 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


Reducción de tiempos de respuesta y mejora de experiencia de usuario en la solicitud de servicio de taxi en Yarumal

Laura Cristina Llanos Osorio
Santiago Loaiza Sanchez
Juan Pablo González Valencia

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en ingeniera de software

Asesor(es)
Alicia Osorio Builes

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM
Facultad de Ingenierías
Departamento de Antioquia
Medellín, Colombia
2025

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


RESUMEN

Este trabajo desarrolla un MVP de aplicación móvil para el servicio de taxis en Yarumal con el objetivo de reducir los tiempos de respuesta y mejorar la experiencia de usuario en la solicitud, asignación y cierre de viajes. La metodología combina un enfoque iterativo (Scrum) con ingeniería de requisitos, revisión documental y elicitación mediante encuestas a conductores y pasajeros, además de prototipado de interfaces y diseño de arquitectura y base de datos. El plan de calidad se alinea con ISO/IEC 25010, priorizando disponibilidad, usabilidad (reconocibilidad), confidencialidad y corrección funcional.

Los resultados incluyen: (i) un modelo de negocio viable y procesos clave sistematizados; (ii) un MVP operable que integra registro de clientes, creación y cancelación de solicitudes antes de la aceptación, notificaciones a conductores, toma única del servicio, cancelación por el conductor y registro de taxis; (iii) diseño de datos con entidades núcleo (Usuarios, Solicitudes, Asignaciones, Taxis) que garantizan trazabilidad; (iv) interfaces con navegación simple, estados visibles y accesibilidad; y (v) un plan de pruebas con métricas operables (uptime, éxito de tareas, seguridad y tasa de fallas). La validación con usuarios confirma la relevancia de ETA visible, identificación del conductor/vehículo, chat enmascarado y notificaciones en tiempo real, y evidencia adopción gradual de pagos digitales.

Se concluye que el MVP es técnicamente viable y pertinente para el contexto local, con capacidad para disminuir tiempos de asignación y elevar la satisfacción percibida. Como limitaciones, se reconocen la cobertura de conectividad y el alcance propio del MVP. El trabajo futuro contempla programación de viajes, reputación y analítica avanzada, así como una transición progresiva a pagos digitales y mejoras de observabilidad y despliegue.

Palabras clave: Movilidad urbana; MVP; Scrum; experiencia de usuario (UX); ISO 25010; Municipios Intermedios.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


RECONOCIMIENTOS

Agradecemos de manera especial al Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, a la Facultad de Ingenierías y al cuerpo docente de la Especialización en Ingeniería de Software por el acompañamiento académico, la transferencia de conocimiento y los espacios de discusión que hicieron posible la materialización de este trabajo de grado.

Extendemos nuestro reconocimiento a la asesora del proyecto, Alicia Osorio Builes, por su orientación constante, su rigor metodológico y sus aportes en la consolidación del enfoque técnico y de investigación que soporta esta propuesta de aplicación móvil para el servicio de taxis en Yarumal.

De igual forma, agradecemos a las empresas de taxis del municipio de Yarumal, así como a sus conductores y usuarios, por la disposición para participar en entrevistas y encuestas, y por compartir su visión sobre las necesidades y retos del servicio. Su experiencia en terreno fue fundamental para alinear el MVP con el contexto operativo real.

Finalmente, expresamos nuestro profundo agradecimiento a nuestras familias y personas cercanas, cuyo apoyo emocional, comprensión y respaldo incondicional resultaron determinantes para culminar satisfactoriamente este proceso de formación y el desarrollo del presente trabajo de grado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

ACRÓNIMOS

MVP Producto Mínimo Viable (versión inicial funcional de la aplicación con el alcance estrictamente necesario para operar el servicio).

UX User Experience / Experiencia de Usuario (percepción global del usuario frente al servicio digital y al viaje).

ETA Estimated Time of Arrival / Tiempo Estimado de Llegada (indicador de tiempo previsto para la llegada del taxi al punto de recogida).

KPI Key Performance Indicator / Indicador Clave de Desempeño (métrica usada para medir tiempos de respuesta, utilización de flota, cancelaciones, entre otros).

SAE Sistema de Apoyo a la Explotación (plataforma tecnológica para la gestión y monitoreo en tiempo real de flotas de transporte).

RSC Responsabilidad Social Corporativa (conjunto de prácticas y reportes de sostenibilidad de las empresas de transporte).

TIC Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (infraestructura y servicios tecnológicos que habilitan la operación de la app).


BRT Bus Rapid Transit (sistema de transporte público masivo que sirve como referencia para la modernización de la movilidad urbana).

API Application Programming Interface (interfaz de programación que define cómo se comunican los servicios del backend con la aplicación móvil).

CI/CD Continuous Integration / Continuous Delivery (prácticas de integración y entrega continua utilizadas para automatizar pruebas y despliegues del sistema).

NoSQL “Not Only SQL” (familia de bases de datos no relacionales, como MongoDB, usada para gestionar datos de usuarios, solicitudes y viajes).

ITS Intelligent Transportation Systems / Sistemas Inteligentes de Transporte (conjunto de tecnologías aplicadas a la gestión avanzada de la movilidad).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

MaaS Mobility as a Service / Movilidad como Servicio (modelo de integración de servicios de transporte que sirve de referencia conceptual para la solución propuesta).

OTUC Observatorio de Costes y Financiación del Transporte Urbano Colectivo (fuente de estudios comparativos sobre eficiencia y financiación del transporte urbano).




 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	2
RECONOCIMIENTOS	3
ACRÓNIMOS.....	4
TABLA DE CONTENIDO	6
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Planteamiento del problema.....	9
1.2. Hipótesis	10
1.3. Justificación.....	11
1.4. Objetivos del Proyecto	12
1.4.1. Objetivo General.....	12
1.4.2. Objetivos específicos.....	12
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. Marco Conceptual	13
2.1.1. Experiencia de usuario en el transporte urbano	13
2.1.2. Tecnologías aplicadas a la movilidad urbana	14
2.1.3. Gestión logística de servicios de transporte	15
2.1.4. Adopción tecnológica en municipios intermedios	15
2.2. Antecedentes	16
2.2.1. Transformaciones regulatorias y competencia	16
2.2.2. Sistemas de apoyo a la explotación (SAE).....	17
2.2.3. Divulgación de responsabilidad social corporativa (RSC)	17
2.3. Estado del Arte.....	17
2.3.1. Algoritmos de predicción de demanda	18
2.3.2. Impactos socioeconómicos y ambientales	18
2.3.3. Desafíos en municipios intermedios	18
2.3.4. Brechas de investigación.....	19
2.4. Marco Legal	19
2.4.1. Ley 336 de 1996 – Estatuto Nacional del Transporte	19
2.4.2. Decreto 1079 de 2015 – Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte ...	19
2.4.3. Ley 105 de 1993.....	20
2.4.4. Ley 1341 de 2009 (modificada por la Ley 1978 de 2019).....	20
2.4.5. Resolución 3256 de 2018 (MinTransporte)	20
2.4.6. Relación con los estudios revisados.....	21

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


2.5.	Consideraciones finales	21
3.	METODOLOGÍA	22
3.1.	Modelo de Negocio	22
3.1.1.	Descripción del Modelo de Negocio	23
3.1.2.	Flujo de creación de un viaje	25
3.1.3.	Flujo de asignación y aceptación del conductor	27
3.1.4.	Flujo de creación y uso del chat	29
3.2.	Identificación de Procesos por Sistematizar.....	31
3.2.1.	Núcleo del servicio	31
3.2.2.	Soporte operativo	33
3.2.3.	Procesos transversales/tecnológicos	34
3.2.4.	Gobierno y cumplimiento.....	34
3.2.5.	Resultado esperado del MVP:.....	35
3.3.	Proceso Funcional de la Aplicación	35
3.3.1.	Encuesta a Conductores	36
3.3.2.	Encuesta a Pasajeros.....	39
3.4.	Identificación y Descripción de Requisitos	42
3.4.1.	Requisitos Funcionales.....	42
3.4.2.	Requisitos No Funcionales.....	47
3.5.	Diseño de base de datos.....	48
3.6.	Diseño de Arquitectura.....	51
3.6.1.	Arquitectura General	53
3.6.2.	Diseño de interfaces (Prototipo)	56
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1.	Marco metodológico de desarrollo (Scrum).....	58
4.2.	Selección y adquisición de herramientas y tecnología	59
4.3.	Buenas prácticas de programación	59
4.4.	Experiencia de usuario.....	59
4.5.	Diseño de interfaz de usuario.....	60
4.6.	Identificación de la infraestructura tecnológica.....	60
4.7.	BackEnd.....	60
4.8.	FrontEnd	61
4.9.	Pruebas y control de calidad.....	61
4.9.1.	Plan de Pruebas	61
4.9.2.	Aplicación del Plan.....	61
4.9.3.	Evidencias (métricas del MVP).....	61

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	63
6. REFERENCIAS	65
ANEXOS.....	68

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1: Flujo de creación de un viaje	25
Ilustración 2: Flujo de asignación y aceptación del conductor	28
Ilustración 3: Flujo de creación y uso del chat	29
Ilustración 4: Preguntas de la Encuesta a Conductores	36
Ilustración 5: Resultados Preguntas C1-C6	37
Ilustración 6: Resultados Pregunta C7	37
Ilustración 7: Resultado Pregunta C8	38
Ilustración 8: Preguntas de la Encuesta a Pasajeros	39
Ilustración 9: Resultados Preguntas P1-P7	40
Ilustración 10: Resultado Pregunta P8	40
Ilustración 11: Resultado Pregunta P9	41
Ilustración 12: Requisitos Funcionales	43
Ilustración 13: Mapa de Historias de Usuario	44
Ilustración 14: Requisitos No Funcionales	47
Ilustración 15: Diseño de la base de datos	49
Ilustración 16: Prototipo de Interfaces	57

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

1. INTRODUCCIÓN


El presente capítulo introduce el contexto, la lógica y el alcance del proyecto de grado orientado a reducir los tiempos de respuesta y mejorar la experiencia de usuario en la solicitud del servicio de taxi en el municipio de Yarumal, mediante el desarrollo de un MVP de aplicación móvil. En primer lugar, en la sección 1.1. Planteamiento del problema se describe la situación actual del servicio y se formula la pregunta de investigación que orienta el trabajo. Posteriormente, en la 1.2. Hipótesis se plantea la proposición central sobre el impacto esperado de la plataforma de autogestión. La 1.3. Justificación expone la relevancia técnica, social y económica del proyecto para el territorio y para la modernización de la movilidad local. Finalmente, en la 1.4. Objetivos del Proyecto, desagregados en 1.4.1. Objetivo General y 1.4.2. Objetivos específicos, se formalizan las metas que guían el diseño, desarrollo y validación de la solución propuesta.

1.1. Planteamiento del problema

Yarumal es un municipio ubicado en el norte del departamento de Antioquia, en Colombia. Es un lugar de gran importancia tanto para los habitantes locales como para los turistas que visitan la región. La economía del municipio se basa en actividades comerciales, agrícolas y turísticas, siendo uno de los municipios de paso para quienes viajan hacia otras regiones del departamento.

Como en muchos otros municipios de Colombia, los habitantes dependen del servicio de taxis para movilizarse dentro de la localidad y hacia los municipios vecinos. Sin embargo, este servicio enfrenta serias dificultades en cuanto a su eficiencia y capacidad de respuesta.

En el municipio de Yarumal operan principalmente dos empresas de taxis, Cootrayal y Servi Taxi Yarumal S A S, las cuales gestionan alrededor de 100 vehículos. Según entrevista con la gerente de Cootrayal (2025), gerente de una de las empresas prestadoras del servicio, a pesar de la cantidad de taxis disponibles, el servicio presenta diversos problemas como difícil asignación y gestión de los vehículos disponibles lo que afecta la calidad del servicio y la experiencia de los usuarios, esto repercute tanto en la población local como en los visitantes.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

La asignación de taxis se realiza de manera tradicional, lo que provoca descoordinación entre conductores y usuarios, generando largos tiempos de espera, especialmente en horas pico, fechas especiales y condiciones climáticas adversas. Según Milena (2025), aunque existen empresas locales que prestan el servicio, la falta de un sistema centralizado impide una distribución más equitativa de los vehículos disponibles.


A diferencia de ciudades como Medellín, Cali y Bogotá, donde los taxis han integrado aplicaciones móviles para mejorar la asignación del servicio, en Yarumal esta tecnología aún no se ha implementado de manera efectiva. Esto hace que los usuarios dependan de métodos tradicionales, como llamadas telefónicas o buscar taxis en la calle, lo que incrementa la frustración y los tiempos de espera.

Milena (2025) cuenta que la problemática del servicio de taxis en Yarumal radica en la falta de modernización del sistema, la saturación en horas pico y la ausencia de incentivos para mejorar la calidad del servicio. Implementar soluciones tecnológicas y logísticas permitiría optimizar la asignación de taxis y mejorar la experiencia tanto para los conductores como para los usuarios. Teniendo en cuenta este contexto, la pregunta central que guiará este proyecto es:

¿Cómo impacta la implementación de una herramienta tecnológica de autogestión del servicio de taxi en Yarumal sobre la percepción de eficiencia y experiencia del usuario, los indicadores operativos de tiempo de respuesta y utilización de flota, y la satisfacción e ingresos de los conductores?

1.2. Hipótesis

La implementación de una plataforma de autogestión reducirá el tiempo promedio de asignación de taxis y los kilómetros vacíos, incrementará la satisfacción percibida por usuarios y conductores, y mejorará la imagen del servicio de la flota de taxis de Cootrayal en Yarumal.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

1.3. Justificación

En la era actual, el uso de plataformas digitales hace que podamos tener casi cualquier servicio al alcance de un teléfono móvil, pero muchos de estos servicios se quedan exclusivamente en las grandes ciudades del país. Esto dado, en muchos casos, a temas de conectividad y cultura que llevan a que históricamente los usuarios usen medios tradicionales para solicitar diferentes servicios.


Según Rubio (2019), el 96.8% de los jóvenes entre 14 y 24 años usan a diario aplicaciones como Facebook Messenger, WhatsApp o Telegram y cada vez hacen menos llamadas con sus móviles. En el mundo anglosajón, ya son denominados generation mute (la generación muda o del silencio), que se caracteriza por su preferencia por la mensajería instantánea frente a la llamada telefónica tradicional.

Este proyecto tiene como objetivo dar una alternativa para que los usuarios del municipio de Yarumal puedan hacer solicitudes de servicio de taxis de una manera ágil y personalizada, buscando que el servicio cumpla con las necesidades de los usuarios actuales de esta modalidad de transporte.

Recientemente, “las plataformas tecnológicas ven a Colombia como un punto estratégico para su negocio en América Latina” (Vargas Riaño, 2022). Por otro lado, Fedesarrollo estima que estas aplicaciones aportan un 0,28 % al PIB nacional y representan una oportunidad de ingreso para 150.000 personas. Tanto las aplicaciones de movilidad, como las de mensajería y domicilios, mueven alrededor de \$1,28 billones de pesos colombianos.

