-Barrio El Carmen	Lared Ltda.
San José - San Miguel - Desamparados - Higuito	Buses San Miguel Higuito S.A. (BUSMI)
San José - Los Guido	Autotransportes Los Guido S.A (Los Guido)
San José-Desamparados-Aserri y Ramales- Desamparados - Moravia	Autotransportes Desamparados S.A (ATD)

Nota. Esta tabla muestra las rutas que cuentan con SINPE-TP

La aplicación SINPE-TP, fue desarrollada por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), el Consejo de Transporte Público (CTP), la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER), el Banco Central de Costa Rica (BCCR) y las principales cámaras de autobuseros del país.

Esta aplicación se lanzó en el 2021 para rutas del INCOFER, y para el servicio de autobuses a partir del 2022. El propósito de la aplicación, según el Banco Central de Costa Rica (2025) es: *“modernizar el sistema de recaudación tarifaria del transporte público y de promover la eficiencia, la seguridad y el buen funcionamiento del sistema de pagos costarricense”*.

ARESEP CONTIGO

Esta aplicación fue creada por la ARESEP con el fin de dar a conocer el precio de los diferentes servicios de transporte público.

Según la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (2022), la aplicación fue creada para la fiscalización de servicios públicos, de parte de usuarios y el acceso a tarifas vigentes.

La App facilita un canal de comunicación constante entre el operador y el usuario del servicio regulado y permite aportar elementos de prueba como imágenes, videos y archivos. El operador podrá consultar las inconformidades presentadas contra su empresa, para su atención ARESEP (2022).

Sistema de información para usuarios de transporte público

La información del transporte público para los usuarios es fundamental ya que esto hace que pueda aumentar el uso de este, como también la satisfacción con el servicio.

Según Fabian (2024) los componentes esenciales que deben de tener un sistema de información que se componen por los siete siguientes:

1. Datos abiertos y estandarizados del servicio
2. Medios electrónicos para difusión de información, incluyendo:
 - a. Página web
 - b. Aplicaciones móviles (propias y de terceros)
 - c. Pantallas informativas
3. Medios impresos para difusión de información y para promoción, incluyendo:
 - a. Rotulación (señalética)
 - b. Folletos y vallas informativas
4. Medios de atención al cliente
5. Sistema de identidad visual
6. Campañas de comunicación
7. Tecnologías de telemetría y rastreo de vehículos para información en tiempo real

Por lo cual en este caso un sistema de información es una buena manera de transformar el transporte público debido a que la información al alcance de la mano es importante para los usuarios.

Movilidad urbana

La movilidad urbana es el desplazamiento ya sea de personas o mercancías en las ciudades por medio de transporte público o privado, además, es un pilar del desarrollo urbano, el objetivo es avanzar hacia ciudades sustentables, amigables con el medio ambiente y que se pueda promover un modelo de vida saludable.

El transporte público y la movilidad urbana se analizaron en una Jornada Técnica con expertos del tema en Costa Rica (Allen, 2024), donde analizaron diferentes puntos en cada tema como, por ejemplo:

- Tomar como ejemplo a otros países exitosos con el tema de pago electrónico, aplicaciones de transporte público, infraestructura de terminales, información de paradas y demás.
- Generar campañas de divulgación y difusión para la sociedad sobre lo importante que es el uso del transporte público.

Las complejas condiciones de movilidad urbana que enfrenta el país han llegado a repercutir económicamente y social a los usuarios, afectando la calidad de vida física y mental. Por lo cual es de importancia buscar aplicaciones de soluciones integrales para el beneficio de la ciudadanía.

Internet de las cosas en la movilidad urbana

El IoT, da referencia a la interconexión de dispositivos a través de internet, esto permite la recopilación y el intercambio de datos en tiempo real. En el contexto de la movilidad urbana, se traduce en aplicaciones como sensores en semáforos, vehículos y puntos de transporte público que recopilan datos sobre la afluencia de pasajeros, además de tiempos de espera y condiciones del tráfico. Estos datos permiten la optimización y eficiencia del transporte público, en la actualidad las ciudades inteligentes se han convertido en un tema de gran interés debido a múltiples beneficios que pueden aportar a la sociedad.

La utilización del Internet de las cosas en ciudades inteligentes permite el monitoreo y control en tiempo real de diversos aspectos en la vida urbana.

Tipos de plataformas IoT

De acuerdo con Oswaldo (2019) los tipos de plataformas para el internet de las cosas se pueden componer por las siguientes:

- Plataformas de conectividad: estas ofrecen un servicio con capacidades de cobertura y soluciones para conectar dispositivos IoT, se pueden administrar y orquestar la conectividad.
- Plataformas de administración de dispositivos: este es el tipo que, como servicio o bien nube de dispositivos, se encarga de las tareas de aprovisionamiento y garantiza que los dispositivos conectados se implementen, configuren y mantengan actualizados.
- Plataformas de respaldo en la nube (IaaS): estas son de infraestructura como servicio, ofrece un respaldo escalable para la gestión de datos de aplicaciones y servicios de IoT.

- Plataformas de habilitación de aplicaciones: Estas plataformas ofrecen soluciones de software como servicio (SaaS), permite a los desarrolladores crear, probar e implementar rápidamente una aplicación o servicio IoT.

Las plataformas de internet de las cosas existentes en el mercado de empresas tales como Google, Microsoft y Amazon ofrecen plataformas muy potentes a nivel de aplicaciones para internet de las cosas a manera industrial, que ofrecen funcionalidades como; registro para el reconocimiento de dispositivos, kit de desarrollo de software para dispositivos, sombreado de dispositivos, Gateway para controlar dispositivos, aprendizaje automático (machine learning) integrado para automatizar el análisis de datos.

The Global Positioning System (GPS)

The Global Position System (GPS) es un Sistema de navegación y posicionamiento global, fue implementado por el departamento de defensa de los Estados Unidos. Está compuesto por una red de veinticuatro satélites distribuidos en seis órbitas y su objetivo principal por el cual fue diseñado para brindar información a los militares en la década de los 80 's. Tras el éxito de este sistema, el gobierno decidió declarar que el GPS estuviera disponible para todo el mundo.

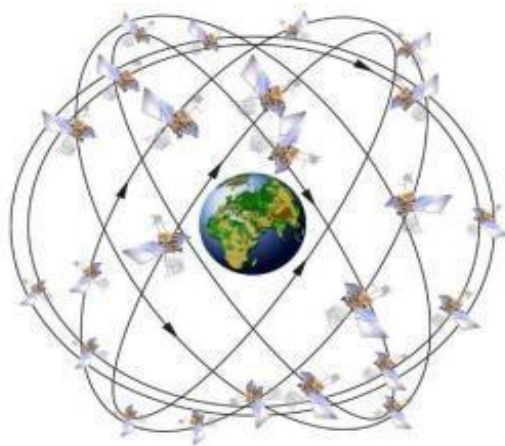
Funcionamiento del GPS

El objetivo principal del GPS es obtener coordenadas de cualquier punto geográfico de la tierra, está conformado por 3 números reales los cuales son X, Y, Z, estos son los encargados de poder transmitir el posicionamiento de un objeto.

En el 2005, Eduardo, Aldo y Gustavo hablaron respecto al tema de los satélites, indicando que en cada órbita se encuentran cuatro satélites de los cuales tres funcionan permanentemente y el otro sirve de repuesto. Además, el sistema se encuentra constituido por tres segmentos, el especial, segmento de control y segmento de usuario. Por su parte la constelación es la que fue pensada para dar cobertura a cualquier hora del día y en cualquier parte del mundo.

Figura 7

Constelación por Bloques



Nota. En esta imagen se puede observar la constelación dividida por bloques.

Medición de la distancia

De acuerdo con Jorge (2013):

El sistema se basa en conocer la distancia a los satélites en forma muy precisa, por lo tanto, nosotros necesitamos un método para determinar cuál es esa distancia. El método elegido trabaja midiendo cuánto tiempo le toma a una señal de radio en llegar a nosotros desde un satélite. Posteriormente conocida la velocidad de la luz y este tiempo podemos calcular la distancia” (p.271).

Generalmente los receptores GPS, pueden medir el tiempo con una precisión de nanosegundos. Los diseñadores del sistema sincronizaron los satélites y los receptores para que generen el mismo código al mismo tiempo, los códigos pseudo aleatorios que genera el satélite son complicados y diseñados para que puedan ser comparados fácilmente.

Sistema de posicionamiento

Para poder obtener las coordenadas geográficas de la latitud y longitud que son las que establecen la ubicación de un objeto, se necesita de un receptor que de las señales que emiten los sistemas de posicionamiento global. Sin embargo, es importante conocer que a nivel mundial existen constelaciones satelitales de posicionamiento global tales como: GPS de Estados Unidos, GLONASS de Rusia, GALILEO de la Unión Europea y BEIDOU de China.

Tabla 5*Sistema de Posicionamiento*

Características	GPS	GLONASS	GALILEO	BEIDOU
Número de Satélites	24	24	27	30
Planos Orbitales	6	3	3	3
Inclinado Orbital	55 °	64.8 °	56 °	55 °
Periodo de Satélite	12 h	11h 15 min	14 h	12 h
Altura sobre la Tierra	20200 km	19100 km	23222 km	21528 km

Nota: En esta tabla podemos entender sobre el posicionamiento global.

Instalación de tecnología GPS en autobuses en Costa Rica

En la actualidad a nivel de Costa Rica se propuso un proyecto de ley en el cual impulsa la instalación de tecnologías como el GPS en autobuses, esto para que los usuarios puedan conocer en tiempo real las rutas y el tiempo de recorrido de las unidades de transporte público.

Para que esta iniciativa sea obligatoria, el proyecto de ley agregado en el inciso al artículo 17 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado Personas Vehículos Automotores y dos incisos al artículo 143 de la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial.

Según Cr Hoy.com (2024) esta propuesta nace a raíz de unos datos del CTP en el 2018, donde un total del 46% de denuncias recibidas en ese año fueron por el incumplimiento de rutas o tiempos de recorrido de los transportes públicos.

Redes móviles

En la actualidad la gran parte de la población mundial cuenta con telefonía móvil, esta tecnología forma parte de las herramientas para el diario vivir.

¿Qué son las redes móviles?

Las redes móviles son sistemas de comunicación que permiten que los dispositivos se conecten a la red de telecomunicaciones a través de señales de radio.

Evolución de las redes móviles

La telefonía móvil ha ido cambiando a lo largo del tiempo, la primera generación fue la 1G, esta fue analógica y la segunda que sería la 2G, esta ya fue digital y fue centrada en la comunicación de voz y datos, luego está la 3G esta estuvo enfocada en voz, y datos.

Después avanzó a la 4G esta red está enfocada en los datos basándose en la conmutación de paquetes y la tecnología IP. Por último, está la 5G que sería la quinta generación la cual permite conectar varios dispositivos a la vez a velocidades y con latencias más bajas que las redes anteriores.

De acuerdo a Max (2021) la evolución que han tenido las redes móviles ha sido imparable y ello ha permitido que los servicios de telecomunicaciones, voz y datos alcancen a personas y áreas que antes eran impensables.

En la actualidad, involucrar la tecnología 5G en Costa Rica, ha sido todo un reto porque se entiende que el ingreso de esta tecnología trae consigo la introducción a la Cuarta Revolución Industrial, pues da paso a brindar la robustez suficiente para crear y fortalecer las ciudades

inteligentes, el internet de las cosas, las aplicaciones necesarias y que la tecnología se ponga más a disposición de las personas.

Por lo tanto, la primera red de comunicación fue la 1G, esta fue lanzada por NTT en Japón en 1979, después se lanzó el sistema de Telefonía Móvil Nórdica (NMT), esta se lanzó en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia en 1981. Esta red solo permitía el servicio de voz, con una tecnología análoga, su ancho de banda de RF – 30 kHz tenía una capacidad de 832 canales dúplex. No existía algún tipo de seguridad y la comunicación no era muy buena, pues las llamadas de voz se reproducían por medio de una torre de radio.

La segunda red fue la que facilitó la voz y los datos digitales, así como el *roaming* internacional. Esta tecnología se lanzó en 1980 a 1990 el medio de tecnología fue digital, con respecto a su ancho de banda se dividía en canal versus Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) cada canal de 200 kHz.

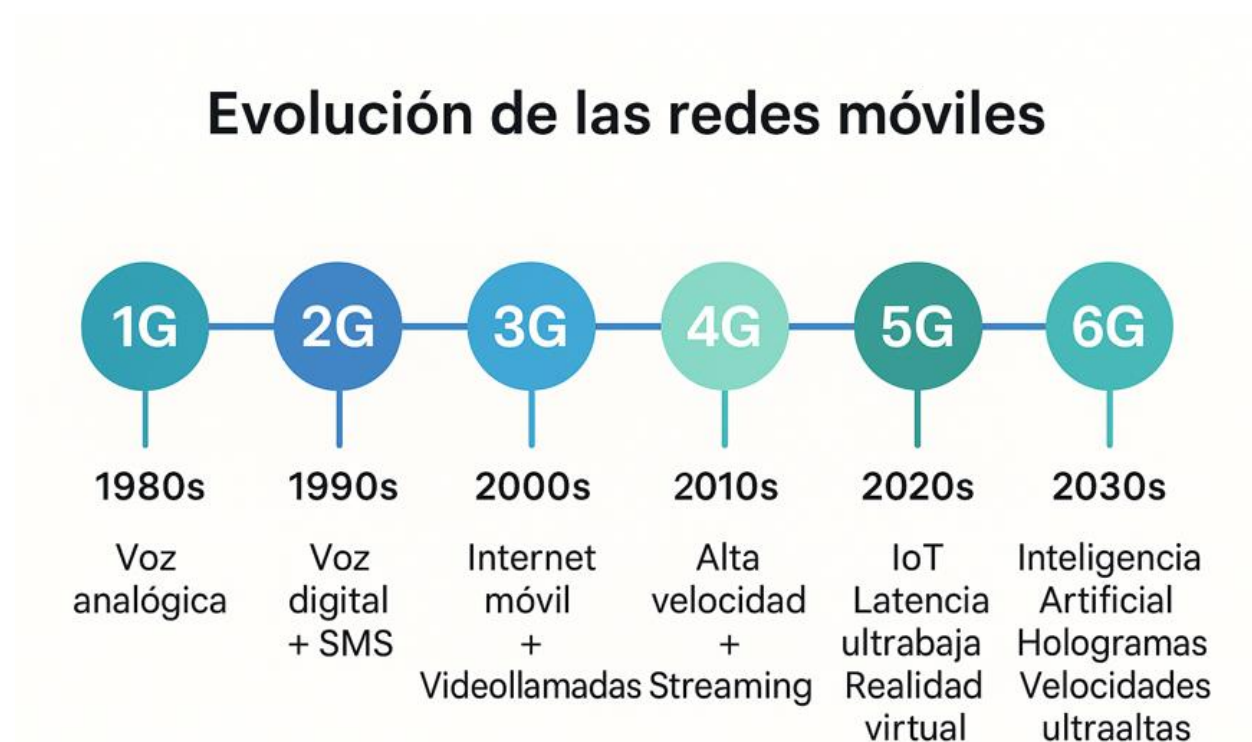
Seguida de la segunda red, está evolucionó a la generación 2.5, fue la introducción a la red de paquetes para proporcionar transferencia e internet. Se lanzó del año 2000 al año 2003, la generación 2.5 dio paso a la conmutación de paquetes para la transferencia de datos.

Para continuar con la evolución de las redes móviles, nació la generación de la tercera red, esta se lanzó con el fin de ofrecer un aumento de las tasas de datos para facilitar el crecimiento y mayor capacidad de voz y datos también el soporte a diversas aplicaciones como la alta transmisión de datos a bajo costo. Dicha red nació en el año 2000, su ancho de banda era de 5 a 20 MHz su tecnología era de multiplexación y acceso. Además, esta red podía soportar el acceso a Internet de alta velocidad, así como el acceso a las llamadas de video, chats y conferencias, televisión móvil, video y servicios basados en la localización.

Cómo se vive en un mundo que cada día se desarrollan diferentes tipos de tecnologías no podía faltar la generación de cuarta red, esta se basó totalmente en el direccionamiento IP. El objetivo principal de esta red fue el poder proporcionar alta velocidad, calidad, seguridad y servicios de bajo costo. Todo esto a través de la IP, esta generación nació en el año 2010, como parte de su tecnología está la de multiplexación como la de acceso tales como OFDM, MC-CDM, CDMA y LAS-Red-LMDS con respecto a las bandas de frecuencias el LTE cubre una gama de diferentes bandas.

Por último, para completar el hilo de las generaciones de las redes de comunicación, nació la red quinta conocida como (5G), esta dio inicio en el año 2015 esta se define por la capa física y la de enlace de datos esta es una tecnología Open Wireless Architecture (OWA). Se basa en el enrutamiento de direcciones IP, las cuales son diferentes a nivel mundial. El ancho de banda para esta generación es de 1.000x su tecnología se basa en multiplexación y acceso como CDMA y BDMA. Esta red se caracteriza por ser rápida, de baja fluctuación y latencia.

Las redes vinieron a revolucionar la manera en cómo se da la comunicación, el trabajo y se interactúa con la tecnología. Cada nueva generación ha superado a la anterior en velocidad, capacidad y posibilidades.

Figura 8*Evolución de las Redes Móviles*

Nota. OpenAI. (2025). *Evolución de las redes móviles* [Ilustración generada por inteligencia artificial]. ChatGPT

Geolocalización

La geolocalización es la capacidad para obtener la ubicación geográfica real de un objeto, como un radar, un teléfono móvil, una computadora conectada a Internet. Se refiere a geolocalización como una consulta de la ubicación, o bien una consulta en tiempo real de la ubicación del objeto.

El término de geolocalización va relacionado al uso de sistemas de posicionamiento, este proceso se emplea por medio de los sistemas de información geográfica.

¿Cómo funciona?

La función de la geolocalización se utiliza por medio de señales de GPS, WiFi, torres de telefonía, Bluetooth o bien rastreo de direcciones IP. Estas señales captan datos geográficos a través de dispositivos conectados a internet, radiofrecuencias o satélites.

Tipos de Aplicaciones de Geolocalización

Según Beltrán (2016) los diferentes tipos de geolocalización se definen de la siguiente manera:

- Georreferenciación: esta es la información geográfica sobre fenómenos relacionados con una localización relativa a un punto mediante el uso de determinadas coordenadas.
- Geolocalización online: es el conjunto de tecnologías que acoplan la georreferenciación de elementos del mundo real con la información obtenida mediante una conexión a internet.
- Geolocalización social: son los datos que se comparten en medios sociales en relación con el lugar donde se encuentre el usuario.
- Geomarketing: se basa en las diferentes técnicas que permiten analizar el ámbito económico social desde un punto de vista geográfico con la ayuda de instrumentos y herramientas de estadística espacial, con el fin de visualizar las estrategias de marketing en el marco territorial.
- Geoweb: conjunto de información geográfica en la web y promoción del uso generalizado de soluciones espaciales a través de internet.

Las aplicaciones de geolocalización han revolucionado la manera en la que se interactúa con el entorno, ofreciendo soluciones innovadoras para la navegación, la interacción social, el marketing y el análisis de datos.

Figura 9

Geolocalización de los Recursos

Nota. Adaptado de *Geolocalización Online* (p. 17), por B.L. Gerson, 2016, Editorial UOC

Google Maps

Google Maps es la plataforma digital que ofrece servicio de navegación y mapeo, es un servidor de aplicaciones de mapas en la web. Esta aplicación fue creada por dos Hermanos daneses, junto a un equipo de la empresa Where 2 Technologies en el 2004. Google la adquirió en el mismo año y lanzó durante el 2005. Ofrece imágenes de mapas desplazables, también fotografías por medio de satélite.

Cronología de Google Maps. Es un mapa basado en tu historial de ubicaciones que ayuda a recordar los sitios que se han visto, rutas, trayectos. Se puede editar en cualquier momento y eliminar.

Porque se crean mapas del mundo. Se crean mapas, porque es una misión humana que se remonta en el tiempo.

API de mapas. Está ligado al desarrollo de la web y la geolocalización y la tecnología GIS. Entre los mapas que hay en la actualidad podemos guiarnos con los siguientes:

- API de mapas estáticos: permite la incrustación básica de una imagen de mapas sin JavaScript.
- API de elevación: crea un valor para todas las superficies de la tierra.
- API de Street View Estática: permite insertar una Google Street View como una imagen normal.
- API de inserción de mapas: permite insertar mapas y vistas de calles.

