



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



APLICATIVO MÓVIL DE GEOLOCALIZACIÓN PARA LA
MEJORA DEL NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL TRANSPORTE
ESTUDIANTIL QUE OFRECE LA UNA PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JOSUE JOB CHAMBILLA VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE SISTEMAS

PUNO – PERÚ

2025



Josue Job chambilla vilca

APLICATIVO MÓVIL DE GEOLOCALIZACIÓN PARA LA MEJORA DEL NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL TRANSPORTE ES...

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:543652066

Fecha de entrega

30 dic 2025, 6:12 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

30 dic 2025, 6:19 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

tesis-final-repositorio.pdf

Tamaño del archivo

4.9 MB

130 páginas

19.404 palabras

117.122 caracteres



14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

- Caracteres reemplazados**
36 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Firmado digitalmente por:
CONDORI ALEJO Henry Ivan
FIR 01325355 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31/12/2025 08:39:23-0500



Firmado digitalmente por:
JIMENEZ CHLURA Adolfo Carlos
FAUJ20145496170 soft
Motivo: Doy V.B.
Fecha: 02/01/2025 09:40:38
Firmado con FirmaUNA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**APLICATIVO MÓVIL DE GEOLOCALIZACIÓN PARA LA MEJORA DEL NIVEL
DE SATISFACCIÓN DEL TRANSPORTE ESTUDIANTIL QUE OFRECE LA UNA
PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JOSUE JOB CHAMBILLA VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE SISTEMAS

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:

.....
Dr. ANGEL MANUEL OLAZABAL GUERRA

PRIMER MIEMBRO:

.....
Dr. Sc. ALDO HERNAN ZANABRIA GALVEZ

SEGUNDO MIEMBRO:

.....
M. Sc. WILDO SUCASAIKE MONROY

ASESOR DE TESIS:

.....
Dr. HENRY IVAN CONDORI ALEJO

ÁREA: Ingeniería computacional y sistemas

TEMA: Aplicativos móviles

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 22 de diciembre de 2025





DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Ana y Gil que siempre están allí y son muy importantes para mí, los quiero mucho y querré eternamente.

A mi tío Javier, que desde niño me motivo a estudiar y me apoyo en todo incondicionalmente.

A mi abuela Victoria quien es la que más estuvo al pendiente en todo el proceso. Te quiero mucho abuelita.

JOSUE JOB CHAMBILLA VILCA

**Los milagros jamás pasan porque sí,
son las personas las que los hacen
posibles.**

-Misato Katsuragi-



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por confiar en mí y siempre darme su apoyo incondicional.

Agradezco a mi asesor Dr. Henry Ivan Condori Alejo, por apoyarme y guiarme en todo el proceso y culminación de la tesis.

Agradezco al Lic. Efraín Yucra Mamani, por brindarme su apoyo en el despliegue del aplicativo.

Agradezco a mi alma mater y cada uno de los docentes que formaron parte de mi trayectoria académica. Con mención al Ing. Jose Luis Juarez Ruelas, quien con su forma de enseñar me motivo e inspiro a seguir adelante y al D.Sc. Adolfo Carlos Jiménez Chura, quien fue un pilar importante en mis primeros semestres de la carrera.

Su invaluable conocimiento, guía y dedicación han sido fundamentales en mi desarrollo profesional.

Agradezco a mis amigos Gonzalo, Gabriel, Keila, Medalith, Rashiel y Erikson por apoyarme, acompañarme y siempre hacerme reír.

Hells it's about time

-tychus-

Sc2



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	18
ABSTRACT.....	19

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
	1.2.1. Problema General	22
1.3.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.4.	OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	23
	1.4.1. Objetivo General	23
	1.4.2. Objetivos Específicos	23
1.5.	HIPÓTESIS DEL TRABAJO	24
	1.5.1. Hipótesis General	24
1.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	24

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA



2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.1.1.	Antecedentes nacionales	25
2.1.2.	Antecedentes internacionales	27
2.2.	MARCO TEÓRICO	29
2.2.1.	Servicio de transporte.....	29
2.2.2.	Satisfacción	30
2.2.3.	Modelo transqual.....	30
2.2.4.	Aplicativo móvil.....	31
2.2.5.	Flutter	32
2.2.6.	Firebase	33
2.2.7.	Firestore database	33
2.2.8.	Realtime database.....	34
2.2.9.	Cloud functions	34
2.2.10.	Cloud messaging	35
2.2.11.	GPS	35
2.2.12.	Open Street Map	36
2.2.13.	Modelo Vista Vista-Modelo (MVVM)	37
2.2.14.	Metodología Mobile-D.....	38
2.2.14.1.	Fases de Mobile-D.....	39
2.3.	GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS	41
2.3.1.	Backend.....	41
2.3.2.	Cliente – Servidor	41
2.3.3.	Frontend	41
2.3.4.	Framework	41
2.3.5.	Flutter	42



2.3.6. Firebase	42
2.3.7. Geocercas	42
2.3.8. GPS	42
2.3.9. Librerías	43
2.3.10. Metodología Ágil	43
2.3.11. Testing.....	43
2.3.12. NoSQL	43
2.3.13. JSON	43

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DEL ESTUDIO	44
3.2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN	44
3.2.1. Hardware	44
3.2.2. Software	44
3.2.3. Servicios.....	44
3.3. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	44
3.3.1. Tipo de investigación	44
3.3.2. Diseño de la investigación	45
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN	46
3.4.1. Población.....	46
3.4.2. Muestra.....	46
3.5. METODOLOGIA DE DESARROLLO.....	47
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS	48
3.6.1. Encuesta	48
3.6.2. Análisis de datos	48



3.6.3. Procesamiento de datos	49
-------------------------------------	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINAR LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS Y LOS REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL APLICATIVO MÓVIL.....	50
4.1.1. Definición de Alcance del aplicativo	50
4.1.2. Historias de usuario	51
4.1.3. Plan de iteraciones.....	58
4.2. DISEÑAR LA ARQUITECTURA Y UNA INTERFAZ DE USUARIO AMIGABLE EN EL APLICATIVO MÓVIL	59
4.2.1. Arquitectura del aplicativo	60
4.2.2. Diagramas de casos de uso.....	61
4.2.3. Diseño de la base de datos	63
4.2.4. Diseño de las interfaces.....	64
4.3. IMPLEMENTAR EL APLICATIVO MÓVIL EN BASE A LOS DISEÑOS	70
4.3.1. Preparar ambientes de desarrollo	70
4.3.2. Implementación del aplicativo	72
4.4. REALIZAR PRUEBAS Y EVALUACIONES PARA GARANTIZAR LA FUNCIONALIDAD DEL APLICATIVO MÓVIL	86
4.4.1. Pruebas de caja negra	86
4.4.2. Puntos de función	91
4.4.3. Despliegue.....	94
4.4.3.1. Instalación del aplicativo con los conductores	94



4.4.3.2. Publicación del aplicativo en la web	95
4.4.4. Evaluación de resultados.....	96
4.4.4.1. Capacidad de respuesta.....	96
4.4.4.2. Fiabilidad	99
4.5. DISCUSIÓN	108
V. CONCLUSIONES.....	111
VI. RECOMENDACIONES	113
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS.....	120



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de Variables	24
Tabla 2 Establecimiento de los grupos de interés	50
Tabla 3 Historia de usuario - Iniciar sesión en la aplicación	52
Tabla 4 Historia de usuario - Recuperar contraseña olvidada.	52
Tabla 5 Historia de usuario - Registrar usuario estudiante	53
Tabla 6 Historia de usuario - Gestionar usuarios	53
Tabla 7 Historia de usuario - Gestionar rutas	54
Tabla 8 Historia de usuario - Gestionar vehículos	54
Tabla 9 Historia de usuario - Gestionar programaciones.....	55
Tabla 10 Historia de usuario - Ver ubicación de un bus en tiempo real	55
Tabla 11 Historia de usuario – Ver información de buses, rutas y paraderos.....	56
Tabla 12 Historia de usuario - Recibir notificaciones de proximidad del bus	56
Tabla 13 Historia de usuario - Iniciar y finalizar ruta	57
Tabla 14 Historia de usuario - Ver historial de operación de rutas.....	57
Tabla 15 Plan de iteraciones	58
Tabla 16 Pruebas de caja negra	86
Tabla 17 Identificación y clasificación de componentes	91
Tabla 18 Cálculo de PFSA.....	92
Tabla 19 Cálculo del factor de ajuste	93
Tabla 20 Asignación de valores a las respuestas de acceso a la información.....	98
Tabla 21 Prueba de normalidad aplicada al acceso a la información	98
Tabla 22 Prueba de Wilcoxon	99
Tabla 23 Tabla comparativa con el pre test y post test del tiempo de espera	100



Tabla 24	Prueba de normalidad aplicada al tiempo de espera	101
Tabla 25	Prueba T-student	102
Tabla 26	Asignación de valores al cumplimiento de los horarios	104
Tabla 27	Prueba de normalidad aplicada al cumplimiento de los horarios	104
Tabla 28	Prueba de Wilcoxon	105
Tabla 29	Asignación de valores a las respuestas de uso de los paraderos	106
Tabla 30	Prueba de normalidad aplicada al uso de los paraderos.....	106
Tabla 31	Prueba de Wilcoxon	107



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Patrón del Modelo Vista - Vista Modelo	37
Figura 2 Fases de Mobile-D	39
Figura 3 Iteraciones de la metodología mobile-d.....	47
Figura 4 Arquitectura del aplicativo.....	61
Figura 5 Diagrama de casos de uso estudiante.....	62
Figura 6 Diagrama de casos de uso conductor	62
Figura 7 Diagrama de casos de uso administrador.....	63
Figura 8 Diagrama de la base de datos del aplicativo	64
Figura 9 Prototipo de pantallas de inicio de sesión y registro de cuenta.....	65
Figura 10 Prototipo de pantallas de estudiante - rutas y ubicación del bus.....	65
Figura 11 Prototipo de pantallas de estudiante - rutas y configuración	66
Figura 12 Prototipo de pantallas conductor iniciar ruta y finalizar ruta.....	66
Figura 13 Prototipo de pantallas de administrador - gestión de usuarios.....	67
Figura 14 Prototipo de pantallas de administrador - gestión de vehículos.....	67
Figura 15 Prototipo de pantallas de administrador - gestión de rutas	68
Figura 16 Prototipo de pantallas de administrador - gestión de paraderos	68
Figura 17 Prototipo de pantallas de administrador - gestión programación.....	69
Figura 18 Prototipo de pantalla de administrador - gestión de registros de rutas	69
Figura 19 Repositorio del aplicativo - versión para estudiantes	70
Figura 20 Repositorio del aplicativo - versión para conductores.....	71
Figura 21 Repositorio del aplicativo - versión para administradores.....	71
Figura 22 Proyecto de firebase creado	71
Figura 23 Implementación de la base de datos en Firestore Database	72



Figura 24	Pantalla de inicio de sesión	73
Figura 25	Pantalla de registro de estudiantes	74
Figura 26	Pantallas de gestión de usuarios.....	75
Figura 27	Pantallas de gestión de rutas	76
Figura 28	Pantallas de gestión de paraderos y creación de trazos de ruta.....	76
Figura 29	Pantallas de gestión de vehículos.....	77
Figura 30	Pantallas de gestión de programaciones	78
Figura 31	Implementación de envío de ubicación mediante Firebase	79
Figura 32	Pantallas de iniciar y finalizar ruta.....	80
Figura 33	Pantalla de términos y condiciones.....	80
Figura 34	Pantallas de ubicación del bus en tiempo real e información	81
Figura 35	Pantallas de información de buses rutas y paraderos.....	82
Figura 36	Selección de paradero a notificar y notificación de llegada de bus	83
Figura 37	Pantalla de configuración de notificaciones	83
Figura 38	Pantalla de recuperación de contraseña	84
Figura 39	Correo y formulario de restablecimiento de contraseña	85
Figura 40	Pantalla de historial de operación de rutas.....	85
Figura 41	Instalación del aplicativo con los conductores.....	95
Figura 42	Página web del aplicativo	96
Figura 43	Comparación pre test y post test de acceso a la información	97
Figura 44	Comparación de tiempos de espera promedio	100
Figura 45	Comparación pre test y post test del cumplimiento de los horarios	103
Figura 46	Comparación pre test y post test de uso de los paraderos.....	105



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Resultados de encuesta inicial de satisfacción	120
Anexo 2 Encuesta de satisfacción del transporte estudiantil pre test y post test	121
Anexo 3 Validación de instrumento por primer experto	122
Anexo 4 Validación de instrumento por segundo experto	123
Anexo 5 Enlace y qr a los prototipos de las pantallas de aplicativo.....	124
Anexo 6 Enlace y qr de los repositorios del proyecto	125
Anexo 7 Solicitud de aplicación de proyecto de tesis	126
Anexo 8 Implementación del aplicativo	127
Anexo 9 Declaración jurada de autenticidad de tesis	129
Anexo 10 Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional.....	130



ACRÓNIMOS

API:	Application Programming Interface (Interfaz de programación de aplicaciones)
EI	External input (Entrada externa)
EO	External output (Salida externa)
EQ	External query (Consulta externa)
EIF	External logic file (Archivo de interfaz externo)
GPS:	Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global)
HU:	Historias de Usuario
ILF	Internal logical file (Archivo lógico interno)
JSON:	JavaScript Object Notation (Notación de objetos JavaScript)
MVVM:	Model View ViewModel (Modelo vista Vista modelo)
NoSQL:	no solo SQL
PF:	Punto de función
PFA:	Punto de función ajustado
PFSA:	Punto de función sin ajustar
UNA:	Universidad Nacional del Altiplano

RESUMEN

Actualmente, el transporte estudiantil de la Universidad Nacional del Altiplano enfrenta una problemática relacionada con el nivel de satisfacción de los usuarios, donde la falta de información oportuna ha generado que solo una minoría mantenga una impresión positiva del servicio. Esta incertidumbre obliga a los estudiantes a enfrentar tiempos de espera prolongados e inciertos, lo que afecta directamente su satisfacción y desincentiva el uso del transporte. Ante esto, el objetivo principal de la investigación fue la implementación de un aplicativo móvil de geolocalización para la mejora del nivel de satisfacción del transporte estudiantil que ofrece la UNA Puno. La investigación se abordó desde un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño pre experimental para medir el cambio en la percepción de los usuarios. Se seleccionó una muestra de 30 estudiantes, a quienes se les administró una encuesta de satisfacción en dos momentos: antes y después de utilizar el aplicativo desarrollado bajo la metodología Mobile-D. Los datos recopilados fueron sometidos a un análisis estadístico mediante las pruebas T-Student y de Wilcoxon. Los resultados fueron concluyentes, demostrando que la implementación del aplicativo móvil logró disminuir significativamente la proporción de estudiantes sin acceso a la información a un 66.7% y reducir el tiempo de espera promedio al encontrar un bus en un 27.84%. Asimismo, se registró un aumento relativo del 85.7% en la percepción del cumplimiento de paraderos y un aumento relativo del 83.3% en la percepción del cumplimiento de horarios. En consecuencia, el proyecto logró una mejora sustancial y validada estadísticamente en el nivel de satisfacción general de los estudiantes con el transporte universitario.

Palabras clave: Aplicativo móvil, Geolocalización, Información, Monitoreo en tiempo real, Transporte universitario.

ABSTRACT

Currently, the student transportation of the National University of the Altiplano faces a problem related to the level of user satisfaction, where the lack of timely information has generated that only a minority maintains a positive impression of the service. This uncertainty forces students to face long and uncertain waiting times, which directly affects their satisfaction and discourages the use of transportation. Given this, the main objective of the research was the implementation of a mobile geolocation application to improve the level of satisfaction of student transportation offered by UNA Puno. The research was approached from a quantitative approach, using a pre-experimental design to measure the change in user perception. A sample of 30 students was selected, to whom a satisfaction survey was administered in two moments: before and after using the application developed under the Mobile-D methodology. The data collected were subjected to statistical analysis using the Student's T and Wilcoxon tests. The results were conclusive, demonstrating that the implementation of the mobile application managed to significantly reduce the proportion of students without access to information to 66.7% and reduce the average waiting time when finding a bus by 27.84%. Likewise, a relative increase of 85.7% was recorded in the perception of compliance with whereabouts and a relative increase of 83.3% in the perception of compliance with schedules. Consequently, the project achieved a substantial and statistically validated improvement in the level of overall student satisfaction with university transportation.

Keywords: Geolocation, Information, Mobile application, Real-time monitoring, University transportation.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La adopción de aplicaciones móviles ha visto un aumento significativo en tiempos recientes, particularmente debido a los cambios en los comportamientos y requerimientos de las personas impulsados por la pandemia de COVID-19. De acuerdo a los datos, cerca de 220 mil millones de aplicaciones fueron descargadas en 2020, lo que representa un incremento del 7% en comparación con el año previo (King of App, 2022).

El interés en los sistemas de posicionamiento global (GPS) ha crecido de manera notable en los últimos años, gracias a sus diversas ventajas y usos. Los GPS pueden determinar la ubicación precisa de un vehículo, perfeccionar las rutas, incrementar la seguridad y disminuir el uso de combustible, entre otros. De acuerdo a una investigación realizada por la Comisión Europea, la implementación de los GPS en el sector del transporte podría generar un ahorro de hasta 20.000 millones de euros anuales en Europa, al minimizar los costos operativos y los tiempos de desplazamiento (Comisión Europea, 2017).

La Universidad Nacional del Altiplano pone a disposición de sus estudiantes unidades vehiculares destinados a facilitar su traslado hacia la casa de estudios. No obstante, estos enfrentan problemas de eficiencia, ya que la ausencia de información actualizada genera incertidumbre entre los usuarios. Como resultado, un número significativo de estudiantes opta por no utilizarlos.

La presente investigación plantea la implementación de un aplicativo de geolocalización para la mejora del nivel de satisfacción del transporte estudiantil que ofrece la UNA Puno. La hipótesis principal planteada en este estudio es que el aplicativo

móvil de geolocalización, influye de manera positiva en la mejora del nivel de satisfacción del transporte estudiantil, lo cual resulta en un beneficio directo para los estudiantes.

El planteamiento del problema, la formulación del problema, la justificación de la investigación, los objetivos, las hipótesis y la operacionalización de variables se describen en el Capítulo I. Los antecedentes, marco teórico de la investigación y el glosario de términos se discuten en el Capítulo II. La metodología de investigación se describe en el Capítulo III. Los resultados, la discusión, las conclusiones y las recomendaciones se detallan en el Capítulo IV, V, VI.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el transporte estudiantil de la Universidad Nacional del Altiplano enfrenta una situación crítica relacionada con la percepción que tienen los usuarios sobre este, la cual dista de ser óptima. De acuerdo con los datos recopilados (Anexo 1), Solo un 28.4% de los encuestados tienen una impresión positiva. La razón principal detrás de esta valoración es la falta de información oportuna, lo que obliga al estudiante a enfrentar tiempos de espera inciertos. Esta realidad se evidencia en que un 43.1% de los usuarios asegura esperar más de 15 minutos en el paradero, una demora que genera incomodidad y afecta directamente su nivel de satisfacción.

Esta percepción de incertidumbre también actúa como un freno para quienes podrían beneficiarse del servicio. La misma encuesta revela que un considerable 35.8% de los estudiantes nunca ha utilizado el transporte universitario, señalando el desconocimiento de rutas y horarios como el mayor obstáculo para acceder a él. Este problema de comunicación es evidente, ya que la universidad no actualiza la información relacionada a este en sus medios, desde abril de 2023. Además, según lo coordinado con

la Sub Unidad de Transportes, esta aparente baja demanda ha llevado a disminuir las vueltas operacionales, lo que lamentablemente reduce la frecuencia del servicio y termina afectando aún más la experiencia del estudiante.

Ante este escenario, el presente proyecto tiene como objetivo la implementación de un aplicativo móvil de geolocalización orientado a mejorar el nivel de satisfacción del transporte estudiantil que ofrece la UNA Puno. A través de esta herramienta, los estudiantes podrán acceder a los buses de manera oportuna, conociendo la ubicación exacta de cada unidad, recibiendo notificaciones de proximidad y consultando rutas y horarios actualizados, transformando así la incertidumbre actual en un servicio confiable.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿De qué manera un aplicativo móvil de geolocalización mejora el nivel de satisfacción del transporte estudiantil que ofrece la UNA Puno?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación de la presente investigación radica en la necesidad de mitigar la incertidumbre y la percepción negativa que experimentan los estudiantes usuarios del transporte universitario. Cientos de alumnos dependen de estos vehículos para su traslado diario; no obstante, la falta de información en tiempo real sobre rutas y horarios ha provocado un bajo nivel de satisfacción. En este contexto, la implementación de un aplicativo móvil de geolocalización se presenta como una solución práctica y directa. Permitiendo a los estudiantes saber con precisión dónde está el bus y cuándo llegará, eliminando esperas prolongadas, Este aplicativo no solo mejorará la percepción general

del servicio, sino que también se proyecta un incremento en su uso efectivo al elevar sustancialmente el nivel de satisfacción de los usuarios.

La implementación no solo beneficia a los estudiantes, sino que también posee un valor metodológico, al integrar el desarrollo ágil de software con instrumentos de medición estadística para validar su impacto. Esto permitirá confirmar cómo un aplicativo de geolocalización mejora la gestión de vehículos en entornos académicos, ofreciendo un modelo replicable para otras instituciones. En resumen, se implementaría una solución tecnológica necesaria que generará beneficios prácticos inmediatos para los estudiantes y aportes al conocimiento sobre la gestión de los vehículos.

1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Implementar un aplicativo móvil de geolocalización para la mejora del nivel de satisfacción del transporte estudiantil que ofrece la UNA Puno.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar las necesidades de los usuarios y los requisitos para la implementación del aplicativo móvil.
- Diseñar la arquitectura y una interfaz de usuario amigable en el aplicativo móvil.
- Implementar el aplicativo móvil en base a los diseños.
- Realizar pruebas y evaluaciones para garantizar la funcionalidad del aplicativo móvil.

1.5. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

1.5.1. Hipótesis General

El Aplicativo móvil de geolocalización, influye de manera positiva en la mejora del nivel de satisfacción del transporte estudiantil que ofrece la UNA Puno.

1.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de Variables

Tipo	Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala
Independiente	Aplicativo móvil de geolocalización	Aplicativo que mostrará la información relacionada a la localización de los vehículos	Existencia del aplicativo	Sin aplicación	Dicotómica (con/sin)
				Con aplicación	
Dependiente	Nivel de satisfacción del transporte estudiantil	Se basa en cómo se sienten los estudiantes en relación al transporte ofrecido por la universidad	Capacidad de Respuesta	Acceso a la información	Escala de Likert
				Tiempo de espera al encontrar un bus	Minutos y segundos
			Fiabilidad	Cumplimiento de los Horarios	Escala de Likert
				Uso de los paraderos	Escala de Likert

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes nacionales

Blas (2018), En su investigación “Aplicativo móvil para la planificación y control de rutas en Transportes Huáscar S.A”, Tuvo como objetivo la Creación una aplicación móvil para gestionar y supervisar las rutas de “Transportes Huáscar S.A.” Esto debido a que la empresa enfrentaba desafíos como la demora de los autobuses y el costo del combustible, lo que generaba conflictos con los usuarios y pérdidas de tiempo y dinero. La aplicación fue desarrollada con IONIC y programada en PHP con una base de datos MySQL, Como resultado ha demostrado ser efectiva para mejorar la gestión de las rutas en “Transportes Huáscar S.A.”, reduciendo tanto el tiempo como los costos de viaje. El estudio se realizó utilizando un enfoque experimental aplicado y un diseño de investigación pre experimental.

Ordoñez Marín (2019), En su investigación “Desarrollo de una aplicación web para el control y monitoreo en tiempo real que permita mejorar el servicio del transporte interno de la universidad nacional de Cajamarca”. Tuvo como objetivo crear un aplicativo web para supervisar y controlar en tiempo real el servicio de transporte interno de la Universidad Nacional de Cajamarca. Para desarrollar esta aplicación, se utilizaron tecnologías como “Node.js”, “socket.IO” y “Postgresql”, además se adoptó la arquitectura de “modelo vista controlador” para trabajar con planos, trazar y monitorear rutas utilizando Google Maps y sus API. La conclusión

del estudio fue que una aplicación web de este tipo puede mejorar significativamente la calidad del servicio de transporte en la Universidad Nacional de Cajamarca.