Por último, este tipo de innovaciones son necesarias para el crecimiento económico de cualquier territorio; tal como lo explican Joel Mokyr, Philippe Aghion y Peter Howitt en su nobel de economía (BBC News Mundo, 2025) donde destacan que el avance de la tecnología es la base del crecimiento económico sostenido, que se traduce en una mejor calidad de vida, salud y bienestar para las personas de todo el mundo. Es decir, el sustituir tecnologías nuevas por antiguas, como una aplicación de solicitud de taxis por una base de radio de taxis, impulsa el crecimiento económico sostenido en un territorio como Yarumal.

Actualmente el municipio de Yarumal cuenta con aproximadamente 100 vehículos los cuales pertenecen a dos empresas de transporte. Dadas estas condiciones se podría facilitar la adopción de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

este tipo de herramientas ya que dichas empresas tienen la intención y necesidad de tener esta evolución tecnológica.


1.4. Objetivos del Proyecto

1.4.1. Objetivo General

Mejorar la experiencia de usuario y la eficiencia operativa en el servicio de taxis del municipio de Yarumal, mediante la implementación de una aplicación móvil que permita a los usuarios la autogestión del servicio.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el servicio de taxis en Yarumal (tiempos de respuesta y experiencia del usuario) y derivar los requisitos funcionales y no funcionales de la plataforma, identificando barreras logísticas y tecnológicas que afectan la asignación eficiente del servicio.
- Diseñar la arquitectura y la interfaz de la aplicación móvil, definiendo flujos de usuario y modelo de datos que soporten la autogestión de solicitudes y la visualización del servicio en curso.
- Desarrollar un MVP del aplicativo móvil mediante la implementación iterativa de módulos de registro y verificación de usuarios, solicitud y asignación automática de viajes para habilitar la autogestión del servicio que mejore la experiencia de usuario.
- Diseñar un plan de pruebas basado en requisitos y casos de uso reales del municipio, utilizando datos de prueba representativos y condiciones controladas, para validar el cumplimiento de requisitos y evidenciar el impacto en la experiencia del usuario.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

2. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo expone los fundamentos conceptuales y empíricos que sustentan la investigación sobre la mejora del servicio de taxis en municipios intermedios mediante la implementación de soluciones tecnológicas. A partir de una revisión de literatura actualizada y relevante, se ha estructurado este marco en cuatro ejes: Marco Conceptual, Antecedentes, Estado del Arte y Marco Legal.

2.1. Marco Conceptual


En esta sección se definen los conceptos analizados para lograr una solución correcta y completa para el municipio de Yarumal; se ha estructurado este marco en cuatro ejes temáticos: experiencia de usuario, tecnologías aplicadas a la movilidad urbana, gestión logística de servicios y adopción tecnológica en municipios intermedios.

2.1.1. Experiencia de usuario en el transporte urbano

La experiencia de usuario (UX) se ha convertido en un eje clave para el diseño y evaluación de servicios en la era digital. En el ámbito del transporte urbano, esta experiencia se relaciona con la percepción del servicio en términos de accesibilidad, facilidad de uso, comodidad, seguridad, puntualidad y disponibilidad de información en tiempo real.

La UX en servicios de movilidad se entiende como la “percepción holística del viaje en términos de accesibilidad, comodidad y acceso a información en tiempo real” (Mendes Lübeck , Luiz Wittmann , & Maffini Gomes , 2012).

En un estudio realizado en Brasil, Maia, de Carvalho, Venancio y Dini (2020) identificaron que la elección del modo de transporte entre jóvenes universitarios depende de factores como la comodidad, el costo, la flexibilidad y la sostenibilidad ambiental. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de adaptar los servicios a las expectativas de los nuevos perfiles de usuarios. Por su

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

parte, Loureiro, Miguéis, Costa y Ferreira (2025) emplearon modelos de aprendizaje automático para predecir la pérdida de clientes en servicios de taxi, mostrando que el análisis de datos puede ser una herramienta eficaz para mejorar la retención y la personalización del servicio.


Estos estudios evidencian que un enfoque centrado en el usuario es esencial para garantizar la calidad del servicio y fomentar su uso continuo, especialmente en escenarios donde existen múltiples alternativas de transporte. Estos hallazgos refuerzan la importancia de diseñar interfaces que reduzcan los tiempos de espera percibidos, optimicen la retroalimentación al conductor y fomenten la confianza del pasajero, elementos críticos para mejorar la aceptación de apps de autogestión en municipios intermedios.

2.1.2. Tecnologías aplicadas a la movilidad urbana

La transformación digital en el sector transporte ha permitido implementar soluciones innovadoras que optimizan la asignación de recursos, reducen los tiempos de espera y mejoran la toma de decisiones. La inteligencia artificial, los sistemas de geolocalización y las aplicaciones móviles han sido especialmente relevantes en este avance.

Guo, Guo, Tang, Huang & Wu (2024) desarrollaron una red neuronal de grafos con mecanismos de atención para predecir la demanda de taxis en zonas urbanas, logrando una precisión superior respecto a modelos tradicionales. Esta innovación permite anticipar picos de demanda y asignar vehículos de forma eficiente. Asimismo, De Pablos Heredero, Pérez Bermejo & Montes Botella (2012) destacan que los sistemas de ayuda a la explotación (SAE) son herramientas clave para la gestión en tiempo real de flotas urbanas, al integrar tecnologías de localización, comunicación y procesamiento de datos.

En el contexto latinoamericano, Cabrera-Moya (2022) analizó cómo la planificación estratégica del transporte público influye en el desarrollo urbano. Aunque centrado en sistemas BRT, su estudio destaca que la articulación entre infraestructura de movilidad y dinamismo económico puede servir como referente para municipios intermedios que buscan integrar soluciones de transporte más eficientes, incluyendo modelos tecnológicos para servicios como el taxi. Además, Dols & Crespo

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

(2024) analizaron el impacto del COVID-19 en ciudades intermedias españolas, concluyendo que las limitaciones tecnológicas y estructurales agravaron los efectos de la crisis, aunque también impulsaron la adopción de herramientas digitales.

2.1.3. Gestión logística de servicios de transporte


La eficiencia operativa en el transporte urbano depende de múltiples factores, entre ellos, la estructura financiera de las empresas, la asignación de recursos y el diseño de tarifas. Varios estudios del Observatorio de Costes y Financiación del Transporte Urbano Colectivo (OTUC) han abordado esta temática en el contexto español.

Balboa la Chica, Mesa Mendoza & Suárez Falcón (2014) compararon empresas públicas y privadas, concluyendo que las primeras presentan un mejor desempeño financiero en términos de eficiencia operativa. Delgado Jalón, Sánchez de Lara & Gómez Ortega (2014) identificaron debilidades en el sistema de financiación, incluyendo la ausencia de una normativa estatal clara y la alta dependencia de subvenciones. Por su parte, Escamilla Solano, Plaza Casado, & Flores Ureba (2016) revelaron que los responsables de las operadoras priorizan la sostenibilidad financiera, la modernización del servicio y la eficiencia administrativa.

Estas investigaciones permiten comprender las complejidades del sistema de transporte urbano y ofrecen lineamientos para mejorar su sostenibilidad a largo plazo, incluso en contextos con recursos limitados.

2.1.4. Adopción tecnológica en municipios intermedios

La adopción de tecnología en entornos no metropolitanos presenta desafíos adicionales, como la conectividad limitada, la resistencia cultural y la falta de incentivos públicos. Sin embargo, diversos

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

estudios sugieren que estos obstáculos pueden superarse mediante estrategias de innovación y competencia.

Bajo Buenestado & Borrella Mas (2025) demostraron que la entrada de plataformas como Uber y Cabify en el mercado español incentivó una transición hacia tecnologías limpias, evidenciando un aumento del 30 % en la adopción de vehículos eléctricos por parte de taxistas. Aunque su estudio se centra en grandes ciudades, los hallazgos son aplicables a municipios intermedios con visión estratégica.

Joel Mokyr, Philippe Aghion y Peter Howitt en su nobel de economía (BBC News Mundo, 2025) destacan que el avance de la tecnología es la base del crecimiento económico sostenido, que se traduce en una mejor calidad de vida, salud y bienestar para las personas de todo el mundo. Es decir, el sustituir tecnologías nuevas por tecnologías antiguas impulsa el crecimiento económico sostenido en municipios intermedios.


Este panorama sugiere que la integración de aplicaciones móviles en el servicio de taxis, como se plantea en este trabajo, puede representar un punto de inflexión en la mejora del transporte local, generando beneficios tanto para los usuarios como para las empresas operadoras.

2.2. Antecedentes

En esta sección se exponen los estudios realizados sobre los antecedentes de la modernización de la movilidad urbana; se ha estructurado este marco en cuatro ejes temáticos: Transformaciones regulatorias y competencia, Sistemas de apoyo a la explotación (SAE) y Divulgación de responsabilidad social corporativa (RSC).

2.2.1. Transformaciones regulatorias y competencia

La entrada de plataformas de *ride-hailing* generó un “shock sin precedentes en la intensidad competitiva” (Bajo Buenestado & Borrella Mas, 2025). Estos mismos autores evidencian que, tras la irrupción de Uber y Cabify, “el promedio mensual de compras de vehículos verdes aumentó en torno

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

al 30 % respecto a las áreas de control”. El dato sugiere que la competencia puede acelerar la adopción de tecnologías limpias incluso bajo regulaciones rígidas, aportando lecciones útiles para municipios intermedios.

2.2.2. Sistemas de apoyo a la explotación (SAE)


De Pablos Heredero et al. (2012) describen los SAE como “sistemas de control integral que... proporcionan los medios necesarios para conocer, regular y gestionar en tiempo real los recursos disponibles”. Aunque el estudio se centra en autobuses, la lógica de monitorización continua y asignación dinámica es aplicable al taxi, facilitando decisiones de despacho basadas en datos.

2.2.3. Divulgación de responsabilidad social corporativa (RSC)

Escamilla Solano et al. (2016) constatan que “la información sobre RSC que ofrecen las empresas de transporte urbano es escasa; solo el 23,53 % divulga entre 14 y 27 ítems analizados”. Esta carencia de transparencia dificulta justificar inversiones públicas en innovación, situación que los municipios intermedios deben corregir si buscan posicionarse como referentes de movilidad sostenible.

2.3. Estado del Arte

En esta sección se exponen los estudios realizados sobre los antecedentes de la modernización de la movilidad urbana; se ha estructurado este marco en cuatro ejes temáticos: 2.3.1. Algoritmos de predicción de demanda, Impactos socioeconómicos y ambientales, Desafíos en municipios intermedios y Brechas de investigación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

2.3.1. Algoritmos de predicción de demanda


La literatura reciente converge en redes profundas. Guo et al. (2024) reportan que MuDGN “supera hasta un 6,47 % en precisión a otros modelos de grafos”, mientras Loureiro et al. (2025) validan LightGBM y Random Forest para pronosticar *churn* con 52 meses de registros. Estos hallazgos confirman la factibilidad de anticipar la demanda y optimizar recursos en ciudades pequeñas.

2.3.2. Impactos socioeconómicos y ambientales

El caso mexicano muestra que “resulta difícil negar los evidentes beneficios de Über para el consumidor... existe una diferencia significativa en la comodidad, la seguridad y la calidad del servicio” (Ávalos & Sofia, 2015), pero demanda marcos regulatorios robustos. Además, los informes del OTUC subrayan la “necesidad de desarrollar sistemas para el cálculo, análisis y control de costes” (Delgado Jalón, Sánchez de Lara, & Gómez Ortega, 2014) para garantizar la sostenibilidad financiera de cualquier innovación.

2.3.3. Desafíos en municipios intermedios

Dols & Crespo (2024) señalan que en ciudades medias españolas “las limitaciones tecnológicas y estructurales agravaron los efectos de la crisis [COVID-19]” pero impulsaron la digitalización. Cabrera-Moya (2022) remarca que la articulación transporte-urbanismo dinamiza el tejido socioeconómico. Ambos estudios enfatizan la oportunidad de aplicaciones de autogestión de taxis en localidades como Yarumal.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

2.3.4. Brechas de investigación

Persisten vacíos en estudios longitudinales de adopción tecnológica en municipios con menos de 50.000 habitantes y en evaluaciones integrales que midan simultáneamente UX, KPI operativos y externalidades ambientales. Por lo que la principal brecha de investigación es encontrar casos similares al municipio de Yarumal.

2.4. Marco Legal


Este apartado establece el marco normativo nacional y regional relevante para la implementación de tecnologías en el servicio público individual de transporte tipo taxi, como en el caso del municipio de Yarumal, Antioquia. La regulación vigente en Colombia busca promover la modernización del sector transporte, garantizando la prestación eficiente, segura y equitativa del servicio mediante el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).

2.4.1. Ley 336 de 1996 – Estatuto Nacional del Transporte

Esta ley define el transporte como un servicio público esencial sujeto a la regulación estatal. Establece que la prestación del servicio debe ser garantizada por empresas legalmente habilitadas, con el objetivo de proteger a los usuarios y asegurar calidad, oportunidad y seguridad (Ley 336 de 1996, arts. 5 y 8). Además, reconoce la necesidad de modernizar la operación mediante habilitaciones, concesiones y contratos que respondan a la demanda real y a las necesidades de los territorios.

2.4.2. Decreto 1079 de 2015 – Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte

Este decreto compila la normatividad del sector transporte y permite su aplicación uniforme en todo el territorio nacional. Introduce principios de eficiencia, racionalización de recursos, seguridad

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

vial y adopción tecnológica para la prestación de servicios. Además, establece mecanismos para la habilitación de operadores y la planificación del transporte urbano e intermunicipal (Decreto 1079, arts. 2.2.1.1.1.1 y ss.).

2.4.3. Ley 105 de 1993


Reconocida como pilar del marco regulatorio, esta ley establece los principios de descentralización y planeación en el transporte. Asigna al Estado la responsabilidad de regular y vigilar la prestación del servicio y fomenta el uso racional y accesible del transporte público, especialmente mediante el diseño de políticas adaptadas a la demanda (Ley 105, arts. 2 y 3).

2.4.4. Ley 1341 de 2009 (modificada por la Ley 1978 de 2019)

Esta ley regula el uso de las TIC en Colombia y establece su importancia para el desarrollo de servicios públicos modernos y accesibles. Obliga a las entidades públicas a garantizar el máximo aprovechamiento de las TIC en el ejercicio de sus funciones, especialmente en sectores como el transporte, donde se busca mejorar la eficiencia y la cobertura (Ley 1341, arts. 1, 2 y 5). Su implementación es coherente con tendencias internacionales y se vincula directamente con el despliegue de soluciones tecnológicas como apps móviles, sistemas inteligentes de transporte (ITS), y plataformas de autogestión.

2.4.5. Resolución 3256 de 2018 (MinTransporte)

Aunque dirigida al transporte no motorizado, esta resolución establece un precedente regulatorio para el uso de plataformas digitales en el transporte individual, al reglamentar el uso de TIC para mejorar la seguridad y eficiencia del servicio público de pasajeros en tricimóviles. Reconoce el papel

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


del Estado en habilitar esquemas operativos apoyados en datos y herramientas tecnológicas para la planificación, control y prestación del servicio.