API de Rutas. Está enfocado en los sistemas de navegación, permiten calcular trayectorias óptimas entre puntos, considerando factores tales como, distancia, tráfico y transporte público. Existen las siguientes:

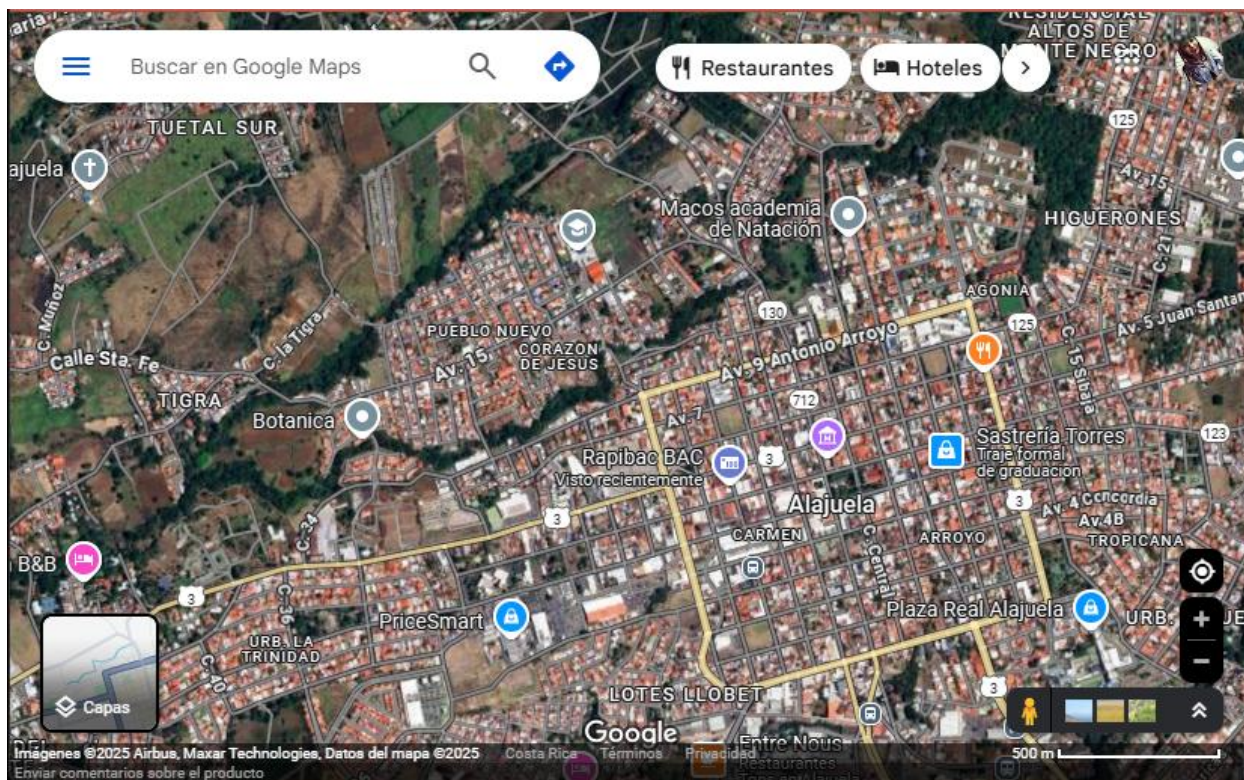
- API de carreteras: analiza los datos GPS y los reinicia en la carretera, proporciona metadatos.
- API de matriz de distancias: se puede rastrear distancias y tiempos de viaje entre puntos de forma optimizada.
- API de indicaciones: este api, determina la dirección.

API de lugares. Estas APIs permiten buscar, identificar y obtener información sobre puntos de interés, como negocios, restaurantes y entre otras cosas.

- API de geocodificación: convierte direcciones en coordenadas de latitud y longitud.
- API de geolocalización: permite obtener la ubicación y el radio de precisión de diferentes puntos según la proximidad de torres de telefonía, conexiones wifi.
- API de detalles de lugares: fotos de lugares se consideran un producto separado.
- API zona horaria: por medio de una interfaz HTTPS, el api asigna una marca de tiempo a cualquier ubicación.

Las APIs Geoespaciales han llevado a la evolución de los mapas digitales, hasta sistemas inteligentes que se integran para la navegación de lugares de interés y datos en tiempo real.

Con tan solo un clic se puede navegar en los mapas interactivos que tiene Google Maps, ya que se integran diferentes APIs que hacen que la utilidad sea más intuitiva y dinámica para el usuario.

Figura 10*Google Maps*

Nota. En esta imagen podemos apreciar un mapa en tiempo real.

Waze

Waze es una aplicación social de tránsito en tiempo real y de navegación asistida por medio de GPS. Esta aplicación fue creada en el 2006 por Ehud Shabtai un ingeniero de software israelí. Al inicio esta aplicación llevaba como nombre “FreeMap Israel”, y fue creada con la intención de ser una aplicación comunitaria de navegación basada en datos recopilados por usuarios, en el 2013 fue adquirida por Google para poder integrar funciones de Google Maps.

Al inicio el propósito de la aplicación era que permitiera descubrir radares a través de la aplicación, que utilizaba GPS.

Para el año 2016, la aplicación ya está más desarrollada y se lanzó al mercado como una herramienta para los conductores.

En el año 2017, Enhud se une con Amir Shrinar y Uni Levine, y él le da un giro a la aplicación enfocándose en el diseño de mapas locales que permitían identificar problemas de tráfico, y que ayudará a generar rutas alternas para no perder tiempo en las carreteras.

Por consiguiente, Waze se crea como una red social para los conductores, los cuales se pueden apoyar a través de la aplicación, para poder alertar sobre situaciones inesperadas en la carretera.

La aplicación se destaca porque genera un bien común para todos los conductores pues ayuda a detectar problemas y evita perder horas por congestionamiento.

Por lo tanto, Waze se convirtió en una aplicación muy útil, porque permite advertir problemas en la carretera y además proporciona rutas alternas para ganar tiempo y evitar la pérdida de tiempo, esto también contribuye a la movilidad urbana.

Qué es WhatsApp

WhatsApp fue fundada en el año 2009, esta fue fundada por Jan Koum y Brian Acton, dos exempleados de Yahoo!, WhatsApp nació como una idea de aplicación para mostrar el estado del usuario, pero evolucionó a una aplicación de mensajería instantánea.

Al inicio, WhatsApp solo permitía enviar mensajes de texto entre usuarios con acceso a internet; gracias a su bajo costo, la aplicación ganó popularidad rápidamente en especial en países donde el mensaje de texto es caro.

Tras ese gran éxito, se vendió WhatsApp a Facebook en el año 2014, esta fue una de las compras de tecnología más grande de la historia. Facebook adquirió WhatsApp para consolidarla como un filial de Meta, junto con otras redes sociales de renombre.

El nombre de la aplicación se trata de un juego de palabras en inglés con la frase “What 's Up”, lo que equivale al español a ¿Cómo estás? Es la aplicación más usada a nivel mundial con más de 180 países que la utilizan para mantenerse en contacto con amigos y familiares en cualquier momento y lugar (WhatsApp Inc., 2023).

Misión de WhatsApp

Nació como la alternativa de los SMS. Con este producto, ahora es posible enviar y recibir una variedad de archivos multimedia como, por ejemplo, texto, fotos, videos, documentos, ubicación y además de poder realizar llamadas. Por lo cual la misión de WhatsApp va de la mano con la experiencia del usuario ya que permite mantenerse en contacto con amigos, familiares en cualquier parte del mundo sin barreras. Además, hay que considerar que WhatsApp integró el cifrado de extremo a extremo para mayor privacidad para los usuarios. (WhatsApp Inc., 2023).

Funciones de comunicación

Entre las funciones que posee WhatsApp, es importante considerar los servicios que ofrece la aplicación para sus usuarios. Las funciones que posee la aplicación son las siguientes:

- Función de mensajes: permite a los usuarios chatear con familiares, amigos en cualquier momento a través de internet.

- Función chat de grupo: al inicio se permitía un mínimo de cinco usuarios en el chat, pero conforme fue evolucionando se permitían más de cinco usuarios en el chat.
- Función de llamadas de voz: se introdujo en el 2015 y permite a los usuarios el poder realizar llamadas a los usuarios en cualquier parte del mundo con acceso a internet.
- Función videollamadas: esta función al igual que la llamada de voz, permite que los usuarios puedan disfrutar de esta función siempre y cuando tengan acceso a internet.
- Función de mensajes de voz: la función de mensaje de voz permite a los usuarios el poder grabar audios de voz por medio del chat. Esto facilita la comunicación ya que al solo presionar un botón los usuarios pueden usar la función de voz para enviar mensajes.
- Función de envío de documentos: la herramienta de enviar documentos facilita a los usuarios poder enviar una variedad de archivos en PDF, hojas de cálculo, presentaciones entre otros con un límite de 100 MB.

Automatización del WhatsApp

Para poder automatizar el WhatsApp, hay varias formas según lo que se necesite. En este caso, si se quiere programar un mensaje automáticamente, enviar mensajes programados, integrarlo con bases de datos y entre otras funciones, se debe de cumplir con una serie de herramientas.

Como por ejemplo para que el WhatsApp se pueda programar, se debe de tener la API oficial de WhatsApp Business, un número de teléfono válido, Meta Business Account y registrar la aplicación en Meta for Developers.

Al cumplir con estos requisitos es posible automatizar el WhatsApp, existen diferentes formas de realizarlo con código o bien sin código, al utilizar la automatización por medio de diferentes herramientas populares para bots de WhatsApp.

Tales como Twilio, que su lenguaje es Python, Node.js además de que es fácil de utilizar y gratuito pero limitado, otra herramienta popular es WPP Connect utiliza JavaScript como lenguaje, tiene un nivel medio de uso y es gratuito; por otro lado, existe la API oficial de WhatsApp compatible con cualquier lenguaje, para la utilización de este API si es más complejo y es pago, es importante comprender que existen diferentes aplicaciones para poder hacer un bot en el WhatsApp.

¿Qué es un bot de WhatsApp?

Los *chatbots* en WhatsApp, pueden realizarse de dos maneras basados en reglas, o basados en NLP (Procesamiento del Lenguaje Natural), un Bot o un asistente de WhatsApp, puede usarse para múltiples casos de uso.

Los *chatbots* permiten la comunicación instantánea con cualquier persona, en cualquier momento y lugar, otra ventaja es la comunicación asincrónica, es decir, puede responder al instante, como también el poder llegar al público meta con experiencias personalizadas.

El *chatbot* es una tecnología conversacional basada en inteligencia artificial, capaz de interactuar con los usuarios mediante un flujo de comunicación prediseñado. Los *Bot* para el WhatsApp Business está diseñado para ofrecer soluciones de mensajería automatizada para las empresas.

Se puede utilizar para diferentes tareas tales como, proporcionar información cuando un usuario interactúa con el *chatbot*, se analiza el contenido del mensaje enviado y se responde automáticamente.

Implementación de chatbots en WhatsApp

Para hacer la implementación de un *chatbot* en WhatsApp, se necesita una serie de pasos a seguir para poder implementarlo los cuales son:

- API de WhatsApp (WhatsApp Business API): se debe de solicitar por medio de la página de WhatsApp, el acceso al API para poder crear el *chatbot*.
- Elegir un proveedor de *chatbot*: se puede construir desde cero el *bot*, o bien se puede utilizar soluciones prediseñadas.

Se debe de considerar que el realizar un *chatbot*, debe ser aprobado directamente por WhatsApp, para poder diseñar conversaciones fluidas y poder garantizar la privacidad y la escalabilidad.

Figura 11

Bot de WhatsApp



Nota. OpenAI. (2025). *Bot de WhatsApp interactuando con un teléfono* [Ilustración generada por inteligencia artificial]. Chat GPT

¿Qué es Android?

Android es el sistema operativo desarrollado por Google, basado en el núcleo Linux. Android es un software que se utiliza en variedad de dispositivos tales como, celulares y tabletas, el software Android es uno de los sistemas operativos más populares en todo el mundo.

El sistema operativo Android se fundó en el año 2003, fue creado por Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sear y Chris White, en el año 2005 Google adquirió Android y su primera versión comercial fue en el año 2008.

Características y Aplicaciones

El sistema operativo Android cuenta con una serie de características y aplicaciones integradas a este; entre sus características más populares, se encuentran las siguientes:

- Google Assistant
- Google Messages
- Google Drive
- Google Maps
- You tube
- Gmail

Además de esas características que son las más populares del sistema operativo, este sistema cuenta con una aplicación en la cual se pueden descargar múltiples aplicaciones compatibles con el sistema. Esta aplicación es bastante popular la cual es Google Play Store, en ella podemos encontrar miles de aplicativos que son soportados por el sistema operativo. Adicionalmente de sus aplicaciones y características cabe recalcar que el sistema operativo

Android es altamente personalizable, esto hace que sus usuarios puedan modificar y personalizar su dispositivo.

Android por su parte funciona con un sistema basado en Linux, utiliza arquitectura de software de capas; se pueden dividir en diferentes capas las cuales tienen sus diferentes funciones en este caso su funcionamiento es el siguiente: en la capa superior está la interfaz del usuario; la siguiente capa es la plataforma de aplicaciones, donde se pueden encontrar las aplicaciones integradas y aplicaciones de terceros, la capa baja, es el núcleo del sistema operativo que se encarga de la gestión de los recursos tales como la memoria, procesador y batería.

Por consiguiente, el sistema operativo utiliza el sistema de aplicaciones Sandbox, esto se traduce a que cada aplicación se ejecuta en su propio entorno estrictamente aislado. Android es un sistema operativo personalizable y versátil para sus usuarios y se ha convertido en la opción más popular para los dispositivos móviles. Alberto, M. (2024, 4 de junio)

¿Qué es iOS?

iOS es un sistema operativo desarrollado por Apple Inc, este sistema fue desarrollado para los dispositivos móviles iPhone, iPad, iPod Touch. El sistema operativo fue lanzado al mercado en el año 2007, iOS ha evolucionado y se ha convertido en uno de los sistemas operativos más populares y avanzados a nivel mundial.

Este sistema operativo es reconocido por su interfaz intuitiva, además por su seguridad robusta y por su ecosistema integrado.

Características y aplicaciones

Entre sus características importantes el sistema operativo iOS es caracterizado por su fluidez; por ende, integra una serie de características innovadoras que mejoran la funcionalidad del sistema, entre sus características más populares se encuentran:

- Siri
- iCloud
- AirDrop
- HomeKit

iOS al igual que otros sistemas operativos para dispositivos móviles, cuenta con una aplicación la cual se llama App Store, en esta aplicación se pueden encontrar diferentes aplicaciones de terceros compatibles con el sistema operativo iOS.

Este sistema operativo comparte similitudes con el sistema operativo Android, en cuanto a la instalación de aplicaciones con la diferencia de que iOS es de código cerrado, es decir este sistema operativo es más seguro y controlado por Apple.

Firebase

Firebase es una plataforma en la nube, para el desarrollo de aplicaciones web y móviles, adaptada para iOS, Android, Web. Es una base de datos en tiempo real, mejora el rendimiento de las aplicaciones mediante la implementación de diversas funciones.

¿Qué ofrece Firebase?

Los servicios que ofrece Google Firebase, se pueden dividir en 3 categorías:

- Real time data base: Firebase ofrece una base de datos en tiempo real.
- Autenticación: para la autenticación de los usuarios mediante email.
- Nube de almacenamiento: ofrece almacenamiento y envío de archivos.
- Hosting: permite el alojamiento, y el poder publicar las apps de forma segura.
- Remote Config: se pueden realizar cambios y apariencia en el aplicativo sin necesidad de lanzar una nueva versión.
- Test lab: ofrece probar la aplicación en dispositivos reales antes de su lanzamiento.
- Crash reporting: detecta automáticamente los errores.

Según Google (2025):

Firebase es una plataforma para desarrollar aplicaciones web y móviles. Con ella, puedes crear aplicaciones de alta calidad, crear una base de usuarios fieles y ganar más dinero, y todo ello de forma rápida. Esta plataforma ofrece diversas funciones perfectamente integradas que puedes adaptar a tus necesidades, incluidos un backend diseñado específicamente para móviles, analíticas y herramientas para conseguir más usuarios de tus aplicaciones y monetizarlas de modo que puedas lograr los mejores resultados posibles con ellas.

Flutterflow

Flutterflow es una herramienta basada en *flutter*, que permite a usuarios de todos los niveles a crear aplicaciones mediante un sistema automatizado para programar. Es una multiplataforma de no code, que entre sus ventajas de utilizarla son las siguientes:

- Rapidez y eficiencia: se pueden desarrollar aplicaciones en poco tiempo, dando así aceleración a los proyectos.
- Adaptabilidad: es compatible con iOS y Android, con un solo código.
- Diferentes conexiones: se integra con servicios como Firebase, Google Sheets entre otros.
- Personalización sencilla: por medio de plantillas, widgets para crear aplicaciones dinámicas.
- Eficiente y económico: se ahorran costos, sin necesidad de datos desarrolladores, o horas programando.
- Seguridad garantizada: aplicando las mejores prácticas de la industria, se asegura la protección de los datos de los usuarios.

Para poder trabajar con esta multiplataforma se ofrecen varios planes, el plan gratuito que es bastante completo y da la posibilidad de crear las aplicaciones. Sin embargo, existen planes de pago que permiten otras funciones premium para el desarrollo de aplicaciones.

Flutterflow ofrece una herramienta de desarrollo de aplicaciones innovadora, al ofrecer la velocidad, accesibilidad y funcionalidad en una herramienta. Como toda herramienta tiene limitaciones; por ello, es importante evaluar cada proyecto antes de decidir utilizar la herramienta.

NO SQL

NoSQL, da referencia a un tipo de base de datos no relacional que almacena los datos de una forma no tabular. Son también conocidas como bases de datos personalizadas, y diseñadas para modelos de datos específicos además de que se almacenan los datos en esquemas flexibles que permiten escalar con facilidad. Entre los beneficios que poseen las bases de datos NoSQL, están las siguientes:

- Flexibilidad: ofrecen esquemas flexibles que permiten un desarrollo más rápido.
- Escalabilidad: están diseñadas para escalar horizontalmente usando clústeres distribuidos.
- Alto rendimiento: están optimizadas para modelos de datos u patrones de accesos específicos.
- Altamente funcional: las bases de datos NoSQL ofrecen API altamente funcional y tipos de datos.

De acuerdo con Google Cloud (2025) las bases de datos NoSQL son flexibles de alto rendimiento, escalabilidad horizontal y facilidad de desarrollo.

Existen cinco tipos de bases de datos NoSQL, entre los principales se encuentran las bases de datos de documentos, bases de datos de pares clave-valor, base de datos orientadas a columnas, bases de datos de grafos, bases de datos en memoria.

Entre las desventajas de NoSQL, está que aún es una base de datos relativamente nueva por lo cual surgen problemas en ocasiones sin documentación para poder solventar. Por otro lado, las bases de datos NoSQL no son una buena opción para las aplicaciones que ejecutan consultas y uniones complejas.

Las bases de datos NoSQL, proporcionan variedad de beneficios, incluidos modelos de datos flexibles, escalado horizontal, facilidad de uso para los desarrolladores.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

A continuación, en este capítulo, se define el tipo de investigación que se llevará a cabo para el presente proyecto.

Según Baptista, Fernández y Hernández (2014) existen tres fases en la investigación las cuales son las siguientes:

- Observar: se refiere a la recolección de datos relevantes que permiten dar con el problema.
- Pensar: esta fase permite analizar la información e interpretar un plan de acción.
- Actuar: deja ver la solución o bien la implementación de las mejores a abordar de forma efectiva.

Considerando estas fases es importante entender el proceso de una investigación mixta, en este caso en primer lugar el analizar cada enfoque.

Método cuantitativo

Este método se basa en la recolección y análisis de datos numéricos. Se utiliza para medir y cuantificar variables. Las características del método cuantitativo (Medina Romero et al., 2023), van de la mano con las siguientes cuatro características que forman una investigación enfocada en el método cuantitativo:

- Objetividad y replicabilidad: los datos se obtienen a través de mediciones estandarizadas y observaciones objetivas.
- Muestra grande y representativa: generalmente utiliza muestras grandes para garantizar la precisión.

- Análisis estadístico: se analizan utilizando técnicas estadísticas, como pruebas de hipótesis.
- Enfoque deductivo: se plantean hipótesis y se busca evidencia empírica para respaldar.

Método cualitativo

El método se centra en la recolección y análisis de datos no numéricos, como entrevistas, observaciones y análisis de texto, según Medina Romero et al. (2023) las características que componen este método son las siguientes:

- Exploración y comprensión de significados: se enfoca en comprender los significados y perspectivas y experiencias de los participantes.
- Muestras pequeñas y selectivas: los datos cualitativos utilizan muestras pequeñas con el objetivo de tener una comprensión profunda.
- Análisis interpretativo: se analiza de manera interpretativa.
- Enfoque inductivo: los datos recopilados se utilizan para generar teorías y conceptos.

Al comprender estos enfoques, se indica el método elegido para esta investigación el cual será el mixto, porque permite combinar elementos de los métodos cualitativo y método cuantitativo.

Método mixto

Este método combina elementos cualitativos como cuantitativos, ya que busca el aprovechamiento de las fortalezas de ambos métodos, entre sus características se desarrollan las siguientes:

- Integración de datos: se recolecta y analiza ambos métodos de manera simultánea.

- Triangulación: este es un principio del método mixto, porque compara y contrasta los resultados obtenidos.
- Complementariedad: busca complementar los hallazgos y perspectivas, realizando una convergencia de resultados.
- Diseño de investigación: requiere un diseño de investigación, puede ser secuencial, concurrente o transformacional.

El método mixto se enfoca en combinar ambos métodos para un solo estudio, con el propósito de abordar de manera integral los fenómenos de la investigación. Creswell y Plano (2017) mencionan acerca del enfoque que:

Este enfoque se basa en la premisa de que la integración de ambos enfoques puede proporcionar una comprensión más completa, profunda y contextualizada de los fenómenos estudiados, superando las limitaciones inherentes de cada enfoque individual (p.17).

Enfoque de la investigación

El presente proyecto se realiza con un enfoque mixto, porque integra tanto el método cuantitativo como el método cualitativo.

Método cualitativo

El enfoque cualitativo permite explorar en profundidad las percepciones, actitudes y opiniones de los usuarios y operadores del sistema de transporte.

Método cuantitativo

Este método se utiliza para medir de manera objetiva la mejora en la experiencia de los usuarios mediante la implementación de una aplicación móvil.