Carrera Muñoz (2020), En su investigación “Aplicación móvil en la determinación de las rutas más eficientes de transporte público de la ciudad de Trujillo”, exploró el impacto de una aplicación móvil en la optimización de las rutas de transporte público en la ciudad de Trujillo. Los objetivos eran evaluar cómo la aplicación afecta la eficiencia del tiempo de viaje, la distancia recorrida y el costo del pasaje. Los resultados indicaron que la aplicación tuvo un efecto positivo en la optimización de las rutas de transporte público, reduciendo el tiempo de viaje en un 20%, la distancia recorrida en un 30% y el costo del pasaje en un 24%.

Herrera (2020), En su estudio “Influencia del uso de la aplicación móvil Kashañan en la satisfacción de usuarios del servicio de transporte público de la ciudad de Cajamarca 2020”, diseñó y desarrolló un aplicativo móvil llamada “Kashañan” que proporciona información en tiempo real sobre las rutas de transporte público y la ubicación de los autobuses utilizando mapas geográficos. La aplicación fue desarrollada siguiendo la metodología de gestión de proyectos PMI, a su vez de la metodología ágil SCRUM. Los resultados principales en esta investigación, indicaron que el uso del aplicativo móvil tiene un impacto significativo en el servicio de transporte, ya que se encontró que más del 75% de los usuarios obtuvieron información sobre la ubicación y las rutas de este.

Ccopa Yapura & Condori Quispe (2024), Abordaron la necesidad de optimizar el servicio de transporte universitario que ofrece la Universidad

Nacional Amazónica de Madre de Dios, mediante la implementación de un aplicativo web y móvil. Su objetivo principal fue determinar la influencia de esta herramienta sobre la eficiencia y calidad del servicio, dado que la problemática central radicaba en la falta de información que enfrentaban los usuarios respecto a rutas fijas, ubicación precisa de paraderos y horarios establecidos. Para el desarrollo del sistema, se adoptó la metodología ágil SCRUM. Además, se emplearon tecnologías como el lenguaje Kotlin para la interfaz móvil y el framework Laravel para el backend web. La investigación concluyó que la implementación de la aplicación tuvo un impacto sustancial en la mejora operativa del servicio, demostrando que la provisión de información en tiempo real es fundamental para incrementar la satisfacción y la eficiencia en el transporte universitario.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Vargas & Botero (2021), en su tesis “Análisis y diseño de aplicativo móvil para la gestión de rutas y horarios de los buses en la ciudad Pereira”, Se plantearon crear un sistema para la gestión de rutas y horarios de los autobuses públicos en la ciudad de Pereira. Este sistema permite a los usuarios consultar la información de transporte relevante a través de una aplicación móvil en sus teléfonos móviles, así como en pantallas o dispositivos de visualización disponibles en las paradas de autobús o lugares de interés. Se encontró que la implementación de un sistema de información para gestionar las rutas y horarios de los autobuses tuvo una acogida favorable y se percibió como una solución innovadora, útil y fácil de usar para los pasajeros.

Quimbita Tonato (2023), En su tesis, “Desarrollo de un dispositivo para localización y obtención de parámetros de vehículos mediante una aplicación móvil”. Este dispositivo se implementó a través de una red de Internet de las Cosas (IoT) y tiene como objetivo localizar un dispositivo que proporciona su ubicación precisa a través de un GPS integrado. Los resultados mostraron que el sistema GPS funcionó según lo previsto.

Aldás & Aldás (2021), En su tesis “Aplicación móvil de geolocalización para gestión y control de vendedores de la empresa Skandinar s.a.”, crearon una aplicación móvil de geolocalización para la gestión y supervisión de los vendedores de la empresa “Skandinar s.a”. Esta aplicación fue diseñada para mejorar la eficiencia de los vendedores al asignarles rutas y permitir la localización geográfica de los clientes que pertenecen a dichas rutas. Además, proporciona al gerente del departamento de ventas una herramienta eficaz para supervisar y garantizar el cumplimiento de las tareas de su equipo. Como resultado, la aplicación permitió trabajar con geolocalización basada en tecnología GPS para precisar las rutas asignadas, proporcionando distancias y tiempos de cobertura, lo que resultó en una mayor eficiencia en el proceso de asignación al cumplir con los tiempos estimados utilizando un mínimo de recursos.

Salazar & Guzmán (2020), En su investigación “Desarrollo de una aplicación bajo Android para el control y monitoreo de unidades vehiculares en la empresa Tcplumesal SA”, Presentó una aplicación Android para la empresa “Tcplumesal SA”, que permitió el seguimiento y control de unidades en tiempo real. Esta aplicación, incluyó módulos para seguridad, ubicación actual, incidentes, reportes y monitoreo. Como resultado, la aplicación ha demostrado ser útil para gestionar eficientemente los tiempos y rutas de los vehículos.

Delgado Pérez & Delgado May (2022), En su artículo “SMART-ROUTE-BUS APP dinámica para tu viaje en transporte público”, plantearon la creación de una aplicación para rastrear las rutas del único servicio de transporte público que llega al Tecnológico Nacional de México en la ciudad de Hidalgo. La aplicación, desarrollada en Kotlin, incluye una función de alarma para indicar cuando el servicio está lleno y se necesitan más unidades. A través de una investigación cuantitativa, se descubrió que la aplicación es muy útil, especialmente para conocer en tiempo real la ruta de las unidades y planificar el viaje. Las alertas de demanda de los usuarios permitieron enviar más unidades de transporte a los lugares con alta demanda y reorganizar las rutas. Los conductores de las unidades de transporte informaron que la aplicación les permitió proporcionar un mejor servicio a los usuarios y asegurar una distribución y movimiento ordenado e igualitario de las unidades.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Servicio de transporte

Actividad mediante la cual un prestador habilitado pone a disposición de usuarios (personas o bienes) los medios de transporte adecuados, a lo largo de rutas o redes definidas, dentro de una estructura operacional y regulatoria que garantiza desplazamientos seguros, continuos y eficientes, normalmente a cambio de una contraprestación o con propósitos de movilidad colectiva y de acceso social. Esta actividad abarca la planificación, operación, infraestructura, comercialización y regulación del traslado, y en los casos de servicio público incorpora valores de universalidad, igualdad de acceso y continuidad. (Mendoza Alegre, 2009; PIARC, s. f.)

2.2.2. Satisfacción

Se entiende como el grado o nivel en que un usuario o cliente valora su experiencia al comparar el desempeño real de un producto o servicio con sus expectativas previas. Cuando el desempeño percibido es inferior a lo esperado, se manifiesta insatisfacción; cuando coincide, hay satisfacción; y cuando lo supera, se genera una elevada satisfacción o hasta deleite (Kotler, 2003).

Esta evaluación subjetiva incorpora elementos cognitivos (la comparación entre expectativas y resultados) y afectivos (las emociones resultantes del consumo o uso). Además, se considera un indicador clave tanto para la retención del cliente como para la mejora continua del servicio (Kotler & Keller 2016).

En el contexto específico del transporte, la satisfacción se encuentra intrínsecamente ligada a la calidad del servicio percibida. De acuerdo con Haron, Noor & Sadullah (2015), la evaluación del transporte no debe limitarse a métricas operativas convencionales (como frecuencia o capacidad), sino que debe centrarse en la perspectiva del cliente y en cómo el servicio cubre sus necesidades y demandas.

2.2.3. Modelo transqual

El Modelo TRANSQUAL es un instrumento diseñado específicamente para medir el desempeño de la calidad del servicio de autobuses, desarrollado con el objetivo de delinear la perspectiva del cliente, superando los métodos convencionales que se centraban únicamente en la capacidad y frecuencia operativa (Haron et al., 2015). Este modelo propone siete dimensiones que determinan la satisfacción del usuario:

- **Fiabilidad:** Definida como la capacidad de cumplir con el acuerdo de servicio de manera precisa y confiable.
- **Seguridad:** Referida a la disposición para ayudar a los usuarios y ofrecer retroalimentación inmediata.
- **Capacidad de Respuesta:** Entendida como respuesta inmediata en la información deseada por los usuarios.
- **Accesibilidad:** Conceptualizada como la facilidad e impacto de la comunicación para acceder al servicio.
- **Instalaciones Físicas:** Evalúa la infraestructura, específicamente las instalaciones en paraderos de autobús, terminales y el sistema de boletaje.
- **Ambiente:** Considera factores externos como la contaminación y la congestión vehicular.
- **Imagen:** Mide el desempeño actual del autobús y su reputación percibida.

2.2.4. Aplicativo móvil

Es un programa informático diseñado para ejecutarse en dispositivos portátiles como teléfonos inteligentes o tabletas. Estas aplicaciones permiten realizar tareas específicas o acceder a servicios mediante una interfaz intuitiva y optimizada para pantallas táctiles (Pressman & Maxim, 2019).

De acuerdo con Marqués (2018), los aplicativos móviles representan una evolución del software tradicional, pues integran tecnologías de conectividad, geolocalización, sensores y almacenamiento en la nube, lo que posibilita ofrecer servicios personalizados y en tiempo real al usuario. Además, su desarrollo se apoya frecuentemente en frameworks multiplataforma como Flutter o React

Native que facilitan su despliegue en sistemas operativos Android e iOS con una misma base de código.

Desde una perspectiva funcional, un aplicativo móvil no solo cumple la función técnica de ejecutar procesos, sino también la de mejorar la experiencia del usuario a través de la accesibilidad, portabilidad y usabilidad (Nielsen, 2012). En el ámbito empresarial y de servicios públicos, los aplicativos móviles se han convertido en herramientas esenciales para la interacción digital, la gestión de información y la optimización de procesos operativos.

En síntesis, puede definirse el aplicativo móvil como un sistema de software diseñado para dispositivos móviles que permite al usuario ejecutar funciones específicas, conectarse con servicios en línea y acceder a información en tiempo real mediante una interfaz optimizada y adaptable (Pressman & Maxim, 2019; Marqués, 2018).

2.2.5. Flutter

Flutter es un framework de desarrollo de aplicaciones móviles creado por Google. Según sus creadores, Flutter permite crear aplicaciones nativas de alta calidad para iOS y Android con una sola base de código. Flutter se basa en el lenguaje de programación Dart y utiliza un motor de renderizado propio llamado Skia. Alessandria & Kayfitz (2021), resaltan las ventajas de Flutter para los desarrolladores, como la rapidez de desarrollo, el rendimiento, la personalización y la interoperabilidad con el código nativo. Además, Flutter cuenta con una amplia comunidad de desarrolladores que contribuyen con paquetes, plugins y tutoriales.

2.2.6. Firebase

Firebase es una plataforma en la nube creada por Google que facilita el desarrollo y la calidad de las aplicaciones web y móviles. Según López (2020), Firebase "su función esencial es hacer más sencilla la creación de tanto aplicaciones webs como móviles y su desarrollo, procurando que el trabajo sea más rápido, pero sin renunciar a la calidad requerida". Firebase ofrece una variedad de servicios y herramientas para optimizar el proceso de creación de apps, tales como: bases de datos en tiempo real, autenticación de usuarios, hosting y almacenamiento, aprendizaje automático, análisis y monetización. Estos servicios están disponibles para distintas plataformas (iOS, Android y web) y permite centrarse más en el frontend y delegar el backend a la plataforma. Como afirma la documentación oficial de Firebase, "inicia tu backend sin administrar servidores". Firebase reduce el tiempo y el esfuerzo necesarios para crear apps potentes y escalables.

2.2.7. Firestore database

Firestore es un servicio de base de datos NoSQL flexible, escalable y optimizado para el desarrollo de aplicaciones móviles, web y de servidor. A diferencia de las bases de datos relacionales, Firestore organiza los datos en una jerarquía de colecciones y documentos. Un documento es una estructura ligera que contiene pares de clave-valor, mientras que una colección es un contenedor de documentos. Esta estructura de datos anidada permite modelar información compleja de manera intuitiva y eficiente. Una de sus características más destacadas es la sincronización en tiempo real, que permite que los cambios en la base de datos se propaguen instantáneamente a todos los clientes conectados,

manteniendo los datos actualizados sin necesidad de recargar la página o la aplicación (Google, 2025c).

2.2.8. Realtime database

Firestore Realtime Database es una base de datos NoSQL que almacena los datos en un único árbol de formato JSON. Este servicio se distingue por su enfoque en la sincronización de datos en tiempo real, donde los cambios en la base de datos son reflejados instantáneamente en todos los clientes conectados, incluso cuando la aplicación está fuera de línea. Esta capacidad es fundamental para aplicaciones que dependen de una latencia extremadamente baja y una comunicación constante entre los usuarios. A diferencia de Firestore, su estructura de datos monolítica requiere una planificación más cuidadosa para evitar problemas de escalabilidad a medida que el conjunto de datos crece. Por lo tanto, es una solución robusta para casos de uso específicos como chats en vivo, juegos multijugador o cualquier funcionalidad que demande actualizaciones de datos en una fracción de segundo (Google, 2025d).

2.2.9. Cloud functions

Cloud Functions es un servicio de computación sin servidor que permite ejecutar código de backend en respuesta a eventos desencadenados por los servicios de la nube o por solicitudes HTTP. Al utilizar Cloud Functions, los desarrolladores pueden escribir y desplegar pequeñas unidades de código que ejecutan tareas específicas sin tener que gestionar la infraestructura de servidores. Por ejemplo, una función puede ser activada cuando un nuevo usuario se registra en la base de datos, lo que a su vez podría enviar un correo electrónico de bienvenida. Esto facilita la creación de lógica de servidor y la automatización de

flujos de trabajo en una arquitectura de microservicios, lo que se traduce en un desarrollo más ágil y un menor costo operativo (Google, 2025a).

2.2.10. Cloud messaging

Firebase Cloud Messaging (FCM) es un servicio de mensajería que facilita el envío de notificaciones push y mensajes a través de plataformas como Android, iOS y la web. Proporciona una conexión confiable y segura entre el servidor de la aplicación y los dispositivos del usuario, permitiendo a los desarrolladores enviar mensajes dirigidos a un solo dispositivo, a un grupo de dispositivos o a todos los suscriptores de un tema en particular. Esta capacidad es esencial para mantener a los usuarios comprometidos y actualizados sobre eventos importantes, como un nuevo mensaje de chat, una alerta de noticias o una promoción. FCM es un componente clave en la estrategia de retención de usuarios de cualquier aplicación móvil o web (Google, 2025b).

2.2.11. GPS

El GPS (Sistema de Posicionamiento Global) es un sistema de navegación por satélite que permite determinar la ubicación, velocidad y tiempo de un objeto o persona en cualquier parte del mundo. El GPS se basa en una red de 24 satélites que orbitan la Tierra a una altura de unos 20.000 km y que emiten señales de radiofrecuencia que son captadas por los receptores GPS. Estos receptores calculan la distancia a cada satélite y, mediante un proceso matemático llamado trilateración, determinan su posición en un sistema de coordenadas geográficas.

Fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en la década de 1970 con fines militares, pero posteriormente se abrió al uso civil. Desde entonces, el GPS ha tenido numerosas aplicaciones en diversos campos

como la geodesia, la cartografía, la navegación marítima y aérea, el transporte terrestre, la agricultura, la minería, el rescate, el deporte y el ocio.

Según varios autores, el GPS se puede considerar como una tecnología que ha revolucionado la forma de entender y representar el espacio geográfico, así como de interactuar con él. Por ejemplo, Kaplan & Hegarty (2008) afirman que el GPS ha permitido una mayor precisión y accesibilidad en la medición y el mapeo del espacio, así como una mayor integración y comunicación entre diferentes sistemas de información geográfica. Por su parte, Kitchin & Dodge (2007) sostienen que el GPS ha facilitado la creación de nuevos espacios virtuales e híbridos que combinan lo físico y lo digital, así como nuevas formas de movilidad y sociabilidad basadas en la localización.

2.2.12. Open Street Map

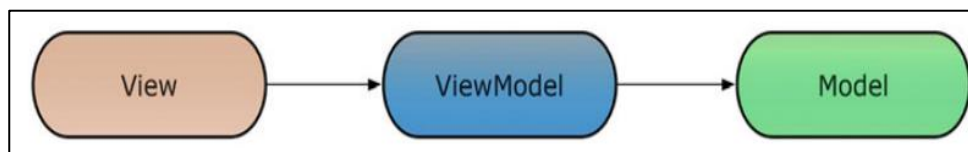
Es un proyecto colaborativo y de código abierto para crear un mapa del mundo de acceso gratuito y editable. Se considera la "Wikipedia de los mapas" porque, al igual que la enciclopedia, su contenido es generado y mantenido por una comunidad global de voluntarios. A través de la colaboración, los usuarios pueden añadir, editar y mejorar datos geográficos como calles, edificios, puntos de interés, y cuerpos de agua, utilizando una variedad de herramientas y fuentes, incluyendo GPS, fotografías aéreas, y su propio conocimiento del terreno. Como se afirma en su propia documentación, el objetivo es crear una fuente de datos espaciales global y libre. Esta naturaleza de código abierto hace que OSM sea una alternativa popular a los servicios de mapas comerciales, permitiendo su uso en una amplia gama de aplicaciones, desde el desarrollo de software hasta la investigación académica y la planificación urbana. (OpenStreetMap, s. f.).

2.2.13. Modelo Vista Vista-Modelo (MVVM)

Es un patrón de arquitectura de software que separa la lógica de la aplicación en tres componentes interconectados. Su objetivo principal es facilitar el desarrollo de interfaces al mejorar la separación de responsabilidades y la capacidad de prueba del código. Este patrón es una evolución del Modelo-Vista-Presentador (MVP), creado para aprovechar al máximo las capacidades de enlace de datos de las plataformas modernas, como Windows Presentation Foundation (WPF) y, más tarde, Android y iOS (Microsoft Docs, 2024).

Figura 1

Patrón del Modelo Vista - Vista Modelo



Fuente: Kouraklis, J. (2016).

Los componentes de este patrón se describen a continuación, detallando la función que cumple cada uno dentro de la arquitectura propuesta y la manera en que interactúan entre sí.

- **Modelo (Model):** Representa los datos y la lógica del negocio. Es la fuente de la verdad para la aplicación y no tiene conocimiento de la Vista o de la Vista-Modelo. Se encarga de la gestión de la información, el acceso a la base de datos y la implementación de las reglas de negocio.
- **Vista (View):** Es la interfaz de usuario, lo que el usuario ve y con lo que interactúa. En el MVVM, la Vista es pasiva y se "enlaza" a las propiedades y comandos de la VistaModelo para mostrar los datos y reaccionar a los

eventos del usuario. Esto significa que la Vista no contiene lógica de negocio, lo que la hace más fácil de diseñar y mantener.

- **Vista-Modelo (ViewModel):** Actúa como el puente entre el Modelo y la Vista. Contiene la lógica de presentación de la interfaz de usuario, exponiendo los datos del Modelo de una manera que la Vista pueda usar fácilmente. También se encarga de procesar las acciones del usuario, como clics de botón, y de actualizar el Modelo si es necesario. A diferencia de la Vista, la VistaModelo puede ser probada de forma independiente, sin necesidad de una interfaz gráfica.

2.2.14. Metodología Mobile-D

La Metodología Mobile-D (Mobile Development) es un enfoque ágil diseñado específicamente para abordar los desafíos únicos del desarrollo de aplicaciones móviles. Fue creada por Pekka Abrahamsson y su equipo de investigación en el proyecto finlandés VTT Electronics a principios de los años 2000, con el propósito de adaptar los principios ágiles como la colaboración, la iteración continua y la entrega temprana de valor al contexto particular del desarrollo móvil (Abrahamsson et al., 2004).

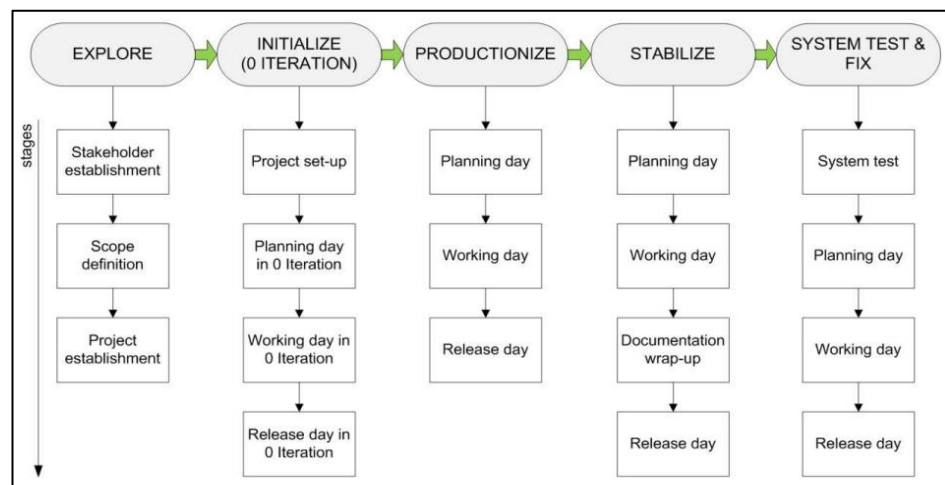
Mobile-D surge en respuesta a las limitaciones tecnológicas de la época, como la escasa capacidad de memoria, la fragmentación de plataformas y los ciclos de desarrollo cortos. Esta metodología combina los principios de Extreme Programming (XP), Crystal methodologies y Rational Unified Process (RUP), adaptándolos a las necesidades de proyectos móviles que requieren alta calidad, velocidad de entrega y capacidad de adaptación (Abrahamsson et al., 2005; Sánchez & Sánchez, 2018).

2.2.14.1. Fases de Mobile-D

Mobile-D se estructura en un ciclo de proyecto compuesto por cinco fases principales, que pueden tener un enfoque iterativo, especialmente en la fase de Producción.

Figura 2

Fases de Mobile-D



Fuente: (VTT Electronics, 2006)

- **Exploración:** Esta fase inicial se centra en establecer la visión y el alcance general del proyecto móvil. El equipo trabaja con el cliente para definir los objetivos de alto nivel, identificar a los principales stakeholders y recopilar un conjunto inicial de requisitos que guiarán el desarrollo. Se toma en cuenta el mercado objetivo, las posibles plataformas y se establece la arquitectura preliminar del sistema, sentando las bases de lo que se construirá sin entrar en detalles de implementación.
- **Inicialización:** La fase de inicialización prepara al equipo y al entorno para comenzar la construcción. Se enfoca en la planificación detallada de la primera iteración de desarrollo, la

verificación de los patrones arquitectónicos y la realización de cualquier análisis profundo que sea necesario antes de la codificación. Además, se asegura que las herramientas, la infraestructura de desarrollo (como servidores y entornos de prueba) y los recursos necesarios estén disponibles y configurados correctamente para que el equipo pueda pasar eficientemente a la fase de producción.

- **Producción:** La fase de producción es el núcleo del desarrollo, donde la funcionalidad del software se implementa de forma iterativa y continua. Se caracteriza por ciclos de desarrollo muy cortos, a menudo de días, que incluyen planificación, codificación y pruebas. El equipo sigue el principio de Desarrollo Dirigido por Pruebas (TDD), donde las pruebas unitarias se escriben antes del código de producción. El objetivo es entregar periódicamente funcionalidad demostrable y funcional, logrando la integración continua de las nuevas características.
- **Estabilización:** Una vez que se ha implementado toda la funcionalidad principal durante la Producción, la fase de estabilización se centra en la integración final y el refinamiento del sistema completo. Aunque se asemeja a la fase anterior, el enfoque aquí cambia de agregar nuevas características a asegurar que todo funcione junto sin fallas. Se corrigen errores mayores, se optimiza el rendimiento y se puede generar la documentación final requerida para el lanzamiento, preparando el producto para la validación exhaustiva.