2.4.6. Relación con los estudios revisados

Investigaciones recientes han demostrado la eficacia del uso de sistemas inteligentes de transporte para la mejora del servicio y la toma de decisiones en tiempo real (de Pablo Heredero, Pérez Bermejo, & Montes Botella, 2012). Asimismo, la incorporación de tecnologías digitales está alineada con la necesidad de modernización del transporte público urbano en municipios intermedios como Yarumal (Ávalos & Sofia, 2015). La legislación nacional proporciona el marco necesario para integrar estas innovaciones en plataformas locales de gestión de taxis, optimizando tanto la operación como la experiencia de usuario.

2.5. Consideraciones finales

La literatura revisada permite concluir que la modernización del servicio de taxis en municipios como Yarumal requiere un enfoque integral que combine innovación tecnológica, mejora en la experiencia de usuario y fortalecimiento de la gestión operativa. Este marco teórico sustenta la viabilidad de implementar una aplicación móvil como herramienta de autogestión del servicio, orientada a mejorar la eficiencia y la percepción de calidad por parte de los usuarios.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

3. METODOLOGÍA


La metodología de este proyecto adopta un enfoque ágil, integrando técnicas cuantitativas y cualitativas para asegurar la alineación entre las necesidades reales de los usuarios, las buenas prácticas académicas y el marco regulatorio del transporte urbano en Yarumal. Combinaremos investigación documental, entrevistas y estadísticas para recolectar información rigurosa y representativa, y utilizaremos ciclos cortos de prototipado y validación con usuarios para retroalimentar de forma continua el backlog.

Esta metodología se estructura en cinco ejes temáticos que articulan la construcción del MVP: (1) Modelo de Negocio, para definir la propuesta de valor; (2) Identificación de Procesos por Sistematizar, para reconocer y priorizar los flujos operativos que requieren; (3) Identificación y Descripción de Requisitos, donde se documentan épicas e historias de usuario con criterios de aceptación y trazabilidad; (4) Diseño de Base de Datos, orientado a un modelo consistente y seguro que soporte las transacciones y analíticas clave; y (5) Diseño de Arquitectura, que define los componentes, integraciones y consideraciones de despliegue del sistema.

En conjunto, este enfoque sustentado en investigación, desarrollo ágil y validación con usuarios busca asegurar que el MVP (Producto Mínimo Viable) responda de manera confiable y medible al objetivo del proyecto: reducir los tiempos de respuesta y mejorar la experiencia de solicitud del servicio de taxi en el municipio de Yarumal.

3.1. Modelo de Negocio

Un modelo de negocio define como una solución crea valor, lo entrega y captura ingresos de forma sostenible. En software, suele representarse con los bloques de propuesta de valor, segmentos de clientes, canales, relaciones, actividades y recursos clave, aliados, estructura de costos y fuentes de ingresos. Para el MVP de la app de taxis en Yarumal, el modelo debe ser simple,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


operable por la cooperativa local, y medible en términos de tiempos de respuesta y satisfacción del usuario.

3.1.1. Descripción del Modelo de Negocio

El modelo de negocio define cómo la solución crea valor, lo entrega y captura ingresos de manera sostenible. En el caso del MVP para la app de taxis en Yarumal, se concibe un esquema simple y operable por la cooperativa local, enfocado en reducir tiempos de respuesta y mejorar la experiencia del usuario. La propuesta articula la oferta (viajes confiables y trazables), los segmentos de clientes (pasajeros locales y visitantes; conductores afiliados a la cooperativa), los canales (aplicación móvil para pasajero, aplicación del conductor y consola web para el operador), las relaciones (soporte cercano, calificaciones y retroalimentación), las actividades clave (asignación de servicios, monitoreo y conciliación), los recursos (plataforma tecnológica, mapas, pasarela de pagos) y los aliados (entidad financiera, aseguradora y autoridad local).

El funcionamiento operativo se estructura en torno a los actores y flujos claramente definidos. El pasajero se registra con validación básica, solicita el servicio indicando punto de recogida y destino; la app muestra un tiempo estimado de llegada y una tarifa, la cual es tiene precio fijo. El conductor, previamente verificado por la cooperativa con documentos al día, recibe solicitudes según cercanía y reglas de turno; acepta, se dirige al punto, presta el servicio y finaliza el viaje. Un operador de base supervisa la demanda en tiempo real, apoya en picos o contingencias y realiza despachos manuales cuando la conectividad sea limitada. El administrador parametriza zonas, tarifas, turnos y habilitaciones, garantizando orden operativo y cumplimiento normativo.

El flujo punta a punta es lineal y transparente: registro y verificación; solicitud con estimación de tiempo y precio; asignación por cercanía dentro de la zona y expansión progresiva del radio si no hay aceptación; confirmación del vehículo (placa y foto), opciones de contacto seguro y botón de emergencia; cierre y pago con cálculo de tarifa según tabla local; y calificación bilateral con opción de generar ticket de soporte. La plataforma registra cada evento para trazabilidad, gestión de PQRS y mejora continua.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

La captura de valor del MVP se basa en una suscripción o cuota de afiliación del conductor para cubrir costos fijos de la plataforma. Al inicio se mantiene costo cero para el pasajero y una estructura de cobro clara para el conductor, entendiendo que el efectivo seguirá siendo predominante en Yarumal; por ello, la conciliación semanal con la cooperativa es parte central del proceso. En pagos digitales, la pasarela liquida al conductor y/o a la cooperativa descontando la comisión de la plataforma y las tarifas de la pasarela; en pagos en efectivo, el pasajero paga al conductor y la comisión se declara y concilia periódicamente.

Los costos del modelo se concentran en infraestructura en la nube (aplicación, API, base de datos y mapas), soporte operativo (operador de base en horarios pico), tarifas de pasarela de pagos cuando aplique, formación de conductores (uso de la app y protocolos de atención) y coberturas de riesgo (pólizas de responsabilidad según lineamientos de la cooperativa). Las reglas operativas esenciales incluyen tarifas basadas en la tabla local y visibles antes de confirmar; ventana de cancelación gratuita de 2–3 minutos y penalidad ligera solo cuando existan pagos digitales; registro para gestión de calidad; y medidas de seguridad como botón SOS, enlace de viaje compartido y enmascaramiento de llamadas. La privacidad se rige por un principio de minimización de datos y uso exclusivo para la operación.

Desde la perspectiva económica, la unidad de negocio es la disponibilidad de la aplicación. Los costos variables por viaje consideran mapas, notificaciones y la comisión de la pasarela cuando el pago es digital. La sostenibilidad se alcanza con la cuota de afiliación que contribuye a cubrir costos totales.

Para validar la efectividad del modelo en su objetivo de reducir tiempos y mejorar la experiencia, se monitorean indicadores clave: tiempo de asignación, tiempo de llegada al punto, tasa de aceptación y de cancelación, viajes por conductor por hora, porcentaje de pagos digitales, métricas de experiencia, quejas por mil viajes y disponibilidad de la plataforma. Los principales riesgos del contexto local: conectividad irregular, oferta limitada en horas valle, adopción digital gradual y cumplimiento normativo se mitigan con mapas y caché offline, posibilidad de despacho manual

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


desde consola, capacitaciones breves con interfaz simple, tutorial in-app y verificación documental estricta.

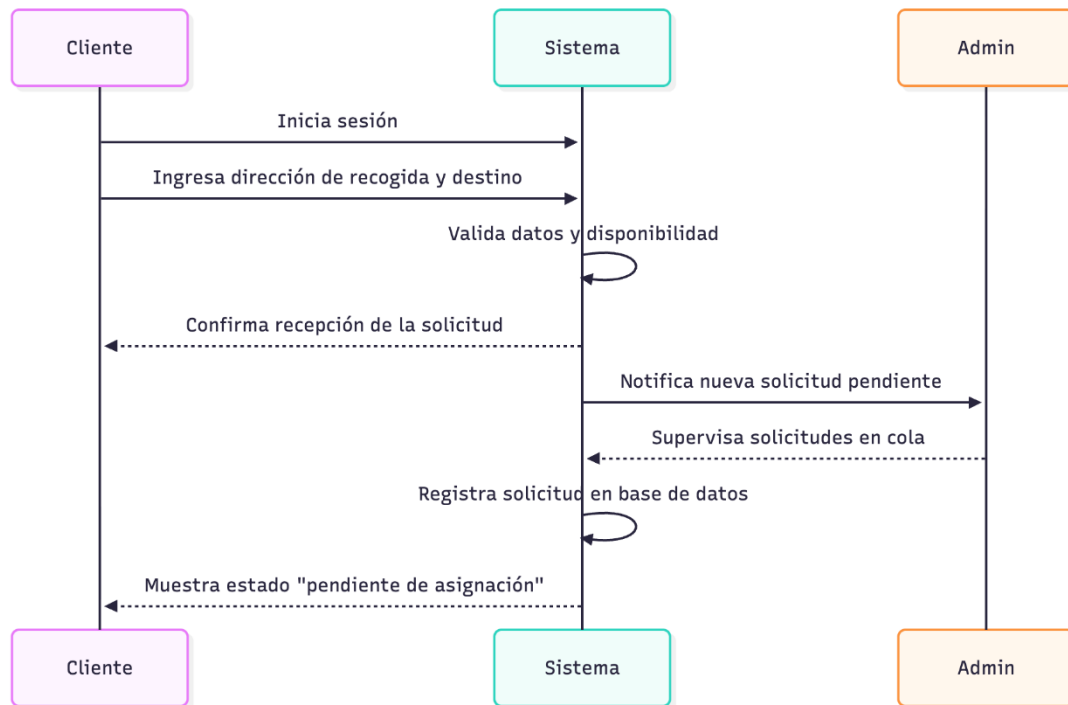
En suma, tanto el modelo de negocio completo como el MVP propuesto combinan una propuesta de valor centrada en tiempos y confianza, una operación ajustada a la realidad de Yarumal y un esquema de ingresos y costos simple y trazable, listo para integrarse con los procesos a sistematizar, el levantamiento de requisitos y el diseño de datos y arquitectura técnica.

3.1.2. Flujo de creación de un viaje

Este flujo describe la creación de un viaje desde la perspectiva operativa del negocio: inicia cuando el cliente abre la app e ingresa su punto de recogida y el destino; y finaliza cuando la solicitud queda registrada y visible con el estado “pendiente de asignación”. Participan tres actores: Cliente, Sistema y Admin/Operador; y se incluyen validaciones de datos, verificación de cobertura y disponibilidad, registro transaccional y notificación a la consola operativa. El objetivo es garantizar que cada petición sea válida, trazable y oportuna, dejando lista la base para el siguiente proceso: asignación del conductor.

Ilustración 1: Flujo de creación de un viaje

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020



Actores: Cliente, Sistema, Admin.

Objetivo: Registrar una solicitud de servicio y dejarla lista para su asignación.

I. **Inicio de sesión (Cliente → Sistema).**


El cliente abre la app e inicia sesión. El sistema verifica credenciales y habilita la sesión activa.

II. **Ingreso de datos del viaje (Cliente → Sistema).**

El cliente introduce la dirección de recogida y, opcionalmente, el destino. Puede adjuntar notas (referencia del punto, nombre del barrio).

III. **Validación y disponibilidad (Sistema).**

El sistema valida formato e integridad de los datos, geocodifica las direcciones, confirma que están dentro del área de cobertura y verifica disponibilidad operativa (por ejemplo, zona activa, horario permitido). Si algo falla, devuelve un mensaje de corrección y repite la verificación hasta pasar los controles.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

IV. Confirmación de recepción (Sistema → Cliente).

Superadas las validaciones, el sistema confirma que la solicitud se recibió correctamente.

V. Notificación operativa (Sistema → Admin).

El sistema notifica una “nueva solicitud pendiente” a la consola del administrador/operador para su visibilidad inmediata en la cola.

VI. Registro transaccional (Sistema).

La solicitud se registra en la base de datos con metadatos clave: id de solicitud, cliente, coordenadas de recogida/destino, timestamp, canal, y estado = “pendiente de asignación”.

VII. Supervisión en cola (Admin ↔ Sistema).

El Admin supervisa las solicitudes en cola (volumen, antigüedad, SLA) y queda habilitado para intervenir si se requiere (p. ej., contingencia por conectividad o alta demanda).

VIII. Retroalimentación al cliente (Sistema → Cliente).

La aplicación del cliente muestra el estado “pendiente de asignación”, dejando claro que la solicitud está en cola para ser tomada por un conductor.

Resultado del flujo:

La solicitud queda creada, registrada y visible para la operación, lista para el proceso de asignación al conductor (siguiente flujo).

Excepciones comunes:

- Dirección inválida o fuera de cobertura → se solicita corrección.
- Sin disponibilidad operativa (zona/horario) → se informa indisponibilidad.
- Fallo de red del cliente → se reintenta envío cuando vuelve la conexión.

3.1.3. Flujo de asignación y aceptación del conductor

Este flujo describe cómo una solicitud “pendiente de asignación” se transforma en un viaje “en curso”. Intervienen tres actores: Admin/Operador, Sistema y Conductor; y se combinan reglas de disponibilidad con la confirmación explícita del conductor. El objetivo es seleccionar el vehículo adecuado, notificar la oportunidad, obtener la aceptación y dejar el viaje listo para el abordaje.


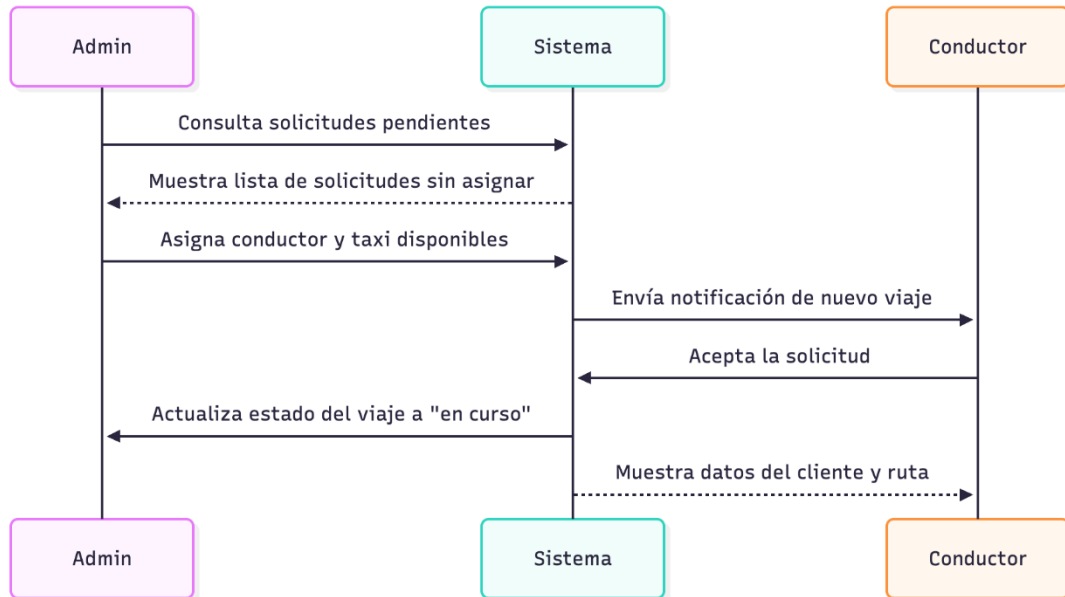

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

Ilustración 2: Flujo de asignación y aceptación del conductor



Descripción del flujo (paso a paso)

- I. **Consulta de solicitudes (Admin → Sistema).**
El Admin abre la consola y consulta las solicitudes pendientes dentro de su zona/turno.
- II. **Visualización de cola (Sistema → Admin).**
El Sistema muestra la lista de solicitudes sin asignar, con datos clave: antigüedad, ubicación, prioridad y SLA.
- III. **Asignación de conductor (Admin → Sistema).**
El Admin asigna un conductor/taxi disponible (manual o asistido por reglas de cercanía/turno). El Sistema valida que el conductor esté activo y dentro de radio permitido.
- IV. **Notificación al conductor (Sistema → Conductor).**
El Sistema envía notificación de nuevo viaje al dispositivo del conductor con origen, referencia y estimado de llegada.
- V. **Respuesta del conductor (Conductor → Sistema).**
El Conductor acepta (o rechaza). Si acepta dentro del tiempo definido, bloquea

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

temporalmente otras ofertas y se continúa; si rechaza o expira el tiempo, se reintenta con otro conductor.