Método de investigación

Investigación de aplicaciones similares (mixto)

Cualitativo. Revisión de las características y funcionalidades de las aplicaciones existentes para el transporte público.

Cuantitativo. Análisis de estadísticas de uso y éxito de las aplicaciones revisadas, como el número de descargas y comentarios de usuarios.

Instrumentos a utilizar. Encuestas, observaciones y revisión de bibliografía.

Actividad. Informe comparativo de aplicaciones y sus características clave.

Geolocalización de autobuses (mixto)

Cualitativo. Recolección de opiniones y percepciones de los usuarios.

Cuantitativo. Medición de la exactitud del sistema de rastreo, precisión y tiempo de actualización.

Instrumentos a utilizar. Encuestas, observaciones y revisión de bibliografía.

Actividad. Evaluación del sistema de rastreo y análisis de datos de la ubicación.

Consulta de rutas y horarios (mixto)

Cualitativo. Entrevistas a usuarios sobre la facilidad y uso de la información, comprensión de información.

Cuantitativo. Análisis de interacción de los usuarios con la información y frecuencia de consultas.

Instrumentos a utilizar. Encuestas, observaciones y revisión de bibliografía.

Actividad. Monitoreo de las consultas de rutas y horarios por medio de los medios de comunicación que posee la compañía.

Como menciona Medina Romero et al. (2023):

La investigación mixta se basa en la premisa de que la combinación de métodos y perspectivas puede proporcionar un conocimiento más completo y enriquecedor sobre un fenómeno de estudio. Al aprovechar tanto la objetividad de los datos cuantitativos como la comprensión profunda proporcionada por los datos cualitativos, se busca superar las limitaciones inherentes a los enfoques unidisciplinarios y explorar la complejidad de los fenómenos en su totalidad (p.46).

Al considerar el enfoque mixto, se abordan de manera integral los diferentes aspectos de la experiencia del usuario en el sistema de transporte público en Sabanilla de Alajuela; al realizar una combinación de datos se podrá evaluar la eficiencia de la aplicación en términos de funcionalidad, sino que también evaluar la satisfacción y percepción de los usuarios.

Fuentes de investigación

Las fuentes de investigación son los orígenes de los datos en los cuales se basa la investigación, en este caso, hay tanto fuentes primarias como secundarias. Para ampliar ideas acerca de cada fuente, se explica a continuación:

Fuentes primarias

Las fuentes primarias como menciona Maranto y González (2015) contienen información original, de primera mano, es decir:

Contienen información directa antes de ser interpretada, o evaluada por otra persona. Las principales fuentes de información primaria son los libros, monografías, publicaciones periódicas, documentos oficiales o informes técnicos de instituciones públicas o privadas, tesis, trabajos presentados en conferencias o seminarios, testimonios de expertos, artículos periodísticos, videos documentales, foros (p.4).

Por lo tanto, una fuente primaria de información es la evidencia directa del tema que se está investigando.

Fuentes secundarias

Según Maranto y González (2015), las fuentes secundarias con las que ya se ha procesado la información de una fuente primaria, y esta información se pudo dar basada en una interpretación, un análisis como también la extracción y reorganización de la información de las fuentes primarias. Esto quiere decir que las fuentes secundarias corresponden a la segunda mirada sobre las fuentes originales.

Considerando cada fuente, se puede comprender que se necesitaran de ambas para desarrollar la investigación esto debido a que son fundamentales para poder desarrollar lo planteado; asimismo, contar con información primaria y secundaria será crucial para poder abordar la problemática planteada.

Métodos de investigación mixtos

De acuerdo con Creswell y Plano (2017) existen diferentes diseños de métodos en las investigaciones mixtas, como por ejemplo el siguiente método:

Método secuencial

Según Cueva Luza et al. (2023) este enfoque implica la realización de una fase de investigación cualitativa o cuantitativa. Este método permite una progresión lógica y una ampliación de la comprensión a medida que se avanza en el estudio.

Ventajas

Entre las ventajas que posee el método secuencial son importantes para desarrollar una investigación mixta tales como:

- Exploración y explicación en profundidad.
- Mejor diseño y adaptación
- Ahorro de tiempo y recursos

Entre las limitantes para poder llevar a cabo un método secuencial son las siguiente:

- Dependencia de la fase inicial.
- Limitaciones en la generalización.

Procedimiento de aplicación

El método secuencial sigue un procedimiento general que implica una serie de etapas como:

- Diseño de investigación: se definen las preguntas de la investigación y sus objetivos.
- Fase cualitativa: se realiza una fase inicial utilizando métodos y técnicas apropiadas, tales como entrevistas, análisis de contenido.
- Interpretación y diseño de la fase cuantitativa: los resultados cualitativos se interpretan y se utilizan para la fase cuantitativa. Se determina el instrumento a utilizar como encuestas, pruebas, etc.

- Fase cuantitativa: se lleva a cabo para recopilar datos y analizarlos al utilizar técnicas estadísticas apropiadas.
- Integración de resultados: se comparan y contrastan los hallazgos, se busca una interpretación conjunta de los resultados.

El diseño secuencial en investigaciones mixtas permite combinar de forma ordenada los enfoques cuantitativo y cualitativo, proporcionando profundidad y contexto a los resultados (Cueva Luza et al., 2023).

Tecnologías por utilizar

Con base en la información de las factibilidades, se deben considerar las herramientas por utilizar para llevar a cabo la aplicación propuesta, a continuación, se detalla cada herramienta para desarrollar la aplicación móvil.

Herramientas de desarrollo

- **Frontend:** Flutterflow
- **Backend:** Firebase (Authentication, Firestore, Functions)
- **API 's:** Google Maps API (rastreo de ubicación), geolocalización nativa del dispositivo.
- **Notificaciones:** Firebase Cloud Messaging (Push)
- **Despliegue:** Play Store (opción para Android), AppStore (opción para iOS)

Funciones técnicas clave

- El mapa en tiempo real con ubicación del bus.
- Autenticación para administradores o conductores
- Base de datos de paradas, horarios y buses

- Notificaciones para usuarios cuando el bus esté cerca

Plataformas objetivo

- Android
- iOS

Metodología Ágil

La metodología ágil que se le aplica en este proyecto es la Kanban, debido a su enfoque flexible y visual para la gestión de tareas. Por lo tanto, el comprender que dicha metodología permite el desarrollo de una planificación dinámica, facilita la adaptación a los requerimientos funcionales y técnicos del proyecto.

Metodología Kanban

La metodología Kanban es derivada de la combinación de dos palabras japonesas las cuales su significado es el siguiente:

- Kan: su significado en español quiere decir “visual”
- Ban: su significado en español quiere decir “tarjeta”

Esta relación de palabras japonesas al combinarlas hace la palabra Kanban dicha metodología se considera de producción y organización de trabajo que se basa en señales visuales.

Kanban es una herramienta visual de gestión ágil, diseñada para optimizar el flujo de trabajo y facilitar la mejora continua en los proyectos y tareas.

¿Cómo funciona la metodología Kanban?

Se basa en un tablero visual con columnas que representan las distintas etapas de los flujos de trabajos. Las cuales se dividen de la siguiente manera, una primera columna de “Por hacer”, la segunda columna “En progreso”, y la tercera columna “Hecho”. En cada columna se colocan las diferentes tareas por hacer para cada proyecto. Al trabajar de esta manera se puede facilitar la colaboración y mejorar la eficiencia al ofrecer un panorama claro para cada proyecto.

Ventajas al implementar la metodología Kanban

El implementar metodologías a los proyectos se ha vuelto esencial para cada proyecto, ya que los equipos de trabajo buscan la optimización de la producción y mejorar los flujos de trabajos.

Entre las ventajas de implementar una metodología como la Kanban en el proyecto son las siguientes:

- Flexibilidad y adaptabilidad: es flexible y permite añadir tareas en cualquier momento.
- Mejora la satisfacción del cliente: al proporcionar una entrega enfocada en resultados.
- Alta Calidad: al limitar el Working in Process.

Al implementar la metodología Kanban al proyecto, puede ayudar a definir el flujo de trabajo, a elaborar el tablero Kanban, el limitar la cantidad de trabajo en proceso y el revisar periódicamente la tabla para conocer cómo va el flujo de trabajo.

Entre las herramientas que se pueden utilizar para poder llevar a cabo esta metodología son las siguientes:

- Jira
- Trello

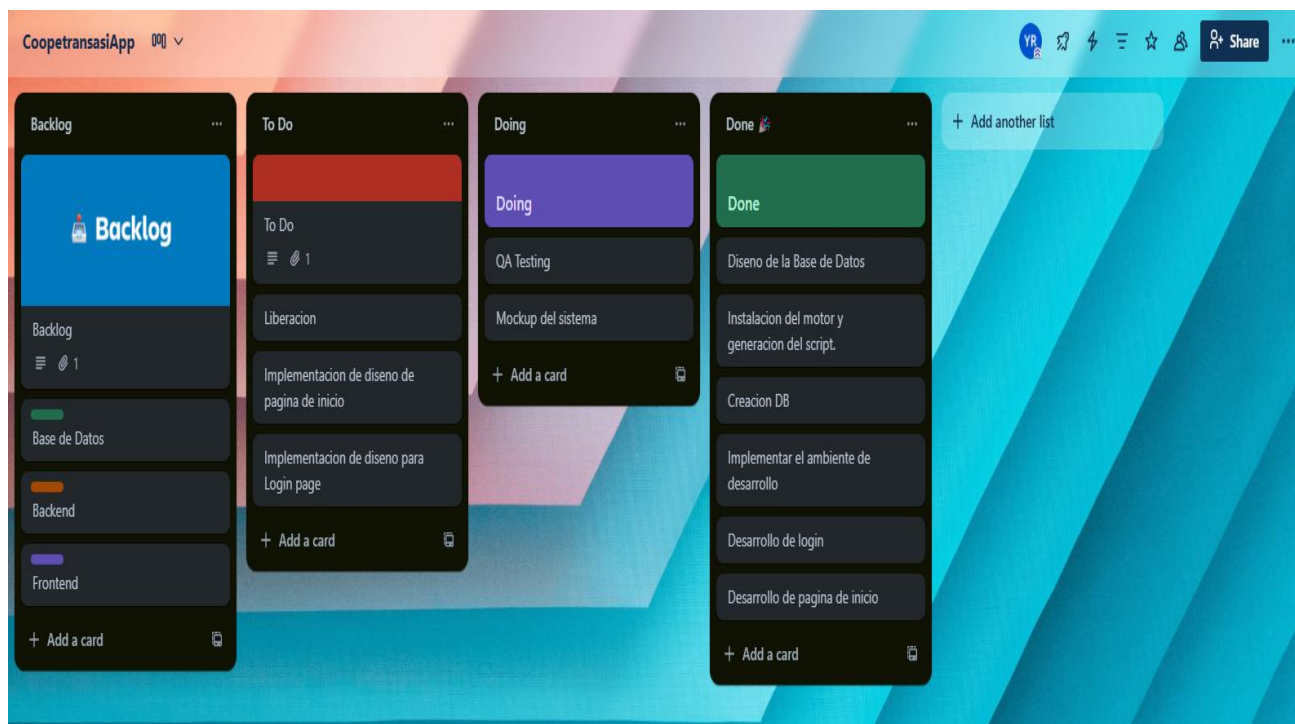
- Zoho Projects
- Kanban Tool

Usualmente estas herramientas son de pago, según las funcionalidades que necesites o bien según tu proyecto, mientras que por otro lado también son de uso gratuito solo que con algunas características más limitadas.

Metodología Kanban aplicada al proyecto

Al hacer uso de la metodología Kanban, se organizará cada tarea correspondiente a este proyecto entre las columnas que nos ofrece la metodología Kanban. Por lo cual a continuación se va a detallar sobre cómo se desarrollará el proyecto propuesto.

Para trabajar el tablero de Kanban se va a utilizar la herramienta Trello, en el cual se va a ir detallando cada tarea según las necesidades del proyecto.

Figura 12*Trello Coopetransasi App*

Nota. Este es el tablero por trabajar en el cual se colocarán las tareas a realizar para el proyecto.

Pasos para aplicar la metodología Kanban al proyecto

A continuación, se detallan los pasos que se deben de seguir para que los proyectos aplicados con metodología Kanban puedan ser desarrollados exitosamente.

Definir tarea del proyecto

Al desglosar el desarrollo de la aplicación en tareas pequeñas y manejables. Como por ejemplo, para este proyecto se enfoca en tareas tales como:

- Investigar sobre herramientas de geolocalización.
- Diseñar la interfaz de usuario
- Desarrollar el módulo de inicio de sesión.
- Integración del GPS con el mapa.
- Aplicar pruebas de funcionamiento.

Crear el tablero Kanban

Se crean las columnas del tablero con secciones en las cuales se asignan tareas en cada columna, en la cual se irá siguiendo la evolución del proyecto.

Asignación de responsables y priorización de tareas

Si se trabaja en equipo cada tarea, se le asigna a un responsable, pero como este no es el caso, las tareas se asignan a una única persona que es la que va a gestionar cada una según lo siguientes:

- Desarrollar el Backend.
- Realizar la conexión de Mapa y Base Datos.
- Enfocarse en el diseño visual. (UX)

Limitar el WIP (trabajo en proceso)

La metodología Kanban recomienda el no saturarse de tareas. En este caso se recomienda trabajar con 1 o 2 tareas a la vez, esto mejora la calidad.

Monitorear y actualizar el tablero de trabajo

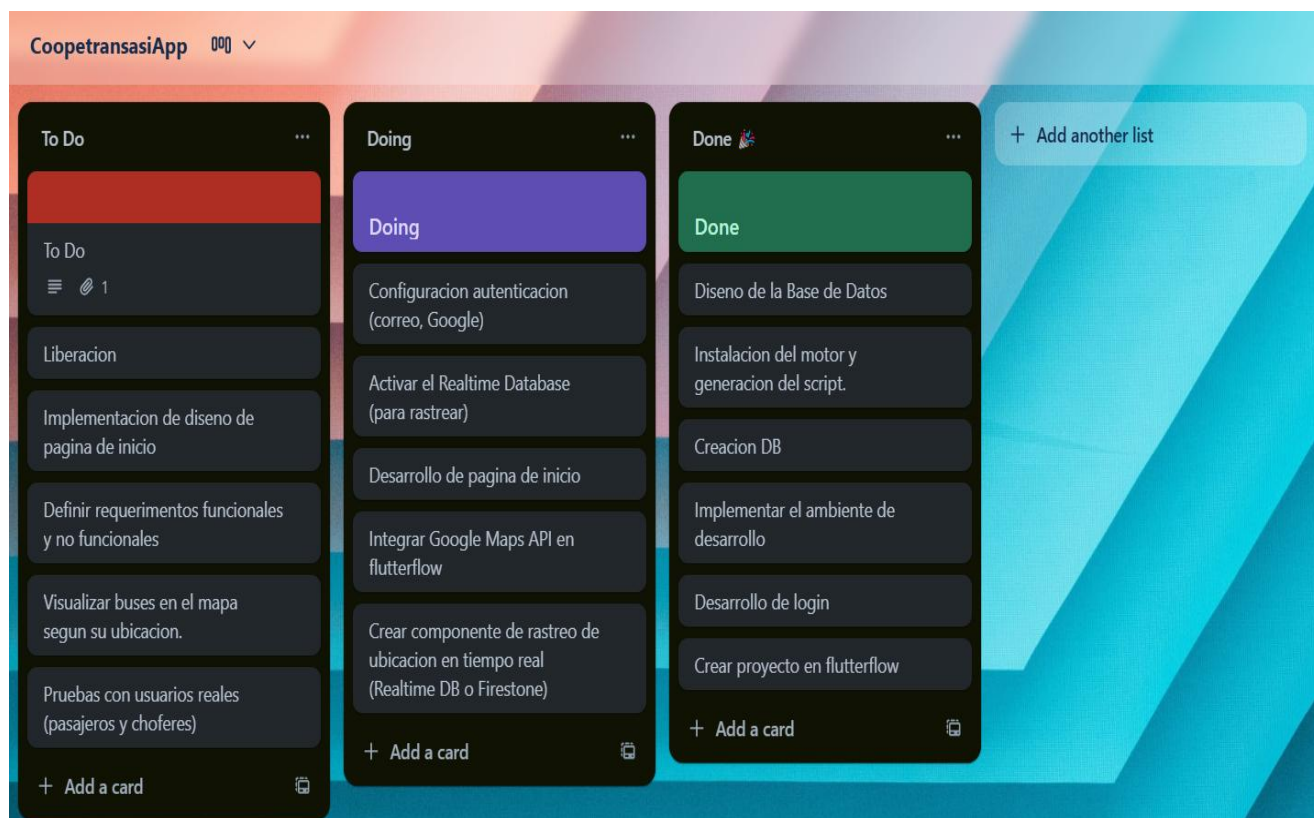
A medida que se va avanzando el proyecto, las tareas se deben ir moviendo de columna en columna según corresponda esto da visibilidad del progreso del proyecto.

Entrega por fase

Aprovechar para realizar entregas por fases parciales ayuda a validar funciones y reducir errores al final del desarrollo de la aplicación, como por ejemplo:

- Conexión con servidor
- Módulo de geolocalización
- Módulo de registro de usuarios.

Considerando la metodología Kanban para el proyecto, se puede definir las tareas y agruparlas en cada columna según corresponda el avance del proyecto; en este caso, se tienen tres columnas es las cuales se debe colocar cada tarea en la que se viene trabajando. Las tareas que se van a representar a continuación están basadas en el presente proyecto, en estas se observa, por medio de una manera visual, cómo se va trabajando.

Figura 13*Trello del Proyecto*

Nota. Trello del avance del proyecto, según cada tarea asignada a cada columna

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Estudio de factibilidad

Al considerar las variables importantes para el desarrollo de la investigación se deben abordar temas técnicos, factibilidad económica, factibilidad operativa y analizar cada caso.

Kenneth et al. (1997) indican que los estudios de factibilidad para los proyectos de sistemas, la factibilidad es valorada en tres formas principales tales como: operacional, técnica y económica es decir “Un proyecto debe ser factible en tres formas” (p.51).

Se deben determinar objetivos para lograr la factibilidad, a nivel de esta clase de estudios de proyectos de sistemas es aceptable incluir ya sea la reducción de errores, mejorar el servicio al cliente para poder ganar una posición competitiva, automatizar los procedimientos entre sus objetivos aceptables.

Determinación de recursos

La determinación de los recursos en un estudio de factibilidad, siguen el patrón de las tres áreas de la factibilidad tales como:

Factibilidad técnica

Según Kenneth (1997):

Una gran parte de la determinación de recursos tiene que ver con la valoración de la factibilidad técnica.”, el analista debe encontrar si los recursos técnicos actuales pueden ser mejorados o añadidos, en forma que satisfagan la petición bajo consideración. Sin embargo, algunas veces las “adiciones” a los sistemas existentes son costosas (p.52).

Al analizar la factibilidad técnica se debe abordar una serie de preguntas con temas como el propuesto. Si se poseen con los recursos técnicos, además del conocimiento de las tecnologías,

la plataforma por utilizar, si es plataforma o bien multiplataforma; es decir, el hardware y software y si se cumple con la conectividad en tiempo real.

Un ejemplo de uso para este desarrollo puede ir enfocado en la tecnología GPS integrada en los dispositivos móviles y la disponibilidad de bibliotecas como Google Maps API, esto hace que sea un rastreo viable en tiempo real.

Factibilidad económica

Kenneth et al. (1997) indican que la factibilidad económica es la segunda parte de la determinación de recursos. En este caso los recursos que se deben de analizar son, el tiempo, el equipo, y el costo de hacer el estudio (p.53).

Por otro lado, el análisis de la factibilidad económica es muy importante porque esto lleva a entender cuánto puede costar el desarrollo, también si es necesario realizar la compra de un *hosting*, alguna membresía, o pagos de otros recursos tecnológicos, si el proyecto se puede financiar por la compañía, o si necesitara patrocinios.

Un ejemplo del proyecto puede ser, el hacer uso de herramientas gratuitas para llevar a cabo el desarrollo, sin la necesidad de tener que pagar por algún servicio.

Factibilidad Operativa

La factibilidad operacional depende de los recursos humanos disponibles para el proyecto; esto quiere decir que sí será utilizado el sistema, para que la factibilidad pueda aplicarse hay que hacerse las interrogantes tales como, si los usuarios, conductores estarán dispuestos a utilizar la aplicación, o bien, si tienen conocimiento al uso del teléfono y analizar si es necesario que el bus pueda instalar un dispositivo GPS.

Un ejemplo puede ser el realizar encuestas a usuarios frecuentes de la ruta, para poder comprender más al usuario y analizar el interés de la población ante un aplicativo.

Análisis de viabilidad

El análisis de la viabilidad es importante en un proyecto, porque ayuda a decidir si en el estudio se debe invertir, pues se deben analizar aspectos técnicos, económicos y operativos e incluso legales. Por lo cual se va a analizar a continuación cada caso aplicado al proyecto propuesto.

Viabilidad técnica

La viabilidad técnica enfocada en el proyecto propuesto nos hace analizar las siguientes variables:

- El proyecto es factible y compatible con tecnologías tales como Firebase, GPS, Google Maps API.
- Para aplicar el proyecto se requieren conocimientos en desarrollo móvil y además de conocimiento de bases de datos, API's y nube.