- **Pruebas:** La fase final se dedica a la validación completa del producto móvil antes de su lanzamiento. El propósito es eliminar todos los defectos críticos y validar el sistema frente a los requisitos de aceptación del cliente. Es crucial que no se introduzca código nuevo en esta fase; el equipo se concentra exclusivamente en la corrección de *bugs* para alcanzar una versión estable y de alta calidad que esté lista para ser desplegada en el entorno de producción o en las tiendas de aplicaciones.

2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Backend

Es la parte del software que se encarga del procesamiento y almacenamiento de datos en una aplicación web o móvil (Pérez & García, 2020).

2.3.2. Cliente – Servidor

Se refiere a un modelo de comunicación que vincula varios dispositivos informáticos a través de una red. El cliente realiza peticiones de servicios al servidor, que se encarga de satisfacer dichos requerimientos (Tanenbaum & Van Steen, 2007).

2.3.3. Frontend

Es la parte del software que se encarga de la interfaz gráfica y la interacción con el usuario en una aplicación web o móvil (Pérez & García, 2020).

2.3.4. Framework

Es un conjunto de herramientas y librerías que se utilizan para desarrollar aplicaciones web y móviles. Los frameworks simplifican el proceso de desarrollo al proporcionar una estructura predefinida para la aplicación (Sommerville, 2011).

2.3.5. Flutter

Es un framework de código abierto desarrollado por Google para crear aplicaciones nativas para Android, iOS, web y escritorio desde una única base de código (Google Developers, 2022).

2.3.6. Firebase

Es una plataforma desarrollada por Google que ofrece servicios en la nube como base de datos en tiempo real, autenticación, almacenamiento y análisis, facilitando el desarrollo de aplicaciones móviles y web (Google Firebase, 2022).

2.3.7. Geocercas

Son áreas geográficas virtuales delimitadas mediante coordenadas GPS, que permiten activar acciones automáticas cuando un dispositivo entra o sale de dicha zona (Zhang, Chen, Zhao & Li, 2019).

2.3.8. GPS

Es un sistema de posicionamiento global basado en satélites que permite determinar la ubicación geográfica exacta de un dispositivo en cualquier parte del mundo (Kaplan & Hegarty, 2017).

2.3.9. Librerías

Son colecciones de código reutilizable que proporcionan funciones o componentes específicos para ser usados dentro de programas o aplicaciones (Sommerville, 2011).

2.3.10. Metodología Ágil

Conjunto de principios y prácticas para el desarrollo de software que promueve la colaboración, la adaptabilidad y la entrega continua de valor al cliente (Beck et al., 2001).

2.3.11. Testing

Es el proceso de verificación y validación del software que busca detectar errores y garantizar que el sistema cumpla con los requisitos establecidos (Myers, Sandler & Badgett, 2011).

2.3.12. NoSQL

Es un tipo de base de datos que no utiliza el modelo relacional tradicional y está diseñada para manejar grandes volúmenes de datos no estructurados o semiestructurados (Sadalage & Fowler, 2012).

2.3.13. JSON

Es un formato ligero de intercambio de datos, fácil de leer y escribir por humanos, y sencillo de interpretar por máquinas. Se utiliza comúnmente para la comunicación entre cliente y servidor (Bray, 2017).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DEL ESTUDIO

El proyecto se realizará en la ciudad de Puno, siguiendo la ruta del transporte de estudiantes de la UNAP

3.2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Hardware

- Laptop Acer Nitro 5 Ryzen 5 2500U
- Smartphone Android con GPS

3.2.2. Software

- Visual Studio Code
- Android Studio
- Figma

3.2.3. Servicios

- Datos móviles

3.3. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. Tipo de investigación

La presente investigación se rige bajo un enfoque cuantitativo. Se adopta esta perspectiva debido a que el estudio se fundamenta en la recolección de datos para probar la hipótesis planteada, basándose en la medición y el análisis

estadístico para determinar el impacto del aplicativo móvil. De acuerdo con Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2014), este enfoque es esencial cuando se busca establecer patrones de comportamiento precisos y probar teorías mediante el uso de la estadística, lo cual se refleja en este trabajo a través de la evaluación objetiva de las variables.

3.3.2. Diseño de la investigación

Se aplicó un diseño pre experimental con un solo grupo debido a la naturaleza del contexto y del objetivo de estudio. El grupo de estudio estuvo conformado por los usuarios del servicio de transporte, a quienes se les aplicó una prueba previa (Pre test) para evaluar su percepción y comportamiento antes de la intervención. Posteriormente, se implementó el tratamiento, consistente en el uso del aplicativo móvil desarrollado, y finalmente se llevó a cabo una prueba posterior (Post test), con el fin de determinar los cambios generados por el uso de la aplicación.

Ge: O1 X O2

Donde:

- Ge: Grupo experimental, conformado por los usuarios del servicio de transporte
- O1: Pre test
- O2: Post test
- X: Uso de la Aplicación

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Población

La población del estudio estuvo conformada por todos los estudiantes que utilizan activamente el transporte estudiantil de la Universidad Nacional del Altiplano.

3.4.2. Muestra

El tamaño de la muestra se estableció en 30 estudiantes. Para la selección de estos participantes, se determinó utilizar un muestreo no probabilístico por conveniencia, siguiendo el enfoque metodológico propuesto por Hernández Sampieri et al. (2014), Esta elección se justifica debido a la imposibilidad práctica de definir un marco muestral preciso y dinámico, el cual, según el autor, es un requisito fundamental e indispensable para poder aplicar cualquier tipo de muestreo probabilístico. A continuación, se detallan los factores específicos que sustentan la adopción de este tipo de muestreo:

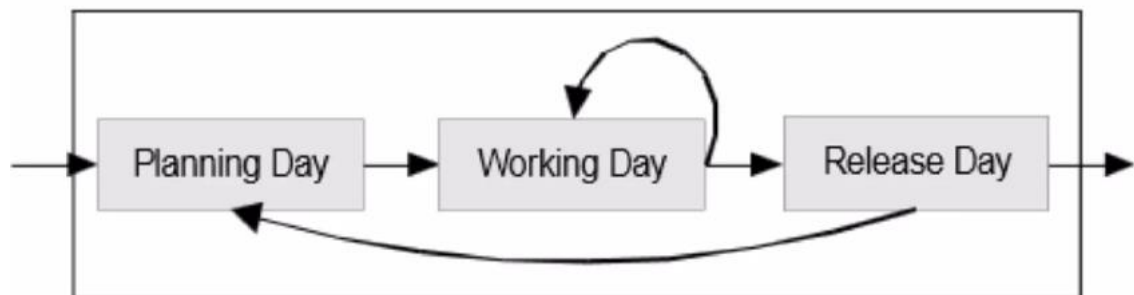
- **Uso no repetitivo del servicio:** El uso del servicio de transporte por parte de los estudiantes no sigue un patrón fijo ya que los estudiantes pueden variar la frecuencia de rutas y días de uso esto ocasiona que no exista un listado consolidado y actualizado de usuarios activos en un momento dado haciendo que sea improbable la determinación de una probabilidad conocida que tiene cada elemento al ser seleccionado.
- **Viabilidad logística y temporal:** Dado a lo planteado inicialmente el muestreo garantiza la obtención de una muestra de usuarios reales y disponibles y dispuestos a participar en el estudio en el momento y lugar en el que se implemente el aplicativo.

3.5. METODOLOGIA DE DESARROLLO

Para la ejecución del presente proyecto se optó por la metodología Mobile-D, cuya estructura permitió una gestión eficiente del ciclo de vida del desarrollo, asegurando la entrega del aplicativo sin contratiempos. Esta metodología se fundamenta en un enfoque ágil diseñado específicamente para las limitaciones y particularidades del software móvil. Según Abrahamsson et al. (2004), Mobile-D se articula en cinco fases críticas: Exploración, Inicialización, Implementación, Estabilización y Cierre de Sistema. Cada fase integra iteraciones cortas que facilitan la detección temprana de errores y garantizan un desarrollo acelerado y adaptable a cambios.

Figura 3

Iteraciones de la metodología mobile-d



Fuente: (VTT Electronics, 2006)

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS

3.6.1. Encuesta

Para realizar el análisis comparativo entre el Pre test y el Post test, se optó por aplicar una encuesta (Anexo 2), dirigida a los estudiantes usuarios del transporte estudiantil. Esta técnica permitió recopilar información directa sobre su nivel de satisfacción antes y después de la implementación del proyecto, asegurando así una evaluación objetiva y basada en percepciones reales de los beneficiarios. Con ello, fue posible identificar cambios y mejoras relacionados con la calidad del servicio y el impacto del aplicativo desarrollado.

Esta encuesta se basó en 3 preguntas cerradas para determinar su nivel de satisfacción y una para medir el tiempo de espera del bus.

3.6.2. Análisis de datos

Para el análisis inferencial de los datos, se seleccionó la prueba T-Student para muestras relacionadas. Esta prueba es estadísticamente adecuada para comparar las medias de dos grupos que provienen de la misma muestra (como el Pre test y el Post test) y es la técnica recomendada cuando los datos cumplen los supuestos paramétricos. Cabe destacar que la T-Student es especialmente robusta y válida para muestras pequeñas, siempre que se verifique el supuesto de normalidad (Corder & Foreman, 2014). El uso de esta prueba permitió identificar y cuantificar el impacto estadístico en las variables de estudio, acorde con el diseño de investigación.

Adicionalmente, se consideró la prueba de Wilcoxon. Esta es la contraparte no paramétrica de T-Student para muestras relacionadas y es la opción



predilecta cuando el tamaño de la muestra es reducido y no se puede garantizar una distribución normal. Ambas pruebas abordan el mismo objetivo: determinar si existe una diferencia significativa entre las dos mediciones de la misma muestra, asegurando la validez del análisis inferencial independientemente de la distribución de los datos.

3.6.3. Procesamiento de datos

Los datos fueron procesados usando las hojas de cálculo de Google y el programa IBM SPSS statistics.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINAR LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS Y LOS REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL APLICATIVO MÓVIL.

En este primer objetivo se busca analizar el comportamiento de los usuarios del servicio de transportes de la universidad, con el objetivo de poder entender las necesidades, delimitar el alcance del proyecto, identificar a los posibles interesados y priorizar que requerimientos tendrá el aplicativo para su desarrollo.

4.1.1. Definición de Alcance del aplicativo

La definición del alcance del aplicativo se basó en un análisis integral del servicio de transportes, el cual permitió identificar a los grupos de interés clave que participan en toda la operación. Entender sus roles y necesidades fue fundamental para establecer el enfoque funcional que tendría la aplicación. Dichos interesados se describen a detalle en la siguiente tabla.

Tabla 2

Establecimiento de los grupos de interés

Grupos de interés	Descripción
Sub unidad de transportes	Encargados de programar y coordinar las rutas y paraderos.
Estudiantes	Estudiantes que hacen uso del servicio de transportes.
Conductores	Conductores de los vehículos del servicio de transporte.

Fuente: Elaboración propia

Al identificar las funciones que tiene cada grupo, se concluyó que un único aplicativo generaría complejidad de uso y gestión; por consiguiente, el alcance del proyecto se estableció como un aplicativo con tres versiones independientes. Esta segmentación garantiza que cada parte del servicio reciba una solución optimizada: una versión para el Administrador (centrada en la sistematización, control histórico y programación de rutas), una versión para el Conductor (enfocada en la ejecución de rutas y el reporte de posición en tiempo real), y una versión para el Estudiante (orientada a la consulta de información y la experiencia de usuario).

4.1.2. Historias de usuario

Las historias de usuario del aplicativo se definieron usando un enfoque mixto. Se aplicaron encuestas y entrevistas a los estudiantes para saber qué mejoras necesitaban en el servicio de transportes, lo que ayudó a crear las historias de la versión de usuario. Al mismo tiempo, se coordinó con la sub unidad de transportes para entender la lógica de negocio y los procedimientos administrativos. Esta información fue vital para obtener los requisitos específicos de las versiones de Administrador y Conductores. Todas estas historias consolidadas se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 3

Historia de usuario - Iniciar sesión en la aplicación

Código: HU01	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 1 día
Descripción: Como usuario (Estudiante, conductor, Administrador), quiero poder iniciar sesión en la aplicación con mis credenciales, para que acceda a las funcionalidades correspondientes a mi usuario.		
Validación: - El usuario podrá ingresar a una pantalla login con los campos de correo y contraseña. - Al ingresar credenciales validas, el usuario ingresa a su interfaz correspondiente. - La sesión se mantiene activa hasta que se cierre sesión. - El usuario podrá seleccionar recordar mi contraseña. - El usuario a excepción del administrador solo podrá hacer login en su versión del aplicativo.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Historia de usuario - Recuperar contraseña olvidada.

Código: HU02	Prioridad: Media	Tiempo estimado: 1 día
Descripción: Como usuario, quiero poder reestablecer mi contraseña si la he olvidado.		
Validación: - El usuario verá un botón de olvide mi contraseña en la pantalla de login. - Se abrirá una pantalla donde se solicitará el correo del usuario. - El sistema envía un enlace o código de restablecimiento al correo electrónico registrado. - El usuario puede seguir los pasos para establecer una nueva contraseña. - La nueva contraseña permite iniciar sesión correctamente.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Historia de usuario - Registrar usuario estudiante

Código: HU03	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 1 día
Descripción: Como estudiante quiero poder registrarme en la aplicación proporcionando mi información, para que pueda acceder a los servicios de transporte universitario.		
Validación: - El usuario puede acceder a una pantalla de registro desde la pantalla de login. - El usuario registra información (nombre, correo institucional, contraseña). - El usuario solo se podrá registrar con su correo institucional.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Historia de usuario - Gestionar usuarios

Código: HU04	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 2 día
Descripción: Como un Administrador, quiero poder ver, crear, editar y desactivar cuentas para otros Administradores y Conductores, y poder ver y desactivar cuentas de Estudiantes, para que mantenga el control sobre el acceso al sistema y la disponibilidad de los usuarios.		
Validación: - El administrador puede ver una lista de todas las cuentas de usuarios (Administradores, Conductores, Estudiantes). - El administrador puede editar la información de un usuario existente (Administradores, Conductores). - El administrador puede cambiar el estado de una cuenta (Administradores, Conductores, Estudiantes).		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Historia de usuario - Gestionar rutas

Código: HU05	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 2 días
Descripción: Como administrador, quiero poder ver, crear, editar, y desactivar rutas, para poder gestionar de forma centralizada la información del servicio de transporte.		
Validación: - El administrador puede acceder a la opción de gestión de rutas - El administrador puede añadir nuevas rutas, asignar paraderos a estas y definir los horarios. - El administrador puede editar los detalles de rutas, paraderos y horarios. - El administrador puede eliminar rutas, paraderos y horarios. - El administrador puede ver todas las rutas, paraderos y horarios.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Historia de usuario - Gestionar vehículos

Código: HU06	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 2 días
Descripción: Como un Administrador, quiero poder registrar nuevos buses, modificar su información existente y desactivar buses que ya no estén operativos, para que la información del aplicativo esté siempre actualizada.		
Validación: - El administrador puede acceder a una sección de gestión de buses. - El administrador puede añadir un bus con la información específica (placa, modelo). - El administrador puede editar la información de cualquier bus. - El administrador puede cambiar el estado de un bus. - El administrador puede ver una lista completa de los buses.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Historia de usuario - Gestionar programaciones

Código: HU07	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 2 días
Descripción: Como un Administrador, quiero poder asignar un conductor y un bus a una ruta específica para un horario y día determinados, para que se establezca la operación diaria del servicio de transporte y los conductores conozcan sus turnos asignados.		
Validación: - El administrador puede acceder a una sección de programación de turnos. - El administrador puede crear, editar o cancelar una asignación existente. - El administrador puede ver un calendario o lista de todas las asignaciones programadas. - El sistema impide asignar un conductores o bus que ya esté ocupado en otro turno para el mismo horario.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Historia de usuario - Ver ubicación de un bus en tiempo real

Código: HU08	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 3 día
Descripción: Como estudiante quiero ver la ubicación en tiempo real del bus que esté disponible en base a la programación actual.		
Validación: - El usuario puede abrir la aplicación y ver un mapa. - Por defecto, el aplicativo muestra en el mapa los buses de la ruta programada en base a la fecha y hora actual que estén disponibles. - El mapa muestra el ícono del bus en movimiento sobre su ruta actual y los paraderos de esa ruta.		

Código: HU08	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 3 día
- El estudiante puede seleccionar cualquier bus activo en el mapa y ver su ubicación, ruta y detalles. - El estudiante puede cambiar la ruta visualizada para explorar otras rutas y sus buses. - El ícono del bus o buses de la ruta actual se actualiza en tiempo real (cada 5 segundos) reflejando su movimiento.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Historia de usuario – Ver información de buses, rutas y paraderos

Código: HU09	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 1 día
Descripción: Como estudiante, quiero visualizar todos los buses, rutas, paraderos y horarios.		
Validación: - El estudiante puede ver todas las rutas disponibles - El estudiante puede ver todos los buses disponibles - El estudiante puede ver todos los paraderos de una ruta - El estudiante puede ver todos los horarios de una ruta.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Historia de usuario - Recibir notificaciones de proximidad del bus

Código: HU10	Prioridad: Media	Tiempo estimado: 1 día
Descripción: Como un Estudiante, quiero recibir una notificación cuando un bus esté cerca de mi paradero, para que tenga tiempo de prepararme y llegar a tiempo al paradero sin esperas excesivas.		
Validación: - Cuando el bus entra en el paradero seleccionado, el estudiante recibe una notificación.		

Código: HU10	Prioridad: Media	Tiempo estimado: 1 día
- El estudiante puede activar o desactivar esta funcionalidad.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Historia de usuario - Iniciar y finalizar ruta

Código: HU11	Prioridad: Alta	Tiempo estimado: 1 día
--------------	-----------------	------------------------

Descripción:

Como conductor, quiero poder iniciar y finalizar mi ruta asignada desde la aplicación, y de esta forma iniciar la geolocalización del bus.

Validación:

- El conductor puede ver la programación de ruta asignada del día.
- Al iniciar ruta en el aplicativo, se actualiza el estado del bus y se inicia el envío de la ubicación.
- Al finalizar la ruta en el aplicativo, se actualiza el estado del bus y se termina el envío de la ubicación.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Historia de usuario - Ver historial de operación de rutas

Código: HU12	Prioridad: Media	Tiempo estimado: 2 días
--------------	------------------	-------------------------

Descripción:

Como un Administrador, quiero acceder a un historial de la operación de cada ruta para que pueda analizar patrones de uso, identificar picos de demanda y optimizar la planificación del servicio.

Validación:

- El administrador puede acceder a una sección de reportes de operación o historial de rutas.
- El administrador puede ver información de cada ruta cumplida a lo largo del tiempo

Código: HU12	Prioridad: Media	Tiempo estimado: 2 días
- El administrador puede aplicar filtros por conductor, fecha y hora de la información.		

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Plan de iteraciones

En base a la metodología Mobile-d se creó un plan de iteraciones con el cual se tendrá un panorama general de la ejecución del desarrollo del proyecto.

Tabla 15

Plan de iteraciones

Fases	Duración
Fase 1. Exploración	4 días
<i>Iteración 1</i>	
Establecer los interesados	1 día
Definir el alcance y limitantes del proyecto	1 día
Diseñar las historias de usuario	1 día
Crear plan de iteraciones	1 día
Fase 2. Inicialización	11 días
<i>Iteración 2</i>	
Diseñar la arquitectura del sistema	1 día
Diseñar los diagramas de casos de uso	1 día
Diseño de las interfaces	8 días
Preparar ambientes de desarrollo	1 día
Fase 3. Producción	20 días
<i>Iteración 3</i>	
Implementación de la base de datos	1 día
HU1: Iniciar sesión en la aplicación	1 día
HU3: Registrar usuario estudiante	1 día
HU4: Gestionar usuarios	2 días
HU5: Gestionar rutas	
HU6: Gestionar vehículos	

Fases	Duración
HU7: Gestionar programaciones	2 días
<i>Iteración 4</i>	2 días
HU11: Iniciar y finalizar ruta	2 días
HU8: Ver ubicación de un bus en tiempo real	
HU9: Ver información de buses, rutas y paraderos	1 día
HU10: Recibir notificaciones de proximidad del bus	3 día
HU2: Recuperar contraseña olvidada	1 día
HU12: Ver historial de operación de rutas	1 día
	2 día
	1 día
Fase 4. Estabilización	4 días
<i>Iteración 5</i>	
Pruebas del aplicativo	
Mejoras de funcionalidades del aplicativo en base a	2 días
feedback	2 días
Fase 5. Pruebas y correcciones	8 días
<i>Iteración 6</i>	
Correcciones en base a los errores encontrados	2 días
Publicación de la aplicación	1 día
Monitoreo de la funcionalidad	3 días
Análisis de resultados	2 días

Fuente: Elaboración propia

4.2. DISEÑAR LA ARQUITECTURA Y UNA INTERFAZ DE USUARIO AMIGABLE EN EL APLICATIVO MÓVIL

En este objetivo se busca describir y documentar la arquitectura completa del aplicativo móvil, lo cual implica definir la estructura tecnológica, los componentes clave y cómo interactúan el front-end y el back-end del sistema. Paralelamente, se llevará a cabo el diseño detallado de la interfaz para las tres versiones del aplicativo. La meta principal en el diseño es asegurar que la interacción sea amigable, intuitiva y accesible

para todos los usuarios. Por ello, se considerarán las necesidades específicas de los estudiantes, conductores y administrador.

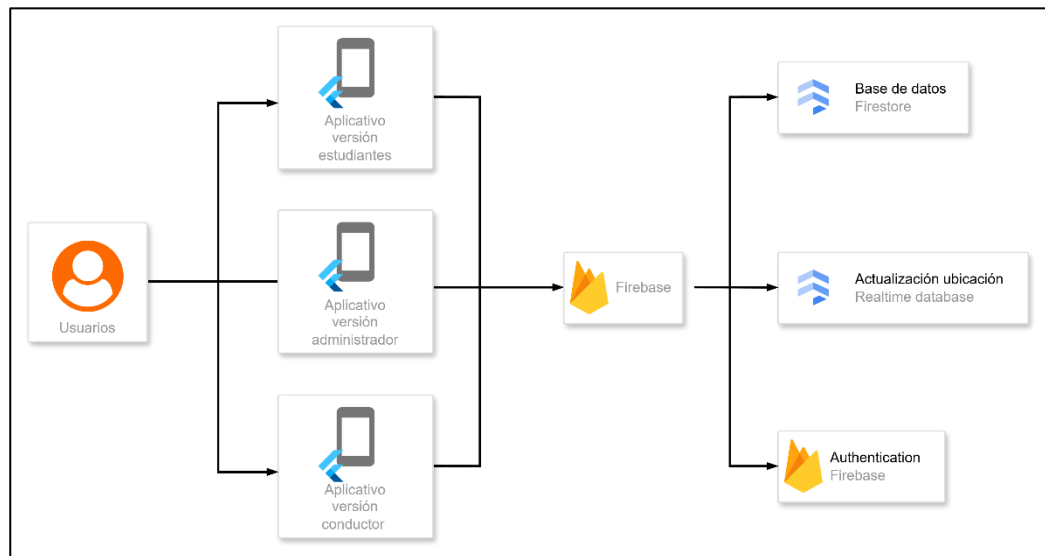
4.2.1. Arquitectura del aplicativo

La arquitectura del aplicativo se diseñó bajo un enfoque de cliente-servidor. Para el desarrollo del front-end, se empleó el framework Flutter, garantizando una aplicación multiplataforma con una interfaz única y un rendimiento cercano al nativo, característica destacada por Biørn-Hansen, Grønli & Ghinea (2020) como una ventaja competitiva frente a desarrollos híbridos tradicionales. Internamente, la capa de presentación sigue el patrón de diseño MVVM (Model-View-ViewModel). Este patrón separa la lógica de negocio de la interfaz, utilizando el ViewModel para gestionar el estado y la comunicación con los servicios, lo que facilita la mantenibilidad del código.