VI. Actualización de estado (Sistema → Admin).

Con la aceptación, el Sistema actualiza el estado del viaje a “en curso” y registra la trazabilidad (conductor asignado, timestamps, SLA).

VII. Datos operativos para el abordaje (Sistema → Conductor).

El Sistema muestra los datos del cliente y la ruta sugerida para la recogida, habilitando navegación y contacto seguro.

Resultado del flujo:

El viaje queda asignado y aceptado por un conductor, con estado “en curso”, listo para el desplazamiento hacia el punto de recogida.


Excepciones y reglas de reintento:

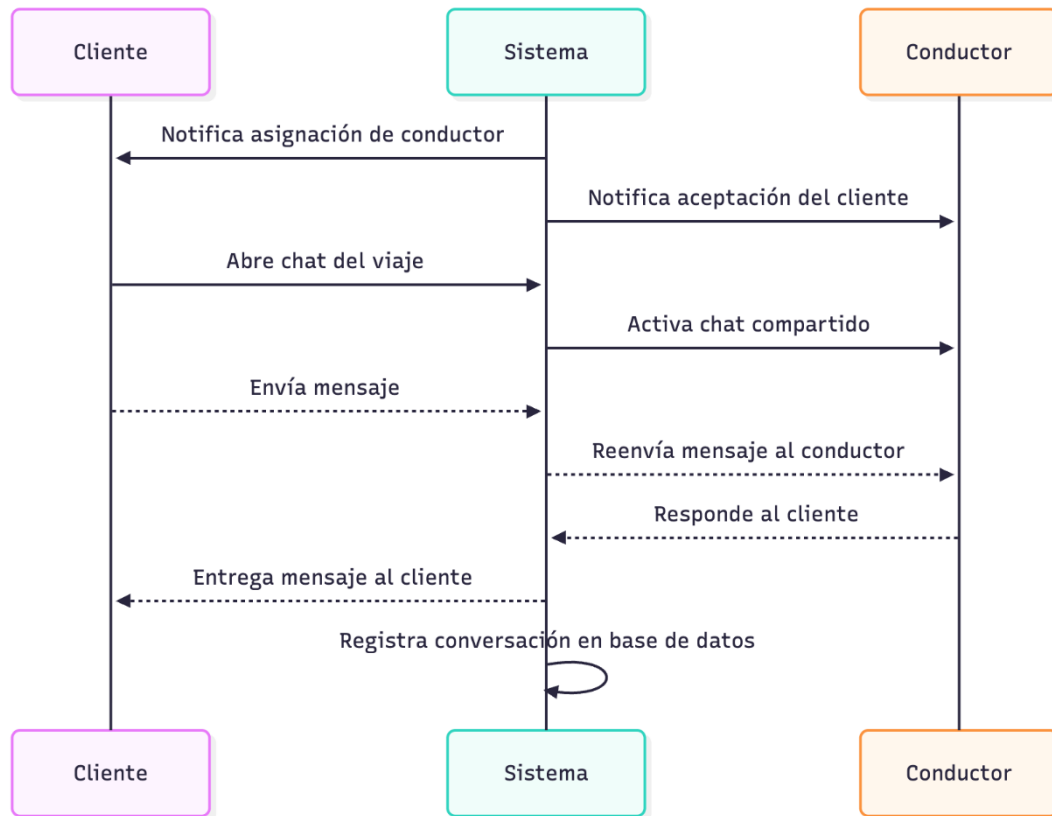
- **Silencio/rechazo del conductor:** reasignación automática según cola de disponibilidad.
- **Conductor fuera de zona o inactivo:** el Sistema bloquea la asignación y sugiere otro candidato.
- **SLA de asignación excedido:** alerta al Admin y ampliación de radio/alternativas (por ejemplo, despacho manual).

3.1.4. Flujo de creación y uso del chat

Este flujo habilita la comunicación segura y contextual entre cliente y conductor una vez el viaje ha sido asignado y aceptado. El objetivo es resolver dudas de ubicación, referencias y tiempos sin exponer datos personales (teléfonos), dejando trazabilidad en la base de datos para soporte y calidad.


Ilustración 3: Flujo de creación y uso del chat

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020



Descripción del flujo (paso a paso)

- I. **Notificación de asignación (Sistema → Cliente).**
Tras la asignación, el sistema informa al cliente que ya tiene conductor asignado.
- II. **Confirmación al conductor (Sistema → Conductor).**
El sistema notifica al conductor la aceptación del cliente y habilita la comunicación.
- III. **Apertura del chat (Cliente → Sistema).**
El cliente abre el chat del viaje desde su pantalla de estado.
- IV. **Activación de chat compartido (Sistema → Conductor).**
El sistema crea el canal cliente–conductor con identificadores del viaje y políticas de privacidad (enmascaramiento).
- V. **Mensajería (Cliente/Conductor ↔ Sistema).**
 - a. El cliente envía un mensaje (p. ej., punto de referencia).

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

- b. El sistema reenvía el mensaje al conductor y registra el evento.
- c. El conductor responde; el sistema entrega la respuesta al cliente y continúa registrando la conversación.

VI. **Registro y trazabilidad (Sistema).**

Cada mensaje (timestamp, remitente, id de viaje) se almacena para auditoría, soporte y análisis de calidad.

Resultado del flujo:

Canal de chat activo, privado y trazable entre cliente y conductor durante el viaje, que facilita el encuentro y reduce cancelaciones por falta de información.

Excepciones comunes:

- **Inactividad de alguna parte:** reintentos de entrega y alerta in-app.
- **Lenguaje inapropiado o spam:** reglas de moderación y posibilidad de reportar desde el chat.
- **Fallo de red:** el sistema guarda mensajes en cola y los sincroniza al restablecer conexión.


3.2. Identificación de Procesos por Sistematizar

A partir del modelo de negocio y del flujo operativo del servicio, se priorizan los procesos que el negocio debe digitalizar para asegurar trazabilidad, tiempos de respuesta cortos y una experiencia clara para usuarios y conductores. Se organizan en cuatro bloques: núcleo del servicio, soporte operativo, procesos transversales/tecnológicos y gobierno y cumplimiento. En cada proceso se indica su propósito y actores principales.

3.2.1. Núcleo del servicio

I. Registro y verificación de usuarios (Cliente / Conductor / Admin)

- a. Propósito: crear cuentas seguras y confiables.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

- b. Alcance: alta de clientes (teléfono, validación por OTP), alta de conductores (documentos del vehículo y persona, vigencias), creación de usuarios Admin/Operador con roles.

II. Gestión de perfiles y habilitaciones (Conductor / Admin)

- a. Propósito: asegurar que solo operen conductores habilitados.
- b. Alcance: estados de habilitación, renovación de documentos (SOAT/tecnomecánica), suspensión/reactivación, historial.

III. Gestión de solicitudes de viaje (Cliente / Sistema)

- a. Propósito: captar la demanda con datos completos y válidos.
- b. Alcance: creación de la solicitud (origen, destino opcional, notas), validaciones de cobertura, registro en base de datos, estado “pendiente de asignación”.

IV. Asignación y aceptación del conductor (Admin/Sistema / Conductor)

- a. Propósito: emparejar la solicitud con el mejor recurso disponible.
- b. Alcance: reglas de cercanía y turno (manual o asistido), notificación al conductor, ventana de aceptación, reintentos, cambio de estado a “en curso”.

V. Comunicación in-app (chat del viaje) (Cliente / Conductor / Sistema)

- a. Propósito: coordinar el encuentro sin exponer datos personales.
- b. Alcance: apertura automática al asignar, mensajería enmascarada, registro de la conversación.

VI. Navegación y recogida (Conductor / Sistema)


- a. Propósito: llegar al punto de recogida con el menor tiempo posible.
- b. Alcance: mapa/ruta, recalcado de ETA, confirmación de abordaje.

VII. Ejecución del viaje y cierre (Cliente / Conductor / Sistema)

- a. Propósito: finalizar con cálculo de tarifa y estado correcto.
- b. Alcance: tracking básico, cierre, cálculo de tarifa (tabla local + reglas), emisión de recibo, estado “completado”.

VIII. Pagos y conciliación (Cliente / Conductor / Admin)

- a. Propósito: registrar cobranzas y liquidar comisiones.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

- b. Alcance: pago en efectivo (registro y conciliación semanal), pago digital (pasarela, retención de comisión), reportes de liquidación a conductores/cooperativa.

IX. Calificaciones y PQRS del viaje (Cliente / Conductor / Admin)

- a. Propósito: retroalimentación y calidad del servicio.
- b. Alcance: rating bilateral, motivos de queja, tickets de soporte, trazabilidad y resolución.

3.2.2. Soporte operativo

I. Monitoreo en tiempo real y despacho manual (Admin/Operador)

- a. Propósito: garantizar continuidad del servicio ante contingencias.
- b. Alcance: tablero de solicitudes en cola, reasignaciones, ampliación de radio, indicadores de SLA, contingencias por conectividad.

II. Gestión de disponibilidad, turnos y zonas (Conductor / Admin)


- a. Propósito: equilibrar oferta y demanda por hora y zona.
- b. Alcance: estados del conductor (online/offline), turnos, zonas operativas, reglas de prioridad.

III. Gestión de tarifas y reglas locales (Admin)

- a. Propósito: asegurar transparencia tarifaria.
- b. Alcance: parametrización de arranque, mínimos y recargos; publicación de estimados; vigencia de tablas.

IV. Gestión de incidencias y seguridad (Cliente / Conductor / Admin)

- a. Propósito: atender eventos no deseados.
- b. Alcance: botón SOS, reporte de incidentes, protocolos de atención, escalamiento y documentación.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

3.2.3. Procesos transversales/tecnológicos

- I. **Autenticación, autorización y roles (Sistema / Admin)**
 - a. Propósito: acceso seguro y controlado.
 - b. Alcance: login/OTP, recuperación de cuentas, perfiles y permisos.
- II. **Notificaciones (push/SMS/WhatsApp) (Sistema)**
 - a. Propósito: mantener informados a los actores.
 - b. Alcance: estados del viaje, recordatorios de documentos, alertas de SLA, reintentos por canal.
- III. **Geolocalización y enrutamiento (Sistema)**
 - a. Propósito: precisión y eficiencia en desplazamientos.
 - b. Alcance: geocodificación, ETA, rutas sugeridas, soporte offline básico (caché).
- IV. **Reportes y analítica operativa (Admin)**
 - a. Propósito: toma de decisiones basada en datos.
 - b. Alcance: KPIs (tiempo de asignación/llegada, aceptación/cancelación, viajes/hora, % pago digital, NPS/SUS), exportables y tableros.
- V. **Observabilidad y continuidad (Sistema)**
 - a. Propósito: confiabilidad del servicio.
 - b. Alcance: monitoreo de disponibilidad, logs, alertas, respaldos y recuperación.

3.2.4. Gobierno y cumplimiento

- I. **Gestión documental y auditoría (Admin)**
 - a. Propósito: cumplir normativa y asegurar trazabilidad.
 - b. Alcance: bitácoras de cambios, historial de viajes, almacenamiento seguro de documentos, políticas de retención.
- II. **Privacidad y protección de datos (Sistema / Admin)**
 - a. Propósito: tratamiento responsable de información.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

- b. Alcance: minimización de datos, enmascaramiento de contacto, consentimiento informado, atención de solicitudes de datos.

III. **Administración de contenidos y comunicación (Admin)**


- a. Propósito: informar y educar a los usuarios.
- b. Alcance: mensajes de bienvenida, tutoriales, términos y condiciones, avisos operativos.

3.2.5. Resultado esperado del MVP:

Con estos procesos sistematizados, la aplicación permitirá: (I) recibir y asignar solicitudes con rapidez, (II) coordinar de forma segura el encuentro cliente–conductor, (III) cerrar y liquidar viajes con reglas claras, y (IV) operar con métricas y controles que soporten la mejora continua y el cumplimiento local. Sin embargo, en la sección 3.4 se expondrán los requisitos que harán parte del MVP de forma que el alcance sea funcional y ajustable a un bajo presupuesto inicial.

3.3. Proceso Funcional de la Aplicación

Según la ingeniería de requisitos, se pueden emplear diferentes métodos para el proceso de elicitación de requisitos, teniendo en cuenta el contexto y las necesidades del proyecto. En nuestro caso, al no contar con un único usuario final, se optó por realizar un par de encuestas dirigidas a los dos tipos de usuarios involucrados. La realización de estas encuestas tiene varias ventajas. En primer lugar, nos permite recopilar datos cuantitativos de una muestra representativa de ambos tipos de usuarios (conductor y pasajero), lo que nos brinda una visión generalizada de sus preferencias y necesidades. Esto nos ayuda a comprender las demandas y expectativas de cada grupo, lo cual es fundamental para el diseño y desarrollo del sistema. Además, las encuestas nos permiten identificar patrones y tendencias en las respuestas de los usuarios, lo que nos ayuda a priorizar adecuadamente los requisitos del sistema. Al analizar los resultados, podemos identificar las características o funcionalidades más solicitadas o consideradas importantes por la mayoría de los

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


usuarios, lo cual nos permite enfocar nuestros esfuerzos en áreas clave. Asimismo, las encuestas nos brindan la oportunidad de obtener retroalimentación directa de los usuarios. A través de preguntas abiertas y comentarios adicionales, los usuarios pueden expresar sus opiniones, sugerencias y preocupaciones sobre el sistema. Esta retroalimentación es invaluable para comprender mejor las expectativas de ambos grupos de usuarios y ajustar los requisitos del sistema en consecuencia. Al realizar estas encuestas, buscamos obtener una visión amplia y equilibrada de los requisitos del sistema, teniendo en cuenta las perspectivas de los dos tipos de usuarios. Esto nos permitirá diseñar un sistema que satisfaga las necesidades de ambos grupos y proporcione una experiencia óptima para todos los usuarios.

3.3.1. Encuesta a Conductores

Esta encuesta busca recoger la experiencia y prioridades de los conductores para operar con la app de taxis en Yarumal. Las preguntas miden utilidad, comodidad y funciones que más ayudan a aumentar viajes por hora y a trabajar con mayor seguridad. Se responde en una escala de 1 a 5 (1 = muy en desacuerdo, 5 = muy de acuerdo) o se elige la opción que mejor represente al conductor. Las respuestas son confidenciales y se utilizaron únicamente para definir requisitos y mejorar la operación (asignación, navegación, pagos y soporte).