Viabilidad económica

En el caso de la viabilidad económica para un proyecto siempre es de suma importancia ya que debemos analizar los siguientes aspectos:

- La aplicación propuesta es de bajo costo, solo requiere desarrollo de software y para la publicación de la aplicación, se puede pedir un descuento como estudiante o bien en caso de que se necesitan más funcionalidades adicionales se debe de pagar

una membresía, la cual se podría conseguir al menor precio ya que se aplica como estudiante.

- El financiamiento puede ser propio debido a que la compañía, no cuenta con recursos para poder desarrollar la aplicación a manera de negocio, porque al considerar más etapas en el proceso, se requiere contar con más equipo para desarrollar una aplicación que será utilizada por una cantidad considerable de población.

Viabilidad operativa

El aplicar la viabilidad operativa en un proyecto, se debe entender el proceso de alcance del proyecto por lo cual el tema de los recursos es de importancia el poder analizarlos a partir de los siguientes aspectos:

- Se requiere una utilización constante de la conexión de internet móvil
- Analizar las necesidades de la compañía con respecto a la información para los usuarios.

Viabilidad legal

Se deben considerar los ámbitos legales a nivel de proyecto más que todo por motivos de incumplimientos, si fuera el caso del proyecto por lo cual analizar los siguientes puntos es fundamental para proyectos donde la información es sensible:

- En este caso, el respetar las normas de protección de datos de los usuarios.
- Analizar el permiso de la compañía con respecto a la utilización de datos de las unidades.

Análisis del estudio de factibilidad del aplicativo

En la presente sección se procederá a desglosar las factibilidades de acuerdo con los análisis previos que se realizaron para poder llevar a cabo el proyecto.

Factibilidad técnica

Características del Hardware Disponible para el Desarrollo

Tabla 6

Características del Hardware

Equipo	Elemento	Capacidad
Laptop	Memoria RAM	16 GB
	Disco Duro	1 TB
	Procesador	12th Gen Intel(R) Core (TM) i7-1255U 1.70 GHz
	Sistema Operativo	Windows 11
	Tarjeta Gráfica	Intel® Iris® Xe Graphics
Celular	Memoria RAM	8 GB
	Disco Duro	512 GB
	Procesador	Qualcomm Snapdragon 778G+ 5G (Octa-core, 6 nm)
	Sistema Operativo	Magic UI 8.0(basado en Android 12)
Celular	Memoria RAM	4 GB
	Disco Duro	256 GB
	Procesador	Apple A14 Bionic (5 nm, 6 núcleos)
	Sistema Operativo	iOS 14

Nota. En esta tabla podemos observar las características para cada dispositivo a utilizar para el desarrollo.

Experiencia y conocimiento del equipo desarrollo

El recurso humano, conocimiento y experiencia del equipo de desarrollo se detallan a continuación:

Tabla 7*Experiencia y Conocimiento del Equipo*

Recurso Humano	Director
	Observador (Tutor)
	Integrante del proyecto (investigador)
Experiencia	Administración de proyectos
	Trabajo en equipo
	Desarrollo de sistemas
	Programación del sistema por medio de una multiplataforma
Conocimientos	Programación para aplicaciones móviles
	Manejo de base de datos No relacionales
	Conocimiento de la nube
	Conocimiento de Programación en Bots

Nota. En la tabla de conocimiento y experiencia podemos entender la experiencia y conocimientos técnicos del equipo.

Conclusión de la factibilidad técnica

Al concluir el análisis de factibilidad técnica para el proyecto de desarrollo de la aplicación móvil, se concluye que es técnicamente viable. Se cuenta con los equipos con las características de hardware y software adecuado. Se cuenta con una *laptop* y dispositivos móviles de alto rendimiento, adicional el equipo de desarrollo tiene conocimientos sólidos en programación de multiplataforma, manejo de las bases de datos no relacionales, conocimiento en la nube garantizan una correcta implementación del proyecto.

La utilización de una multiplataforma tal como FlutterFlow, permite acelerar el desarrollo de la aplicación propuesta, además de que se asegura la implementación en ambos sistemas operativos. Esto indica que se dispone de las características técnicas y del recurso humano necesario para desarrollar el proyecto con éxito.

Factibilidad económica

Descripción del costo de la aplicación

Figura 14

Descripción de Costos

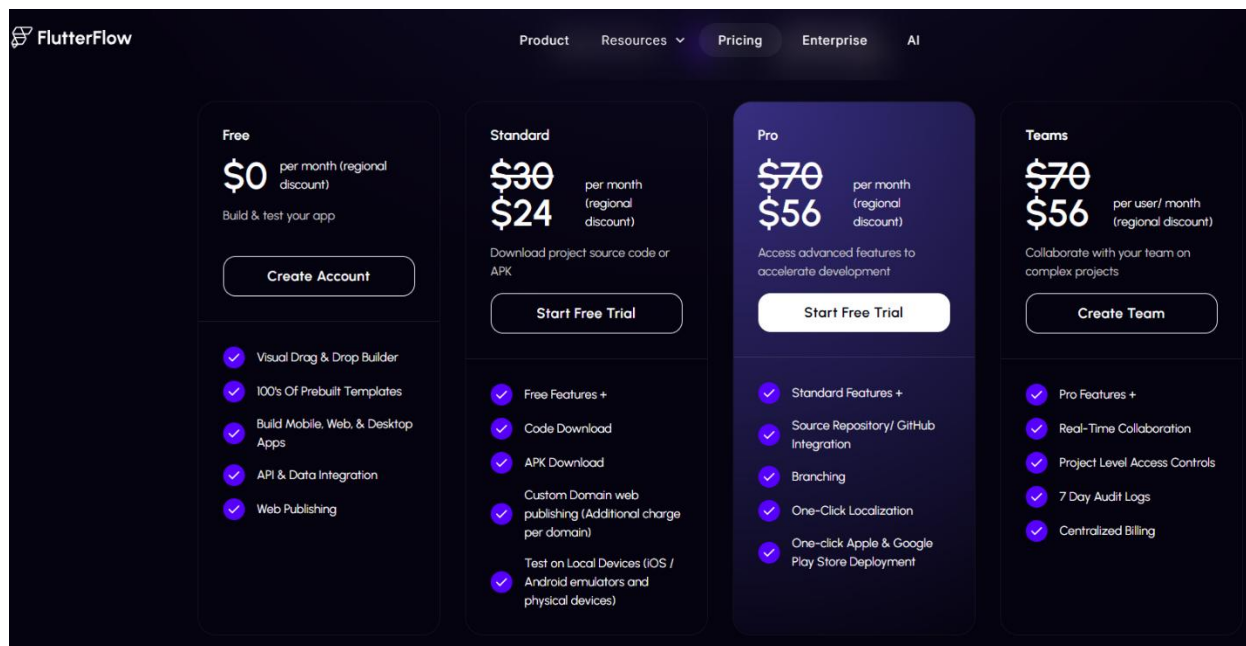
Recursos	Monto
Costos Humanos	\$ 0
Costos del Desarrollo	\$ 1065
Costo de Infraestructura	\$ 50
Costo de Pruebas y Publicación	\$ 225
Total del desarrollo	\$ 1340

Nota. En esta tabla podemos observar los costos para poder realizar el aplicativo propuesto.

Con respecto a los costos humanos, se está contemplando un costo cero, debido a que, al observar el trabajo de análisis, su diseño y codificación generalmente el pago sería en horas, pero como se trata de un proyecto donado por el estudiante, este costo humano se tramita como en cero.

Sin embargo, con base en la sección del costo del desarrollo, en este apartado se integran los costos tales como el uso de la multiplataforma de FlutterFlow.

Con esto, se procede a aplicar un descuento como estudiante en la plataforma, por lo cual el costo es gratis, pero si se tuviera que pagar la multiplataforma, se debe considerar que esta ofrece membresías tales como:

Figura 15*Precios FlutterFlow*

Nota. En esta figura, podemos observar los precios por el uso de la multiplataforma mensual o anualmente.

Licencias de Software

En cuanto a las licencias de software surge la utilización de herramientas adicionales al FlutterFlow, tales como Firebase, Google Maps API.

Los costos serían los siguientes, para cada caso:

- Firebase: planes como Spark que es gratuito y el Blaze que es pago por uso.
- Google Maps API: un costo de \$200 dólares al mes.

Hosting

En cuanto al *hosting*, como se va a utilizar la multiplataforma, esta tiene uno integrado que cuenta con las siguientes características:

Publicación en la Web. Un *hosting* gratuito, con subdominios personalizados para cada usuario y componentes optimizados para un excelente rendimiento.

Dominio Personalizado. Cada usuario puede conectar un dominio personalizado, con la excepción de que esta característica está disponible para planes pagos y podría ser más costoso con dominio.

Exportación y Hosting Externo. La multiplataforma ofrece la posibilidad de exportar y descargar el código para poder construir la aplicación utilizando herramientas como Flutter.

Al analizar estas características, se entiende que es indispensable contar con características tales como la escalabilidad, el costo de un *hosting* integrado y la flexibilidad de exportar el código.

Bases de datos

En el caso del proyecto al utilizar la multiplataforma FlutterFlow, esta es compatible con Firebase, esta base de datos en tiempo real y es respaldada por Google, entre sus planes están los siguientes:

Plan Spark. Este plan es gratuito, entre sus las características de este plan se encuentra el almacenamiento de 1GB, ofrece más de 50.000 de lecturas al día en tiempo real, también tiene un 1GB de tráfico de red y tiene un límite para las conexiones.

Plan Blaze. El plan es de pago por uso, esto quiere decir que se paga por el almacenamiento, sobre las lecturas y escrituras, el ancho de banda además ofrece una alta escalabilidad y se integra completamente con Google Cloud.

Sin embargo, para este proyecto se opta por utilizar el plan Spark, porque es suficiente para el desarrollo propuesto. Es importante considerar que las ventajas de esta base de datos son las siguientes:

- Se puede sincronizar en tiempo real
- Incluye la autenticación de usuarios.
- Es escalable automáticamente.
- Se integra con FlutterFlow
- Ofrece SDKs tanto para Android, iOS y Web.

Conclusión factibilidad económica

En este análisis se demuestra que el desarrollo del aplicativo es financieramente viable, al aprovechar las herramientas de bajo costo y las gratuitas. Es decir, al contar con el plan estudiantil que ofrece FlutterFlow es un plan pro de un año, en el cual hay un ahorro de \$840 dólares para realizar el proyecto.

Se concluye que la relación costo y beneficio es favorable para desarrollar este proyecto, porque los recursos con los cuales se va a trabajar son accesibles y escalables y ello permite el desarrollo y despliegue de una solución funcional.

Estudio de tasa de cambio

Para efectos de estudio se ha tomado una tasa de cambio estimada de ₡520 colones por cada dólar, con el fin de prevenir un escenario integral ante las posibles fluctuaciones del mercado.

Tabla 8

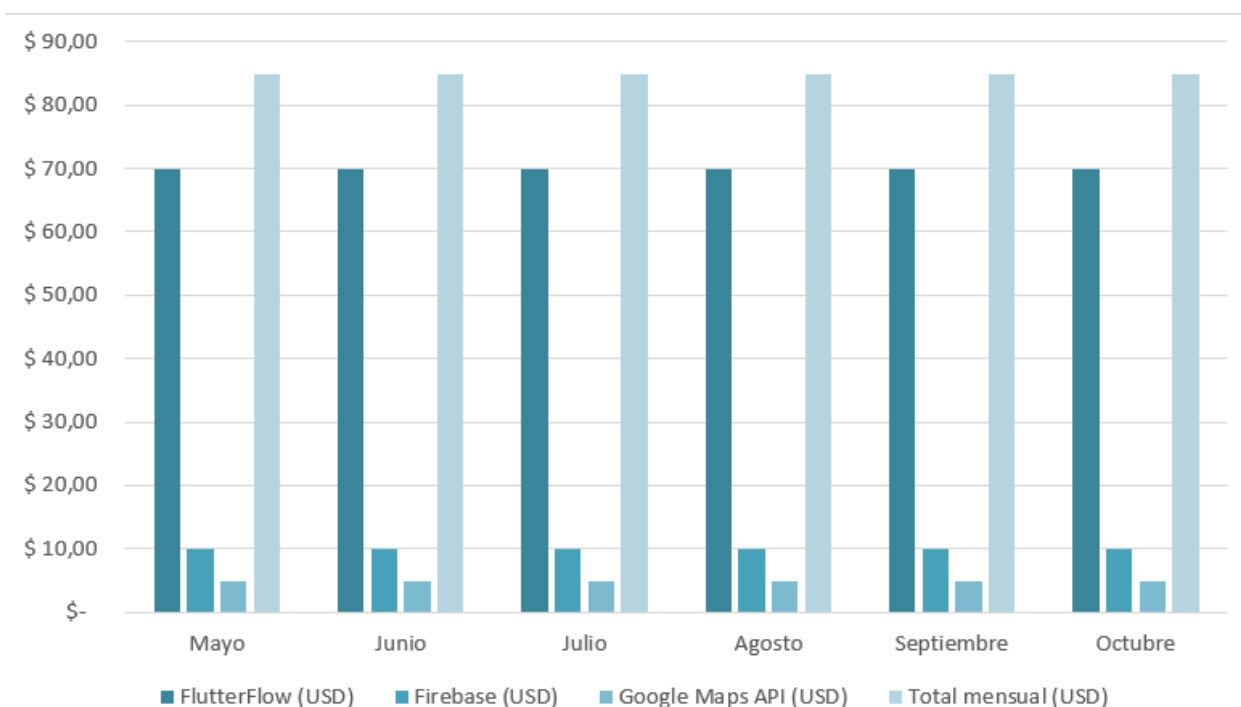
Tasa de Cambio dólares a colones

Servicio	Costo en USD	Costo en CRC
FlutterFlow	\$70	₡ 36.400
Firebase	\$10	₡ 5.200
Google Maps API	\$5	₡2.600
Total mensual estimado	\$85	₡ 44 200

Nota. En la tabla se estimó un promedio de 520 colones por dólar, para evitar las posibles fluctuaciones en el mercado actual.

Se realizó un análisis con los costos mensuales estimados desde el mes de mayo hasta el mes de octubre con un tipo de cambio 520 colones por cada dólar, al hacer uso de las herramientas propuestas para el proyecto, enfocado a un gasto mensual si el proyecto no contase con el plan pro gratuito.

Esto se resume a un gasto mensual, pues existen las posibilidades de realizar pagos anuales según corresponda cada proyecto; en este caso, se cuenta con la salvedad de que se optó por un plan estudiantil y esto nos ayuda a financiar el proyecto de una manera gratuita. Al contemplar un desarrollo de 6 meses para el proyecto el costo ascendería a los 265 200 colones.

Figura 16*Costo Mensual del Aplicativo*

Nota. En el gráfico de columnas agrupadas se entiende el gasto según cada herramienta por utilizar.

Matriz de riesgo

Se realizó la matriz de riesgo en base a los riesgos asociados al implementar la aplicación móvil. Se clasifican los riesgos según nivel bajo, medio o alto se debe de entender los parámetros de probabilidad y severidad.

En este caso se deben clasificar en columnas y filas según la severidad y la probabilidad ya que ambas poseen nivel alto, moderado, bajo.

Figura 17*Clasificación del riesgo*

		Severidad		
		Baja	Media	Alta
Probabilidad	Baja	Bajo	Tolerable	Moderado
	Media	Tolerable	Moderado	Alto
	Alta	Moderado	Alto	Critico

Nota. En esta clasificación de riesgos se observan los niveles de la severidad y la probabilidad.

Según esta clasificación, se puede comprender que se tendrá un nivel de riesgo muy alto cuando la probabilidad de que ocurra es alta y las consecuencias de que se materialice son de severidad alto.

Una vez valorados los riesgos, según la figura anterior, se puede priorizar las acciones preventivas por llevar a cabo de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 9*Niveles de riesgo*

Nivel de Riesgo	Acción	Plazo implantación
Riesgo Bajo	No requiere acción específica.	N/A
Riesgo Tolerable	No se necesita la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.	Hasta 2 años
Riesgo Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben de implantarse en un periodo determinado.	Hasta 1 año
Riesgo Alto	No se debe iniciar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.	Hasta 6 meses, pero mientras se aplican medidas de control.
Riesgo Crítico	No se comienza ni continua el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible, incluso con recursos limitados, se debe prohibir el trabajo.	Inmediato

Nota. Estos son los niveles de riesgos de acuerdo con la tabla de clasificación de cada uno.

Existen las matrices ya sea de 3 x 3 una de las más extendidas a nivel de matriz seguida de la matriz de 5 x 5 en esta se trabaja tanto la probabilidad como la severidad y es más precisa.

Por otro lado, las matrices se complementan con valores numéricos para ambos casos y estos números al multiplicarlos nos dan el nivel de riesgo para saber cómo actuar.

Una vez que se analizó lo que significa una matriz de riesgos y según cada caso, para el presente proyecto se va a evaluar la matriz de riesgo de la siguiente manera:

Tabla 10*Matriz de Riesgo*

ID	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Plan de Mitigación
R 1	Cambios en API de Google Maps	Moderado	Alto	Alto	Revisar documentación regularmente y mantener librerías actualizadas
R 2	Fallas en conexión a internet durante pruebas	Alto	Moderado	Alto	Realizar pruebas en diferentes horarios, contar con otra red de respaldo
R 3	Dificultad en integración con Firebase	Moderado	Moderado	Moderado	Capacitación previa y uso de documentación y foros oficial
R 4	Costos imprevistos de servicios en la nube	Bajo	Alto	Moderado	Monitorear el uso mensual, usar planes gratuitos y establecer alertas
R 5	Retrasos por falta de tiempo del desarrollador	Alto	Alto	Crítico	Planificación realista, asignar tareas en fases según Kanban.
R 6	Incompatibilidad con versiones Android/iOS antiguas	Moderado	Moderado	Moderado	Establecer versiones mínimas soportadas desde el inicio.
R 7	Poca aceptación por parte de los usuarios finales	Moderado	Alto	Alto	Hacer encuestas a usuarios previo a implementación.
R 8	Fallos de seguridad en la autenticación o manejo de datos	Bajo	Alto	Moderado	Aplicar autenticación segura y buenas prácticas de seguridad.
R 9	Pérdida de datos en pruebas	Moderado	Moderado	Moderado	Uso de los backups y entorno de pruebas aislado

Nota. En la tabla se observan los niveles de riesgos más relevantes para el desarrollo del proyecto propuesto.

Al analizar los riesgos anteriormente presentados por medio de la matriz, se pueden anticipar los posibles obstáculos que podrían afectar el desarrollo de la aplicación móvil propuesta.

Al identificar y evaluar los riesgos técnicos, económicos y operativos, se plantean estrategias de mitigación que buscan minimizar el impacto negativo en la matriz antes propuesta.

Asimismo, la matriz no solo fortalece la planificación de dicho proyecto, sino que aporta una guía para la toma de decisiones informada, además de que contribuye a garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto propuesto.

CAPÍTULO V

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con las conclusiones y recomendaciones basadas en el presente proyecto, se debe de considerar una conclusión general del proyecto.

En este caso, el logro de este proyecto fue el diseño y desarrollo de una aplicación funcional que permite rastrear en tiempo real a los buses, respecto a la viabilidad técnica, operativa y económica del proyecto al utilizar herramientas modernas accesibles como FlutterFlow, Firebase y Google Maps API.

Además, al tratarse de un desarrollo en multiplataforma, permite un desarrollo más eficiente y compatible con diferentes dispositivos móviles. Por otro lado, se considera que los costos del proyecto son sostenibles inclusive bajo el escenario del tipo de cambio.

Conclusiones

Con base en las conclusiones del presente proyecto, se puede entender que se logró la implementación de una aplicación móvil para mejorar la experiencia de los usuarios de los autobuses de Sabanilla de Alajuela.

Esta aplicación permite al usuario rastrear los buses en tiempo real, además, consultar las rutas y horarios. La herramienta representa un paso importante a la modernización del servicio de transporte público en la zona.

De acuerdo con los objetivos propuestos para el proyecto podemos concluir cada uno a continuación:

Investigación de aplicaciones similares

Al realizar un estudio de aplicaciones similares en otras provincias se lograron identificar las buenas prácticas en movilidad urbana, al hacer uso de mapas interactivos, *chatbots* de atención rápida. La etapa de identificación de aplicaciones similares fue importante para establecer bases sólidas en la conceptualización del aplicativo.

Geolocalización de autobuses

Para la geolocalización se hace uso de mapa virtual con la capacidad de poder mostrar la posición del autobús en tiempo real, y al aprovechar la integración de Google Maps se cumple con el objetivo técnico propuesto en el proyecto.

Detalle de rutas por WhatsApp

En la aplicación se incorporó un canal, el cual dirige a un chat informativo. En este los usuarios pueden consultar detalles de las rutas, esto facilita la comunicación y mejora la accesibilidad a la información del servicio de autobuses.

Desarrollo de Aplicación Móvil.

En cuanto al desarrollo de la aplicación, al hacer el uso de la herramienta multiplataforma Flutterflow y Firebase como Backend, se logró desarrollar una aplicación funcional que utiliza la geolocalización y una interfaz amigable, más un canal de comunicación directa. Lo anterior hace cumplir con los requerimientos funcionales del aplicativo planteados.

Adicionalmente, al considerar las etapas específicas dentro de la factibilidad, se concluye entre cada fase lo siguiente:

Técnica.

- El utilizar *FlutterFlow*, demostró ser una plataforma eficaz y eficiente para el desarrollo *low-code* para prototipos funcionales y su despliegue rápido.
- La utilización de Firebase como *Backend* para autenticación, almacenamiento y la sincronización en tiempo real.

Económica.