La capa de backend se sustenta completamente en Google Firebase para todos los servicios de la nube. Específicamente, se utilizó Firebase Authentication para manejar los inicios de sesión y la seguridad; Firestore para almacenar las colecciones de datos estructurados; y Realtime Database para gestionar la actualización de ubicación en tiempo real de los vehículos. Esta elección se fundamenta en lo expuesto por Khawas & Shah (2018), quienes demostraron que la arquitectura Backend as a Service (BaaS) de Firebase ofrece una latencia significativamente menor en la transmisión de datos JSON en comparación con bases de datos relacionales tradicionales, asegurando así la velocidad necesaria para el rastreo vehicular. La interconexión de estos componentes se visualiza en la siguiente figura.

Figura 4

Arquitectura del aplicativo



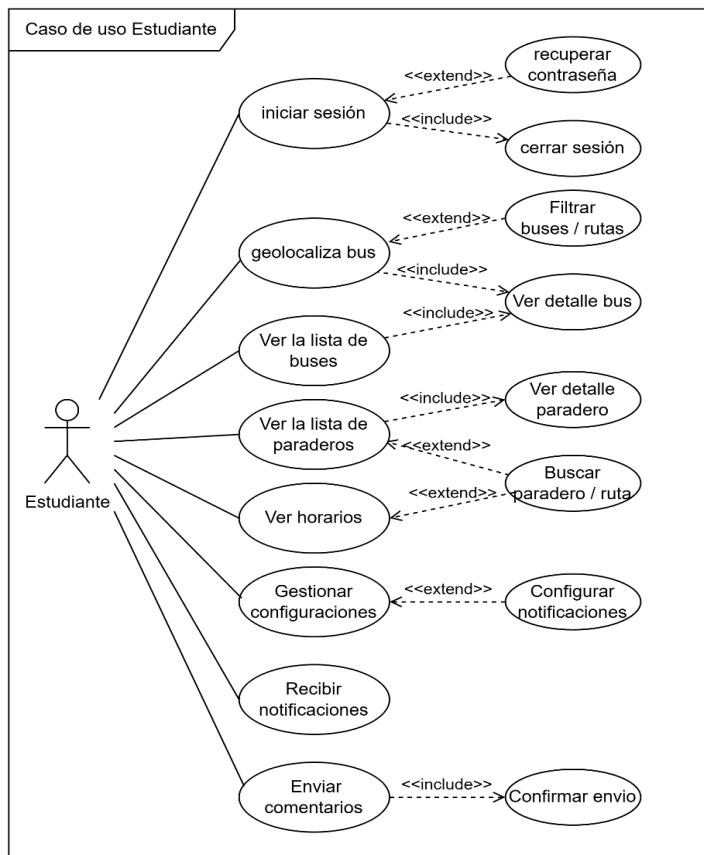
Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Diagramas de casos de uso

Para entender de manera clara y organizada el flujo de interacción y las funcionalidades de cada usuario dentro del sistema, se utilizaron los Diagramas de Casos de Uso. Estos diagramas permiten visualizar las principales acciones y secuencias que pueden realizar el Administrador, el Estudiante y el Conductor en sus respectivas versiones del aplicativo. Las secuencias de uso para cada uno de estos actores se detallan en las siguientes figuras.

Figura 5

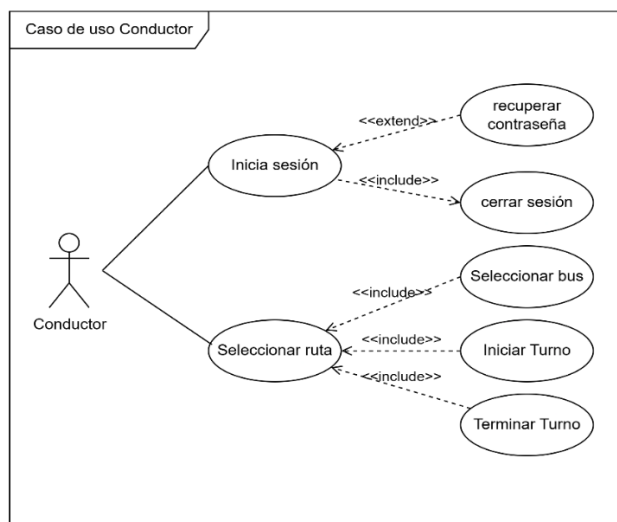
Diagrama de casos de uso estudiante



Fuente: Elaboración propia

Figura 6

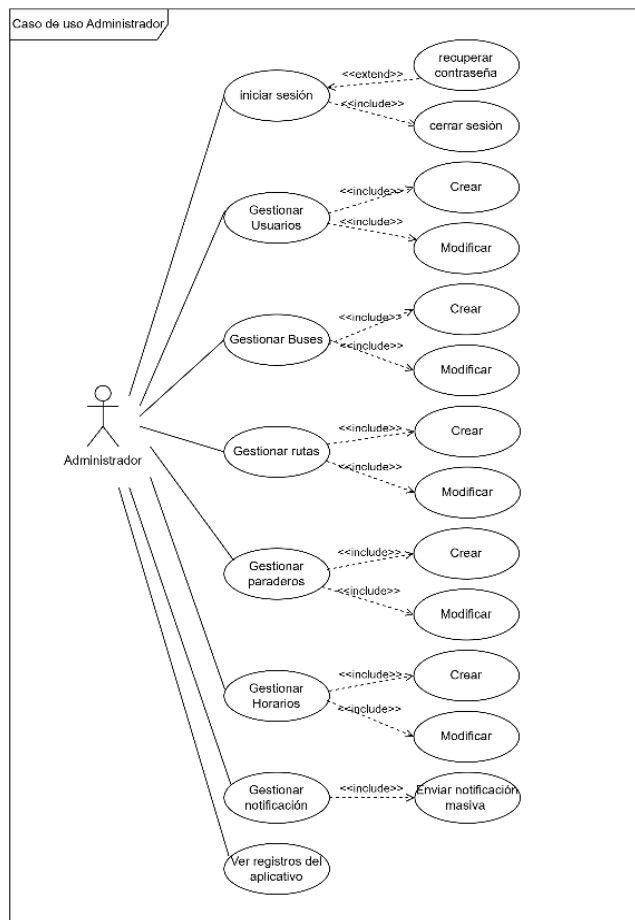
Diagrama de casos de uso conductor



Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Diagrama de casos de uso administrador



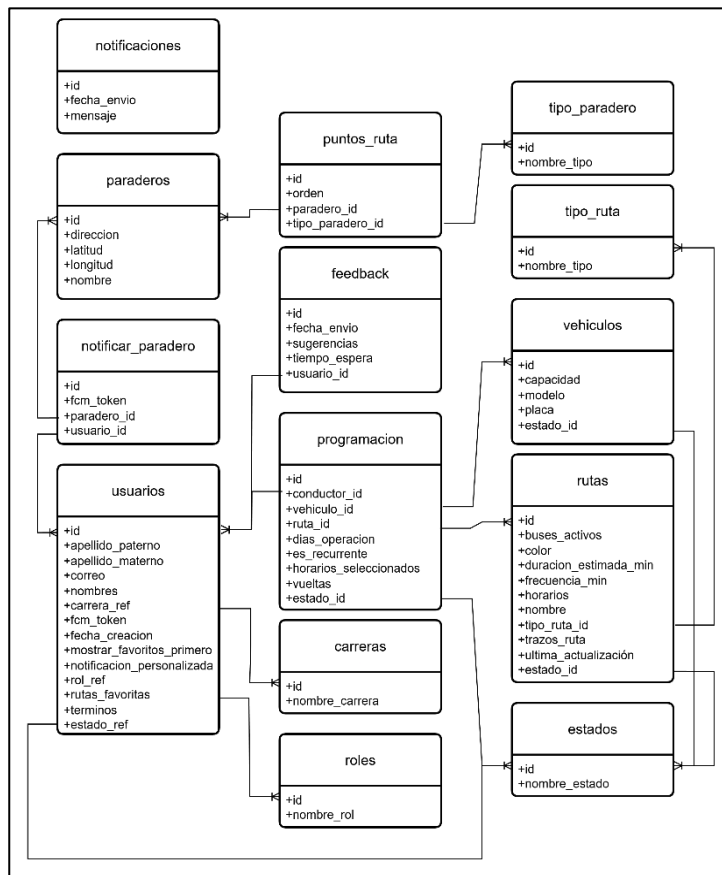
Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Diseño de la base de datos

El diseño de la base de datos se basó en una arquitectura NoSQL de tipo documental, utilizando específicamente *Firebase Firestore*. Esta estructura se eligió por su flexibilidad y capacidad de escalado horizontal. A diferencia de las bases de datos relacionales, en este modelo cada una de las colecciones (que funcionalmente equivalen a una tabla) almacena la información en documentos organizados en formato clave-valor. Esta organización del diseño de la base de datos, detallando las colecciones y sus campos, se puede observar en la siguiente figura.

Figura 8

Diagrama de la base de datos del aplicativo



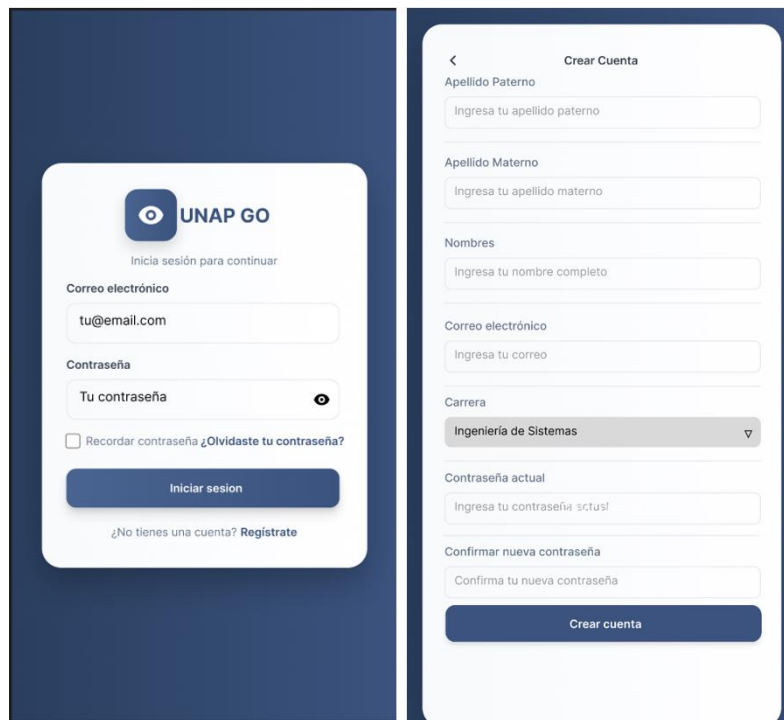
Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Diseño de las interfaces

Para el diseño de las interfaces, se crearon un total de 50 pantallas las cuales se pueden ver en su totalidad en el Anexo 5, para estas se tomaron como referencia principal las Historias de usuario definidas previamente. El objetivo fue crear un diseño lo más intuitivo, amigable y accesible posible para todos los grupos de interés. Estas interfaces se implementaron inicialmente como prototipos de alta fidelidad utilizando el software Figma.

Figura 9

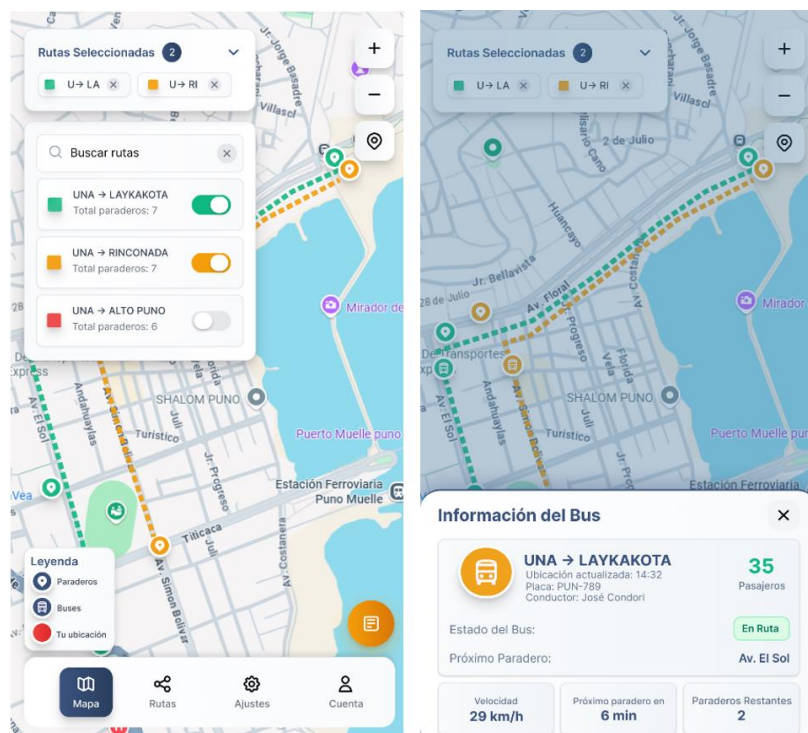
Prototipo de pantallas de inicio de sesión y registro de cuenta



Fuente: Elaboración propia

Figura 10

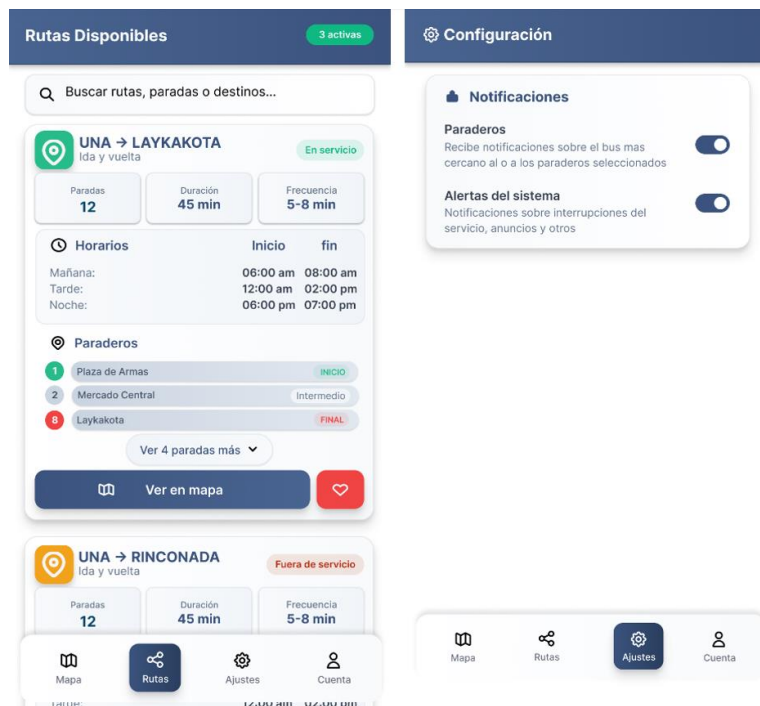
Prototipo de pantallas de estudiante - rutas y ubicación del bus



Fuente: Elaboración propia

Figura 11

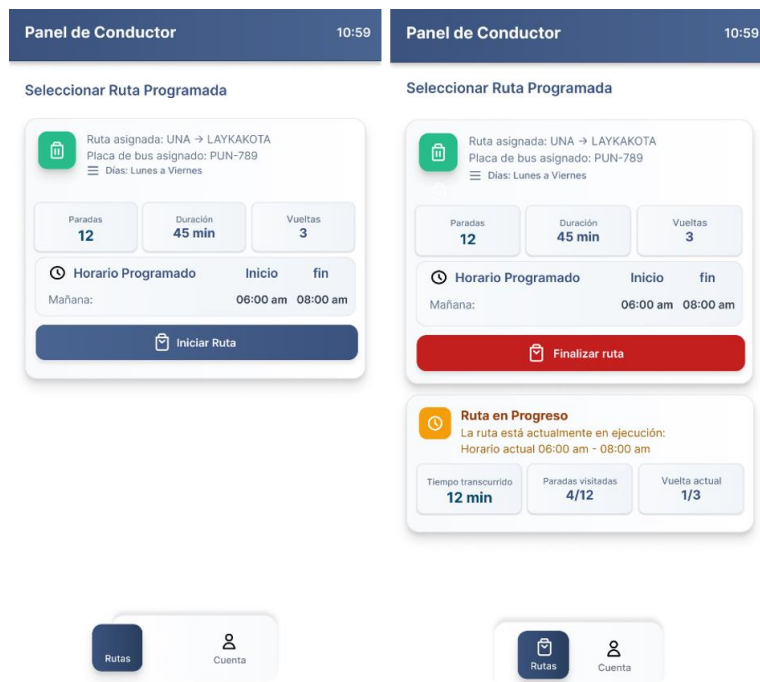
Prototipo de pantallas de estudiante - rutas y configuración



Fuente: Elaboración propia

Figura 12

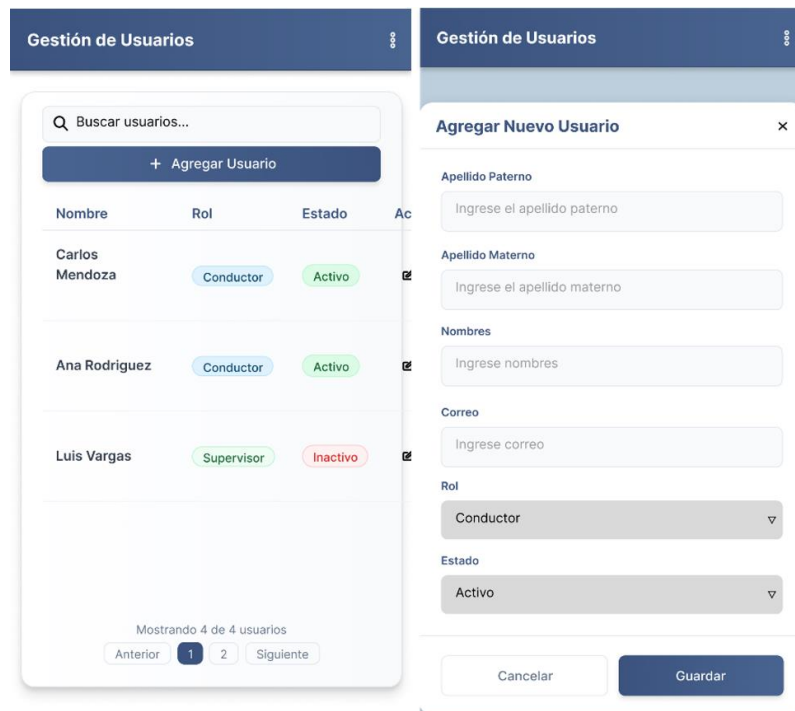
Prototipo de pantallas conductor iniciar ruta y finalizar ruta



Fuente: Elaboración propia

Figura 13

Prototipo de pantallas de administrador - gestión de usuarios



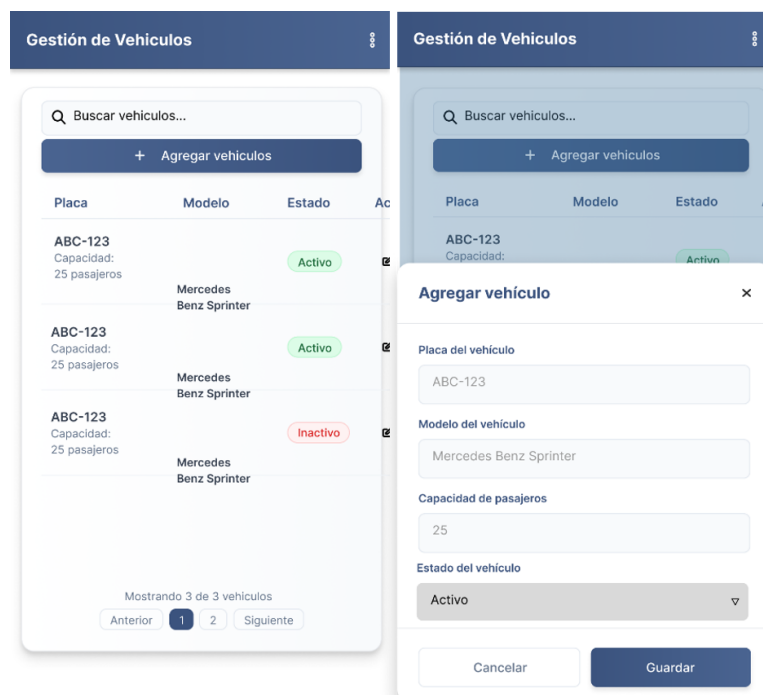
The image shows two mobile app screens for user management. The left screen, titled 'Gestión de Usuarios', features a search bar, a '+ Agregar Usuario' button, and a table with columns 'Nombre', 'Rol', and 'Estado'. It lists four users: Carlos Mendoza (Conductor, Activo), Ana Rodriguez (Conductor, Activo), and Luis Vargas (Supervisor, Inactivo). The right screen, titled 'Agregar Nuevo Usuario', contains form fields for 'Apellido Paterno', 'Apellido Materno', 'Nombres', 'Correo', 'Rol' (dropdown), and 'Estado' (dropdown), along with 'Cancelar' and 'Guardar' buttons.

Nombre	Rol	Estado
Carlos Mendoza	Conductor	Activo
Ana Rodriguez	Conductor	Activo
Luis Vargas	Supervisor	Inactivo

Fuente: Elaboración propia

Figura 14

Prototipo de pantallas de administrador - gestión de vehículos



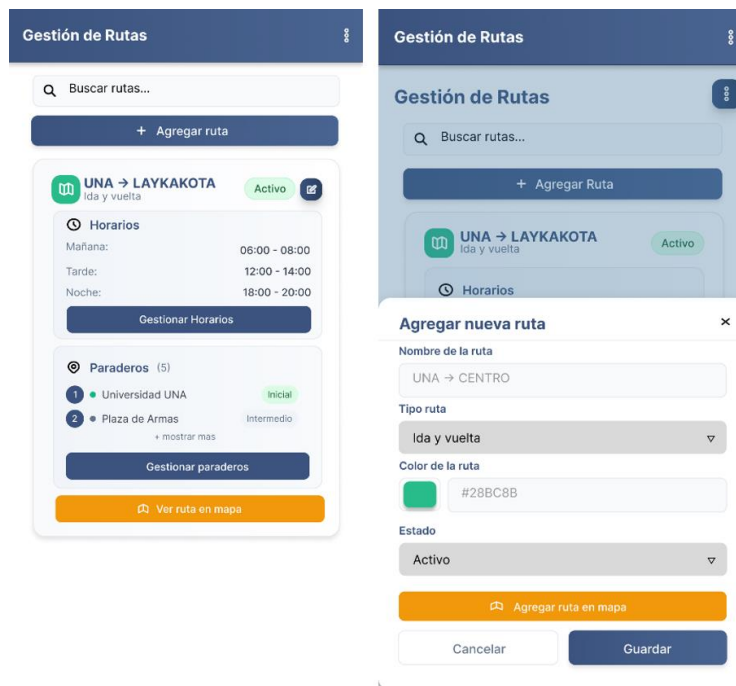
The image shows two mobile app screens for vehicle management. The left screen, titled 'Gestión de Vehiculos', features a search bar, a '+ Agregar vehiculos' button, and a table with columns 'Placa', 'Modelo', and 'Estado'. It lists three vehicles: ABC-123 (Mercedes Benz Sprinter, Activo), ABC-123 (Mercedes Benz Sprinter, Activo), and ABC-123 (Mercedes Benz Sprinter, Inactivo). The right screen, titled 'Agregar vehiculo', contains form fields for 'Placa del vehiculo', 'Modelo del vehiculo', 'Capacidad de pasajeros', and 'Estado del vehiculo' (dropdown), along with 'Cancelar' and 'Guardar' buttons.