Ilustración 4: Preguntas de la Encuesta a Conductores

Referencia	Pregunta
C1	¿Qué tan útil sería recibir solicitudes por cercanía y turno?
C2	Preferiría ver ruta sugerida y tiempo estimado de llegada al punto de recogida
C3	Aceptaría una cuota mensual baja si aumentan mis viajes/hora
C4	¿Qué tan útil sería un chat con el pasajero (sin compartir teléfono)?
C5	¿Qué tan cómodo se siente usando una app durante el turno?

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


C6	¿Qué tan importante es un tablero de ganancias?
C7	Medio de pago preferido del pasajero. (única)
C8	¿Qué funciones prioriza? (máx. 3, selección múltiple)

Los resultados de esta encuesta son bastante satisfactorios, y aunque es solo una muestra de 62 conductores, expone el interés de la oferta existente de taxis de tecnificar su servicio. Los resultados son:

Ilustración 5: Resultados Preguntas C1-C6



Ilustración 6: Resultados Pregunta C7

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

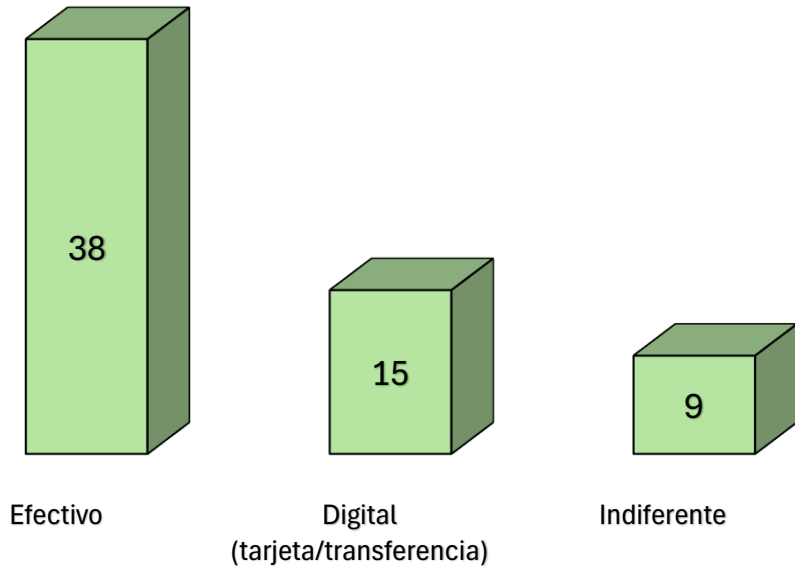
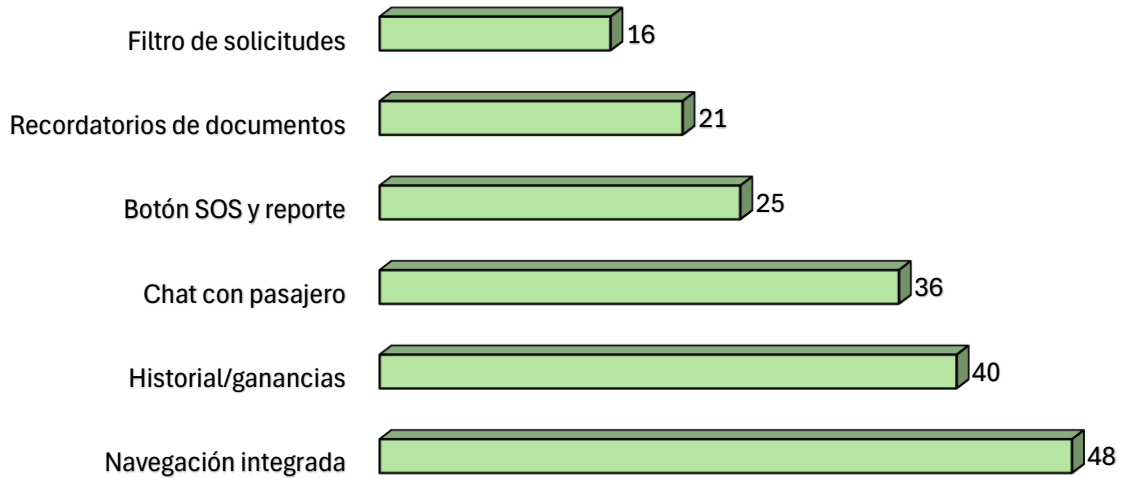



Ilustración 7: Resultado Pregunta C8



La adopción por parte de los conductores es altamente viable: existe fuerte acuerdo en que la asignación por cercanía o turno y la navegación con tiempo de llegada estimado (ETA) al punto de recogida son funciones clave, así como el chat con el pasajero y un tablero de ganancias para

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


transparencia operativa. La mayoría se siente cómoda usando la app durante el turno y en cierta medida aceptaría una cuota mensual baja si aumenta su productividad (viajes/hora). Aunque el efectivo sigue siendo el medio de pago preferido, hay apertura gradual al pago digital. En conjunto, la app debe priorizar: asignación eficiente, tiempo estimado, chat, tablero de ganancias y conciliación simple para pagos en efectivo, habilitando progresivamente pagos digitales.

3.3.2. Encuesta a Pasajeros

El objetivo de esta encuesta es comprender qué necesita el pasajero al solicitar un taxi por aplicación en Yarumal, con el fin de reducir tiempos de espera y mejorar la seguridad y la claridad del precio. Evaluamos la utilidad de funciones como el tiempo estimado de llegada, la identificación del conductor, el chat y los métodos de pago. Se responde en una escala de 1 a 5 (1 = muy en desacuerdo, 5 = muy de acuerdo) o se selecciona la opción indicada. La información es confidencial y se usará exclusivamente para priorizar funcionalidades de la app y optimizar la experiencia de viaje.

Ilustración 8: Preguntas de la Encuesta a Pasajeros

Referencia	Pregunta
P1	Prefiero app a llamada si veo tiempo estimado de llegada y tarifa
P2	Ver vehículo/placa y foto del conductor me da confianza
P3	Ver el tiempo estimado de llegada antes de confirmar es útil
P4	Chat con el conductor para acordar referencias es útil
P5	Usaría un botón para compartir el viaje con un familiar
P6	Importancia de calificar el servicio y dejar comentarios
P7	¿Aceptaría una penalidad por cancelación tardía (después de 5 min)?
P8	Medio de pago que usaría con mayor frecuencia. (única)
P9	¿Qué prioriza al elegir el servicio? (máx. 3, selección múltiple)

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

Los resultados de esta encuesta son bastante satisfactorios, y aunque es solo una muestra de 148 pasajeros, expone la necesidad de la demanda existente de usuarios de mejorar su experiencia mediante una solución tecnológica. Los resultados son:

Ilustración 9: Resultados Preguntas P1-P7

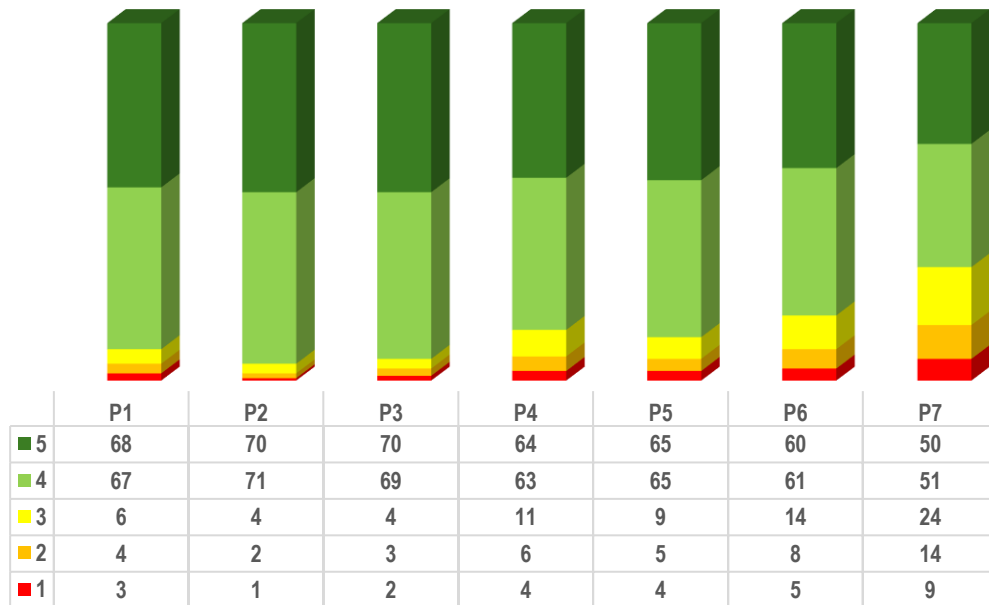



Ilustración 10: Resultado Pregunta P8

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

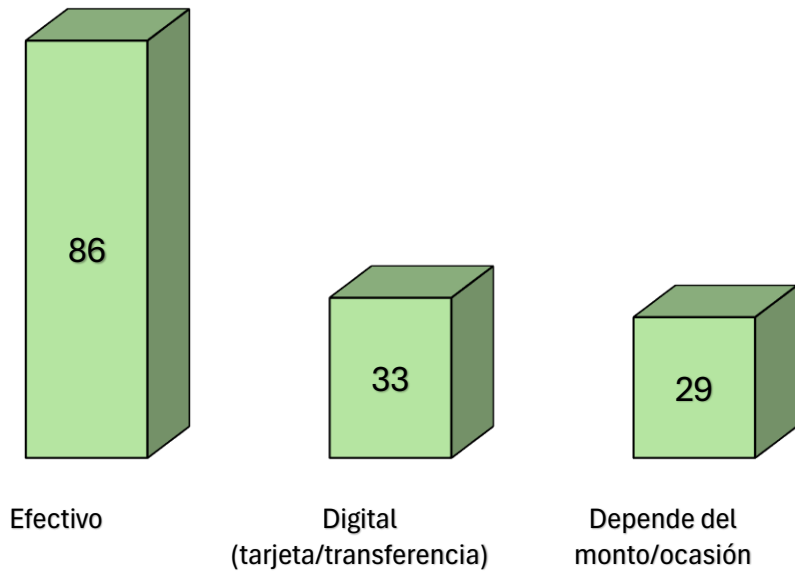
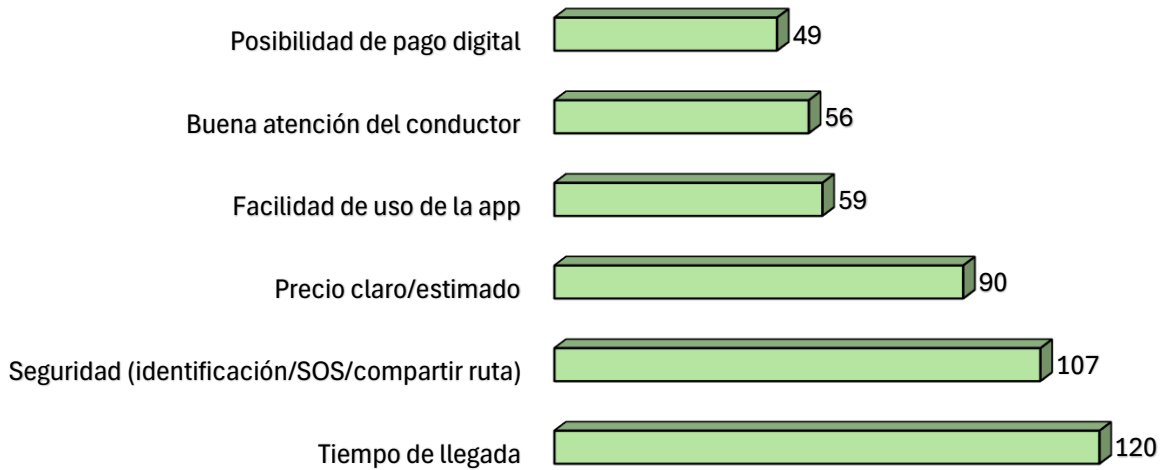



Ilustración 11: Resultado Pregunta P9



Los pasajeros muestran alta disposición a usar la app cuando se ofrece tiempo estimado de llegada y tarifa antes de confirmar, y la identificación del conductor/vehículo incrementa significativamente la confianza. El chat para acordar referencias, la opción de compartir viaje con un

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

familiar y el sistema de calificaciones y comentarios son valorados como elementos de experiencia y seguridad. Aunque predomina el pago en efectivo, existe un grupo relevante dispuesto a pago digital. Las prioridades para elegir el servicio son: tiempo de llegada, seguridad y precio claro (el cual ya se tiene); además, una mayoría acepta una pequeña penalidad por cancelación tardía (tras 5 minutos). Por tanto, la aplicación debe enfocarse en mostrar tiempo de llegada y tarifa previas, contar con identidad y seguridad, facilitar la coordinación vía chat y mantener efectivo con una transición amigable a pagos digitales.

3.4. Identificación y Descripción de Requisitos

En esta sección se definen los requisitos que formarán el producto mínimo viable (MVP) de la aplicación, priorizados a partir del modelo de negocio, los procesos por sistematizar y la evidencia obtenida en las encuestas a conductores y pasajeros. El objetivo es asegurar un producto inicial funcional, medible y desplegable en Yarumal, capaz de reducir tiempos de respuesta y mejorar la experiencia de uso, manteniendo trazabilidad y criterios claros de aceptación. Para ello, se organiza el contenido en cuatro apartados: (I) Requisitos Funcionales, que describen qué hará el sistema (flujos de solicitud, asignación, chat, cierre y pagos); (II) Requisitos No Funcionales, que establecen atributos de calidad (seguridad, rendimiento, disponibilidad, usabilidad); (III) Escenarios de Calidad, que concretan cómo se validarán dichos atributos (métricas y casos de prueba medibles); y (IV) Estructura de Desglose de Trabajo, que traduce los requisitos priorizados en paquetes de trabajo para el plan de construcción. Las decisiones de inclusión se guían por criterios de valor al usuario, viabilidad técnica e impacto en los KPIs del proyecto.

3.4.1. Requisitos Funcionales

Los siguientes requisitos se derivan de las épicas e historias de usuario trabajadas en Azure (Registro de clientes, Sistema de solicitud de viajes, Notificación a conductores, Ubicación en mapa, Sistema post-servicio, Registro de taxis y Registro de transportadores).