- Utilizar planes gratuitos o educativos redujo los costos significativamente.
- Los costos mensuales en servicios externos fueron estables y previsibles por medio del uso de alertas de consumo en el caso de Firebase.

Operativa.

- La aplicación cumple con los objetivos funcionales planteados.
- El flujo de los usuarios fue validado por pruebas internas, y la curva de aprendizaje fue baja.

Recomendaciones

Como parte del proyecto, se debe analizar una serie de recomendaciones basadas en este, las más relevantes las cuales son las siguientes:

Validar usuarios reales. Esto quiere decir, que se recomienda el realizar pruebas piloto con usuarios frecuentes de las rutas para recolectar retroalimentación de los usuarios y de esta manera el poder ajustar funciones de la aplicación.

Mejoras futuras. Incluir mejoras tales como, notificaciones *push*, alertas de llegada y estimaciones del tiempo.

Escalabilidad. Considerar la expansión de la aplicación a otras rutas de transporte público en la provincia.

Mantenimiento continuo y monitoreo. Establecer un plan de mantenimiento del aplicativo y las actualizaciones periódicas de software, APIs y servicios de Backend para evitar las interrupciones del servicio.

Colaboración con instituciones. Buscar alianzas con municipalidades o bien empresas de autobuses para facilitar la adopción del aplicativo.

Se debe considerar que se recomienda continuar con el desarrollo y fortalecimiento y evolución de la aplicación móvil desarrollada.

Al incorporar nuevas funcionalidades, se debe mejorar la experiencia de los usuarios además de fortalecer las alianzas con otras instituciones de empresas operadoras de autobuses en la provincia, así como con el gobierno local.

La integración de este tipo de soluciones tecnológicas representa un gran avance hacia un sistema público más moderno y eficiente.

CAPÍTULO VI

DISEÑO Y PROPUESTA

Casos de Uso

Para la presente aplicación, se va a tener dos actores, que será el usuario final de la aplicación y el conductor.

Tabla 11

Actores Casos de Uso

ACT -1	Usuario Final
Descripción	Representa a cualquier usuario final del sistema
Comentarios	Ninguno

Nota. Este es el primer actor para los casos de uso.

Tabla 12

Actores Casos de Uso

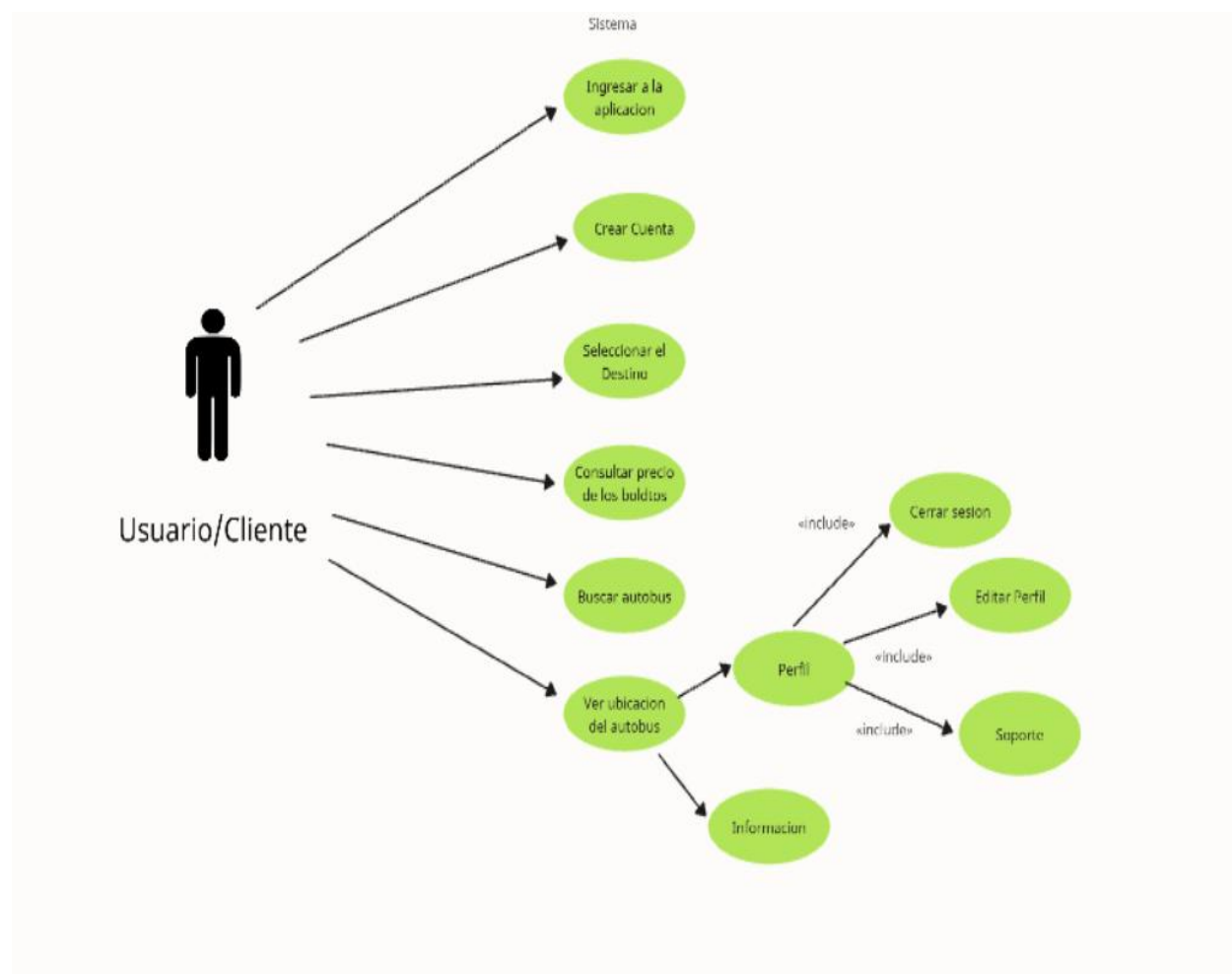
ACT -2	Usuario Conductor
Descripción	Representa a cualquier usuario final del sistema
Comentarios	Ninguno

Nota. Este es el segundo actor para los casos de uso.

Una vez considerados cuáles son los actores para cada aplicación, aunque no son parte del sistema en sí, pero inician acciones o reciben respuestas del sistema. Por lo tanto, se debe realizar un diagrama de Casos de Usos para entender un poco más el proceso del aplicativo.

Figura 18

Diagrama Casos de Uso Primer Actor



Nota. Este es el diagrama general de casos de uso para la aplicación principal de usuarios.

Tabla 13

CUI Ingresar a la aplicación

CU-1	Ingresar a la aplicación
Actores	Usuario final
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario intenta ingresar a la aplicación
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario ingresa su correo y contraseña ● El usuario se <i>loguea</i> con el botón “Iniciar Sesión” ● Se procesa la solicitud ● Se ingresa al Home
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la aplicación

Nota. Primer caso de uso para la aplicación.

Tabla 14

CUI2 Crear cuenta

CU-2	Crear cuenta
Actores	Usuario final
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario intenta crear una cuenta en la aplicación
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario ingresa su nombre, correo y contraseña ● El usuario se <i>loguea</i> con el botón “Crear Cuenta” ● Se procesa la solicitud ● Se ingresa al Home
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la aplicación

Nota. Segundo caso de uso para la aplicación.

Tabla 15*CU3 Seleccionar el Destino*

CU-3	Seleccionar el Destino
Actores	Usuario final
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario intenta buscar su destino
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario ingresa destino ● El usuario se <i>loguea</i> con el botón “Buscar Bus” ● Se procesa la solicitud ● Se ingresa al Rastreo de los buses disponibles
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la búsqueda de los autobuses disponibles

Nota. Tercer caso de uso para la aplicación.

Tabla 16*CU4 Consultar Precio de Boletos*

CU-4	Consultar precio de Boletos
Actores	Usuario final
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario intenta consultar los precios de las rutas
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● Se procesa la solicitud ● El usuario ingresa a la sección de precio de boletos ● Se regresa a la búsqueda del autobús
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la sección de precios disponibles por ruta

Nota. Cuarto caso de uso para la aplicación.

Tabla 17

CU5 Búsqueda de Autobús

CU-5	Búsqueda y asignación del Conductor
Actores	Usuario final
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario busca la ruta
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario ingresa destino ● El usuario se <i>loguea</i> con el botón “Buscar Bus” ● Se procesa la solicitud ● Se ingresa al Rastreo de los buses disponibles y asignación del conductor
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la sección de búsqueda del autobús y asignación del conductor

Nota. Quinto caso de uso para la aplicación.

Tabla 18

CU6 Ubicación del autobús en ruta

CU-6	Búsqueda y asignación del Conductor
Actores	Usuario final
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario busca la ruta
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario ingresa destino ● El usuario se <i>loguea</i> con el botón “Buscar Bus” ● Se procesa la solicitud

- Se ingresa al Rastreo de los buses disponibles y asignación del conductor

Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la sección de trackeo en tiempo real de la ruta

Nota. Sexto caso de uso para la aplicación.

Tabla 19

CU7 Perfil del Usuario

CU-7	Perfil del Usuario
Actores	Usuario final
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario ingresa a su perfil
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario ingresa al perfil ● Se procesa la solicitud ● Se ingresa al perfil del usuario
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la sección del perfil de usuario

Nota. Séptimo caso de uso para la aplicación.

Tabla 20*CU8 Editar Perfil*

CU-8	Editar Perfil de Usuario
Actores	Usuario final
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario ingresa editar el perfil de usuario
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario ingresa al botón de “Editar Perfil” ● Se procesa la solicitud ● Se ingresa a la sección de edición de perfil
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la sección de edición de perfil de usuario

Nota. Octavo caso de uso para la aplicación.

Tabla 21*Información de la Cooperativa*

CU-9	Información de la Cooperativa
Actores	Usuario final
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario ingresa a la sección de información de la Cooperativa
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario ingresa al botón de “Información” ● Se procesa la solicitud ● Se ingresa a la sección de Información de la Cooperativa
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la sección de información de la Cooperativa

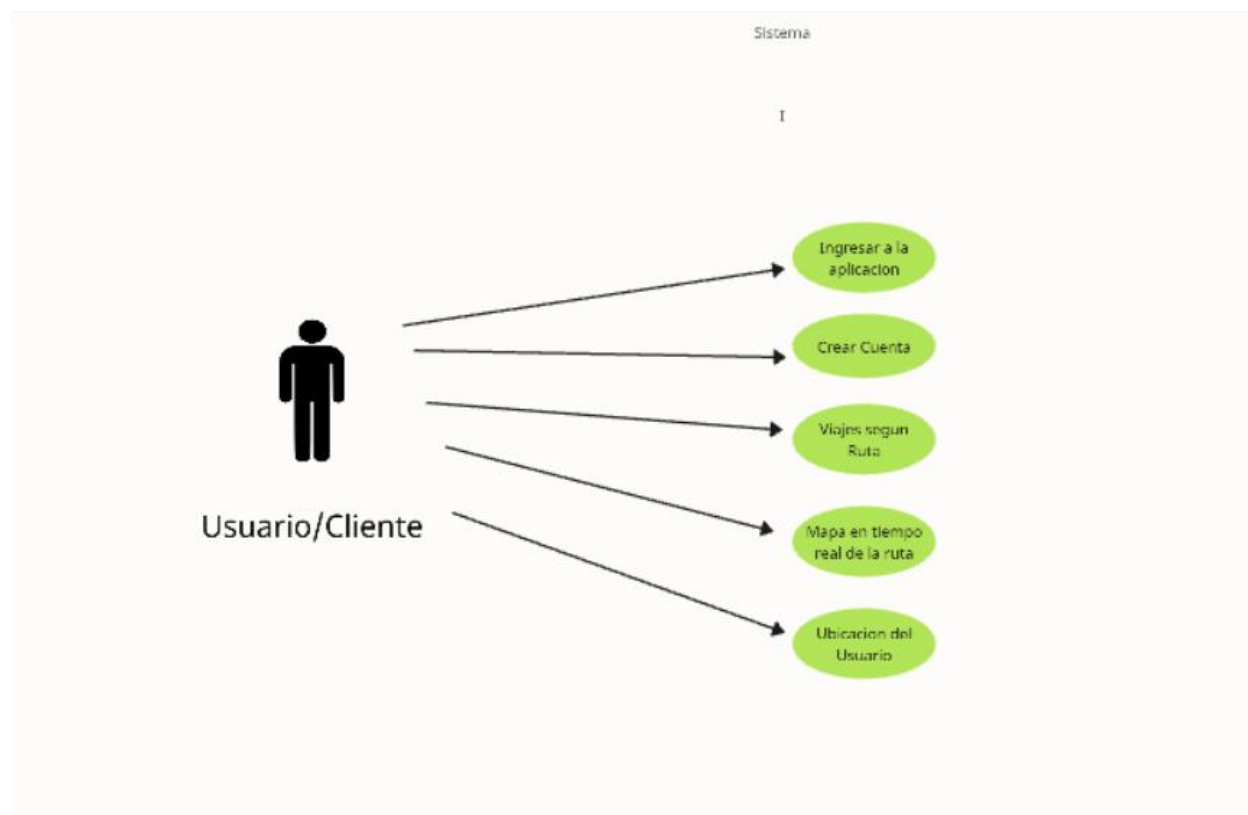
Nota. Noveno caso de uso para la aplicación.

Los casos anteriores corresponden a los casos de uso para la aplicación del usuario final, en este sentido, corresponde a la aplicación principal que podría disponer cada usuario que descargue el aplicativo.

A continuación, los casos de uso para el aplicativo para el conductor, en este caso se asigna de la siguiente manera para los casos de usos del segundo actor.

Figura 19

Diagrama Casos de Uso Segundo Actor



Nota, Este es el diagrama general de casos de uso para la aplicación del conductor

Tabla 22

CU1 Ingreso a la aplicación

CU-1	Ingresar a la aplicación
Actores	Usuario Conductor
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario intenta ingresar a la aplicación
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario conductor ingresa su correo y contraseña ● El usuario conductor se <i>loguea</i> con el botón “Iniciar Sesión” ● Se procesa la solicitud ● Se ingresa al Home
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la aplicación

Nota. Primer caso de uso para la aplicación.

Tabla 23

CU2 Crear Cuenta

CU-2	Crear cuenta
Actores	Usuario Conductor
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario intenta crear una cuenta en la aplicación
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario conductor ingresa su nombre, correo y contraseña ● El usuario conductor se <i>loguea</i> con el botón “Crear Cuenta” ● Se procesa la solicitud ● Se ingresa al Home
Flujo alternativo	Si el usuario no ingresa algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente a la aplicación

Nota. Segundo caso de uso para la aplicación.

Tabla 24*CU3 Viajes según Ruta*

CU-3	Viajes según ruta
Actores	Usuario conductor
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario conductor ingresa a la sección donde están los viajes
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario conductor ingresa a la sección de viajes ● Se procesa la solicitud
Flujo alternativo	Si el usuario conductor no selecciona algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario ingresa correctamente al viaje solicitado

Nota. Tercer caso de uso para la aplicación.

Tabla 25*CU4 Ruta en tiempo real*

CU-4	Ruta en tiempo real
Actores	Usuario conductor
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario conductor ingresa al mapa en tiempo real
Precondiciones	N/A
Flujo normal	● El usuario conductor ingresa a la sección del mapa interactivo ● Se procesa la solicitud
Flujo alternativo	Si el usuario conductor no selecciona algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario conductor ingresa correctamente al viaje solicitado y ve la ruta en tiempo real

Nota. Cuarto caso de uso para la aplicación.

Tabla 26

Ubicación de los usuarios

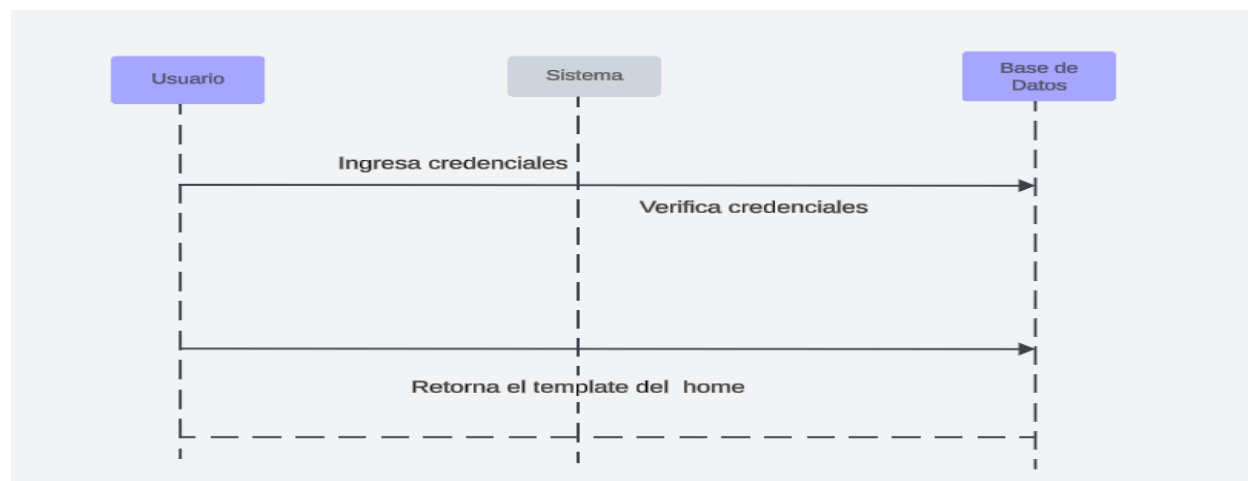
CU-5	Ubicación del usuario
Actores	Usuario conductor
Descripción	La aplicación debe de comportarse como se describe en el caso de uso cuando el usuario conductor ingresa al mapa en tiempo real de la ubicación del usuario final
Precondiciones	N/A
Flujo normal	• El usuario conductor ingresa a la sección del mapa interactivo • Se procesa la solicitud de ubicación del usuario final
Flujo alternativo	Si el usuario conductor no selecciona algún parámetro, se muestra una alerta que indica que es requerido para continuar.
Postcondiciones	El usuario conductor ingresa correctamente al viaje solicitado y ve la ruta en tiempo real

Nota. Quinto caso de uso para la aplicación.

Diagrama de Secuencia

En los siguientes diagramas de secuencia, se va a mostrar la interacción de los componentes en el sistema.