Placa	Modelo	Estado
ABC-123	Mercedes Benz Sprinter	Activo
ABC-123	Mercedes Benz Sprinter	Activo
ABC-123	Mercedes Benz Sprinter	Inactivo

Fuente: Elaboración propia

Figura 15

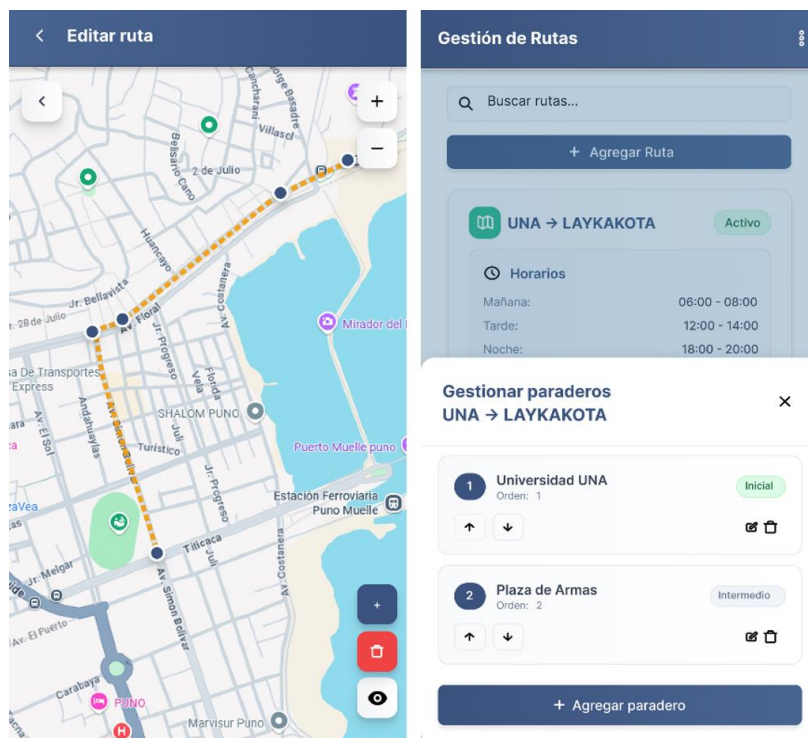
Prototipo de pantallas de administrador - gestión de rutas



Fuente: Elaboración propia

Figura 16

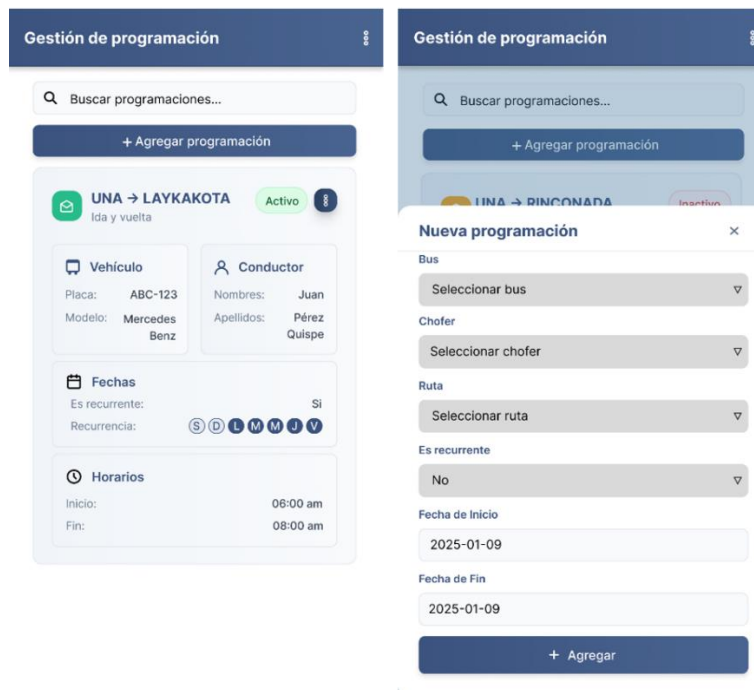
Prototipo de pantallas de administrador - gestión de paraderos



Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Prototipo de pantallas de administrador - gestión programación



Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Prototipo de pantalla de administrador - gestión de registros de rutas

Gestión de registros de Rutas				
Q Buscar registros de rutas... Exportar registro				
Conductor	Placa	Ruta	Inicio	Fin
Carlos Men Conductor Activo	ABC-123 Mercedes Benz	Ruta Centro-Universi Ruta Principal	06:00	18:00
Maria Rodrig Conductor Activo	DEF-456 Mercedes Benz	Ruta Residenc Ruta Principal	05:30	19:30
Jose Marti Conductor Activo	GHI-789 Mercedes Benz	Ruta Industr Ruta Principal	07:00	17:00
Ana Gutier Conductor Activo	JKL-012 Mercedes Benz	Ruta Cam Ruta Principal	06:30	18:30

Fuente: Elaboración propia

4.3. IMPLEMENTAR EL APLICATIVO MÓVIL EN BASE A LOS DISEÑOS

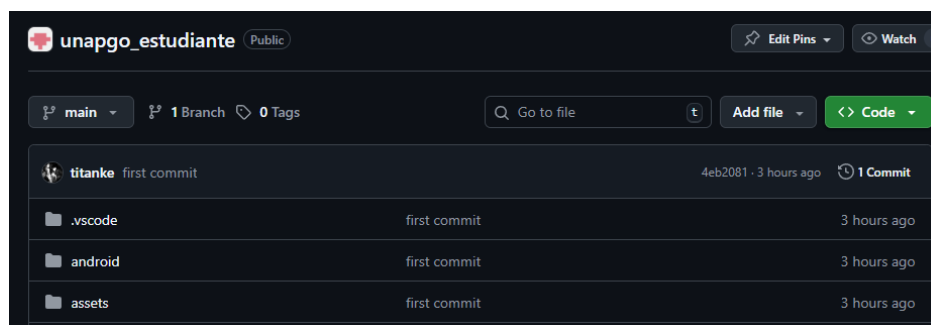
Este objetivo se centra en la ejecución del desarrollo del aplicativo móvil. El proceso se guía por las Historias de usuario y el diseño de interfaz definidos en los objetivos anteriores. Las actividades clave incluyen la preparación de los repositorios de código y la configuración de los ambientes necesarios para la base de datos. Una vez completada la preparación, se procede con la codificación de las tres versiones del aplicativo para finalmente obtener el producto funcional.

4.3.1. Preparar ambientes de desarrollo

Para iniciar el desarrollo, se estableció el control de versiones creando tres repositorios independientes en GitHub, los cuales se pueden consultar en el Anexo 6. Esta configuración se realizó para gestionar de forma separada el código fuente, los commits y las versiones de cada una de las tres versiones del aplicativo. Dichos repositorios se pueden apreciar en las figuras 19, 20 y 21.

Figura 19

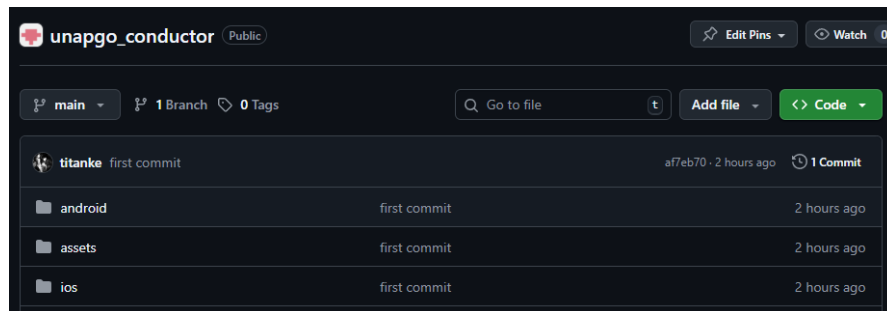
Repositorio del aplicativo - versión para estudiantes



Fuente: Elaboración propia

Figura 20

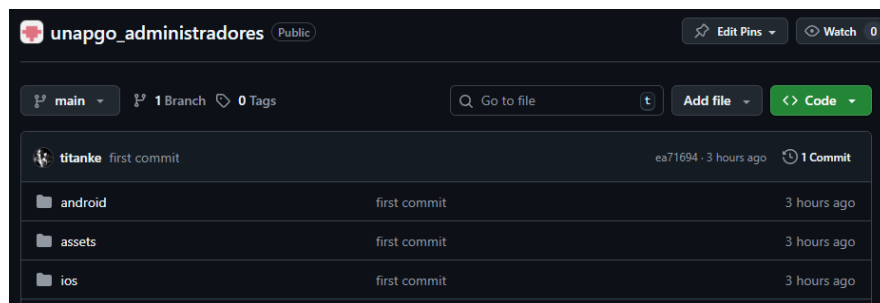
Repositorio del aplicativo - versión para conductores



Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Repositorio del aplicativo - versión para administradores

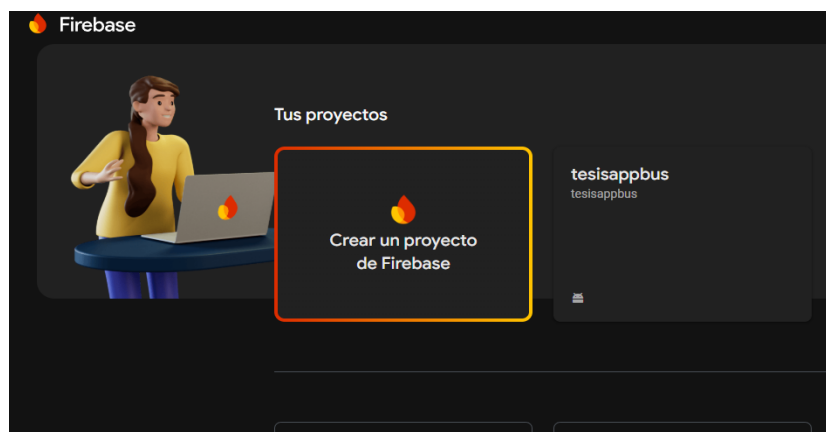


Fuente: Elaboración propia

También se creó un proyecto de firebase en el que se alojó la base de datos

Figura 22

Proyecto de firebase creado



Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Implementación del aplicativo

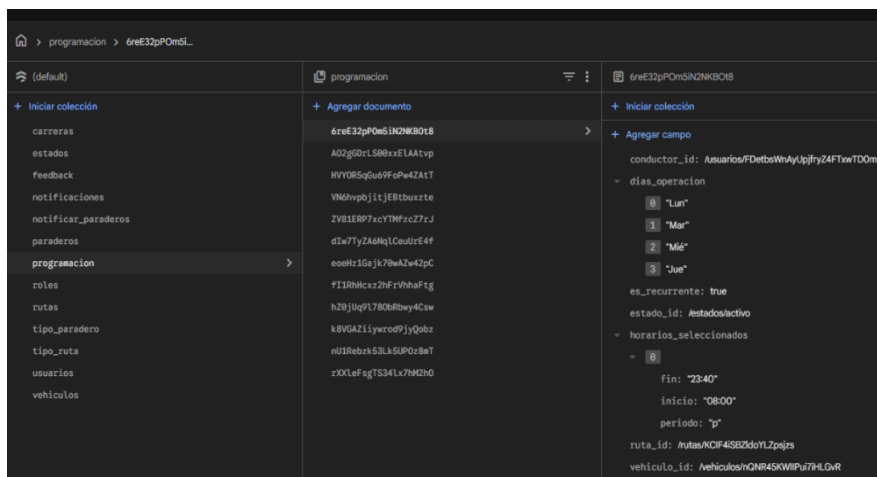
Siguiendo la metodología Mobile-d se inicia la Fase de Producción, esta se organizó en dos iteraciones de desarrollo. En cada una de estas iteraciones, se priorizaron y desarrollaron distintas Historias de Usuario según su nivel de importancia. De esta manera, las actividades se dividieron de forma planificada para asegurar la entrega progresiva y enfocada de las funcionalidades más críticas del sistema.

- Implementación de la base de datos

Se inició con la implementación de la base de datos, la cual se configuró en el proyecto de Firebase siguiendo el diseño NoSQL que se había planificado. La figura 23 muestra la estructura de las colecciones creadas, utilizando como ejemplo la colección de Programación. Es importante notar que, en este modelo NoSQL, cada programación está almacenada en un documento, el cual se comporta de manera análoga a una fila o registro en una tabla de una base de datos SQL tradicional.

Figura 23

Implementación de la base de datos en Firestore Database



Elaboración propia

- HU1 Iniciar sesión en la aplicación

Luego se implementó la funcionalidad de inicio de sesión en las tres versiones del aplicativo, utilizando Firebase Authentication para gestionar y validar las credenciales de los usuarios. Además, se agregó un control de acceso riguroso basado en roles, garantizando que cada usuario solo pueda ingresar a la aplicación designada para su función. La cuenta de Administrador es la única excepción a esta regla, ya que posee los privilegios necesarios para acceder y realizar pruebas en cualquiera de las tres versiones del aplicativo.

Figura 24

Pantalla de inicio de sesión



Fuente: Elaboración propia

- HU3 Registrar usuario estudiante

Seguido de ello se creó la pantalla de registro de usuarios en esta se ingresan datos básicos del estudiante, así como la validación de que el usuario tiene que usar su correo institucional para el registro cabe aclarar que el registro de conductores se hace mediante el administrador.

Figura 25

Pantalla de registro de estudiantes



Fuente: Elaboración propia

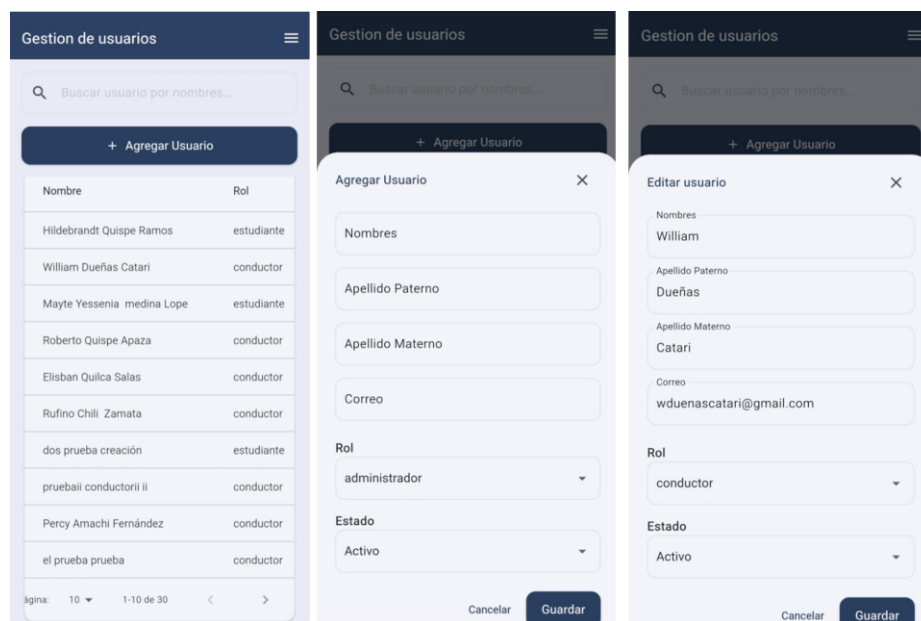
- HU4 Gestionar usuarios

Siguiendo la historia de usuario correspondiente, como se ilustra en la figura 26, se desarrolló el módulo de gestión de usuarios dentro de la versión del Administrador. Esta pantalla permite realizar las operaciones básicas de consulta, creación y edición de usuarios. Es crucial destacar que el administrador solo puede

crear cuentas con los roles de Conductor y Administrador. En el caso de los estudiantes, el administrador puede consultar sus registros, pero solo tiene la opción de activar o desactivar a usuarios específicos, manteniendo un control de acceso estricto sin modificar directamente sus datos.

Figura 26

Pantallas de gestión de usuarios



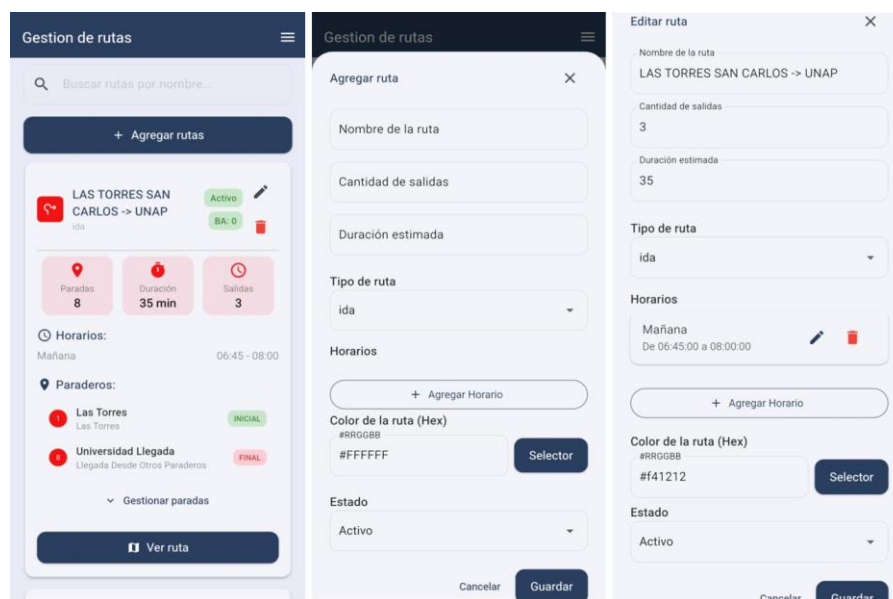
Fuente: Elaboración propia

- HU5 Gestionar rutas

Seguidamente, se implementó la pantalla de gestión de rutas. El proceso de creación se realiza en dos fases: en la primera, el administrador agrega los datos descriptivos de la ruta, como el nombre de la ruta, la cantidad de salidas diarias, la duración estimada, el tipo de ruta (ej. ida, vuelta), los horarios definidos, el color de visualización y el estado (activo/inactivo). Una vez completados estos datos, se accede a la segunda fase, donde se utiliza un mapa interactivo para dibujar el trazado exacto y crear/ubicar los paraderos correspondientes. Todos estos elementos se detallan en las siguientes figuras.

Figura 27

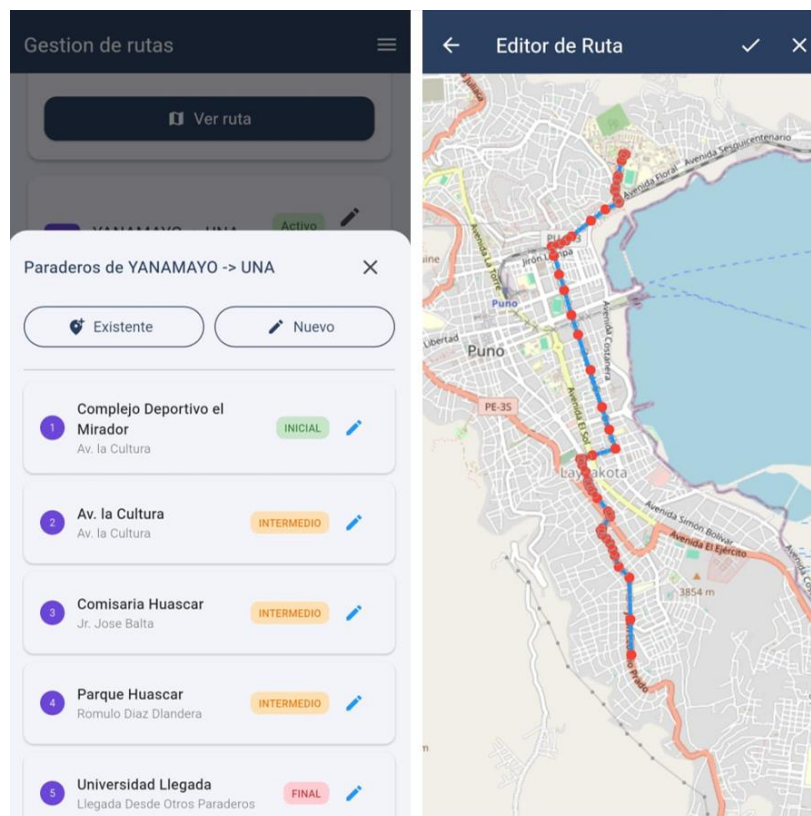
Pantallas de gestión de rutas



Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Pantallas de gestión de paraderos y creación de trazos de ruta



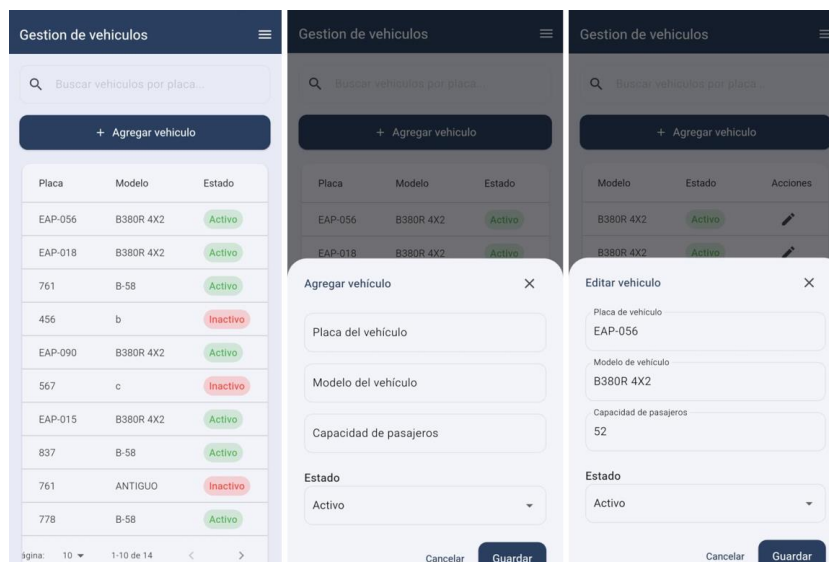
Fuente: Elaboración propia

- HU6 Gestionar vehículos

Luego, se continuó con la creación de las pantallas de gestión de vehículos, basándose en la historia de usuario correspondiente. En este módulo, el usuario administrador tiene la capacidad de ver, crear y editar los registros de las unidades de transporte. Esta funcionalidad permite mantener actualizado el inventario de vehículos que están operativos y disponibles para la asignación de rutas.

Figura 29

Pantallas de gestión de vehículos



Fuente: Elaboración propia

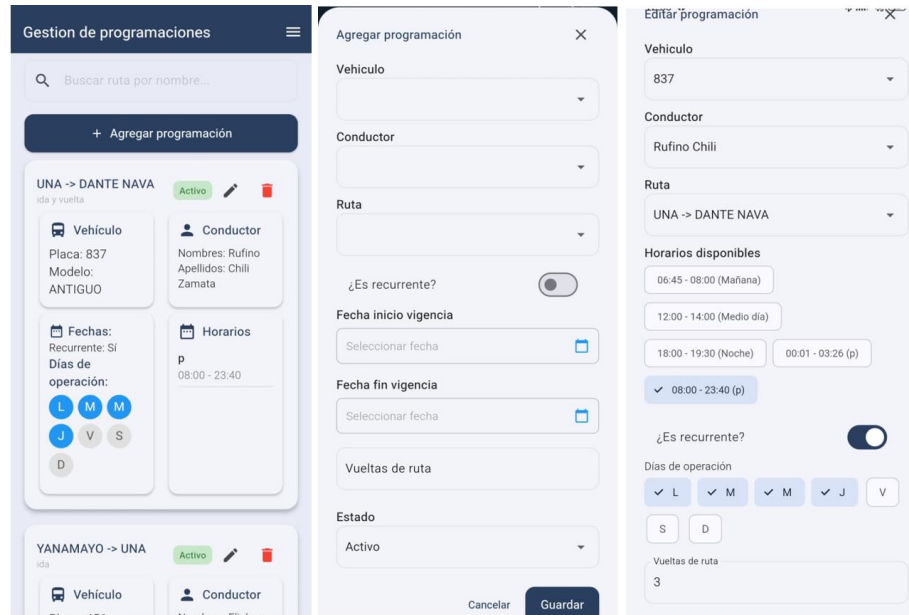
- HU7 Gestionar programaciones

Finalmente, para completar las funcionalidades de gestión del administrador, se creó la pantalla de Programaciones, como se ilustra en la figura 30. Este módulo permite la creación de una programación, que consiste en la asignación de una ruta específica, un vehículo y un conductor en horarios predeterminados. Se incluyó una funcionalidad que permite definir si la programación se debe repetir todos los días o si debe aplicarse solo por un período de tiempo específico. Adicionalmente, se implementó una validación estricta para

evitar que se solapen o dupliquen programaciones que ya tienen la misma asignación de vehículo y conductor en el mismo horario.