 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

Ilustración 12: Requisitos Funcionales

YaruTaax Team

Backlog Analytics

Order	Work Item Type	Title	State	Effort	Busin...	Value Area	Tags
1	Epic	Registro de clientes	New			Business	
	User Story	Como usuario quiero registrarme en la aplicación con us...	Active			Business	
	User Story	Como usuario necesito tener un método para recuperar ...	Active			Business	
	User Story	Como usuario quiero poder actualizar mis datos persona...	Active			Business	
2	Epic	Sistema de solicitud de viajes	New			Business	
	User Story	Como usuario necesito hacer solicitudes de transporte c...	Active			Business	
	User Story	Como usuario quiero poder cancelar solicitudes realizada...	Active			Business	
	User Story	Como usuario necesito poder cambiar la ubicación de re...	Active			Business	
3	Epic	Notificación a conductores	New			Business	
	User Story	Como conductor debo poder tomar servicios notificados...	Active			Business	
	User Story	Como conductor debo ver notificaciones sobre las solicit...	Active			Business	
	User Story	Como conductor debo poder cancelar solicitudes acepta...	Active			Business	
4	Epic	Ubicación en mapa	New			Business	
	User Story	Como cliente quiero ver la ubicación en tiempo real del t...	Active			Business	
5	Epic	Sistema post servicio	New			Business	
	User Story	Como cliente debo poder calificar el servicio recibido	Active			Business	
6	Epic	Registro de taxis	New			Business	
	User Story	Como admin necesito poder registrar nuevos taxis	Active			Business	
7	Epic	Registro de transportadores	New			Business	
	User Story	Como admin necesito registrar nuevos conductores	Active			Business	

Para el MVP se prioriza un subconjunto mínimo y se dejan para evoluciones (EV1, EV2) las capacidades complementarias. A continuación se listan por tema, manteniendo la trazabilidad:

Tema → Épica → Historia de Usuario → Tareas → Criterios de Aceptación → Clasificación




 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

Ilustración 13: Mapa de Historias de Usuario


Temas	Épicas	Historias de Usuario	Tareas	Criterios de Aceptación	Clasificación
Gestión de solicitudes	Registro de clientes	Como usuario quiero registrarme en la aplicación con usuario y contraseña para tener un perfil con mis datos personales	Implementar lógica de backend para registro seguro con validaciones y diseñar pantalla de registro con campos validados	El usuario debe poder registrarse exitosamente con validaciones de campos obligatorios y recibir confirmación.	MVP
		Como usuario necesito tener un método para recuperar mi contraseña	Implementar recuperación de contraseña vía correo electrónico y crear interfaz con validaciones	El sistema debe enviar un enlace de recuperación al correo del usuario registrado.	EV1
		Como usuario quiero poder actualizar mis datos personales cuando lo requiera	Crear API y UI para consulta, edición y actualización de datos del perfil	El usuario debe poder ver sus datos actuales, modificarlos y guardarlos correctamente.	EV2
	Sistema de solicitud de viajes	Como usuario necesito hacer solicitudes de transporte con dirección de recogida y llegada	Crear servicio de solicitud con validación y UI con selección en mapa	La solicitud debe almacenarse en el sistema y notificar a los conductores disponibles.	MVP
		Como usuario quiero poder cancelar solicitudes realizadas si ya no las necesito	Agregar lógica y UI para cancelar viajes en curso con validaciones	La cancelación debe estar disponible antes de que el servicio haya sido aceptado por un conductor.	MVP
		Como usuario necesito poder cambiar la ubicación de recogida o llegada	Permitir modificación de dirección en solicitudes activas desde backend y frontend	El sistema debe permitir modificar ubicación si el viaje aún no ha sido iniciado.	EV1

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

Temas	Épicas	Historias de Usuario	Tareas	Criterios de Aceptación	Clasificación
	Notificación a conductores	Como conductor debo ver notificaciones sobre las solicitudes que realizan los usuarios	Diseñar UI para solicitudes entrantes y activar notificaciones push	El conductor debe recibir notificaciones en tiempo real con los detalles del servicio.	MVP
		Como conductor debo poder tomar servicios notificados por la aplicación	Implementar lógica para toma única de servicio y actualizar estado	Solo el primer conductor que acepte debe tomar el servicio, y se debe notificar al cliente.	MVP
		Como conductor debo poder cancelar solicitudes aceptadas	Agregar opción de cancelación con motivo y notificación al usuario	La cancelación por el conductor debe liberar el servicio y notificar al usuario.	MVP
	Asignación manual de taxis	Como admin quiero asignar manualmente un taxi disponible a una solicitud	Crear panel administrativo para asignación manual y notificar al usuario	El administrador debe ver solicitudes y asignar un taxi disponible desde un panel.	EV1
		Como admin quiero reasignar un taxi si el anterior no cumple	Permitir re-asignación con UI y backend para mostrar nueva asignación	Al reasignar, el sistema debe actualizar al usuario con los datos del nuevo conductor.	EV2
	Programación de servicios	Como usuario quiero programar viajes para que me asignen un taxi en una fecha y hora específica	Crear módulo de programación con selector de fecha/hora y validación de disponibilidad	El usuario debe poder seleccionar fecha y hora futura y recibir confirmación del servicio.	EV2
		Como admin debo poder asignar taxis a servicios programados	Crear panel para asignar taxis a viajes futuros y enviar notificaciones	El administrador debe ver los viajes programados y asignar conductores disponibles.	EV2
	Comunicación cliente-conductor	Como cliente necesito poder hablar con el taxista que tomó mi servicio en tiempo real	Integrar chat en la app y mostrar botón de acceso durante el viaje	Ambos usuarios deben poder comunicarse en	EV1

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

Temas	Épicas	Historias de Usuario	Tareas	Criterios de Aceptación	Clasificación
				tiempo real desde la aplicación.	
	Ubicación en mapa	Como cliente quiero ver la ubicación en tiempo real del taxi asignado en un mapa	Activar rastreo GPS desde app conductor y mostrar posición en mapa del cliente	El usuario debe ver la posición del taxi en tiempo real en un mapa desde su app.	EV1
	Sistema post servicio	Como cliente debo poder calificar el servicio recibido	Diseñar pantalla de calificación y almacenar puntuaciones y comentarios	El usuario debe ver una pantalla de calificación al finalizar el viaje y dejar comentarios.	EV2
Gestión de transportadores	Registro de taxis	Como admin necesito poder registrar nuevos taxis	Diseñar formulario de registro de vehículo y validaciones de datos técnicos	El administrador debe registrar taxis con sus datos técnicos y visualizarlos luego.	MVP
	Registro de transportadores	Como admin necesito registrar nuevos conductores	Crear formulario con datos personales y documentación legal del conductor	Los conductores deben poder ser registrados con datos personales y licencia válidos.	EV2
	Ver actividad de taxistas	Como admin quiero ver un historial de asignaciones y rendimiento	Crear panel histórico de viajes con filtros por conductor, fecha y calificación	El sistema debe mostrar un historial filtrable por conductor, fecha y estado de viajes.	EV1

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


Con base en lo anterior, el alcance efectivo del MVP se limita a lo estrictamente necesario para operar el servicio de punta a punta en Yarumal: registro de clientes, creación y cancelación de solicitudes antes de la aceptación, notificaciones a conductores, toma única del servicio por el primer conductor disponible, cancelación por parte del conductor y registro básico de taxis. Este paquete permite captar demanda, asignar y ejecutar o cancelar de forma controlada, dejando para las iteraciones EV1/EV2 las capacidades que profundizan la experiencia de usuario, el control operativo y la analítica: recuperación y edición de perfil, cambio de ubicación, asignación manual y reasignación, chat, visualización en mapa, calificaciones, programación de servicios, registro de conductores y panel de actividad. Así, el MVP es desplegable, medible y sostenible, con una ruta clara de evolución sin comprometer tiempos ni complejidad inicial.

3.4.2. Requisitos No Funcionales

Se establecieron los siguientes criterios de calidad según la norma ISO25010 que deben acompañar la funcionalidad de la plataforma para satisfacer las necesidades de los diferentes usuarios de la aplicación.

Ilustración 14: Requisitos No Funcionales

Atributo	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Acción	Plan	Métrica
Disponibilidad	Reducción de ingresos (ganancias) debido a la no disponibilidad de la App	Media	Alto	Mitigar	Hacer pruebas de disponibilidad	Incidentes de caída no planificada: ≤ 2/mes
Reconocibilidad de adecuación	Baja demanda del uso de la App debido a la no intuición las funcionalidades	Baja	Media	Mitigar	Que personas de diferentes edades prueben la App	Tasa de éxito en tareas clave (registrarse, solicitar, aceptar/cancelar): ≥ 85% en primera vez
Confidencialidad	Eventos inseguros para	Media	Alto	Mitigar	Parchados constantes de	Intentos de acceso fallidos


 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

Atributo	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Acción	Plan	Métrica
	los usuarios debido a la baja protección de los datos de las partes involucradas				seguridad en la infraestructura	detectados y alertados: 100% registrados.
Corrección funcional	No asignación de un servicio debido al no funcionamiento del software	Baja	Alto	Mitigar	Aseguramiento de cumplimiento de los requisitos y pruebas de cobertura	Tasa de fallas de asignación por error de software: ≤ 1% de solicitudes.

Los atributos de calidad definidos (ISO 25010) constituyen el marco que garantiza que el MVP no solo funcione, sino que sea confiable, entendible y seguro para todos los actores. Al vincular cada atributo con su riesgo, acciones de mitigación y un plan de pruebas, aseguramos que las decisiones de diseño y las validaciones de aceptación se orienten a metas medibles, reduciendo la probabilidad de indisponibilidad, fricción de uso, fallos funcionales y vulneraciones de datos. Estos criterios serán verificados en la etapa de pruebas del MVP y monitoreados en operación para activar mejoras continuas. Estas métricas traducen los atributos ISO 25010 en KPIs para el MVP, habilitando su verificación objetiva en pruebas y su seguimiento en producción con indicadores de alerta.

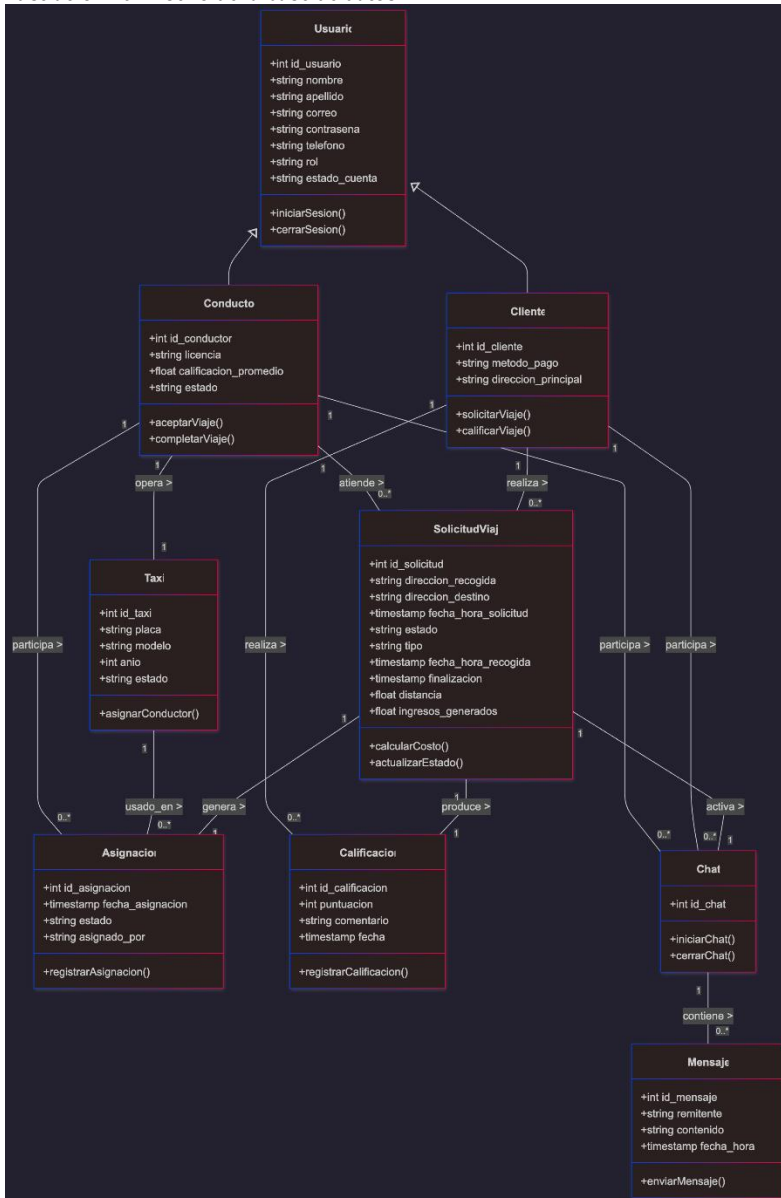
3.5. Diseño de base de datos

El modelado de datos mediante diagrama de clases UML ofrece una representación visual clara de las entidades, atributos y relaciones del sistema, lo que mejora la comunicación del equipo y reduce ambigüedades. Esta vista lógica permite organizar la información de forma estructurada, favorece la reutilización, facilita el mantenimiento y la escalabilidad (al separar responsabilidades y definir cardinalidades) y sirve como documentación viva del sistema. Con base en este modelo, se diseñó una base de datos orientada a garantizar integridad y consistencia, optimizar el rendimiento


 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

en operaciones críticas (solicitar, asignar y cerrar viajes) y mantener la usabilidad de la plataforma para los distintos actores del servicio de taxis en Yarumal.

Ilustración 15: Diseño de la base de datos



El núcleo del dominio lo conforman Usuario (identidad transversal con datos de contacto, rol y estado de cuenta) y sus especializaciones Cliente y Conductor. El Cliente realiza múltiples


 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

SolicitudViaje y puede emitir una Calificación; el Conductor, habilitado con licencia y estado operativo, opera un Taxi y acepta/completa solicitudes. Taxi gestiona el inventario de vehículos (placa, modelo, año, estado). La entidad transaccional SolicitudViaje registra dirección de recogida y destino, fechas y horas relevantes, estado, distancia e ingresos; desde allí se genera una Asignación que empareja solicitud–conductor–taxi con trazabilidad de quién asignó y cuándo. Para la comunicación operativa se prevé Chat, que contiene múltiples Mensaje con remitente, contenido y timestamp; y para la experiencia postservicio, Calificación con puntuación y comentario asociados al viaje. En la implementación física se recomienda complementar direcciones con coordenadas (lat, lng) para mejorar cálculos de ETA, filtros por proximidad e indexación geoespacial.

Para asegurar la calidad de los datos se definen claves foráneas entre SolicitudViaje–Cliente, Asignación–(SolicitudViaje, Conductor, Taxi), Calificación–SolicitudViaje y Chat/Mensaje–SolicitudViaje; se emplea normalización a 3FN en datos maestros y separación de entidades transaccionales para evitar redundancias; y se establecen máquinas de estados finitas y coherentes: p. ej., SolicitudViaje (pendiente, asignada, en_curso, cancelada_cliente, cancelada_conductor, completada) y Asignación (creada, aceptada, cancelada, finalizada). Para el rendimiento se proponen índices por uso real: SolicitudViaje(estado, fecha_hora_solicitud) para la cola operativa, Asignación(id_conductor, estado, fecha_asignación) para disponibilidad, Taxi(placa) único, y, si el motor lo soporta, índice geoespacial en recogida/destino. La “toma única” de servicios se garantiza con transacciones que verifiquen el cambio atómico de estado (pendiente → asignada). Si el volumen de mensajería crece, es aconsejable particionar Mensaje por rangos de fecha.

En seguridad y cumplimiento se exige cifrado en tránsito (TLS 1.2+) y en reposo para datos personales, minimización de PII en logs, auditoría de cambios (quién creó/canceló/asignó) y, cuando aplique, borrado lógico para preservar historiales sin perder trazabilidad. El esquema habilita analítica y KPIs clave del proyecto: tiempo de asignación, ETA vs. tiempo real, tasas de aceptación/cancelación, viajes por conductor por hora e ingresos por distancia, gracias a los timestamps y métricas incluidas en SolicitudViaje y Asignación.