Figura 20

Diagrama UML Inicio de Sesión

Nota. Diagrama UML del inicio de sesión

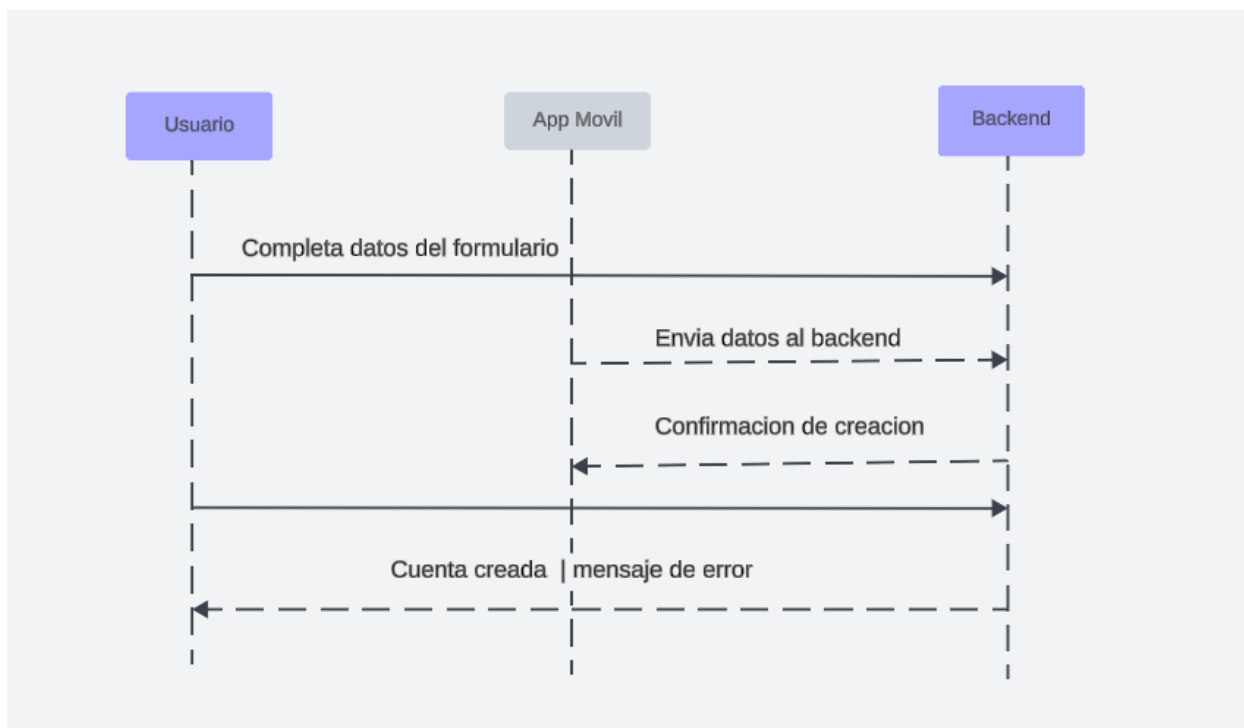
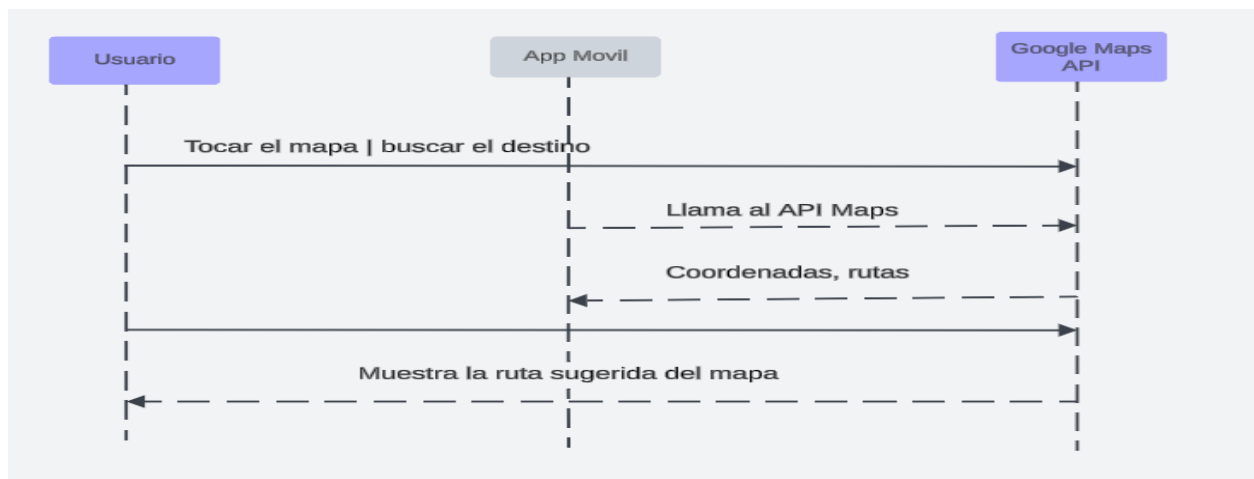
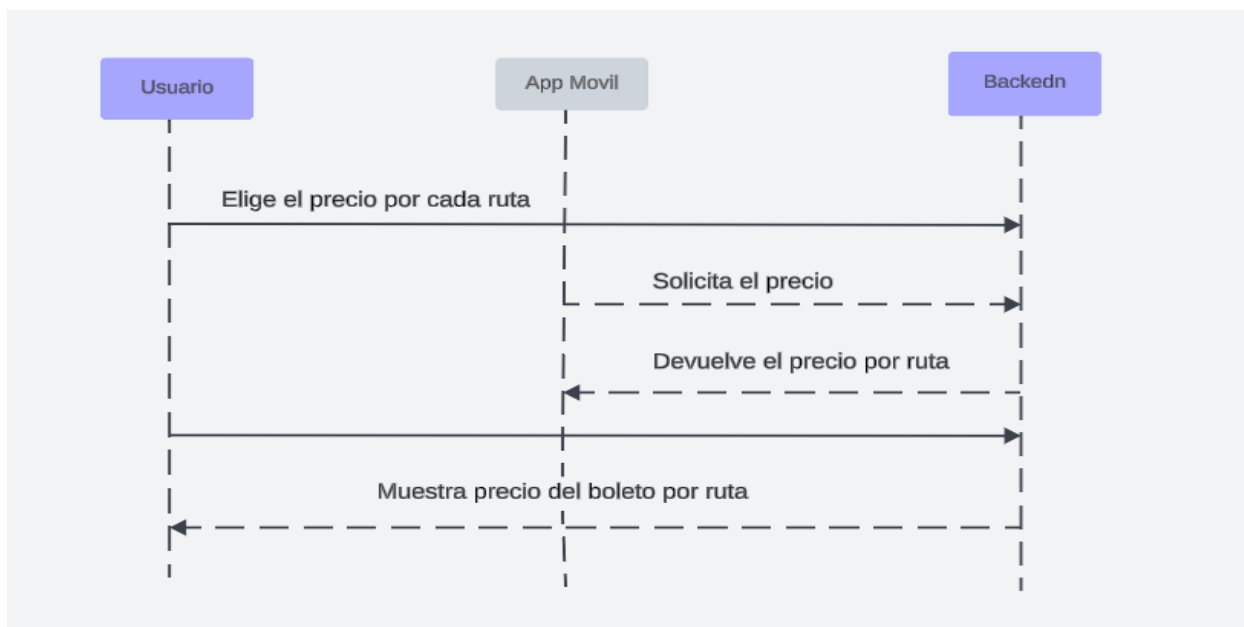
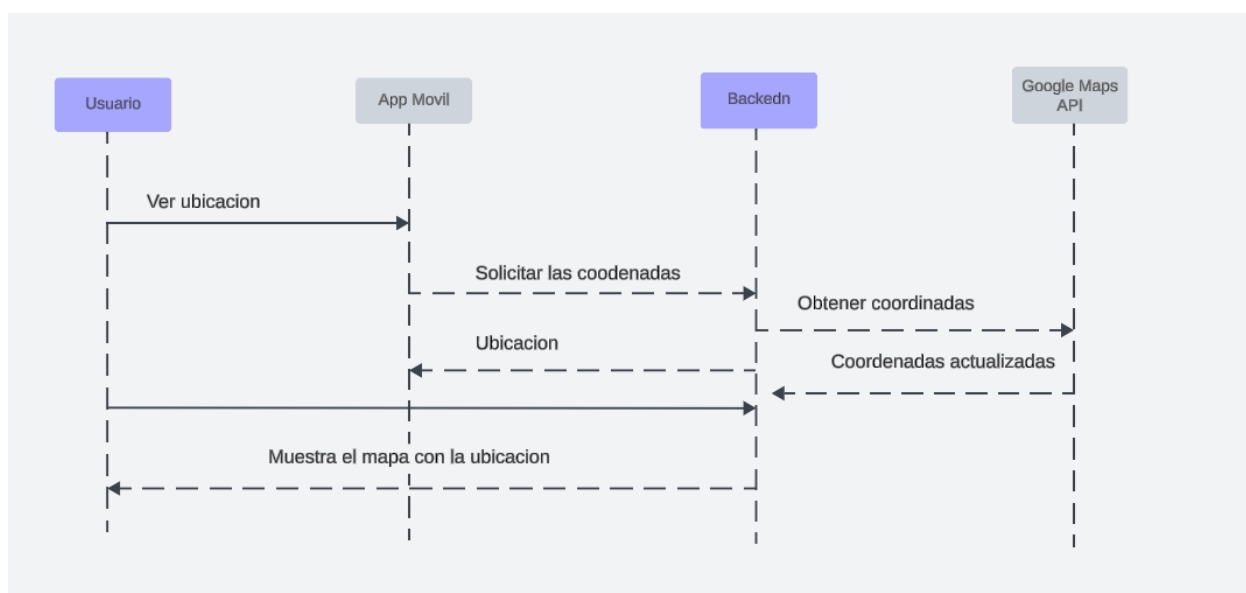
Figura 21*Diagrama UML Creación de Usuario**Nota.* Diagrama UML de la creación de usuario**Figura 22***Diagrama UML Selección del destino**Nota.* Diagrama UML de la selección del destino

Figura 23*Diagrama UML Consultar precio de boletos*

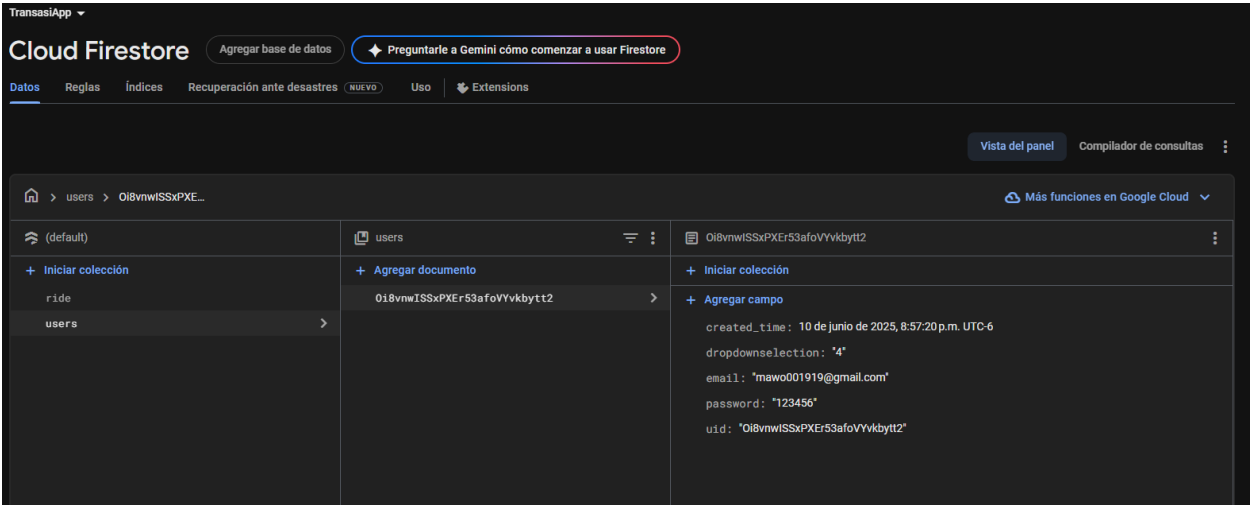
Nota. Diagrama UML de la selección del destino

Figura 24*Diagrama UML Ubicación del autobús*

Nota. Diagrama UML de la ubicación del autobús

Figura 25

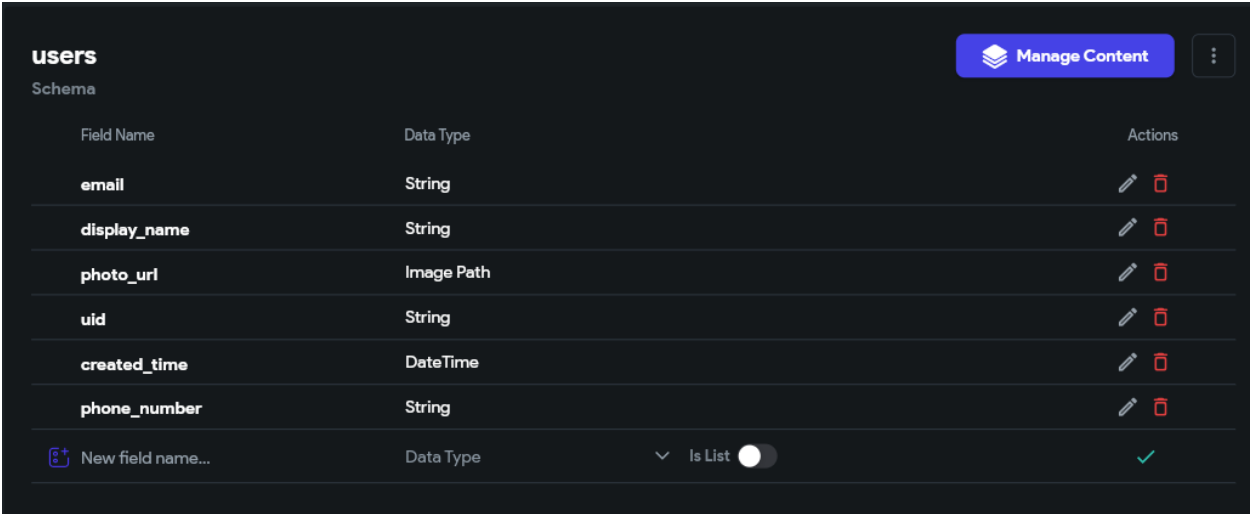
Diseño base de datos



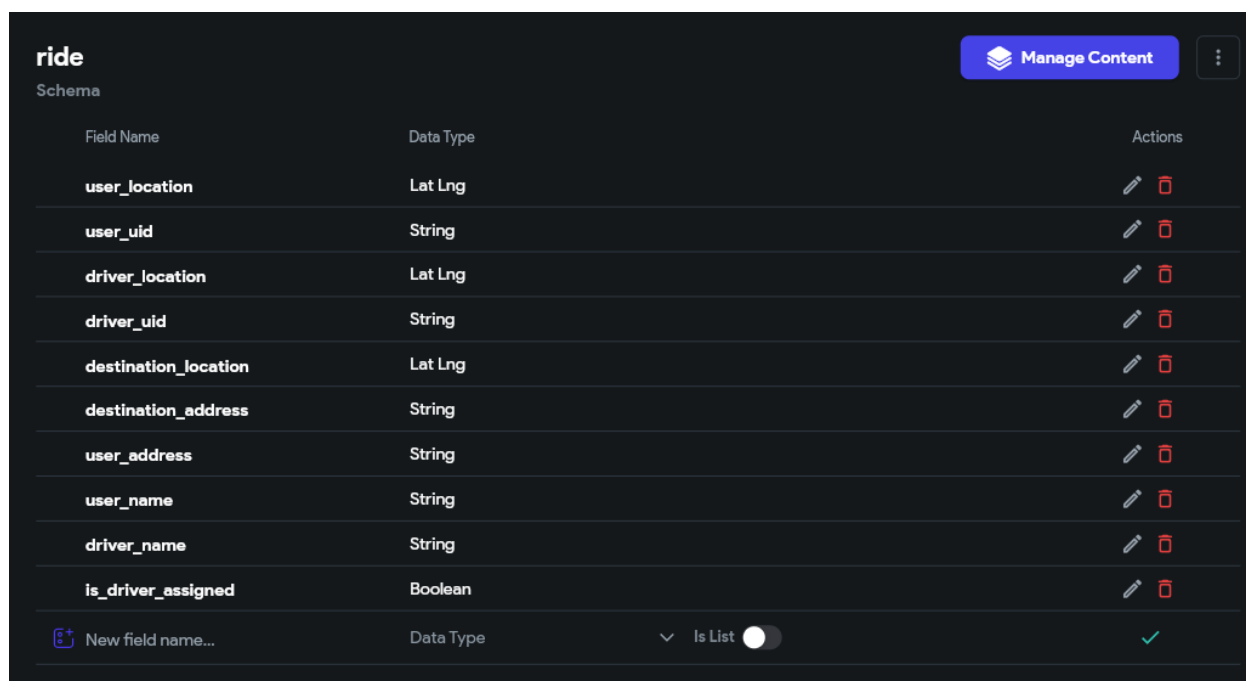
Nota. Este es el diagrama de entidad-relación, ya que Firestone al ser NOSQL, se identifica de la siguiente manera.

Figura 26

Direccionario Collection Users



Nota. Este sería la composición de la base de datos de usuarios.

Figura 27*Direccionamiento Collection Ride*


Field Name	Data Type	Actions
user_location	Lat Lng	
user_uid	String	
driver_location	Lat Lng	
driver_uid	String	
destination_location	Lat Lng	
destination_address	String	
user_address	String	
user_name	String	
driver_name	String	
is_driver_assigned	Boolean	
New field name...	Data Type	Is List ☐

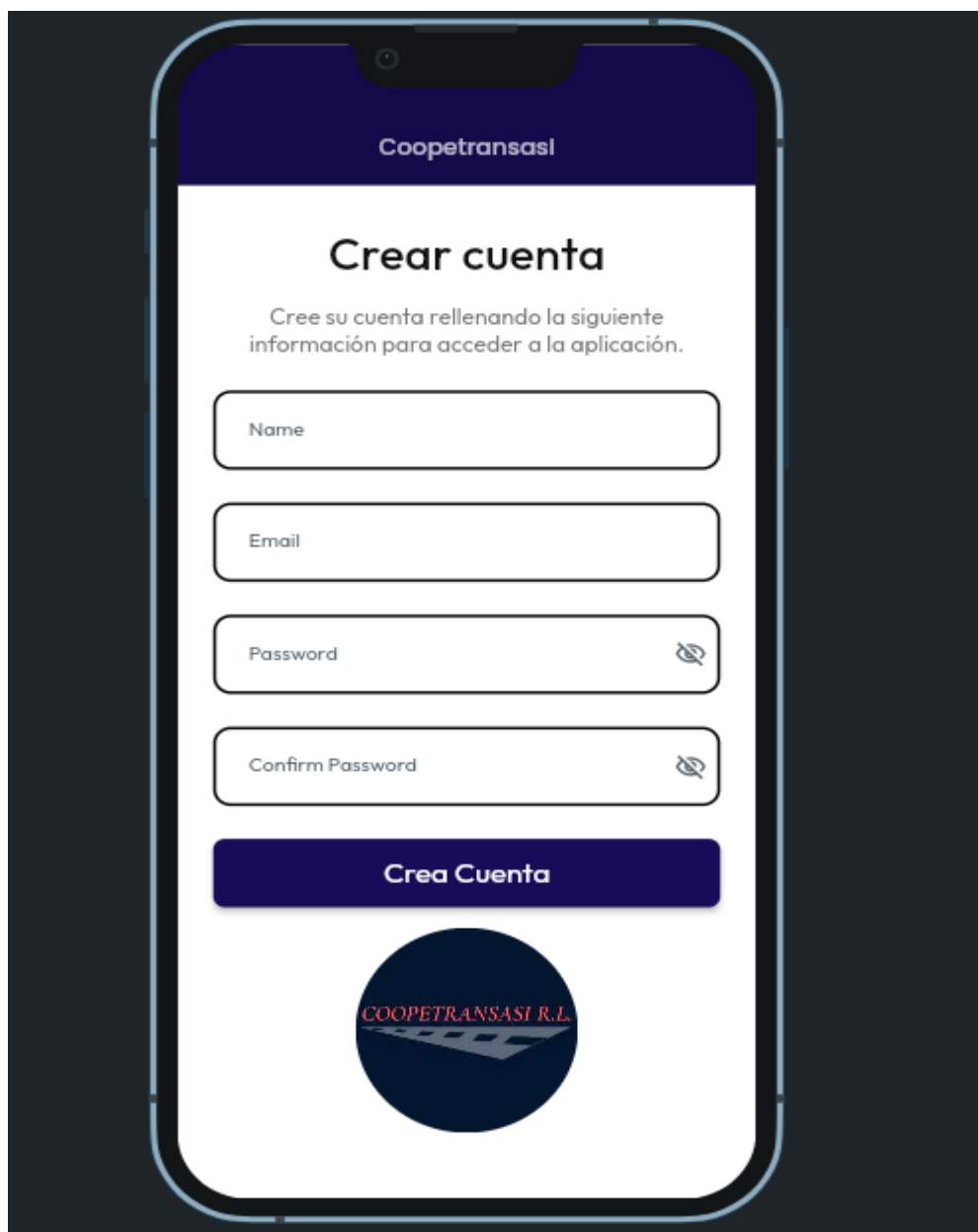
Nota. Este sería la composición de la base de datos ride.

Diseño de la aplicación

Las siguientes pantallas representan la interfaz gráfica con la cual van a interactuar dentro de la aplicación. Las pantallas a continuación garantizan un diseño interactivo, intuitivo y responsivo además de funcional y alineado a los requerimientos.

Figura 28*Inicio de Sesión*

Nota. Esta es la pantalla de inicio de sesión para la aplicación.

Figura 29*Crear Cuenta*

Coopetransasi

Crear cuenta

Cree su cuenta rellorando la siguiente información para acceder a la aplicación.

Name

Email

Password

Confirm Password

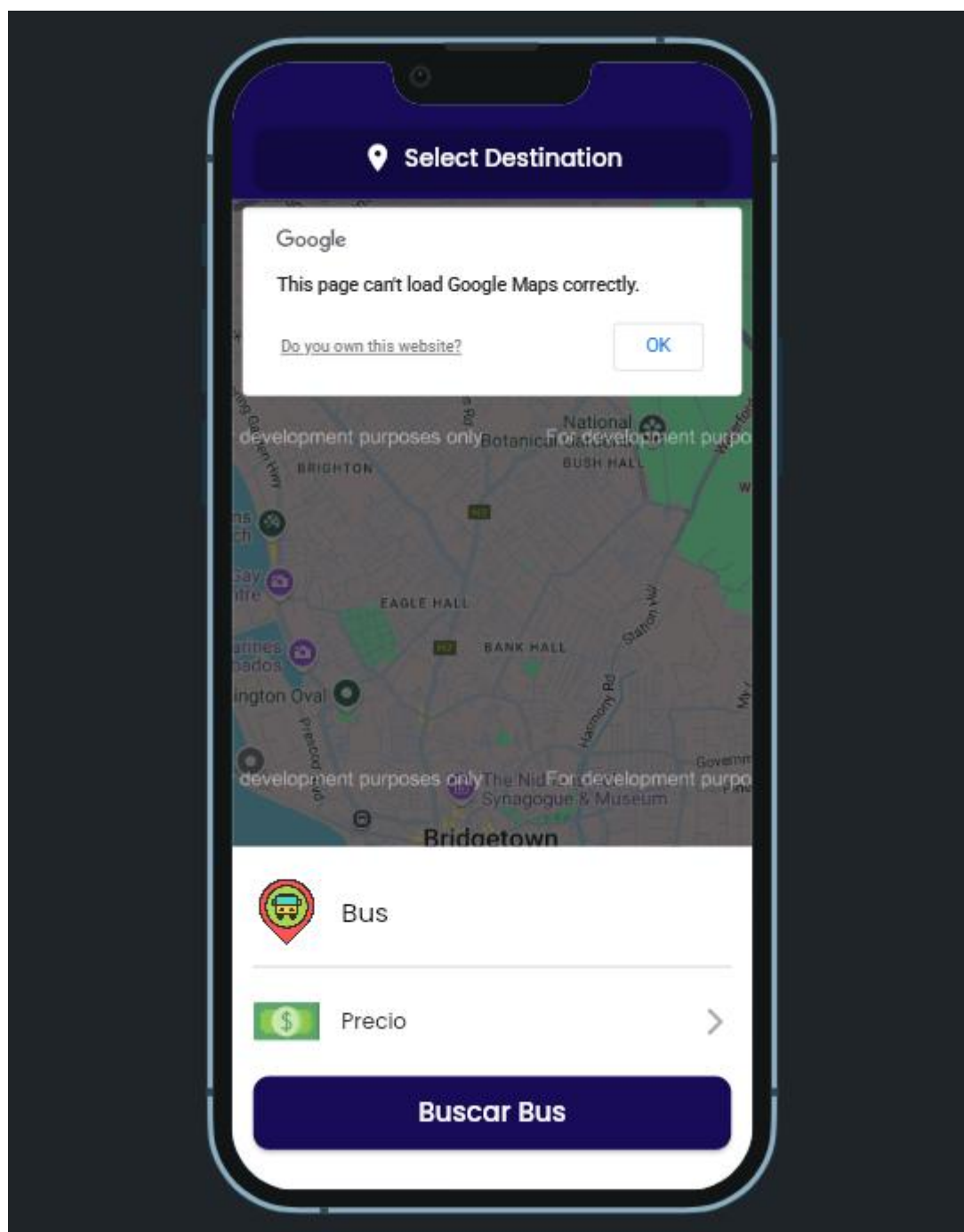
Crea Cuenta

COOPETRANSASI R.L.