Figura 30

Pantallas de gestión de programaciones



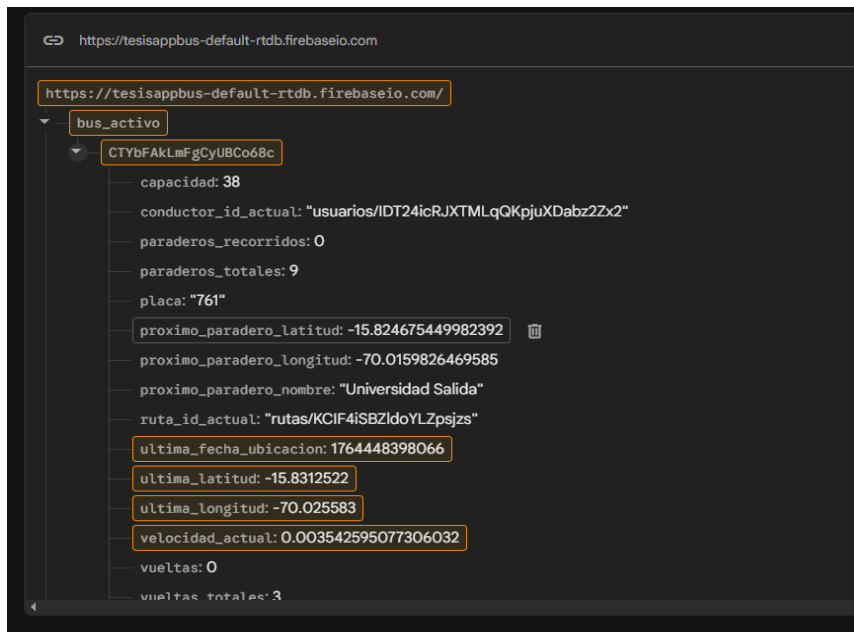
Fuente: Elaboración propia

- **HU11 Iniciar y finalizar ruta**

En esta historia de usuario, enfocada en la versión del conductor, se desarrolló la pantalla que le permite enviar su ubicación en tiempo real. Para implementar esta función, se configuró Firebase Realtime Database en lugar de Firestore, debido a su menor latencia para la actualización de información en tiempo real. La implementación de esta funcionalidad se muestra en la siguiente figura.

Figura 31

Implementación de envío de ubicación mediante Firebase

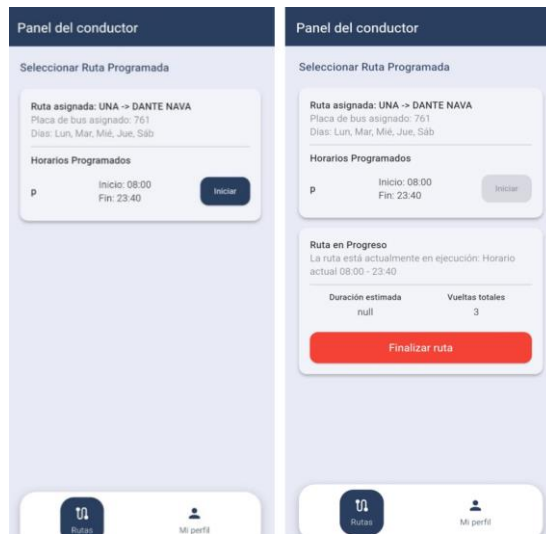


Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se desarrollaron las pantallas que gestionan la ejecución de las rutas programadas. El conductor puede visualizar la ruta asignada y la opción de iniciar ruta se habilita automáticamente solo cuando se cumple el horario programado para el servicio. Una vez que el conductor inicia, esta opción cambia a finalizar ruta. Es importante destacar que el envío de la ubicación se desarrolló para operar en segundo plano, una característica esencial para evitar la pérdida de la información de rastreo en caso de que el conductor utilice otras aplicaciones o bloquee el dispositivo.

Figura 32

Pantallas de iniciar y finalizar ruta



Fuente: Elaboración propia

- HU8: Ver ubicación de un bus en tiempo real

En esta historia se creó la pantalla encargada de mostrar la ubicación en tiempo real de los buses en un mapa interactivo, se incluyó una pantalla de términos y condiciones para informar que la información del usuario se usaría solo para los fines de esta investigación.

Figura 33

Pantalla de términos y condiciones

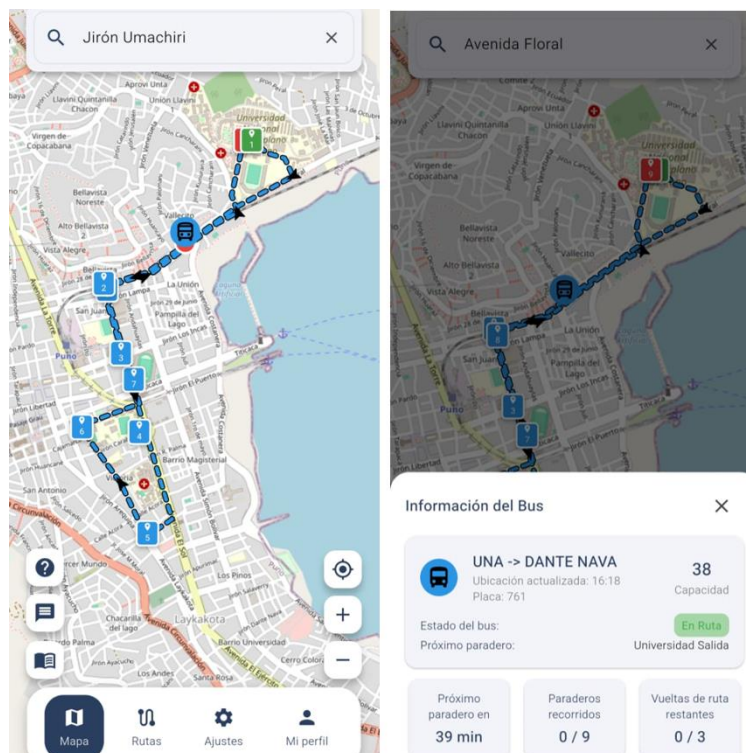


Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se desarrolló la opción de identificar y mostrar al estudiante la ruta más cercana a su ubicación. Al seleccionar una ruta, el mapa filtra y muestra solo los buses que estén enviando su posición en ese momento, representados por un icono del bus. Al presionar dicho icono, se despliega información útil sobre la unidad las siguientes figuras muestran dichas pantallas.

Figura 34

Pantallas de ubicación del bus en tiempo real e información



Fuente: Elaboración propia

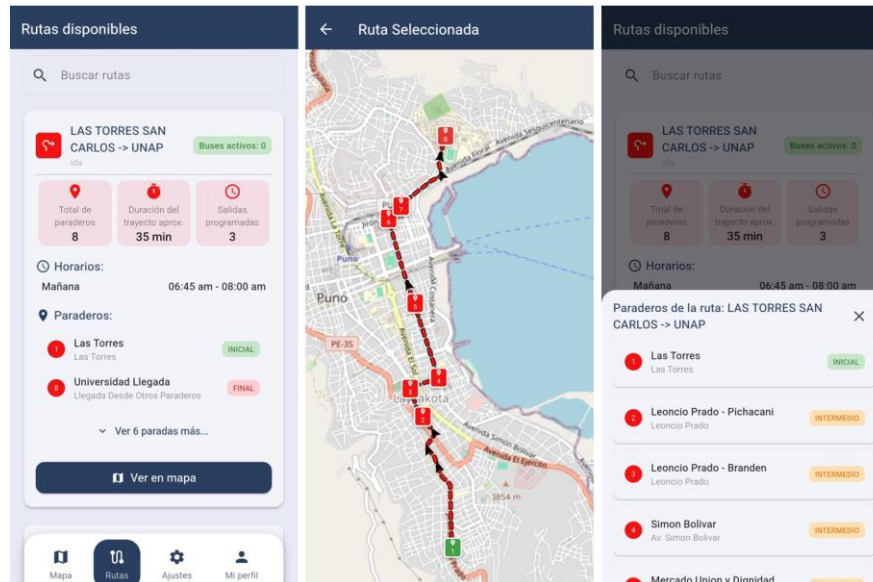
- **HU9: Ver información de buses, rutas y paraderos**

Posteriormente, se implementó la pantalla de información detallada para los estudiantes. Esta funcionalidad permite consultar datos de los buses, las rutas y los paraderos. La característica clave de esta pantalla es que la información se actualiza en tiempo real de forma automática, asegurando que los estudiantes vean

los datos más recientes si hay algún cambio en la ruta o en la cantidad de buses que están activos en esa ruta.

Figura 35

Pantallas de información de buses rutas y paraderos



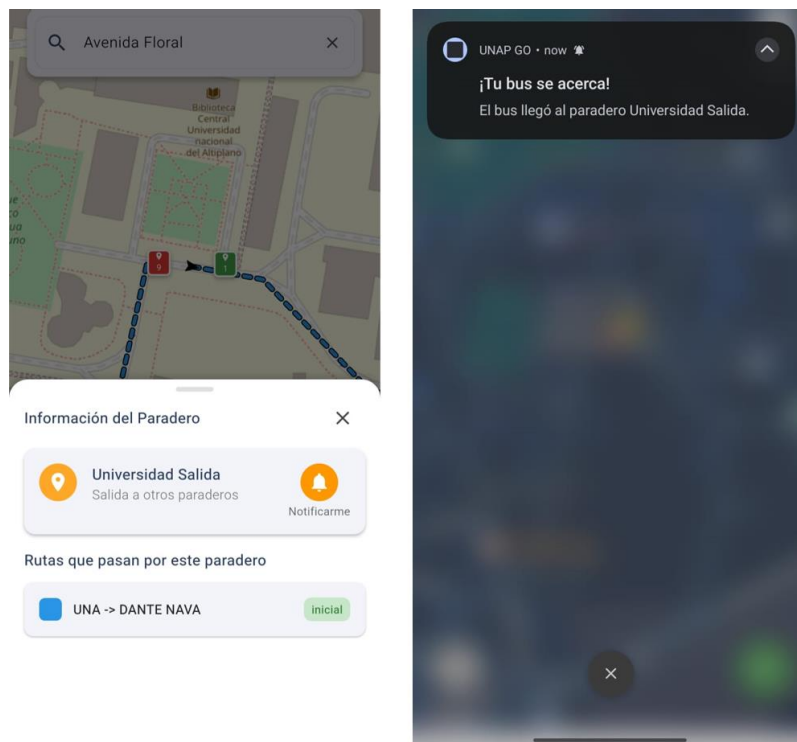
Fuente: Elaboración propia

- **HU10: Recibir notificaciones de proximidad del bus**

En esta historia se desarrolló la funcionalidad de notificaciones de proximidad. La lógica es la siguiente: cuando el estudiante selecciona un paradero y activa la opción "Notificarme", el sistema lo registrará. Posteriormente, cuando el conductor pase por la geocercas de un paradero en su ruta, se activará la lógica que enviará automáticamente la notificación al estudiante. Además, se implementó una pantalla de configuración donde el usuario puede activar o desactivar todas las notificaciones del aplicativo. Estas funcionalidades se muestran a detalle en las siguientes figuras.

Figura 36

Selección de paradero a notificar y notificación de llegada de bus



Fuente: Elaboración propia

Figura 37

Pantalla de configuración de notificaciones



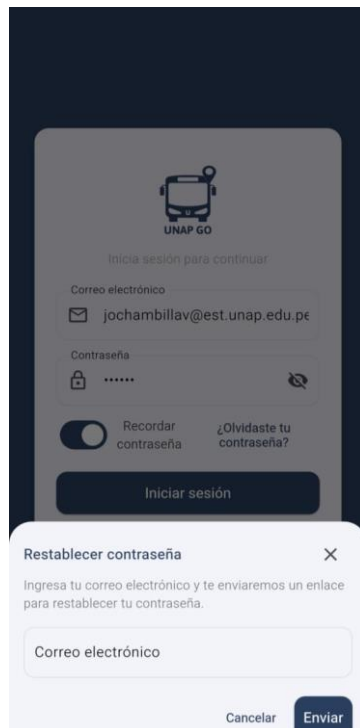
Fuente: Elaboración propia

- HU2: Recuperar contraseña olvidada

Como se muestra en la figura 38, en esta historia se desarrolló la funcionalidad de recuperación de contraseña, la cual está disponible para las tres versiones del aplicativo. Al usar esta opción, el sistema envía un correo electrónico al usuario. Dicho correo contiene un enlace directo que permite al usuario acceder a la opción de cambiar su contraseña de forma segura.

Figura 38

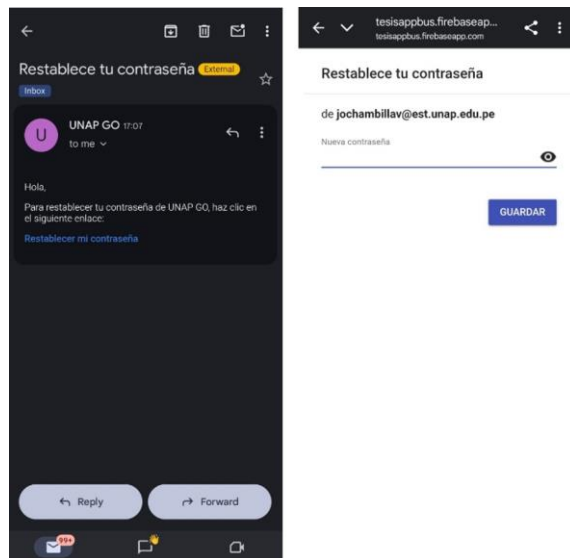
Pantalla de recuperación de contraseña



Fuente: Elaboración propia

Figura 39

Correo y formulario de restablecimiento de contraseña



Fuente: Elaboración propia

- **HU12: Ver historial de operación de rutas**

Finalmente se desarrolló la historia para la creación de la pantalla del historial de operación de rutas en esta el administrador puede ver el registro de todas las rutas iniciadas y terminadas por los conductores.

Figura 40

Pantalla de historial de operación de rutas



Conductor	Placa	Ruta
pruebas conductorii	761	UNA -> D
pruebas conductorii	761	UNA -> D
pruebas conductorii	761	UNA -> D
pruebas conductorii	761	UNA -> D
pruebas conductorii	761	UNA -> D
Rufino Chili	837	UNA -> D
Rufino Chili	837	UNA -> D
pruebas conductorii	761	UNA -> D
pruebas conductorii	761	UNA -> D
pruebas conductorii	761	UNA -> D
William Dueñas	123	UNA -> D

Fuente: Elaboración propia

4.4. REALIZAR PRUEBAS Y EVALUACIONES PARA GARANTIZAR LA FUNCIONALIDAD DEL APLICATIVO MÓVIL

4.4.1. Pruebas de caja negra

Se realizaron varias pruebas de caja negra de funcionalidad del aplicativo. Este proceso se centró en validar que todas las funcionalidades definidas en las historias de usuario se ejecutaran correctamente y de manera integral. Las pruebas abarcaron las tres versiones del sistema (Administrador, Conductor y Estudiante), asegurando que el aplicativo trabajara tal como fue diseñado y que la experiencia del usuario final estuviera libre de errores operacionales.

Tabla 16

Pruebas de caja negra

Historias de usuario	Paso	Condición	Valor(es)	Resultado esperado	Resultado obtenido
HU01	Iniciar sesión con datos validos	Tener cuenta en el sistema	Usuario Contraseña	Ingreso al aplicativo	Correcto
HU01	Iniciar sesión con datos inválidos	No tener cuenta en el sistema	Usuario Contraseña	Mensaje indicando que los datos son incorrectos	Correcto
HU01	Iniciar sesión con datos validos	La cuenta tiene un rol que no coincide	Usuario Contraseña	Mensaje indicando que los datos son	Correcto

Historias de usuario	Paso	Condición	Valor(es)	Resultado esperado	Resultado obtenido
		con la versión del aplicativo		incorrectos	
HU02	Ingresar correo de recuperación de contraseña	Correo existe en el sistema	Correo	Mensaje indicando envío de correo	Correcto
HU02	Ingresar correo de recuperación de contraseña	Correo no existe en el sistema	Correo	Mensaje indicando que el correo es incorrecto	Correcto
HU03	Registrar datos de estudiante	Datos son válidos y el correo es institucional	Nombres Apellidos Correo Carrera	Creación del usuario	Correcto
HU03	Registrar datos de estudiante	Datos no son válidos y el correo no es institucional	Nombres Apellidos Correo Carrera	Mensaje indicando que el correo es incorrecto	Correcto
HU04	Ver usuarios (administrador y conductor)	Usuario administrador esta logueado		Ver datos de usuarios	Correcto

Historias de usuario	Paso	Condición	Valor(es)	Resultado esperado	Resultado obtenido
HU04	Crear usuarios (administrador y conductor)	Datos son válidos y no son repetidos	Nombres Apellidos Correo Rol	Creación del usuario	Correcto
	Editar usuarios (administrador y conductor)	Datos son válidos y no son repetidos	Nombres Apellidos Correo Rol	Edición del usuario	Correcto
HU05	Ver rutas	Usuario administrador esta logueado		Ver datos de rutas	Correcto
HU05	Crear rutas	Datos son válidos y no son repetidos	Nombre ruta Cantidad salidas Tipo de ruta Horarios Color de ruta Nombre ruta	Creación de rutas	Correcto
	Editar rutas	Datos son válidos y no son repetidos	Cantidad salidas Tipo de ruta Horarios	Edición de rutas	Correcto

Historias de usuario	Paso	Condición	Valor(es)	Resultado esperado	Resultado obtenido
			Color de ruta		
HU06	Ver vehículos	Usuario administrador esta logueado		Ver datos de vehículos	Correcto
HU06	Crear vehículos	Datos son válidos y no son repetidos	Placa Modelo Capacidad	Creación de vehículos	Correcto
HU06	Editar vehículos	Datos son válidos y no son repetidos	Placa Modelo Capacidad	Edición de vehículos	Correcto
HU07	Ver programaciones	Usuario administrador esta logueado		Ver datos de programaciones	Correcto
HU07	Crear programaciones	Datos son válidos y no son repetidos	Conductor Ruta Vehículo Horarios Vueltas Vigencia	Creación de programaciones	Correcto
HU07	Editar programaciones	Datos son válidos y no son repetidos	Ruta Vehículo Horarios Vueltas Vigencia	Edición de programaciones	Correcto

Historias de usuario	Paso	Condición	Valor(es)	Resultado esperado	Resultado obtenido
HU08	Ver ubicación del bus	Conductor envía ubicación		Posición del bus	Correcto
HU09	Ver información de paraderos rutas y buses	Administrador crea registros		Ver datos de paraderos rutas y buses	Correcto
HU10	Recibir notificación de bus próximo	Estudiante selecciona un paradero		Recibir notificación	Correcto
HU11	Inicializar ruta	Administrador programa ruta		Envía ubicación en tiempo real	Correcto
HU11	Finalizar ruta	Conductor inicia ruta		Detiene el envío de ubicación en tiempo real	Correcto
HU12	Ver historias de operación de rutas	Conductor inicia y termina ruta		Ver datos de operación de rutas	Correcto

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Puntos de función

Como métrica complementaria, se realizó un análisis de Puntos de función (PF) con el fin de cuantificar el tamaño funcional del aplicativo de manera objetiva. La elección de esta metodología se justifica en su capacidad para medir el software desde la perspectiva del usuario final, basándose en los requisitos y procesos de negocio en lugar de aspectos técnicos o líneas de código. Esto permitió establecer una línea base estandarizada para evaluar la productividad del desarrollo y la calidad de la información entregada.

Para este análisis se tomaron las historias de usuario y se siguió el método estándar IFPUG simplificado, el cual permite identificar y clasificar los componentes funcionales del aplicativo de manera objetiva (International Function Point Users Group, 2010). Este enfoque garantiza que la medición del tamaño del software sea consistente con los estándares internacionales de la industria.

Tabla 17

Identificación y clasificación de componentes

Código	Nombre	Parámetro
HU01	Iniciar sesión en la aplicación	EI 3
HU02	Recuperar contraseña olvidada	EI 3
HU03	Registrar usuario estudiante	EI 3
HU04	Gestionar usuarios	EI 3
HU05	Gestionar rutas	EI 3
HU06	Gestionar buses	EI 3

Código	Nombre	Parámetro
	Gestionar programación	
HU07	de rutas, buses y conductores	EI 3
HU08	Ver ubicación de un bus en tiempo real	EQ 3
HU09	Ver buses. ruta, paraderos y horarios	EQ 3
HU10	Recibir notificaciones de proximidad del bus	EO 4
HU11	Iniciar y finalizar ruta	EI 3
HU12	Ver historial de operación de rutas y ocupación	EQ 3
Base de datos	Colecciones creadas	ILF 7

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se procedió al cálculo de los Puntos de función sin ajustar (PFSA) asignando una complejidad baja a cada componente identificado, basándose en que las transacciones y estructuras de datos presentan flujos lógicos estándar y un número moderado de elementos de datos.

Tabla 18

Cálculo de PFSA

Tipo/Complejidad	Baja	Media	Alta	Total
(EI) Entrada externa	7 x 3 PF	4 PF	6 PF	21
(EO) Salida externa	1 x 4 PF	5 PF	7 PF	4
(EQ) Consulta externa	3 x 3 PF	4 PF	6 PF	9

Tipo/Complejidad	Baja	Media	Alta	Total
(ILF) Archivo lógico interno	14 x 7 PF	10 PF	15 PF	98
(EIF) Archivo de interfaz externo	5 PF	7 PF	10 PF	
			PFSA	132

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la fase anterior de clasificación y pesaje, se obtuvo un total de 132 puntos de función sin ajustar (PFSA), cifra que representa la funcionalidad base del aplicativo según las historias de usuario analizadas. No obstante, con el objetivo de obtener una medición más exacta y fiel a la realidad tecnológica del proyecto, se procedió a calcular los factores de ajuste, los cuales permiten ponderar variables críticas como la complejidad técnica, el entorno de comunicación inalámbrica y los requisitos de rendimiento específicos de una solución móvil.

Tabla 19

Cálculo del factor de ajuste

Característica	Valor (0 - 5)
Comunicación de datos	5
Procesamiento distribuido	3
Rendimiento (Performance)	4
Configuración del equipo	2
Tasa de transacciones	3
Entrada de datos en línea	4
Eficiencia del usuario final	4
Actualización en línea	4
Procesamiento complejo	3
Reusabilidad	2
Facilidad de instalación	3

Característica	Valor (0 - 5)
Facilidad de operación	3
Instalaciones múltiples	4
Facilidad de cambio	3
Factor de ajuste total	47

Fuente: Elaboración propia

Con el factor calculado se procedió a calcular el punto de función ajustado el cual se representa en la siguiente fórmula:

$$PFA = PFSA * [0.65 + (0.01 * \text{factor de ajuste})] \quad (1)$$

Donde:

- PFSA Puntos de función sin ajustar
- PFA Puntos de función ajustado

Luego de aplicar la fórmula, se obtuvo un valor de 147.84 PFA, el cual se redondeó a 148 para fines estadísticos. De acuerdo con la clasificación de magnitudes propuesta por Jones (2008), este resultado sitúa al aplicativo en la categoría de proyectos de tamaño mediano (mayor a 100 PF). Esta cifra representa una magnitud funcional significativa y completa, demostrando que el sistema cubre satisfactoriamente todos los requisitos operativos de gestión de rutas y usuarios sin incurrir en una complejidad innecesaria.

4.4.3. Despliegue

4.4.3.1. Instalación del aplicativo con los conductores

La instalación del aplicativo en la versión de Conductores se realizó de manera manual en los dispositivos asignados a cada conductor. Este proceso se llevó a cabo previa coordinación y con la debida

supervisión de la sub unidad de transportes, asegurando que todos los conductores estuvieran listos para comenzar las pruebas operativas.