De cara al MVP, el alcance mínimo de datos incluye Usuario, Cliente, Conductor, Taxi, SolicitudViaje y Asignación, suficiente para registrar usuarios, crear solicitudes, notificar y asignar al

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


primer conductor disponible y cerrar/cancelar viajes con trazabilidad. Los módulos Chat/Mensaje (EV1) y Calificación (EV2) pueden integrarse después sin romper compatibilidad por la estructura referencial ya prevista. Con ello, la base de datos queda lista para un despliegue inicial confiable, medible y escalable, alineado con la hoja de ruta funcional del proyecto.

3.6. Diseño de Arquitectura

El desarrollo de una aplicación móvil para la solicitud en tiempo real de servicios de transporte exige una arquitectura tecnológica capaz de responder con baja latencia, alta disponibilidad, escalabilidad y resiliencia ante la dinámica de las operaciones y la simultaneidad de usuarios. En este contexto, la arquitectura de referencia propuesta, basada en microservicios, comunicación orientada a eventos y componentes serverless, ofrece una solución óptima y moderna para atender los requerimientos tanto funcionales como no funcionales del sistema.

Uno de los principales beneficios de la arquitectura de microservicios es la capacidad de escalar de manera independiente cada componente del sistema según la demanda. En una aplicación de transporte, los servicios de geolocalización y emparejamiento de conductores y pasajeros presentan picos de uso muy diferentes. Gracias a la segmentación por dominios funcionales, es posible incrementar los recursos de forma selectiva, evitando el sobrecoste de escalar el sistema completo. Por ejemplo, durante las horas pico, el servicio de geolocalización puede desplegar réplicas adicionales para soportar un mayor volumen de actualizaciones en tiempo real sin afectar al resto de módulos.

La comunicación orientada a eventos contribuye adicionalmente a mejorar el rendimiento al permitir un flujo de información asíncrono y no bloqueante. Los eventos, distribuidos mediante colas o sistemas de mensajería como Kafka o RabbitMQ, garantizan que el sistema continúe operando incluso si uno de los microservicios experimenta lentitud o mantenimiento temporal. Esto es clave en un entorno donde cada segundo de latencia puede impactar directamente en la experiencia del usuario.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

La disponibilidad continua es un requisito esencial en una aplicación que debe operar 24/7. Al adoptar una arquitectura distribuida, cada microservicio puede desplegarse de manera redundante y gestionarse de forma independiente. En caso de fallo en un componente, el resto del sistema continúa funcionando sin interrupciones.

La incorporación de servicios refuerza aún más la disponibilidad al ofrecer ejecución bajo demanda con escalado automático. Este enfoque es especialmente ventajoso para tareas eventuales o de procesamiento puntual, como el envío de notificaciones o actualización de estados de viaje.


Un beneficio clave de los microservicios es la modularidad y mantenibilidad del código. Cada servicio tiene un ciclo de vida independiente, con su propio repositorio, pipeline de despliegue y entorno de ejecución. Esto permite que los equipos de desarrollo trabajen en paralelo, introduzcan nuevas funcionalidades o realicen correcciones sin afectar al resto del sistema.

Desde el punto de vista arquitectónico, el diseño propuesto promueve el bajo acoplamiento y la alta cohesión entre componentes, principios esenciales para garantizar la estabilidad del sistema ante cambios y su facilidad de mantenimiento.

Cada microservicio se diseña con un propósito único y claramente definido (por ejemplo, gestión de usuarios, manejo de viajes, o envío de notificaciones), lo que simplifica la depuración, las pruebas unitarias y la observabilidad. Este enfoque, además, reduce el riesgo de fallas globales derivadas de errores locales y permite realizar despliegues continuos (CI/CD) de manera segura.

En resumen, la elección de una arquitectura microservicios + event-driven + serverless se justifica plenamente en el contexto de una aplicación de solicitud de transporte en tiempo real, debido a:

- Su capacidad de respuesta dinámica ante picos de demanda.
- La posibilidad de mantener una operación continua sin interrupciones.
- La flexibilidad para incorporar nuevas funcionalidades sin rediseñar el sistema completo.
- El soporte nativo para procesos en tiempo real y comunicación bidireccional.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

- Y la eficiencia operativa derivada de la ejecución bajo demanda y la automatización de despliegues.

En conjunto, esta arquitectura proporciona una base sólida, escalable y preparada para el crecimiento sostenido del proyecto, garantizando una experiencia de usuario consistente, segura y confiable, alineada con las exigencias de un mercado competitivo y altamente sensible al rendimiento.


3.6.1. Arquitectura General

El diseño arquitectónico de la aplicación de solicitud en tiempo real de servicios de transporte requiere la adopción de un conjunto de tecnologías que garanticen alto rendimiento, flexibilidad, desarrollo ágil y escalabilidad horizontal. En este sentido, la selección de Node.js, Express.js, MongoDB y React Native responde a criterios tanto técnicos como estratégicos, alineados con los principios definidos en la arquitectura de referencia.

Node.js constituye la base de ejecución del backend por su capacidad para manejar operaciones concurrentes con baja latencia y su modelo de I/O no bloqueante, características esenciales para aplicaciones que deben gestionar múltiples conexiones simultáneas en tiempo real, como la actualización de posiciones de vehículos o la recepción de solicitudes de viaje.

Gracias a su arquitectura event-driven, Node.js permite procesar miles de solicitudes concurrentes de manera eficiente sin necesidad de crear múltiples hilos de ejecución, lo cual se traduce en mayor rendimiento y menor consumo de recursos. Esta propiedad es particularmente ventajosa en entornos donde las operaciones de lectura y escritura en red son continuas y la respuesta debe ser inmediata, como ocurre en las plataformas de movilidad.

Adicionalmente, su ecosistema de paquetes (NPM) ofrece una amplia variedad de librerías orientadas a la integración con sistemas de mensajería (Kafka, RabbitMQ), sockets (Socket.IO) y

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

servicios en la nube (AWS, GCP, Azure), lo que acelera el desarrollo y facilita la interoperabilidad entre microservicios.

Express.js, como framework minimalista para Node.js, proporciona una estructura ligera pero poderosa para la creación de API RESTful y servicios HTTP. Su flexibilidad permite diseñar endpoints escalables, seguros y fácilmente integrables con la capa de microservicios definida en la arquitectura.

La utilización de Express simplifica la implementación de middleware para autenticación, validación, control de errores y logging, garantizando una comunicación fluida entre el cliente móvil y los servicios internos.


La compatibilidad de Express con herramientas modernas de despliegue (Docker, Kubernetes) y frameworks de testing contribuye además a fortalecer el ciclo de integración y entrega continua (CI/CD) del proyecto.

El componente de persistencia de datos se apoya en MongoDB, una base de datos NoSQL orientada a documentos que ofrece flexibilidad en el manejo de estructuras dinámicas de información. En una aplicación de transporte, donde los esquemas de datos pueden variar, por ejemplo, al almacenar información de usuarios, trayectos, ubicaciones, estados de viaje o registros temporales, el modelo basado en documentos JSON es altamente eficiente y adaptable.

Entre las principales ventajas de MongoDB destacan:

- Escalabilidad horizontal mediante particionamiento, lo que permite distribuir los datos en múltiples nodos para soportar grandes volúmenes de transacciones.
- Alta disponibilidad a través de réplicas automáticas, asegurando continuidad de servicio.
- Integración natural con Node.js, gracias a su formato JSON nativo y controladores oficiales optimizados.
- Velocidad de lectura/escritura superior en operaciones no transaccionales, ideal para registros en tiempo real.

Para la capa de presentación se adopta React Native, framework de desarrollo móvil híbrido creado por Meta, que permite construir aplicaciones nativas utilizando JavaScript y React. Esta

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

tecnología posibilita el desarrollo multiplataforma (Android e iOS) con una única base de código, reduciendo significativamente los costos y tiempos de implementación.

React Native aprovecha componentes nativos del sistema operativo, lo que garantiza una experiencia de usuario fluida y un rendimiento comparable al de una aplicación desarrollada en código nativo puro. Además, su arquitectura basada en componentes y estado facilita la integración con APIs de geolocalización, servicios de mapas y notificaciones push.


Entre sus principales beneficios destacan:

- Reutilización de código entre plataformas, lo que acelera la entrega de nuevas versiones.
- Actualizaciones dinámicas que agilizan el desarrollo y las pruebas.
- Amplio ecosistema de librerías y soporte comunitario, facilitando la integración con SDKs externos.
- Compatibilidad natural con la arquitectura propuesta, al comunicarse con el backend mediante APIs REST o WebSockets.

La elección de React Native, por tanto, se alinea con la necesidad de ofrecer una interfaz moderna, ágil y adaptable que permita mantener coherencia visual y funcional en diferentes dispositivos, garantizando una experiencia de usuario uniforme.

La combinación de Node.js, Express, MongoDB y React Native conforma un ecosistema tecnológico homogéneo basado en JavaScript, lo que simplifica la curva de aprendizaje, el mantenimiento del código y la colaboración entre los equipos de frontend y backend.

Este enfoque unificado reduce la complejidad en la integración, facilita la trazabilidad de errores, y mejora la productividad general del desarrollo. Además, cada una de estas tecnologías es open source, con comunidades activas que aseguran soporte, documentación y constante evolución, lo que se traduce en mayor sostenibilidad tecnológica a largo plazo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


3.6.2. Diseño de interfaces (Prototipo)

El prototipo de interfaces prioriza simplicidad, claridad y coherencia para reducir fricción en las tareas clave del MVP: registrarse, solicitar un servicio, visualizar la asignación, comunicarse con el conductor y cerrar el viaje. Se trabajó en Figma con componentes reutilizables y un sistema visual alineado con las Human Interface Guidelines (iOS) y patrones modernos de Material 3 (espaciados, jerarquías tipográficas y estados), de modo que la navegación resulte familiar y predecible para usuarios con distintos niveles de alfabetización digital en Yarumal.

La navegación se organiza con barra inferior (Home, Historial, Favoritos, Notificaciones y Perfil), que mantiene el acceso constante a las secciones frecuentes del pasajero. En la pantalla de acceso/registro se ofrece inicio con correo y proveedores sociales (Google/Apple), con campos validados y mensajes de error cercanos al control para minimizar retrabajos. La pantalla principal (Home) concentra el CTA “Request Now” y accesos rápidos; desde allí se abre el formulario de solicitud con campos “From/To”, selección de método de pago (efectivo o transferencia), y un botón primario único que evita decisiones ambiguas. Tras confirmar, aparece el estado loading “searching driver” (feedback inmediato) y, al asignar, una tarjeta con placa, modelo, nombre del conductor y ETA más un CTA para “Chat with driver”.

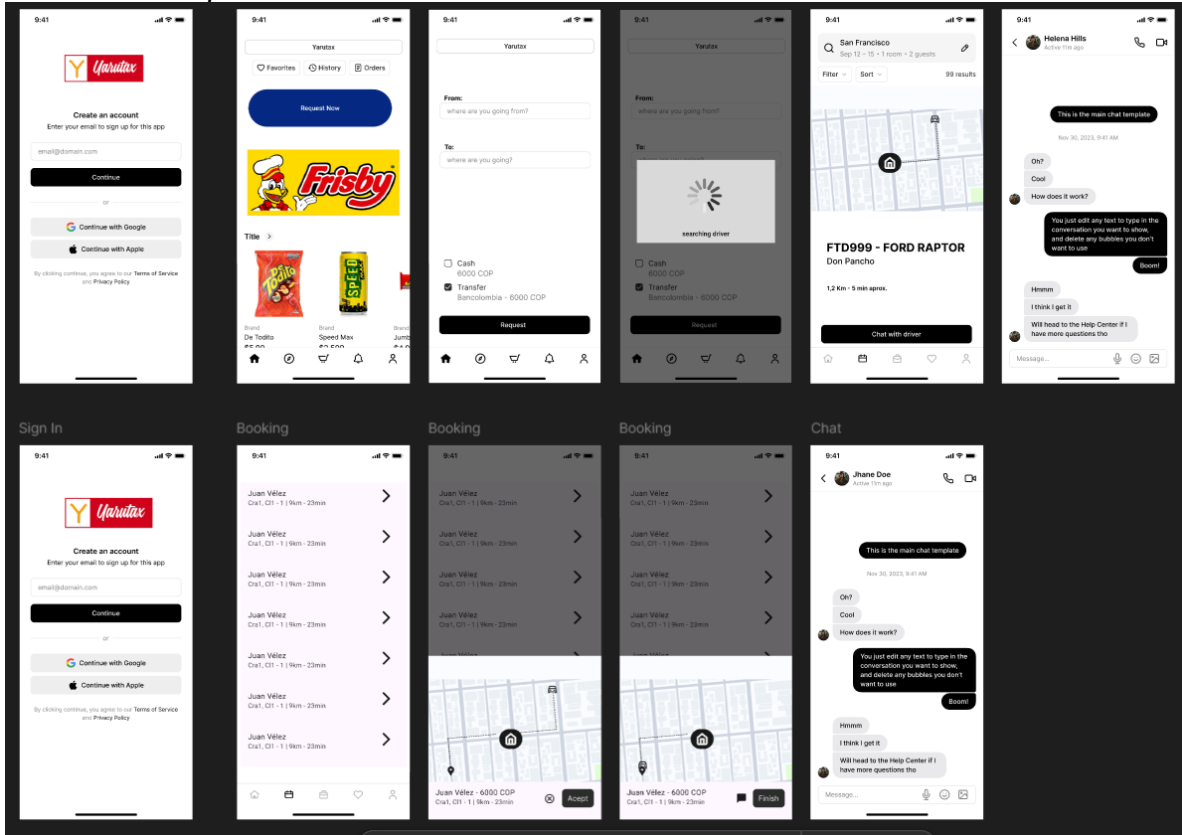
El flujo de viaje incluye vistas de mapa con el vehículo y la ruta sugerida. En el lado del conductor (lista de solicitudes), cada ítem muestra distancia estimada y valor; al desplegar el bottom sheet se habilitan acciones Accept / Finish con confirmaciones para prevenir toques accidentales. El chat in-app replica un patrón de mensajería conocido (burbujas, estado de conexión, campo de texto persistente), con identificación del interlocutor y timestamps; su objetivo es coordinar referencias sin exponer datos personales.

A nivel de accesibilidad, se respetan tamaños táctiles (≥ 44 px), contraste AA, tipografía legible y jerarquía clara (títulos, subtítulos, cuerpo), soporte a modo oscuro y textos breves en español neutro. Se contemplan estados del sistema: vacío (sin viajes aún), carga (skeleton/spinner), éxito (confirmaciones) y error (mensajes accionables), además de microinteracciones que reafirman


 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

acciones críticas (aceptar, finalizar, cancelar). Todos los componentes del prototipo están contruidos como variantes para favorecer consistencia y mantenimiento.