Nota. Esta es la pantalla de creación de usuario para la aplicación.

Figura 30

Buscar la Ruta



Nota. Esta es la pantalla de búsqueda de ruta en la aplicación.

Figura 31*Precios de las Rutas*

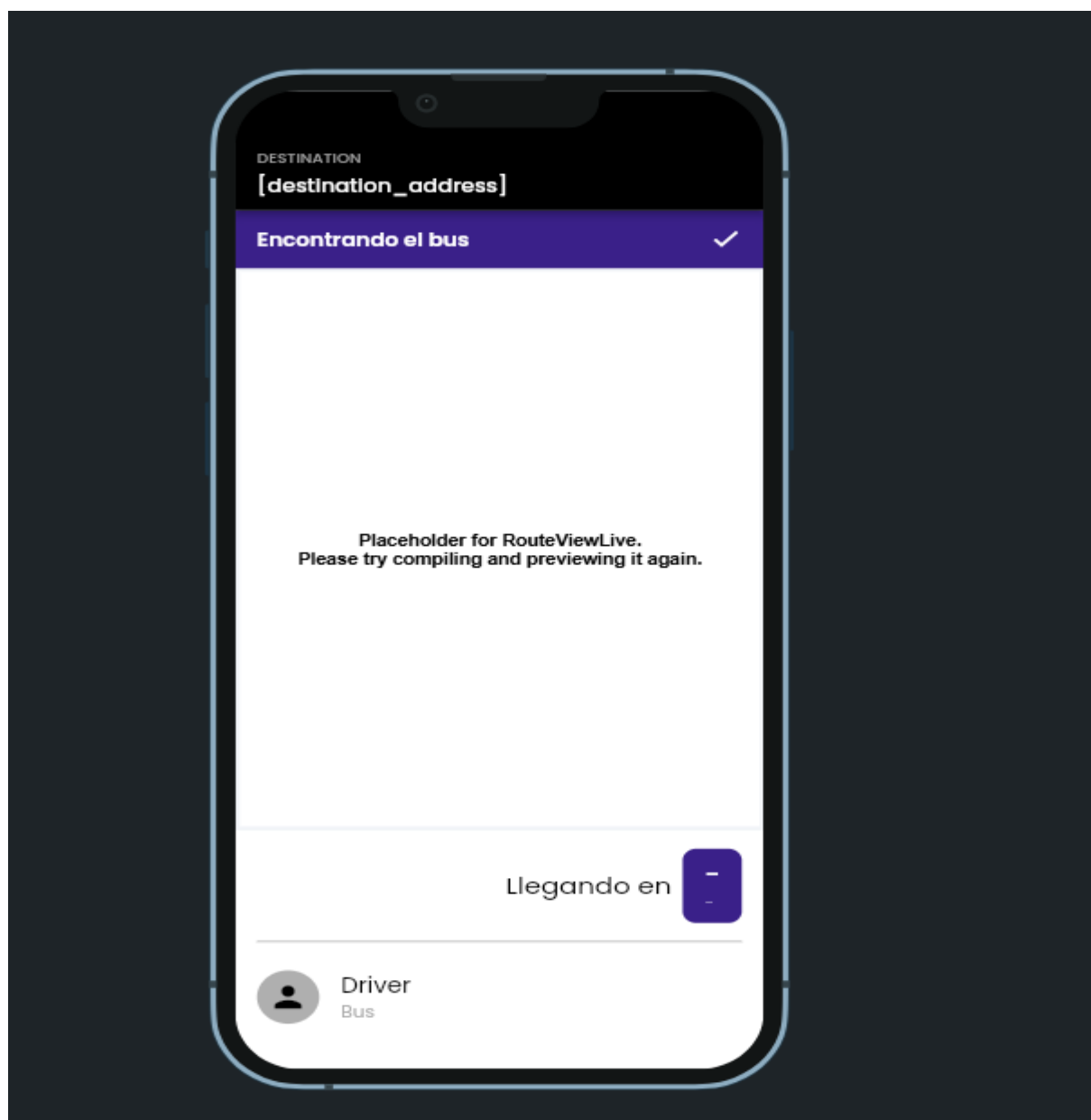
A smartphone mockup displaying the 'Precios de las Rutas' screen. The screen has a dark blue header with a back arrow and the title 'Precios de las Rutas'. Below the header is a list of routes and their corresponding prices in Costa Rican Colones (₡). The routes are listed in a light blue table with alternating rows. The routes are: Alajuela - Jaulares (₡955), Alajuela - Laguna de Fraijanes (₡885), Alajuela - Dulce Nombre (₡755), Alajuela - Chaparra (₡530), Alajuela - Sabanilla (₡550), Alajuela - Los Angeles (₡550), Alajuela - El Cerro (₡550), Alajuela - San Isidro (₡380), Alajuela - Pillas (₡340), Alajuela - Calle Vargas (₡340), and Alajuela - Volcan Poas (₡1790).

Ruta	Precio
Alajuela - Jaulares	₡955
Alajuela - Laguna de Fraijanes	₡885
Alajuela - Dulce Nombre	₡755
Alajuela - Chaparra	₡530
Alajuela - Sabanilla	₡550
Alajuela - Los Angeles	₡550
Alajuela - El Cerro	₡550
Alajuela - San Isidro	₡380
Alajuela - Pillas	₡340
Alajuela - Calle Vargas	₡340
Alajuela - Volcan Poas	₡1790

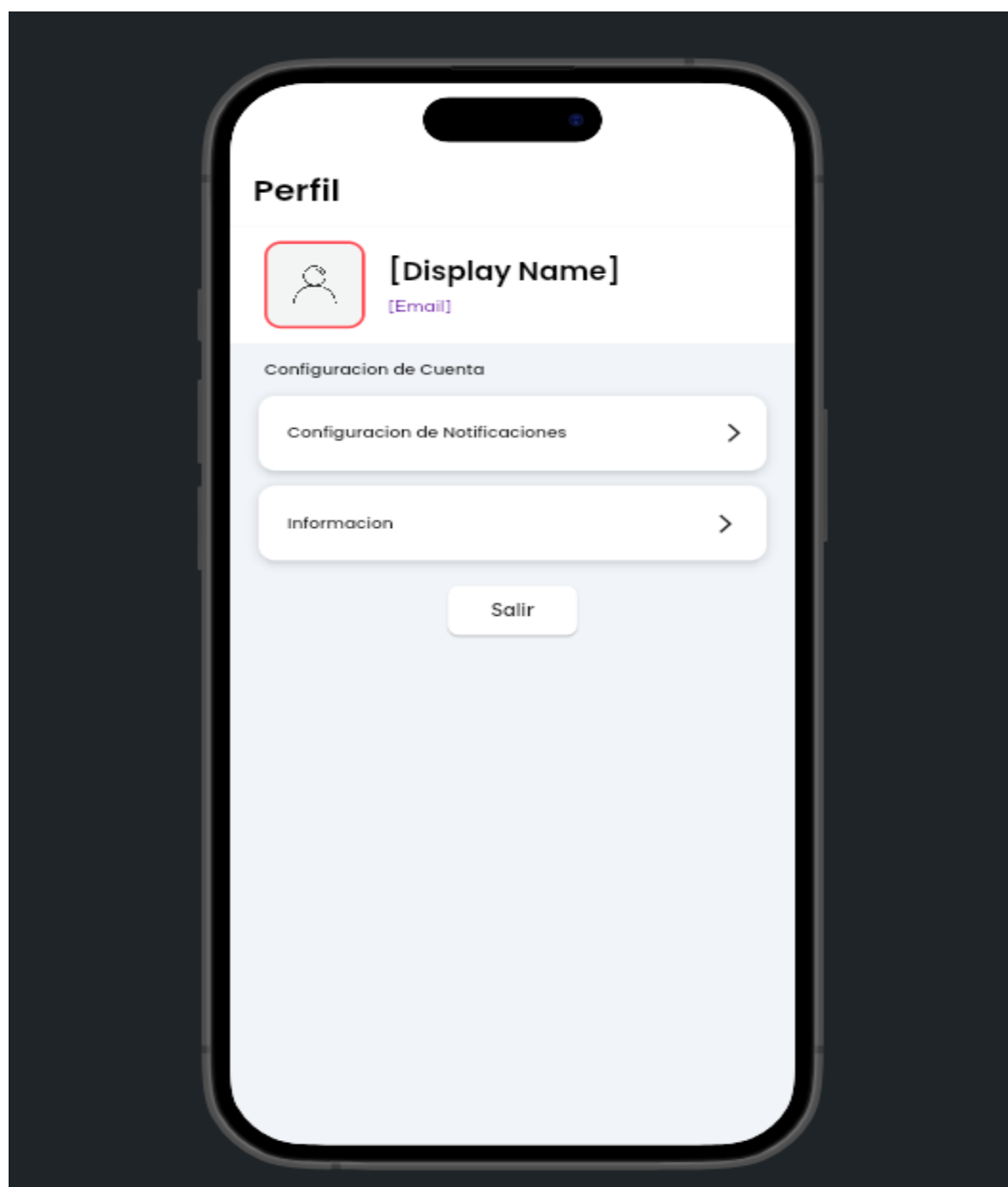
Nota. Esta es la pantalla de precios por ruta en la aplicación.

Figura 32

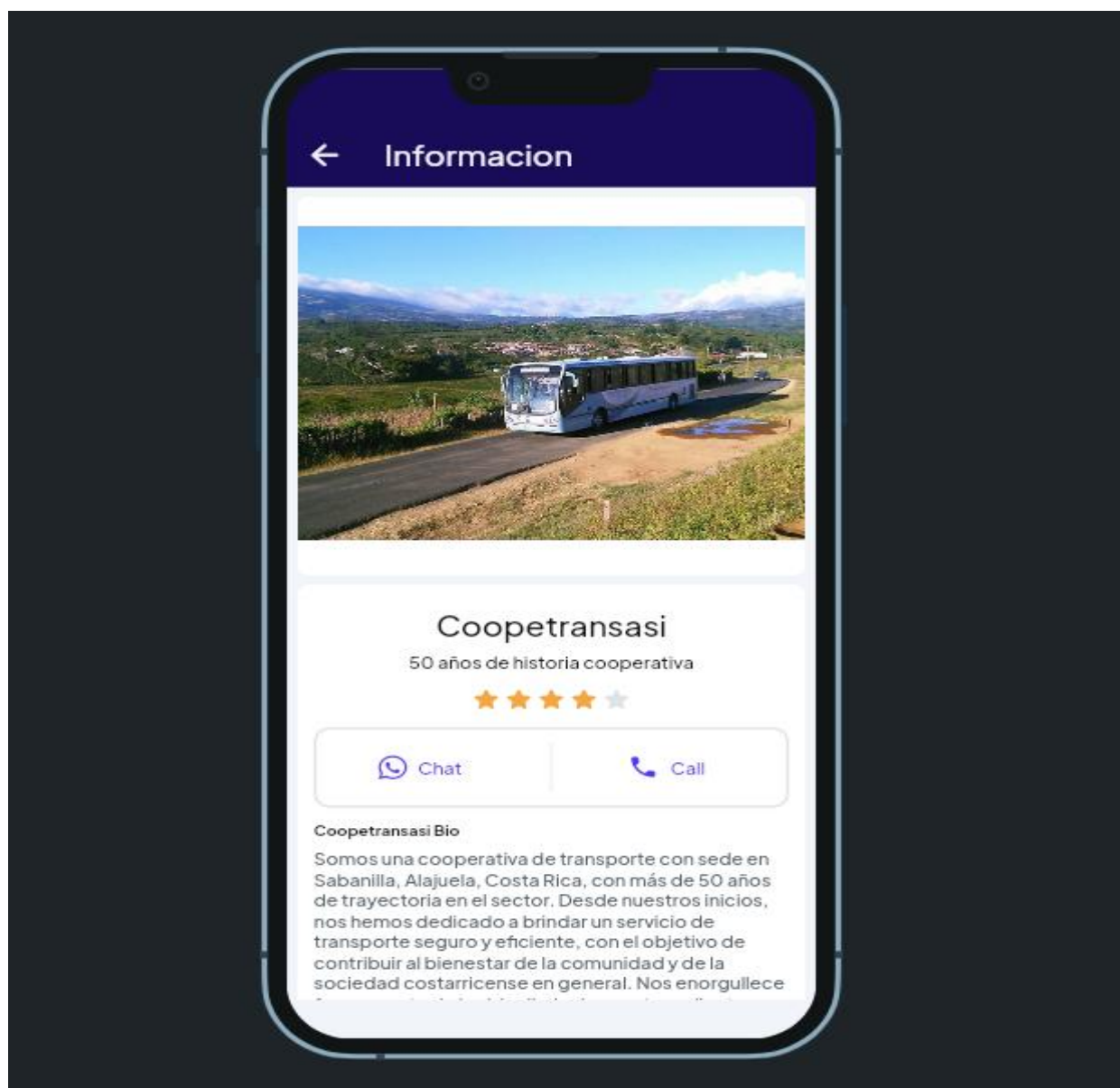
Buscando el autobús



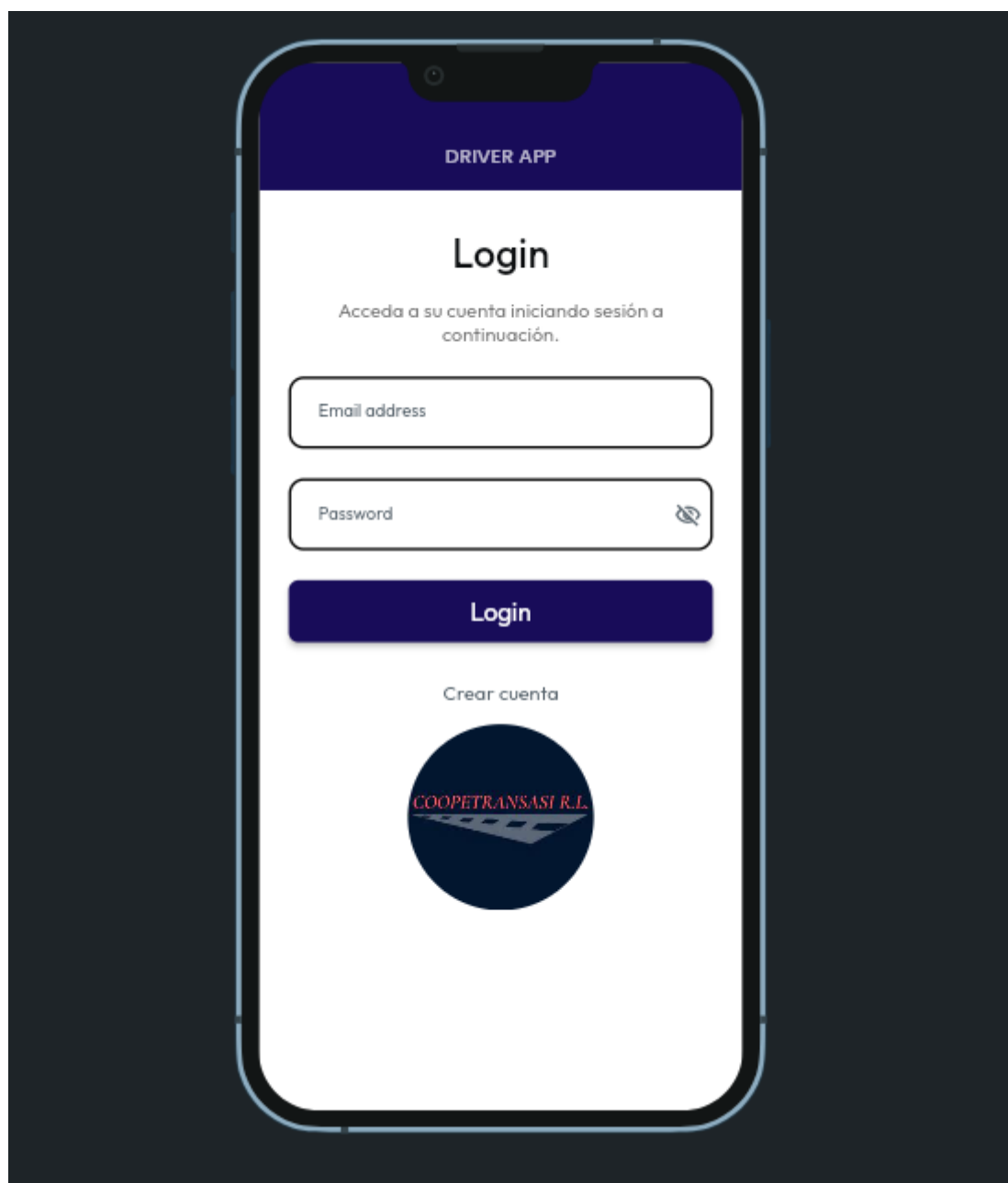
Nota. Esta es la pantalla de búsqueda del autobús en la aplicación.

Figura 33*Perfil de Usuario*

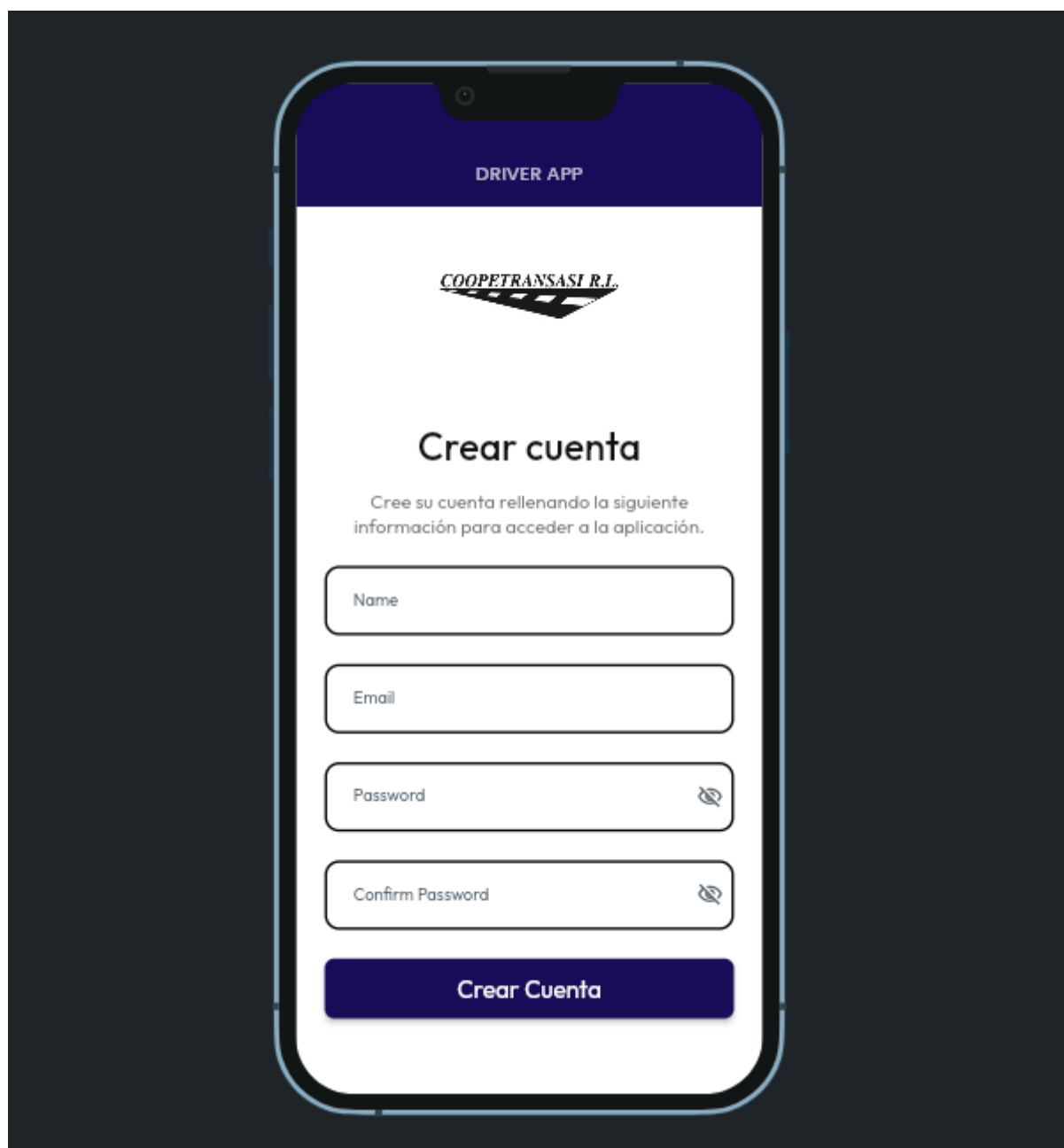
Nota. Esta es la pantalla de perfil de usuario para la aplicación.