Figura 41

Instalación del aplicativo con los conductores



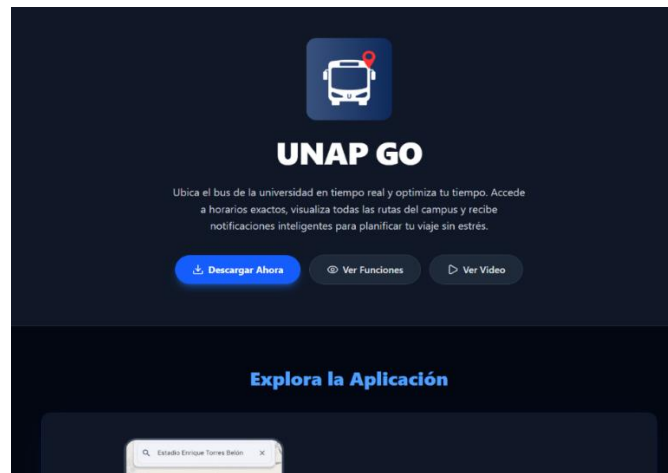
Fuente: Elaboración propia

4.4.3.2. Publicación del aplicativo en la web

Para la distribución de la versión destinada a los estudiantes, se optó por crear una página web específica. Esta página funcionó como un punto centralizado que permitió a cada estudiante descargar el aplicativo directamente en sus dispositivos móviles de manera sencilla.

Figura 42

Página web del aplicativo



Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Evaluación de resultados

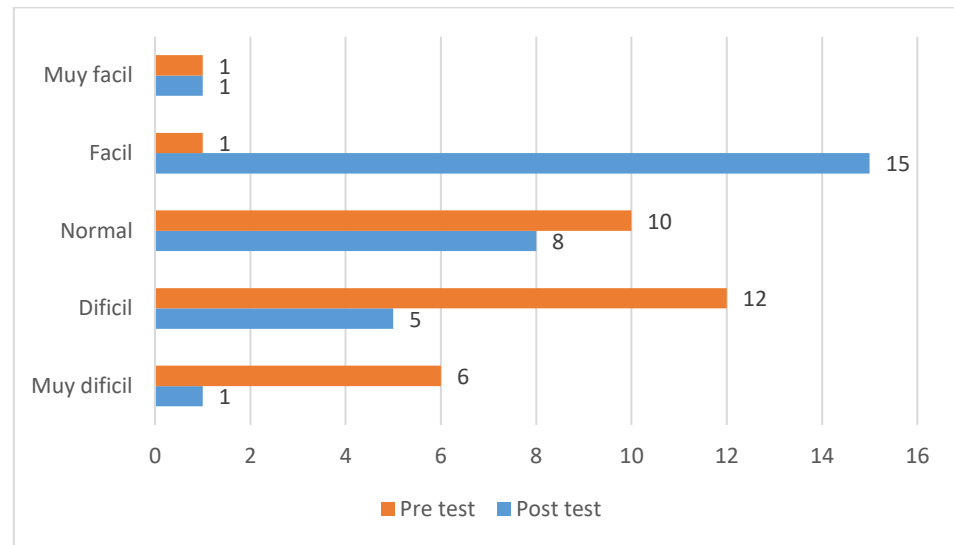
Tras completar la fase de recolección de datos durante un periodo de tres días, se procedió al procesamiento y análisis de la información recabada. La interpretación de estos resultados se estructuró en función de las dimensiones e indicadores definidos en la operacionalización de variables, los cuales fueron basados en el modelo de calidad de servicio TRANSQUAL propuesto por Haron et al. (2015).

4.4.4.1. Capacidad de respuesta

En relación a la dimensión de capacidad de respuesta, se analizó el impacto del aplicativo móvil sobre la percepción de los usuarios respecto al acceso de la información del transporte estudiantil. Para medir este indicador, se planteó la siguiente pregunta: '¿Qué tan fácil o difícil le resulta actualmente obtener información sobre paraderos y rutas del servicio de transporte?'.

Figura 43

Comparación pre test y post test de acceso a la información



Fuente: Elaboración propia

La Figura 43, ilustra un cambio significativo en la percepción de los usuarios. En el Pre test, la dificultad para obtener información sobre paraderos y rutas era predominante, ya que el 60% de los encuestados (18 personas) calificó la experiencia como 'Difícil' o 'Muy Difícil'. Sin embargo, tras la implementación del aplicativo (Post test), este porcentaje se redujo al 20% (6 personas). Este representa una reducción relativa del 66.7% en la proporción de usuarios que reportan dificultad, demostrando que el aplicativo facilitó de manera sustancial el acceso a la información del servicio.

Para el análisis inferencial se asignaron valores a las respuestas del cuestionario.

Tabla 20*Asignación de valores a las respuestas de acceso a la información*

Respuesta	Valor
Muy fácil	5
Fácil	4
Normal	3
Difícil	2
Muy difícil	1

Fuente: Elaboración propia

Luego se aplicó la prueba de normalidad a las muestras

Tabla 21*Prueba de normalidad aplicada al acceso a la información*

Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test	.224	30	.000	.872	30	.002
Post test	.299	30	.000	.840	30	.000

Fuente: Elaboración propia

Debido al tamaño de la muestra, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados demostraron que ambas variables (Pre test y Post test) no siguen una distribución normal, puesto que el valor de significancia (p-valor) fue menor a 0.05 en cada caso. Al confirmarse este supuesto, se determinó que la prueba más apropiada para comparar el acceso a la información del servicio es la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Por lo tanto, se plantean las siguientes hipótesis de estudio:

- H_0 : El aplicativo no influye positivamente en el acceso a la información

- Ha: El aplicativo influye positivamente en el acceso a la información

Tabla 22

Prueba de Wilcoxon

Pre test – Post test	
z	-3.993 ^b
Sig.	0.000

Fuente: Elaboración propia

Ejecutada la prueba de Wilcoxon, se obtuvo un valor de significancia (Sig. o p-valor) de 0.000 lo que nos permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y, aceptar la hipótesis alternativa (H_a) Por lo tanto, se concluye que el aplicativo influye positivamente en el acceso a la información.

4.4.4.2. Fiabilidad

La segunda dimensión del estudio se centró en evaluar la fiabilidad que ofrece el transporte estudiantil. Para obtener una medición integral, esta dimensión se evaluó mediante tres indicadores específicos: tiempo de esperar al encontrar un bus, el cumplimiento de los horarios y el uso de los paraderos, los cuales se detallan a continuación. La metodología de contraste se mantuvo constante: se aplicó un Pre test y un Post test a cada uno de estos indicadores.

- Tiempo de espera al encontrar un bus

En la siguiente sección se ofrece un análisis detallado del impacto del aplicativo en el indicador de tiempo de espera, contrastando los promedios (en minutos) registrados en el Pre test y Post test.

Tabla 23

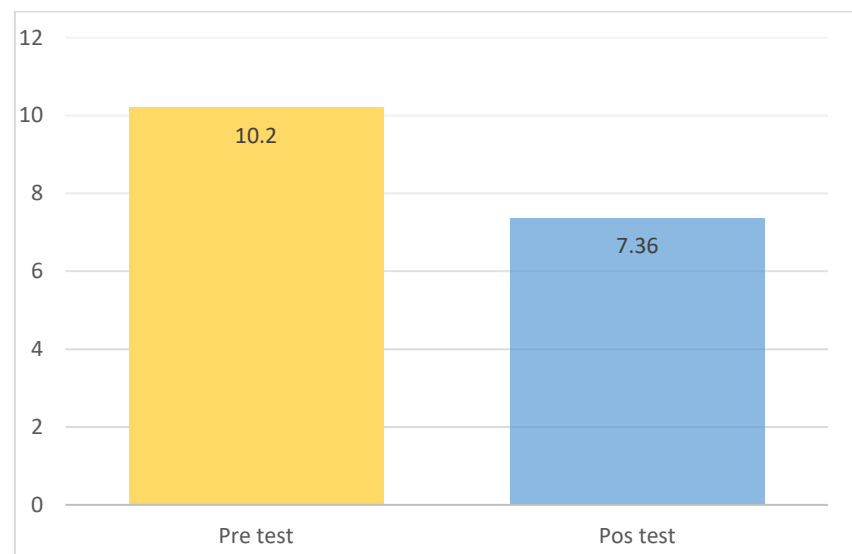
Tabla comparativa con el pre test y post test del tiempo de espera

Tipo de prueba	n	Min	Max	Media	Desviación estándar
Pre test	30	4	30	10.20	4.671
Post test	30	2	12	7.36	2.312

Fuente: Elaboración propia

Figura 44

Comparación de tiempos de espera promedio



Fuente: Elaboración propia

Se observa que tiempo de espera promedio se redujo notablemente, pasando de 10.20 minutos en el Pre test a 7.36 minutos en el Post test. Esta disminución representa una reducción absoluta de 2.83 minutos en el

tiempo de espera promedio por usuario, lo que equivale a una optimización porcentual del 27.84%.

Para proceder con el análisis inferencial del indicador, se inició con la prueba de normalidad de las muestras. A continuación, se presentan los resultados de dicha prueba.

Tabla 24

Prueba de normalidad aplicada al tiempo de espera

Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test	.184	30	.011	.933	30	.058
Post test	.108	30	.200	.970	30	.531

Fuente: Elaboración propia

Dado que la muestra era de 30, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados demostraron que ambas variables (Pre test y Post test) siguen una distribución normal, puesto que el valor de significancia (p-valor) fue consistentemente mayor a 0.05 en cada caso. Al confirmarse este supuesto paramétrico, se determinó que la prueba más apropiada para comparar los promedios de tiempo de espera es la prueba T-Student. Por lo tanto, dicha prueba se convierte en el instrumento para someter a contraste las siguientes hipótesis de estudio:

- H_0 : El aplicativo no disminuye el tiempo de espera al encontrar un bus
- H_a : El aplicativo disminuye el tiempo de espera al encontrar un bus

Tabla 25*Prueba T-student*

	Media	Desv. estandar	Inferior	Superior	t	gl	Sig.
Pretest							
-	2.833	3.364	1.577	4.089	4.613	29	0.000
Posttest							

Fuente: Elaboración propia

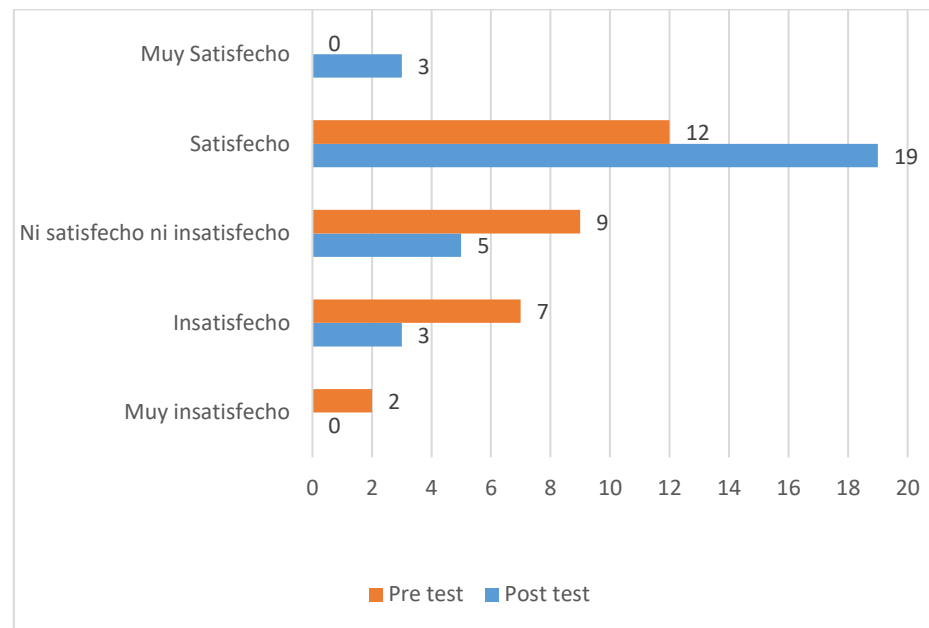
Luego de ejecutar la prueba T-Student para muestras relacionadas, se obtuvo un valor t de 4.613 con 29 grados de libertad (gl), y un valor de significancia (Sig. o p-valor) de 0.000. Dado que este p-valor es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, podemos rechazar la hipótesis nula (H_0) y, consecuentemente, aceptar la hipótesis alternativa (H_a). Por lo tanto, se concluye que el aplicativo disminuye el tiempo promedio de espera de los usuarios al encontrar un bus.

- Cumplimiento de los horarios

En este indicador se planteó la pregunta: '¿Qué tan satisfecho(a) se encuentra con el cumplimiento de los horarios establecidos para el servicio de transporte?'.

Figura 45

Comparación pre test y post test del cumplimiento de los horarios



Fuente: Elaboración propia

La Figura 45 muestra que la satisfacción con el cumplimiento de los horarios experimentó un cambio luego de la intervención del aplicativo. En el Pre test, la satisfacción positiva (suma de las categorías 'Satisfecho' y 'Muy Satisfecho') era baja, alcanzando solo a 12 personas (equivalente al 40.0% del total de la muestra). En contraste, el Post test mostró un incremento, con 22 personas, representando el 73.3% de la muestra, resultando en un incremento relativo del 83.3% en la proporción de estudiantes que se sienten satisfechos con el cumplimiento de horarios. Esto indica que el aplicativo tuvo un efecto positivo en la percepción de la puntualidad y consistencia del servicio.

Para el análisis inferencial se asignaron valores a las respuestas del cuestionario.

Tabla 26*Asignación de valores al cumplimiento de los horarios*

Respuesta	Valor
Muy satisfecho	5
Satisfecho	4
Ni satisfecho ni insatisfecho	3
Insatisfecho	2
Muy insatisfecho	1

Fuente: Elaboración propia

Luego se aplicó la prueba de normalidad a las muestras

Tabla 27*Prueba de normalidad aplicada al cumplimiento de los horarios*

Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test	.242	30	.000	.834	30	.000
Post test	.366	30	.000	.782	30	.000

Fuente: Elaboración propia

Debido al tamaño de la muestra, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados demostraron que las dos variables no tienen un valor de significancia mayor a 0.05, por ende, también se determinó usar la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Por lo tanto, se plantean las siguientes hipótesis de estudio:

- H_0 : El aplicativo no influye positivamente en el cumplimiento de los horarios
- H_a : El aplicativo influye positivamente en el cumplimiento de los horarios

Tabla 28

Prueba de Wilcoxon

Pre test – Post test	
z	-4.146 ^b
Sig.	0.000

Fuente: Elaboración propia

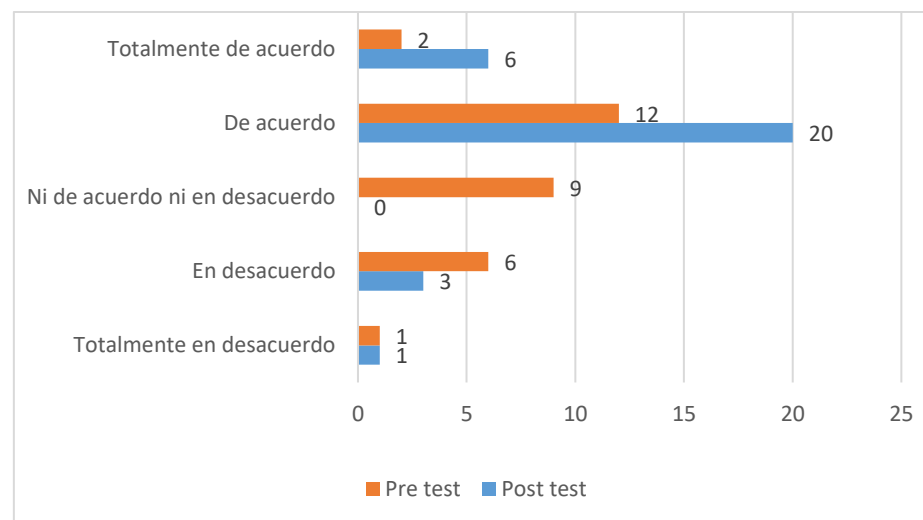
Ejecutada la prueba de Wilcoxon, se obtuvo un valor de significancia (Sig. o p-valor) de 0.000 lo que nos permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y, aceptar la hipótesis alternativa (H_a) Por lo tanto, se concluye que el aplicativo influye positivamente en cumplimiento de los horarios.

- Uso de los paraderos

En ese indicador se planteó la siguiente afirmación, a fin de medir el nivel de acuerdo de los encuestados: 'Los buses respetan de manera consistente los paraderos establecidos en las rutas '.

Figura 46

Comparación pre test y post test de uso de los paraderos



Fuente: Elaboración propia

En base a la figura 46, podemos ver una mejora notable después de la intervención. En el Pre test, la opinión positiva (suma de las categorías 'De acuerdo' y 'Totalmente de acuerdo') fue de 14 personas (equivalente al 46.7% del total). En contraste, el Post test reveló un aumento de la satisfacción, llegando a 26 personas (el 86.7% de la muestra). Este cambio representa un incremento relativo del 85.7%, indicando que el aplicativo tuvo un efecto positivo en la percepción del cumplimiento del uso de los paraderos.

Para el análisis inferencial se asignaron valores a las respuestas del cuestionario.

Tabla 29

Asignación de valores a las respuestas de uso de los paraderos

Respuesta	Valor
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Fuente: Elaboración propia

Luego se aplicó la prueba de normalidad a las muestras

Tabla 30

Prueba de normalidad aplicada al uso de los paraderos

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test	.239	30	.000	.895	30	.006
Post test	.408	30	.000	.700	30	.000

Fuente: Elaboración propia

Debido al tamaño de la muestra, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados demostraron una variable si tenía un valor de significancia mayor a 0.05, sin embargo, la otra no, por ende, también se determinó usar la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Por lo tanto, se plantean las siguientes hipótesis de estudio:

- H_0 : El aplicativo no influye positivamente en el cumplimiento del uso de los paraderos
- H_a : El aplicativo influye positivamente en el cumplimiento del uso de los paraderos

Tabla 31

Prueba de Wilcoxon

Pre test – Post test	
z	-2.118 ^b
Sig.	0.034

Fuente: Elaboración propia

Ejecutada la prueba de Wilcoxon, se obtuvo un valor de significancia (Sig. o p-valor) de 0.034 lo que nos permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y, aceptar la hipótesis alternativa (H_a) Por lo tanto, se concluye que el aplicativo influye positivamente en cumplimiento del uso de los paraderos.

Viendo los resultados de estos tres indicadores podemos inferir que el aplicativo móvil de geolocalización, mejora la fiabilidad del transporte estudiantil.

4.5. DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis general que indica que el desarrollo de un aplicativo móvil de geolocalización influyó de manera positiva en la mejora del nivel de satisfacción del transporte estudiantil de la UNA Puno. El tiempo de espera promedio al encontrar un bus pasó por una reducción de 10.20 minutos en el Pre test a 7.37 minutos en el Post test. Esta mejora representa una optimización del 27.84% del tiempo total de espera. Este resultado es superior a la optimización del 20.71% obtenida por Ordoñez Marín (2019), quien reportó una reducción de 4.761 minutos a 3.775 minutos en su estudio de transporte local. Asimismo, estos hallazgos se alinean con lo reportado por Montero Santos (2024), quien en su investigación sobre el aplicativo móvil "Fair" en Huancayo, identificó que la implementación de tecnologías móviles en el transporte permite una reducción promedio del 20% al 30% en los tiempos de viaje y espera percibidos. De igual forma, Bonilla Coronado & Diaz Nuñez (2020), en su implementación para el transporte escolar en Chiclayo, concluyen que el monitoreo en tiempo real no solo optimiza el control de la flota, sino que mejora sustancialmente la comunicación con los usuarios, un factor clave validado también por Brakewood & Watkins (2019), quienes sostienen que la información en tiempo real disminuye la carga psicológica de la espera más que la espera física en sí misma. Todos estos estudios coinciden en que las herramientas de geolocalización son altamente efectivas para reducir los tiempos muertos del usuario.

La investigación de Ccopa Yapura & Condori Quispe (2024) en la Universidad Amazónica de Madre de Dios, en la que implementaron un aplicativo móvil para los estudiantes y uno web para el administrador, también confirmó la influencia positiva del aplicativo en la mejora del servicio de transporte universitario. Aunque no se pudo comparar los resultados numéricos exactos debido a la diferencia de pruebas estadísticas,

estos son coherentes con los obtenidos en este estudio, ya que ambos validan una hipótesis similar. Este impacto positivo es corroborado por Acosta Espinoza et al. (2022), quienes destacan cómo las aplicaciones móviles en entornos sociales y educativos facilitan el acceso inmediato a la información, mejorando la calidad de vida estudiantil. A su vez, Maraza Nina & Rojas Huaripata (2021), al aplicar la metodología Mobile-D en entornos similares, encontraron que el desarrollo ágil de soluciones móviles incrementa la adaptabilidad del servicio a las necesidades cambiantes de los usuarios, reforzando la pertinencia de la solución tecnológica planteada en esta tesis frente a sistemas de información estáticos o tradicionales.

Herrera (2020), en su estudio, también encontró que el aplicativo móvil influye positivamente en la satisfacción de los usuarios. Esta conclusión, refleja una inferencia similar a la observada en las dimensiones de percepción y satisfacción de esta investigación. La principal diferencia entre ambos trabajos se centra en el contexto de aplicación: Herrera implementó su solución en una empresa de transportes particular (Kasha Ñan), a diferencia del entorno universitario de esta tesis. Sin embargo, la coincidencia en el hallazgo refuerza la validez de que el aplicativo de geolocalización es efectivo para mejorar la satisfacción en distintos contextos. Esto es respaldado por Preciado Ortiz (2021), quien demuestra que la calidad del sistema y la calidad de la información en las apps de transporte son predictores directos de la satisfacción del usuario. Adicionalmente, Salinas Ruiz & Valverde Yovera (2024) argumentan que la percepción de seguridad y la capacidad de control que otorgan estas aplicaciones elevan significativamente la valoración del servicio, coincidiendo con el aumento del 85.7% en la percepción de cumplimiento de paraderos registrado en este proyecto.

Finalmente, desde una perspectiva de ingeniería de software, el proyecto alcanzó una métrica de tamaño funcional de 148 Puntos de función. Según los estándares de

productividad de la industria referenciados por Jones (2008), este tamaño clasifica al desarrollo como un proyecto de mediana escala. Este resultado, valida la complejidad técnica del aplicativo desarrollado bajo la metodología Mobile-D, superando el umbral de prototipos básicos y situándose como un producto de software funcional. Al respecto, Pressman & Maxim (2019) sostienen que el análisis de Puntos de función es la métrica estándar más fiable para normalizar y validar el tamaño del software independientemente del lenguaje de programación utilizado; por lo tanto, esta cifra confirma objetivamente que la cantidad de funcionalidad entregada al estudiante es significativa. Asimismo, Palacín Anco (2022), en su análisis sobre métricas ágiles, enfatiza que cuantificar el esfuerzo mediante métricas estandarizadas en el desarrollo móvil permite predecir mejor el comportamiento del software en producción. En conjunto, la magnitud de 148 PF asegura que el aplicativo posee la robustez funcional necesaria para soportar la operatividad diaria del transporte estudiantil de la UNA Puno, garantizando su sostenibilidad técnica más allá de la prueba experimental.

V. CONCLUSIONES

- Se logró desarrollar e implementar exitosamente un aplicativo móvil de geolocalización que tuvo un impacto positivo en el nivel de satisfacción del transporte estudiantil de la UNA Puno. Esto se vio reflejando en indicadores como en la proporción de usuarios que no tenían acceso a la información del servicio, reduciéndose un 66.7%, la reducción efectiva de los tiempos de espera al encontrar un bus en un 27.84%, además de en el un aumento relativo de 85.7%, en la percepción del cumplimiento de los paraderos y un aumento relativo de 83.3% en la proporción de estudiantes que se sienten satisfechos con el cumplimiento de horarios.
- Se logro determinar las necesidades en base a la metodología Mobile-d, la cual permitió definir a los tres grupos de interés (estudiantes conductores y administradores) y a su vez crear 12 historias de usuario que permitieron representar las necesidades de cada uno de estos, todo ello permitió la posterior implementación del aplicativo.
- Se diseñó una arquitectura cliente-servidor basándose en el patrón de diseño MVVM (Model-View-ViewModel) en la que se delimito la capa de datos, la lógica de negocio y la interfaz de usuario. Además, se estableció el uso del framework Flutter para el frontend y Firebase como backend, que permitió el almacenamiento y actualización de información en tiempo real para asegurar una respuesta rápida y segura. Para el frontend, se diseñaron 50 pantallas de alta fidelidad que priorizaron la accesibilidad y una óptima experiencia del usuario.
- Se implementó el aplicativo móvil en tres versiones diferenciadas. Las versiones incluyen: la principal (Estudiantes), que permite crear una cuenta para ver la ubicación de los buses en tiempo real, consultar horarios y rutas, y recibir

notificaciones de llegada; la del Conductor, que se encarga de enviar la ubicación en tiempo real del bus asignado a su ruta; y la del Administrador, diseñada para gestionar usuarios, vehículos, rutas, programaciones y visualizar el registro histórico de las rutas seguidas.