Ilustración 16: Prototipo de Interfaces



En conjunto, el diseño de interfaces reduce el tiempo cognitivo para completar la solicitud, hace visibles las opciones relevantes (pago, chat, mapa), y ofrece feedback continuo en cada transición del flujo (solicitud → búsqueda → asignación → chat/mapa → cierre). Este enfoque se alinea con los objetivos del MVP: tiempos de respuesta más cortos y mejor experiencia de usuario, manteniendo un lenguaje visual moderno, consistente y fácil de aprender.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo presenta los resultados del desarrollo del MVP de la aplicación de taxis para Yarumal, evidenciando cómo las decisiones técnicas y de diseño se materializaron en una solución operable y medible frente a los objetivos del proyecto: reducir tiempos de respuesta y mejorar la experiencia de usuario. Primero, se describe el marco metodológico (Scrum) que guió la construcción iterativa y la trazabilidad de las historias de usuario. Luego, se documenta la selección tecnológica conforme a la arquitectura definida, y las buenas prácticas de programación (código limpio, patrones y principios SOLID) que aseguraron mantenibilidad y calidad.

A continuación, se exponen los resultados de Experiencia de Usuario y de Diseño de Interfaz, destacando la reconocibilidad y simplicidad de los flujos clave (registro, solicitud, asignación, chat y cierre). Se detalla la infraestructura tecnológica que soporta el servicio, así como la implementación del BackEnd (APIs, persistencia y servicios) y del FrontEnd (interacciones y navegación). Finalmente, se presenta el Plan de Pruebas y Control de Calidad —su ejecución y principales evidencias— alineado con los requisitos no funcionales (ISO 25010) priorizados para el MVP. En conjunto, el capítulo ofrece una visión integral y verificable del producto entregado y su capacidad para operar de forma confiable en el contexto local.

4.1. Marco metodológico de desarrollo (Scrum)

El desarrollo se condujo con enfoque ágil Scrum, organizando el trabajo en historias de usuario priorizadas y gestionadas en un backlog vivo. La coordinación y la traza de cambios se soportaron con prácticas de Integración y Entrega Continua (CI/CD), orquestadas sobre pipelines que automatizan pruebas y despliegues, favoreciendo ciclos cortos de entrega y colaboración entre roles técnicos y funcionales. Estas prácticas (CI para validar continuamente el código y CD para automatizar su entrega en entornos de pruebas y producción) reducen tiempos de salida y errores humanos, y encajan con un desarrollo iterativo de una app móvil en crecimiento.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

4.2. Selección y adquisición de herramientas y tecnología


La arquitectura adopta un stack homogéneo basado en JavaScript: Node.js y Express.js para el backend (I/O no bloqueante, middleware de autenticación/validación y APIs REST), MongoDB para persistencia (documental, escalable, con réplicas y particionado), y React Native para un front móvil multiplataforma con experiencia nativa. La combinación simplifica la curva de aprendizaje y el mantenimiento, a la vez que se integra con despliegues modernos (Docker/Kubernetes) y ecosistema NPM.

4.3. Buenas prácticas de programación

El código del MVP se implementó bajo principios SOLID, limpieza y patrones arquitectónicos adecuados al enfoque distribuido: separación de responsabilidades (controladores, servicios, repositorios), validaciones sistemáticas, manejo centralizado de errores y logs, pruebas unitarias de componentes críticos y contratos claros de API. Este estilo reduce acoplamiento y facilita la evolución posterior sin reescrituras costosas, alineado con la modularidad buscada en la arquitectura.

4.4. Experiencia de usuario

La UX es el eje del proyecto: pasamos de la solicitud por llamada telefónica a un sistema de autogestión en app que disminuye fricción y tiempos de espera, coherente con el contexto local de Yarumal, donde aún no existe una solución móvil efectiva comparable a capitales del país. Por ello, el MVP prioriza tareas esenciales (registrarse, solicitar, recibir asignación/cancelar y cerrar) con feedback inmediato y patrones familiares para usuarios de distintos niveles de alfabetización digital.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

4.5. Diseño de interfaz de usuario


El prototipo prioriza reconocibilidad de adecuación: navegación simple, jerarquías claras y estados visibles (carga, éxito, error), con componentes consistentes en todas las pantallas. Se enfatizan accesibilidad (tamaños táctiles, contraste, tipografías legibles) y flujos sin ambigüedades: CTA único para solicitar, confirmaciones para evitar toques accidentales, tarjeta de asignación con datos mínimos (placa, modelo, nombre y ETA) y acceso visible al chat. Esto responde a los requisitos no funcionales de usabilidad/reconocibilidad definidos para el MVP.

4.6. Identificación de la infraestructura tecnológica

La solución se estructura en front-end móvil y back-end con servicios desacoplados y pipelines CI/CD. La separación por componentes facilita escalar selectivamente (ejemplo: pico de solicitudes) y mantener versiones independientes por servicio, mientras que CI/CD automatiza compilaciones, pruebas y despliegues, acortando el ciclo “commit–release”. Este esquema de trabajo colaborativo (tableros, control de versiones y seguimiento de tareas) asegura trazabilidad y reduce riesgos operativos durante la evolución del MVP.

4.7. BackEnd

El backend expone APIs REST seguras sobre Express.js con middleware para autenticación, validación y logging; su ejecución event-driven en Node.js permite atender múltiples conexiones concurrentes con baja latencia (solicitudes, notificaciones y cambios de estado de viajes). La persistencia en MongoDB aprovecha su modelo documental para entidades del dominio (usuarios, solicitudes, asignaciones, chats y calificaciones), con réplicas y particionado para disponibilidad y escalabilidad.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

4.8. FrontEnd

El cliente móvil en React Native entrega experiencia nativa y un único código para Android/iOS. Su arquitectura por componentes facilita integrar geolocalización, mapas y notificaciones, y mantener patrones de interacción consistentes en todos los flujos del MVP (solicitar, ver asignación, chatear, finalizar). La elección favorece rapidez de entrega, reuso y un rendimiento cercano al nativo.

4.9. Pruebas y control de calidad

4.9.1. Plan de Pruebas


Se definieron casos alineados a los atributos ISO 25010 priorizados para el MVP: disponibilidad (resiliencia del servicio), reconocibilidad/usabilidad (éxito en tareas clave), confidencialidad (protección de datos) y corrección funcional (flujo de solicitud–asignación–cancelación/finalización). Cada atributo cuenta con riesgo, acciones de mitigación y métricas verificables.

4.9.2. Aplicación del Plan.

Durante los sprints del MVP se ejecutaron pruebas funcionales (HU del alcance), de integración (API–app), de usabilidad con escenarios guiados y pruebas de carga para validar concurrencia en solicitudes pico. Los hallazgos alimentaron el backlog y se verificaron mediante re-ejecuciones automatizadas en el pipeline CI.


4.9.3. Evidencias (métricas del MVP).

- **Disponibilidad:** incidentes de caída no planificada ≤ 2 /mes (seguimiento en monitor de servicios).

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

- **Reconocibilidad:** tasa de éxito en tareas clave $\geq 85\%$ en primera vez (tests con usuarios locales).
- **Confidencialidad:** 100% de intentos de acceso fallidos registrados/alertados (auditoría de seguridad).
- **Corrección funcional:** fallas de asignación por error de software $\leq 1\%$ de solicitudes (métrica de QA).

En conjunto, la solución resultante —sustentada en microservicios/event-driven, herramientas homogéneas y CI/CD— ofrece una base escalable y confiable para operar el servicio de taxi en Yarumal, con UX reconocible y métricas claras para controlar calidad y riesgos en producción.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

El MVP de la aplicación de taxis para Yarumal cumple el objetivo general: reduce los tiempos de respuesta y mejora la experiencia de usuario al digitalizar la solicitud, la asignación y la comunicación cliente–conductor en un flujo simple, trazable y consistente. La solución integra un modelo de negocio viable con procesos sistematizados, una arquitectura y una base de datos coherentes, y criterios de calidad ISO 25010 con métricas verificables. Sus principales fortalezas son el desarrollo iterativo con Scrum y CI/CD, la interfaz reconocible y accesible y un diseño técnico escalable. Sus limitaciones se concentran en el alcance propio de un MVP —funciones diferidas como programación de viajes, calificaciones, analítica ampliada y chat enriquecido—, mientras que las restricciones operativas responden a la dependencia de conectividad móvil y a la prevalencia del pago en efectivo con adopción gradual por parte de los usuarios.


Respecto a los objetivos específicos, el mapa de procesos as-is/to-be se encuentra formalizado y sustenta la selección de flujos mínimos —registro, creación/cancelación de solicitud, notificación y toma única por el conductor, y cierre del viaje—, lo que estandariza la operación y disminuye reprocesos. La arquitectura y el modelo de datos garantizan integridad, trazabilidad y desempeño para la operación mínima, y permiten escalar sin refactorizaciones mayores. La validación con encuestas a conductores y pasajeros confirma la prioridad de ETA visible, identificación del conductor/vehículo, chat enmascarado y notificaciones en tiempo real, además de evidenciar aceptación de reglas operativas (turnos/zonas) y una transición gradual a pagos digitales, alineando el backlog con el valor percibido. Finalmente, el plan de pruebas basado en ISO 25010 y las métricas definidas aseguran que el MVP sea operable y medible en producción, mientras que la interfaz prioriza reconocibilidad y accesibilidad, lo que facilita el aprendizaje y acorta el tiempo para completar tareas clave.

Como recomendaciones, conviene consolidar la adopción con capacitaciones breves a conductores y ayudas in-app para pasajeros, mantener un canal de soporte en el arranque operativo y ajustar reglas de asignación por zonas y turnos con base en telemetría real (tiempo de llegada y tasa de aceptación). Resulta pertinente sostener el parcheo de seguridad, revisar permisos y minimizar

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020


datos personales en registros, así como operar con un tablero de KPIs —tiempo de asignación y llegada, cancelaciones, viajes por hora, NPS/SUS— para ciclos mensuales de mejora. En pagos, se sugiere mantener efectivo como base e iniciar pilotos de incentivos al pago digital (por ejemplo, comisiones diferenciadas o prioridad de asignación en horas valle).

En trabajo futuro, el proyecto se proyecta hacia la ampliación funcional (programación de viajes, reputación y calificaciones, chat enriquecido, compartir ruta), analítica avanzada para predicción de demanda y reasignación inteligente, escalabilidad regional mediante configuración multi-cooperativa y tarifas parametrizables, e integraciones con pasarelas locales y aseguradoras para fortalecer la gestión de incidentes. En confiabilidad, se propone incorporar pruebas de resiliencia y despliegues azul/verde con observabilidad ampliada. Con ello, el MVP demuestra su propósito en Yarumal y deja una hoja de ruta clara para su maduración funcional, operativa y tecnológica.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

6. REFERENCIAS


- Ávalos, M., & Sofía, P. (2015). Baby, you can('t) drive my car. El caso de Über en México. *Economía Informa* núm. 390 , 9.
- Bajo Buenestado, R., & Borrella Mas, M. Á. (2025). Market competition and the adoption of clean technology: Evidence from the taxi industry. *Elservier*, 43.
- Balboa la Chica, P. M., Mesa Mendoza, M., & Suárez Falcón, H. (2014). Análisis de las empresas concesionarias del servicio público de transporte urbano colectivo en España (2008-2010). *Elservier*, 10.
- BBC News Mundo. (13 de Octubre de 2025). *Joel Mokyr, Philippe Aghion y Peter Howitt ganan el Premio Nobel de Economía por explicar cómo la innovación impulsa el crecimiento económico sostenido*. Obtenido de BBC:
<https://www.bbc.com/mundo/articles/cx2n8e2knxjo>
- Cabrera-Moya. (2022). *Determining factors of the relationship between the locations of the companies, the dynamics of public transport BRT-type and urban development*. Obtenido de Scopus: <https://www.scopus.com/pages/publications/85139798859>
- de Pablo Heredero, C., Pérez Bermejo, L. J., & Montes Botella, J. L. (2012). Impacto de los sistemas de apoyo a la explotación (SAE) en la mejora de los servicios de transporte público urbano. *Elservier*, 13.
- Delgado Jalón, M. L., Sánchez de Lara, M. A., & Gómez Ortega, A. (2014). Financiación del servicio público de transporte urbano: un estudio empírico en las empresas españolas. *Elservier*, 12.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (1993). *Ley 105 de 1993*. EVA - Gestor Normativo.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (1996). *Ley 336 de 1996*. EVA - Gestor Normativo.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2009). *Ley 1341 de 2009*. EVA - Gestor Normativo.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2015). *Decreto 1079 de 2015 Sector Transporte*. EVA - Gestor Normativo.
- Dols, P. M., & Crespo, H. (2024). *Impact of COVID-19 on urban public transport in medium-sized Spanish cities*. Obtenido de Scopus:
<https://www.scopus.com/pages/publications/85184231991>
- Escamilla Solano, S., Plaza Casado, P., & Flores Ureba, S. (2016). Análisis de la divulgación de la información sobre la responsabilidad social corporativa en las empresas de transporte público urbano en España. *Revista de Contabilidad - Elsevier*, 9.
- Guo, F., Guo, Z., Tang, H., Huang, T., & Wu, Y. (2024). A multi-gated deep graph network with attention mechanisms for taxi demand prediction. *Elsevier*, 14.
- Loureiro, A., Miguéis, V., Costa, Á., & Ferreira, M. (2025). Improving customer retention in taxi industry using travel data analytics: A churn prediction study. *Elsevier*, 15.
- Maia, A., Carvalho, C., Venancio, L., & Dini, E. (2020). *The Motives Behind Transport Mode Choice: a Study with University Students in Brazil*. Obtenido de Scopus:
<https://www.scopus.com/pages/publications/85101279955>
- Mendes Lübeck, R., Luiz Wittmann, M., & Maffini Gomes, C. (2012). INOVAÇÃO NA GESTÃO DA INFORMAÇÃO: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS NO SETOR DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO. *RAI – Revista de Administração e Inovação*, 23.
- Milena, A. (15 de Marzo de 2025). Tecnología en la solicitud de taxis en Yarumal. (J. P. Valencia, Entrevistador)
- Ministerio de Transporte. (2018). *Resolución 0003256 de 2018*. Gobierno de Colombia.
- Rubio, I. (2 de Abril de 2019). *La ‘generación muda’: los jóvenes que apenas llaman por teléfono*. Obtenido de El País:
https://elpais.com/tecnologia/2019/04/02/actualidad/1554220116_828140.html


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

- Vargas Riaño, D. A. (11 de Abril de 2022). *Las estrategias con las que Uber, Beat y Didi van por más mercado en Medellín*. Obtenido de El Colombiano:
<https://www.elcolombiano.com/negocios/uber-beat-y-didi-plataformas-de-movilidad-que-anuncian-innvaciones-en-colombia-MH17237308>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

ANEXOS

Los anexos deben ser nombrados con letras para diferenciarse unos de otros (p. ej: Anexo A, Anexo B, etc.). Estos hacen extensiva la información del contenido del trabajo realizado tales como cálculos matemáticos extensos, códigos de programación, etc. El contenido de los apéndices debe permitir a alguien externo al desarrollo del trabajo, llegar a los mismos resultados siguiendo la misma metodología complementada con la información que en este aparte reposa.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

<p>FIRMA ESTUDIANTES</p>	
<p>FIRMA ASESORES</p>	
	<p>FECHA ENTREGA: _____</p>