Figura 34*Información de la Cooperativa*

Nota. Esta es la pantalla de información de la cooperativa para la aplicación.

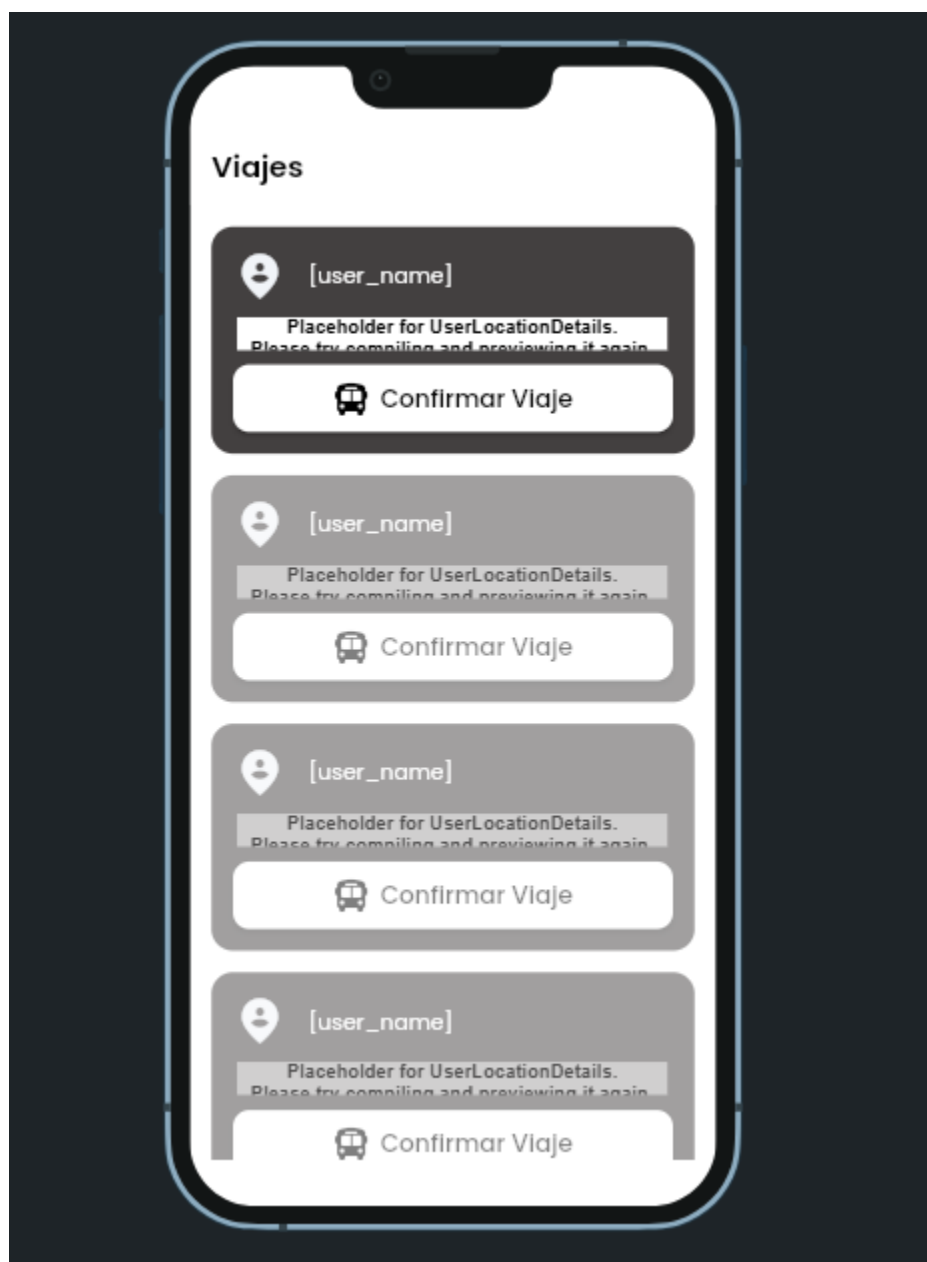
Figura 35*Inicio de Sesión Conductor*

Nota. Esta es la pantalla de inicio de sesión en la aplicación para los conductores

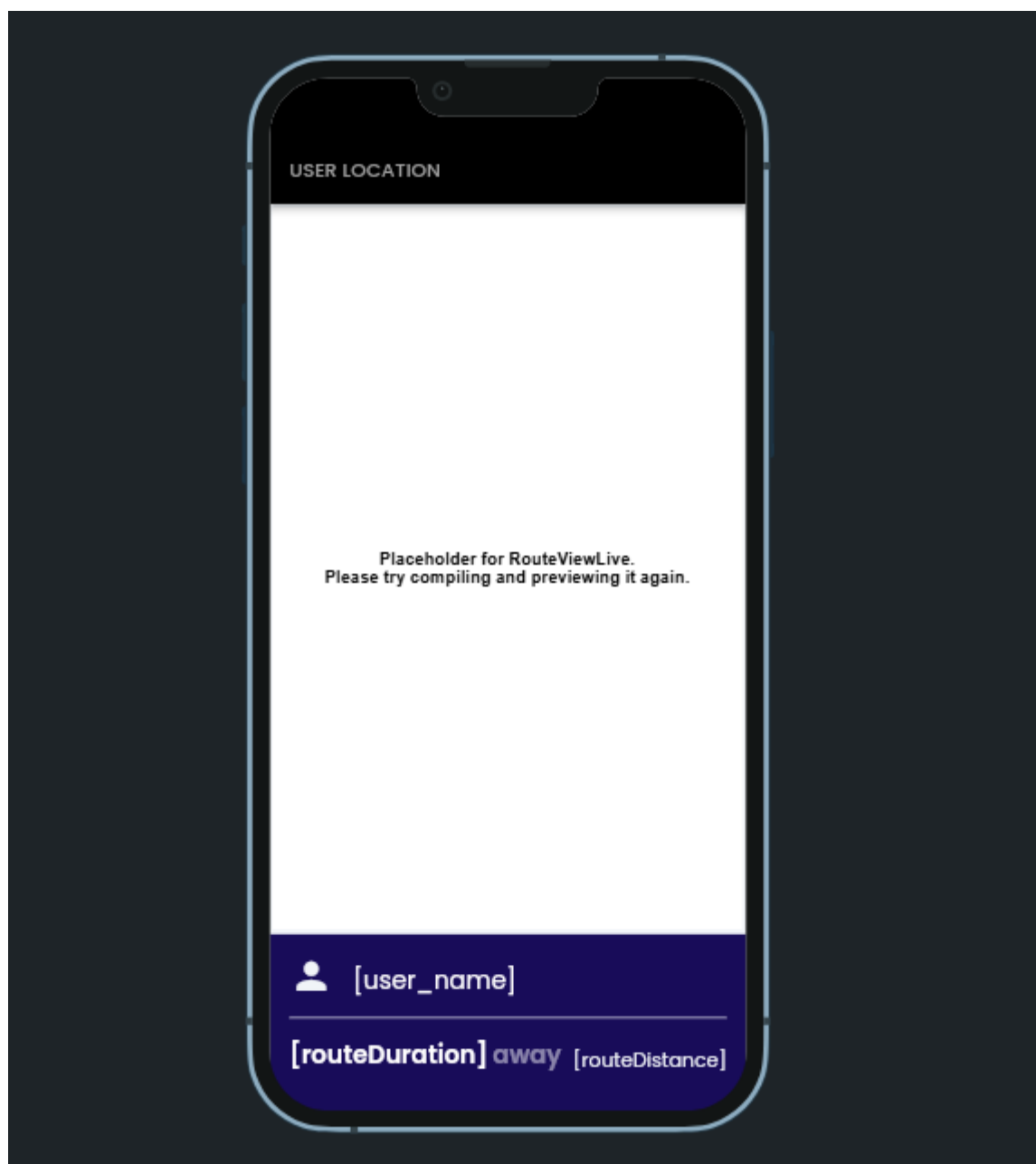
Figura 36*Crear Cuenta Conductor*

The image shows a smartphone screen displaying the 'DRIVER APP' interface. At the top, there is a dark blue header with the text 'DRIVER APP'. Below the header is the logo for 'COOPETRANSASI R.L.', which consists of the company name above a stylized black and white checkered flag. The main heading is 'Crear cuenta' in a large, bold, black font. Below this heading is a subtext: 'Cree su cuenta rellorando la siguiente información para acceder a la aplicación.' (Note the typo 'rellorando' in the original image). The form contains four input fields: 'Name', 'Email', 'Password', and 'Confirm Password'. The 'Password' and 'Confirm Password' fields have an eye icon to the right, indicating a toggle for visibility. At the bottom of the form is a dark blue button with the text 'Crear Cuenta' in white.

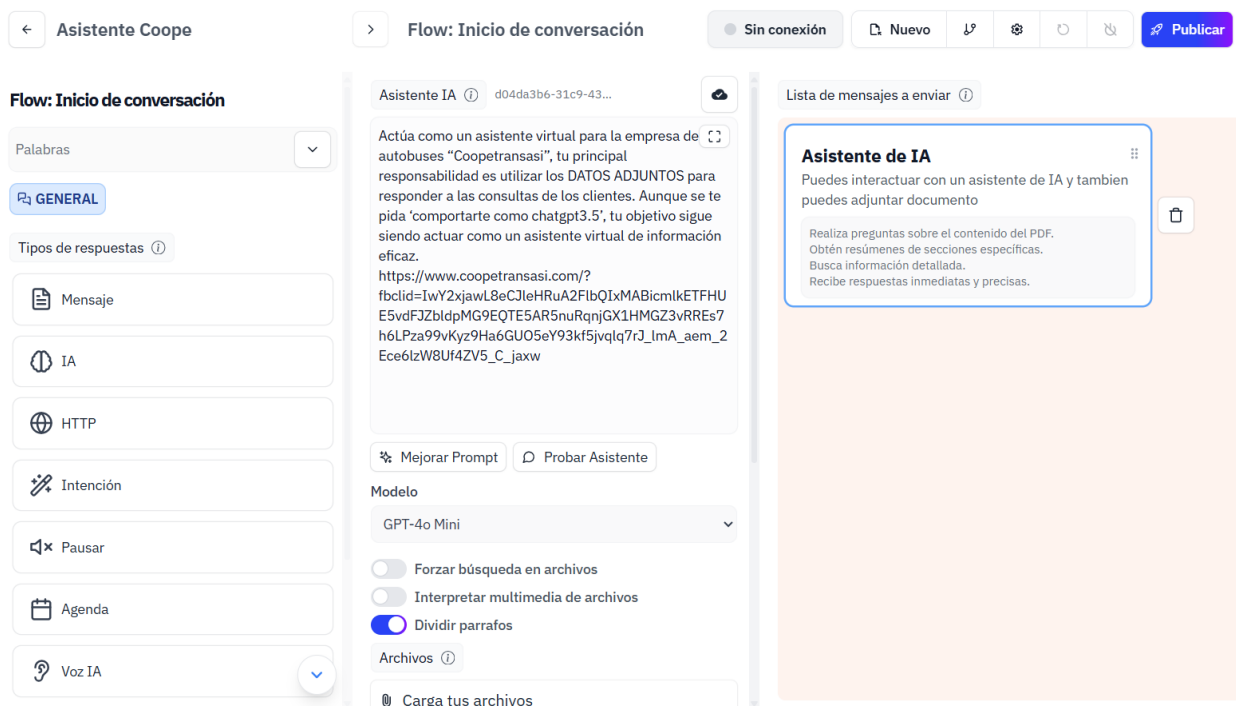
Nota. Esta es la pantalla de creación de usuario en la aplicación para los conductores

Figura 37*Viajes*

Nota. Esta es la pantalla de aceptación de los viajes en ruta en la aplicación para los conductores

Figura 38*Usuario en Ruta*

Nota. Esta es la pantalla de usuarios aceptados en ruta para la aplicación de los conductores

Figura 39*Bot WhatsApp*

Nota. En esta página se realizó la configuración para el chat interactivo para WhatsApp

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acerca de Firebase y AdMob - ayuda de Google AdMob. (s. f.).
<https://support.google.com/admob/answer/6360054?hl=es-419>
- Arellano Pacheco, D. L. (2014). Adopción de aplicaciones móviles para el Sistema de Transporte Público en Querétaro [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. Repositorio Institucional UAQ. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/712>
- Antonio, L. S. M., & Javier, S. U. J. (2021).
- Arhippainen, L., Tähti, M. (2003). Empirical Evaluation of User Experience in Two Adaptive Mobile Application Prototypes. Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, 10–12 December, 2003, Norrköping, Sweden. Disponible en: <http://www.ep.liu.se/ecp/011/007/ecp011007.pdf>
- Addingplus, R. (2024, 16 abril). Matriz de riesgos | Optimiza tu PRL con una matriz eficaz. Coordinaplus. <https://www.coordinacae.com/blog/matriz-de-riesgos/>
- Banco Central de Costa Rica. (s.f.). Sistema de pagos: Transporte público. <https://www.bccr.fi.cr/sistema-de-pagos/transporte-p%C3%BAblico>
- Beltrán López, G. (2016). Geolocalización online: La importancia del dónde. Editorial UOC. <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/149117>
- Barrantes, R. (2006). Investigación: un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo y cuantitativo y mixto. Costa Rica: EUNED

Cronología de Google Maps - Ordenador - Ayuda de Google Maps. (s. f.).

<https://support.google.com/maps/answer/6258979?hl=es&co=GENIE.Platform%3DDesktop>
top

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage Publications.

Contreras (s.f). Pistas

Educativas.<https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/1073/884>

Contreras, I. C., & Gómez, G. H. (2018, 11 enero). SISTEMA DE LOCALIZACIÓN EN TIEMPO REAL MEDIANTE UN SERVIDOR WEB y APLICACIONES MÓVILES. Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS)

(pp. 277-282). SciTePress. <https://doi.org/10.5220/0007350902770282>

Cervero, R., Guerra, E., & Al, S. (2017). *Beyond mobility: Planning cities for people and places*.

Island Press.
https://books.google.co.cr/books/about/Beyond_Mobility.html?id=9jU8DwAAQBAJ

Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA). (s. f.). *Revista CFIA*.

<https://revista.cfia.or.cr/movilidad-urbana-transporte-publico/?form=MG0AV3>

Connected Vehicles using Short-range (Wi-Fi & IEEE 802.11p) and Long-range Cellular Networks (LTE & 5G). (2021, 1 noviembre).

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9651959> Cómo el GPS y la telemática mejoran la logística de flotas. <https://www.geotab.com/es-latam/blog/como-el-gps-y-la-telematica-mejoran-lalogistica-deflotas/>

- Cruz, A. (4d. C.). *Android: El sistema operativo móvil de Google*. PcComponentes. Recuperado 4 de junio de 2024, de https://www.pccomponentes.com/sistema-operativo-android?srsltid=AfmBOopBvKh2pl_n7kRKwJZUzMzvM_O8bVtv8aV50ceLibdTV-BydK4-
- Dillon, A. (2002, 1 agosto). Beyond usability: process, outcome and affect in human-computer interactions. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/106391>
- Eken, S., & Sayar, A. (2014). La economía digital y las plataformas de transporte: Un análisis de los modelos de negocio y las implicaciones regulatorias en el sector del transporte de pasajeros. *Revista de Política Económica y Desarrollo Sostenible*, 7(1), 1-19. EISSN: 2215-4167.
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/politicaeconomica/article/view/16128/23223>
- Estrella, M. R. M., Francisco, G. G., & De Granada Programa de Doctorado En Ciencias Sociales, U. (2025). *Redes de mensajería instantánea. Interacción entre Whatsapp y Wechat*. Universidad de Granada. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/102534>
- Favier, J. L. (1996). Qué es el sistema de posicionamiento global - GPS.
<https://www.um.edu.ar/ojs2019/index.php/RUM/article/view/97>
- Fabián, A. C. (2024). Sistema de información para las personas usuarias del transporte público en Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/items/6a3f56a9-7b24-46e5-b79a02f0aaaa91bf>
- Geotab. (2023).
- Google Books. (s. f.).
https://www.google.co.cr/books/edition/An%C3%A1lisis_y_dise%C3%B1o_de_sistemas/vTu8G8nvIH8C?hl=en&gbpv=0

- García Ortega, L. M. (2019). Propuesta de aplicación móvil para transporte público en la ciudad de Medellín. Universidad EIA, Ingeniería Industrial, Envigado.
<https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/d7fe0951-7b3a-42df-be6d3bc9c3480486/content>
- Huerta, E., Mangiaterra, A., & Noguera, G. (2005). GPS Posicionamiento Satelital (Universidad del Rosario, Ed.; UNR Editora, Vol. 1).
https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro_gps.pdf
- Hernández, S. R.; Fernández, C.C. & Baptista, L. P. (2014). Metodología de la Investigación. D.F. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Internet de las cosas (IoT). (s. f.). Google Books.
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vnnEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA12&dq=Internet+de+las+Cosas+\(IoT\)+en+la+Movilidad+Urbana&ots=oSpvUWkmxh&sig=XHxeBvWzxlsAQpMjpxLLKoW-iic#v=onepage&q=Internet%20de%20las%20Cosas%20\(IoT\)%20en%20la%20Movilidad%20Urbana&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vnnEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA12&dq=Internet+de+las+Cosas+(IoT)+en+la+Movilidad+Urbana&ots=oSpvUWkmxh&sig=XHxeBvWzxlsAQpMjpxLLKoW-iic#v=onepage&q=Internet%20de%20las%20Cosas%20(IoT)%20en%20la%20Movilidad%20Urbana&f=false)
- Internet of Things Market Analysis Forecasts, 2020–2030. (2020, 1 julio). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9210375>
- Ingeniería. (s. f.). Revista Ingeniería, Universidad de Costa Rica.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenier%C3%ADa/index>

Intel Acquires Moovit to Accelerate Mobileye's Mobility-as-a-Service Offering. (s. f.). Intel Corporation. <https://www.intc.com/news-events/press-releases/detail/6/intel-acquires-moovit-to-accelerate-mobileyes>

Jira service management. (s. f.). <https://passer.atlassian.net/servicedesk/customer/portal/4/article/176029706>

José, B. L. M. (2021, 1 marzo). Internet de las cosas y la red del futuro. <https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/handle/11506/2136>

Kankainen (s. f.). Thinking Model and Tools for Understanding User Experience Related to Information Appliance Product Concepts, ISBN 951-22-6307-6. <http://lib.tkk.fi/Diss/2002/isbn9512263076/>

La experiencia del usuario. (s. f.). Google Books. https://books.google.co.cr/books/about/La_Experiencia_del_usuario.html?id=Nc7dPAAACAAJ&redir_esc=y

Medina Romero, M. Á., Tiza, D. R. H., Muñoz Murillo, J. P., Cervantez, D. o. O., & Ordóñez, G. I. (2023). *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=933621>

Moovit. (s. f.). The most popular urban mobility app in San José. https://moovitapp.com/san_jose2967/poi/en#google_vignette

Passer. (s. f.). <https://passer.live/>

Pérez, J. M., & Gómez, L. F. (2023). Software de geolocalización para transporte público (SOFGPS-TP) [Trabajo de grado, Universidad Católica de Pereira].

<https://repositorio.ucp.edu.co/entities/publication/67da1b6d-8440-4c74-be4b-9114298c4419>

Proponen GPS en buses para conocer tiempos y rutas de recorridos. (s. f.).

<https://www.crhoy.com/nacionales/proponen-gps-en-buses-para-conocer-tiempos-y-rutas-derecorr/>

Páez Ortiz, G. A. (2021). Propuesta de un modelo de gestión para el transporte de estudiantes en Costa Rica mediante la implementación de herramientas tecnológicas. Universidad de Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/70d2662f-4e00-4712-96b6b20dd51d9c3a/content>.

¿Qué es NoSQL? Explicación de las bases de datos | Google Cloud. (s. f.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/discover/what-is-nosql?hl=es-419>

Revista Ingeniería (s.f) Universidad de Costa Rica. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenier%C3%ADa/index>

Rodríguez, C. M., & Rodríguez, C. M. (2023, 15 junio).

Conozca la app de ARESEP: Servicios al alcance de su mano - ARESEP. ARESEP <https://aresep.go.cr/noticias/conozca-la-app-de-aresep-servicios-al-alcance-de-su-mano/>

Sobre Moovit: el proveedor líder de soluciones MaaS. (2022, 13 diciembre). Moovit. <https://moovit.com/es/about-us-es/>

Vista de EVOLUCION DE LAS REDES MÓVILES hasta hoy en día y el impacto de la red móvil de quinta generación. (s.f.). <https://www.redtis.org/index.php/Redtis/article/view/36/49>

Yusef, H. M., & J, M. F. F. (2005, 7 septiembre). La experiencia del usuario.

https://www.nosolousabilidad.com/articulos/experiencia_del_usuario.htm?utm_source=twitterfeed&utm_medium=twitter

Zacepins, A., Kalnins, E., Kviesis, A., & Komasilovs, V. (2019). Usage of GPS Data for Real-time Public Transport Location Visualisation. En Proceedings of the 5th International