- Los resultados obtenidos confirman que el aplicativo móvil tuvo un impacto positivo y significativo. En base a las pruebas realizadas durante tres días de operación, se pudo medir la reducción del tiempo de espera de los buses en un 27.84.%, la reducción del 66.7% de la proporción de usuarios que no tenían acceso de a información, también en el un aumento relativo de 85.7%, en la percepción del cumplimiento de los paraderos y un 83.3% en la proporción de estudiantes que se sienten satisfechos con el cumplimiento de horarios. Estos hallazgos demuestran la mejora sustancial en el nivel de satisfacción del transporte estudiantil que ofrece la UNA Puno.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar coordinaciones estratégicas con la Oficina de Imagen Institucional con el objetivo de desarrollar una campaña de difusión masiva y sostenida que promueva activamente el uso del aplicativo entre toda la comunidad universitaria, asegurando así una tasa de adopción máxima y un alcance efectivo de sus beneficios.
- Se sugiere ampliar las funcionalidades del aplicativo para incorporar rutas interprovinciales, esta expansión permitiría ofrecer información de geolocalización y horarios para el transporte que conecta el campus con otras ciudades o zonas de alta concentración de estudiantes. Esto convertiría la aplicación en una herramienta integral de movilidad más allá del campus.
- Se propone coordinar con la universidad la adquisición e implementación de dispositivos GPS especializados. Estos dispositivos deberían ser enlazados de forma permanente a los vehículos del servicio de transporte. El objetivo es automatizar completamente el envío de la ubicación en tiempo real y actualizar el aplicativo para consumir estos datos de alta precisión. Esto asegurará la fiabilidad y continuidad del servicio de geolocalización.
- Se recomienda implementar el aplicativo de forma definitiva, formalizándolo como un proyecto institucional que perdure con los años. Es crucial coordinar con las autoridades universitarias para asignar un presupuesto de mantenimiento y capacitar a la sub unidad de transportes para su gestión continua. Esto garantizará que los beneficios logrados se mantengan a largo plazo y que el sistema pueda adaptarse a futuras necesidades tecnológicas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamsson, P., Hanhineva, A., Hulkko, H., Ihme, T., Jäälinoja, J., Korkala, M., Koskela, J., Kyllönen, P., & Salo, O. (2004). Mobile-D: An Agile Approach for Mobile Application Development. In Proceedings of the 19th IEEE International Conference on Software Engineering (ICSE 2004). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICSE.2004.1317463>
- Acosta Espinoza, J. L., León Yacelga, A. R., & Sanafria Michilena, W. G. (2022). Las aplicaciones móviles y su impacto en la sociedad. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 237-243.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000200237
- Aldás, S., & Aldás M. (2021), Aplicación móvil de geolocalización para gestión y control de vendedores de la empresa “Skandinar s.a”;
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33488>
- Alessandria, Simone., & Kayfitz, Brian. (2021). *FLUTTER COOKBOOK over 100 proven techniques and solutions on mobile development with flutter... and dart*. PACKT PUBLISHING LIMITED. <https://www.packtpub.com/product/flutter-cookbook/9781838823382>
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., Thomas, D., & West, D. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Agile Alliance.
<https://agilemanifesto.org/>
- Biørn-Hansen, A., Grønli, T. M., & Ghinea, G. (2020). A survey and taxonomy of hybrid mobile app development frameworks. *Journal of Network and Computer Applications*, 165, 102681.
- Blas, M. (2018). Aplicativo móvil para la planificación y control de rutas en Transportes Huáscar S.A. Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35375>



- Bonilla Coronado, B. A., & Diaz Nuñez, H. P. (2020). Desarrollo de un Sistema Informático en tiempo real de geolocalización, control y monitoreo para el Servicio de Transporte de estudiantes en la Ciudad de Chiclayo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
- Brakewood, C., & Watkins, K. (2019). A literature review of the passenger benefits of real-time transit information. *Transport Reviews*, 39(3), 327-354.
- Bray, T. (2017). The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format (RFC 8259). Internet Engineering Task Force (IETF).
<https://doi.org/10.17487/RFC8259>
- Carrera Muñoz, L. G. (2020). Aplicación móvil en la determinación de las rutas más eficientes de transporte público de la ciudad de Trujillo.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_a7161ef4c6dbb80357b3e6e88e32cd5c
- Ccopa Yapura, D., & Condori Quispe, R. (2024). Aplicación Web Móvil para el Servicio de Transporte en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. *UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA*;
<https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/1207/004-2-2-030.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Comisión Europea. (2017). Estudio sobre el impacto socioeconómico de los sistemas globales de navegación por satélite (GNSS). Recuperado de
<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2017-socio-economic-impact-of-gnss.pdf>
- Corder, G. W., & Foreman, D. I. (2014). Nonparametric statistics: A step-by-step approach. John Wiley & Sons.
- Delgado Pérez, E., & Delgado May, V. (2022). “SMART-ROUTE-BUS” APP dinámica para tu viaje en transporte público.EFAN. <https://doi.org/10.29105/VTGA8.2-342>



- Google. (2025a). Cloud Functions for Firebase. Firebase. Recuperado el 12 de agosto de 2025, de <https://firebase.google.com/docs/functions>
- Google. (2025b). Firebase Cloud Messaging. Firebase. Recuperado el 12 de agosto de 2025, de <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging>
- Google. (2025c). Firestore. Firebase. Recuperado el 12 de agosto de 2025, de <https://firebase.google.com/docs/firestore>
- Google. (2025d). Realtime Database. Firebase. Recuperado el 12 de agosto de 2025, de <https://firebase.google.com/docs/database>
- Haron, S., Noor, S. M., & Sadullah, A. F. M. (2015). New dimension of bus service quality performance measure. *Proceedings of International Conference on Advances in Civil and Environmental Engineering (ACEE 2015)* (pp. 54-63). Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi MARA.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). McGraw-Hill. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Herrera, J. (2020). Influencia del uso de la aplicación móvil Kashañan en la satisfacción de usuarios del servicio de transporte público de la ciudad de Cajamarca 2020 [Internet]. Universidad Privada del Norte; <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24800>
- International Function Point Users Group. (2010). Function Point Counting Practices Manual (CPM) Release 4.3.1.
- Jones, C. (2008). Applied Software Measurement: Global Analysis of Productivity and Quality (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- Kaplan, E. D., & Hegarty, C. (2006). *Understanding GPS: principles and applications*. 703. https://www.researchgate.net/publication/253009614_Understanding_GPS_Principles_and_Application
- Khawas, C., & Shah, P. (2018). Application of Firebase in Android App Development. *International Journal of Computer Applications*, 179(46), 49-53.



- King of App. (2022). Estadísticas sobre descargas de aplicaciones y tendencias de uso (2022). King of App. Recuperado de <https://kingofapp.com/es/estadisticas-sobre-descargas-de-aplicaciones-y-tendencias-de-uso-2022/>
- Kitchin, R., & Dodge, M. (2007). Rethinking maps. <https://doi.org/10.1177/0309132507077082>
- Kotler, P. (2003). *Marketing Management* (11.^a ed.). Prentice Hall.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management* (15th ed.). Pearson Education Limited.
- Kouraklis, J. (2016). MVVM as Design Pattern. En MVVM in Delphi (Cap. 1). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2214-0_1
- López, S. (2020). *Firestore: qué es, para qué sirve, funcionalidades y ventajas*. Digital55. <https://digital55.com/blog/que-es-firebase-funcionalidades-ventajas-conclusiones/>
- Maraza Nina, J. M., & Rojas Huaripata, M. M. (2021). Aplicativo móvil con realidad aumentada, utilizando la metodología Mobile-D, para la promoción de películas. Universidad Autónoma del Perú.
- Marqués, P. (2018). La tecnología móvil en la educación y la sociedad digital. Editorial UOC.
- Mendoza Alegre, M. (2009). Servicio de transporte terrestre de pasajeros ¿Servicio Público? Necesidad de una correcta conceptualización para su mejor prestación. *Revista de Derecho Administrativo*, (7), 490-496. Recuperado de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/14045>
- Microsoft Docs. (2024). Model-View-ViewModel (MVVM) pattern. Microsoft. Recuperado de <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/maui/mvvm>
- Montero Santos, A. (2024). Impacto de la aplicación móvil de taxi “Fair” en el servicio al cliente, Huancayo, 2024. Universidad Continental.
- Myers, G. J., Sandler, C., & Badgett, T. (2011). *The Art of Software Testing* (3rd ed.). Wiley.



- Nielsen, J. (2012). *Ingeniería de la usabilidad*. Morgan Kaufmann Publishers.
- OpenStreetMap. (s. f.). Acerca de OpenStreetMap. Recuperado el 12 de septiembre de 2025, de <https://www.openstreetmap.org/about>
- Ordoñez Marín, C. A. (2019). Desarrollo de una aplicación web para el control y monitoreo en tiempo real que permita mejorar el servicio del transporte interno de la Universidad Nacional de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3213>
- Palacín Anco, R. M. (2022). Mejora del desarrollo de aplicaciones móviles con la implementación de métricas ágiles en una empresa de telecomunicaciones. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Cybertesis UNMSM. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS_abf9e4f4e7a6e82ad77f0b7e64c08604/Details
- Pérez, L., & García, M. (2020). Desarrollo de Aplicaciones Web: Arquitectura Frontend y Backend. Editorial Alfaomega.
- PIARC (Asociación Mundial de la Carretera). (s. f.). Diccionario Vial de PIARC. Recuperado de <https://www.piarc.org/es/actividades/Diccionario-Vial-Terminologia-Transporte-Carretera/ficha-termino/92190-es-servicio%20de%20transporte.html>
- Preciado Ortiz, C. L. (2021). Quality and Use of Mobile Applications for Transportation Service: Influence on Satisfaction. *Mercados y Negocios*, 44, 21-42. <https://www.redalyc.org/journal/5718/571867949003/>
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2019). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Quimbita Tonato, W. S. (2023). Desarrollo de un dispositivo para localización y obtención de parámetros de vehículos mediante una aplicación móvil; <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24370>
- Sadalage, P. J., & Fowler, M. (2012). *NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence*. Addison-Wesley.

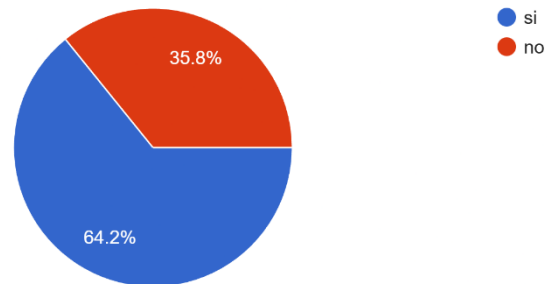
- Salazar, B., & Guzmán, S. (2021). Desarrollo de una aplicación bajo android para el control y monitoreo de unidades vehiculares en la empresa TCPLUMESAL S.A. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20946>
- Salinas Ruiz, R. A., & Valverde Yovera, F. A. (2024). Desarrollo de una aplicación móvil híbrida para las empresas de taxis en el distrito de Chimbote. Universidad Nacional del Santa. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4753>
- Sánchez, D., & Sánchez, J. (2018). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. *Revista de Tecnología e Innovación*, 12(3), 45–57. Dialnet.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería del software*. Pearson Educación.
- Tanenbaum, A. S., & Van Steen, M. (2007). *Distributed Systems: Principles and Paradigms* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Vargas, J., & Botero, J. (2021). Análisis y Diseño de Aplicativo Móvil para la gestión de rutas y horarios de los buses en la ciudad Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/df6f1fa5-9f4c-4454-951e-f626303857cb/content>
- VTT Electronics. (2006). *Mobile-D: An Agile Approach for Mobile Application Development*. Technical Report. VTT Publications. Espoo, Finland: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Zhang, J., Chen, M., Zhao, S., & Li, J. (2019). Geofencing Technology and Its Application in Location-Based Services. *Journal of Location-Based Services*, 13(2), 85–97.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de encuesta inicial de satisfacción

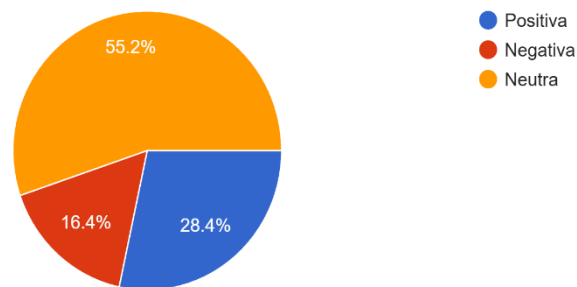
¿Has usado el servicio de transporte de la Universidad?

67 respuestas



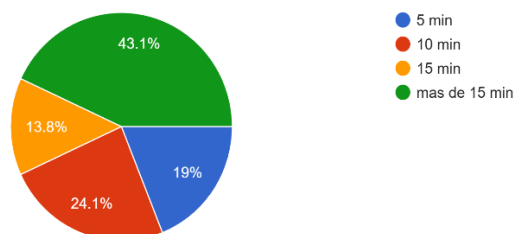
¿Qué impresión tienes del servicio de transporte?

67 respuestas



¿En el caso de vivir lejos, cuanto tiempo te demoras en esperar el bus de la universidad?

58 respuestas



Anexo 2. Encuesta de satisfacción del transporte estudiantil pre test y post test

Encuesta de satisfacción del transporte estudiantil						
Entidad		Universidad Nacional del Altiplano				
Dirección		Av. Floral Nro.1153 - Puno				
Observador		Josue Job Chambilla Vilca				
Instrumento		Encuesta				
Objetivo		Medir el nivel de satisfacción del transporte estudiantil				
Nro.	Pregunta	Respuesta				
1	En promedio, ¿Cuánto tiempo (en minutos) esperas el bus del servicio de transporte universitario?					
2	¿Qué tan fácil o difícil le resulta actualmente obtener información sobre paraderos y rutas del servicio de transporte?	Muy Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muy Fácil
3	Indique su nivel de acuerdo con la siguiente afirmación: "Los buses respetan consistentemente los paraderos establecidos en las rutas."	Totalmente en Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente de Acuerdo
4	¿Qué tan satisfecho(a) se encuentra con el cumplimiento de los horarios establecidos para el servicio de transporte?	Muy Insatisfecho	Insatisfecho	Ni Satisfecho ni Insatisfecho	Satisfecho	Muy Satisfecho

Anexo 3. Validación de instrumento por primer experto

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR EXPERTO						
Título de Investigación: Aplicativo Móvil de Geolocalización para la Mejora del Nivel de Satisfacción del Transporte Estudiantil que ofrece la UNA Puno						
Línea de Investigación: Ingeniería Computacional y Sistemas						
Apellidos y Nombres del Experto: <i>Romero Flores Robert Antonio</i>						
Instrumento de validación: Encuesta						
El instrumento de medición pertenece a la variable: Dependiente (Nivel de satisfacción del transporte estudiantil)						
Escala						
Muy deficiente	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno		
0.0	0.5	1.0	1.5	2.0		
Nro.	Criterios Evaluados	Escala				
		MD	D	R	B	MB
01	CLARIDAD: Está escrito en lenguaje de fácil comprensión y es apropiado al tipo de investigación que se pretende realizar.					✓
02	OBJETIVIDAD: Está expresado en forma de indicadores observables o medibles.				✓	
03	ACTUALIDAD: Los ítems corresponden a las formas actuales de formulación de instrumentos de investigación.				✓	
04	ORGANIZACIÓN: La formulación de los ítems tiene una secuencia lógica según el tipo de investigación que se pretende realizar.				✓	
05	COHERENCIA ESTRUCTURAL: La cantidad de ítems es correspondiente a la cantidad de indicadores que se quiere medir.					✓
06	COHERENCIA SEMÁNTICA: Los ítems se refieren a las incógnitas de los problemas de investigación o al sentido de la investigación.					✓
07	CONSISTENCIA TEÓRICA: Los ítems se sustentan en el marco teórico que se asume en la investigación.				✓	
08	METODOLOGÍA: Este instrumento corresponde a la técnica de investigación apropiada para recoger datos confiables.			✓		
09	ESTRUCTURA FORMAL: El instrumento contiene todos los elementos estructurados básicos.				✓	
10	ORIGINALIDAD: Este instrumento es elaboración propia, de lo contrario se menciona la fuente.				✓	
Promedio Final		1.6				
Sugerencias:						
Firma del experto:						
 Dr. Robert Antonio Romero Flores						

Anexo 4. Validación de instrumento por segundo experto

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR EXPERTO						
Título de Investigación: Aplicativo Móvil de Geolocalización para la Mejora del Nivel de Satisfacción del Transporte Estudiantil que ofrece la UNA Puno						
Línea de Investigación: Ingeniería Computacional y Sistemas						
Apellidos y Nombres del Experto: <i>Rosa Cordero Pecho feler</i>						
Instrumento de validación: Encuesta						
El instrumento de medición pertenece a la variable: Dependiente (Nivel de satisfacción del transporte estudiantil)						
Escala						
Muy deficiente	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno		
0.0	0.5	1.0	1.5	2.0		
Nro.	Criterios Evaluados	Escala				
		MD	D	R	B	MB
01	CLARIDAD: Está escrito en lenguaje de fácil comprensión y es apropiado al tipo de investigación que se pretende realizar.				✓	
02	OBJETIVIDAD: Está expresado en forma de indicadores observables o medibles.				✓	
03	ACTUALIDAD: Los ítems corresponden a las formas actuales de formulación de instrumentos de investigación.			✓		
04	ORGANIZACIÓN: La formulación de los ítems tiene una secuencia lógica según el tipo de investigación que se pretende realizar.					✓
05	COHERENCIA ESTRUCTURAL: La cantidad de ítems es correspondiente a la cantidad de indicadores que se quiere medir.				✓	
06	COHERENCIA SEMÁNTICA: Los ítems se refieren a las incógnitas de los problemas de investigación o al sentido de la investigación.				✓	
07	CONSISTENCIA TEÓRICA: Los ítems se sustentan en el marco teórico que se asume en la investigación.				✓	
08	METODOLOGÍA: Este instrumento corresponde a la técnica de investigación apropiada para recoger datos confiables.				✓	
09	ESTRUCTURA FORMAL: El instrumento contiene todos los elementos estructurados básicos.				✓	
10	ORIGINALIDAD: Este instrumento es elaboración propia, de lo contrario se menciona la fuente.				✓	
Promedio Final		1.5				
Sugerencias:						
Firma del experto:						
						

Anexo 5. Enlace y qr a los prototipos de las pantallas de aplicativo

<https://www.figma.com/design/MemW2vJ1TwAN1hv1MsJ03o/TESIS-APP-V1?node-id=0-1&p=f>





Anexo 6. Enlace y qr de los repositorios del proyecto

<https://github.com/orgs/unapgo/repositories>



Anexo 7. Solicitud de aplicación de proyecto de tesis

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

SOLICITO: APLICACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

SEÑOR:

Lic. EFRAIN YUCRA MAMANI

Jefe de la Sub Unidad de Transportes



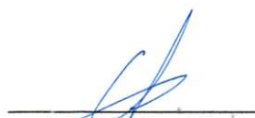
Yo, JOSUE JOB CHAMBILLA VILCA, bachiller, identificado con el **DNI 71476924**, código de matrícula **191439**, número de celular **918876542**, habiendo obtenido la aprobación de mi proyecto de tesis con registro **2023-3329** de fecha **15 de enero del 2024**, me dirijo a usted con el debido respeto para manifestar lo siguiente:

Para la ejecución de mi proyecto de tesis, solicito el apoyo de su oficina para las coordinaciones generales. Entre las actividades previstas se incluyen la implementación del aplicativo, la organización de reuniones de seguimiento y la orientación a los conductores que harán uso de la herramienta.

POR LO EXPUESTO:

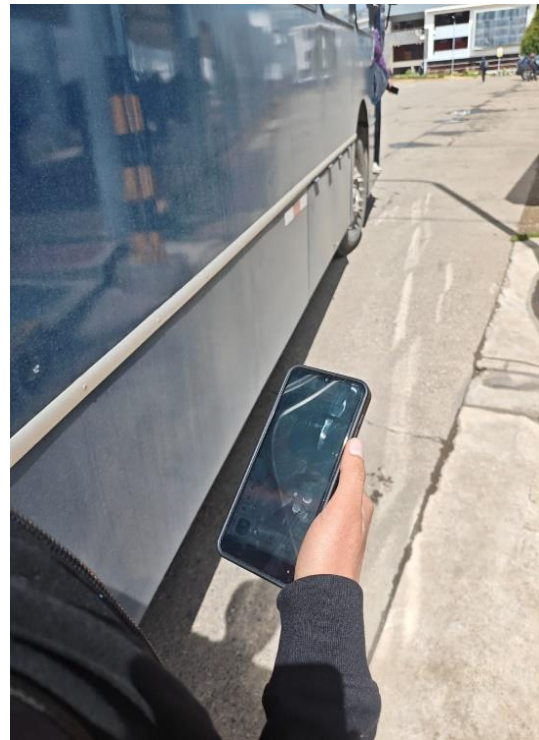
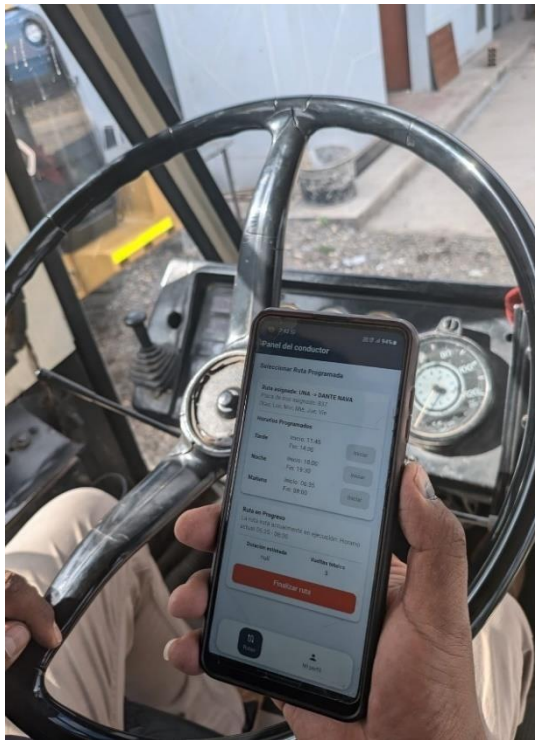
Ruego a su persona acceder a mi solicitud.

Puno, 17 de noviembre del 2025


Josue Job Chambilla
Vilca
DNI: 71476924

Anexo 8. Implementación del aplicativo







Anexo 9. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Josue Job Chumbilla Vilca
identificado con DNI 71476924 en mi condición de egresado de:

☒ Escuela Profesional, ☐ Programa de Segunda Especialidad, ☐ Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería de Sistemas

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación denominada:

"Aplicativo móvil de Geocalización para la mejora del nivel
de Satisfacción del Transporte Estudiantil que ofrece la UNA Puno"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 17 de diciembre del 2025


FIRMA (obligatoria)



Huella



Anexo 10. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional

	Universidad Nacional del Altiplano Puno		Vicerrectorado de Investigación		Repositorio Institucional
---	--	---	------------------------------------	---	------------------------------

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Josue Job Chumbilla Vilca
identificado con DNI 74476924 en mi condición de egresado de:
☒ Escuela Profesional, ☐ Programa de Segunda Especialidad, ☐ Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería de Sistemas
informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación denominada:
" Aplicativo móvil de geolocalización para la mejora del nivel
de satisfacción del transporte estudiantil que ofrece la
UNA Puno "
para la obtención de ☐ Grado, ☒ Título Profesional o ☐ Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 17 de diciembre del 2025


FIRMA (obligatoria)


Huella