



Desarrollo e implementación del aplicativo móvil Moto Extreme para optimizar la gestión vehicular en NANOFIX S.A.S., Bucaramanga, Santander

Modalidad: Emprendimiento

Edwin Enrique Pérez Altamar

CC.1.192.784.910

Sara Valentina Rivera Chiquillo

CC. 1.098.613.354

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en Desarrollo de Sistemas Informáticos
Bucaramanga, 14-04-2026



Desarrollo e implementación del aplicativo móvil Moto Extreme para optimizar la gestión vehicular en NANOFIX S.A.S., Bucaramanga, Santander

Modalidad: Emprendimiento

Edwin Enrique Pérez Altamar
CC.1.192.784.910
Sara Valentina Rivera Chiquillo
CC. 1.098.613.354

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en Desarrollo de Sistemas Informáticos

DIRECTOR

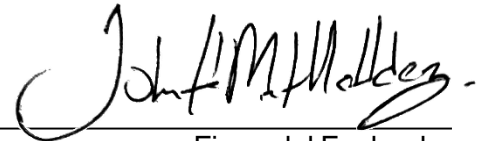
Manny Len Villa Suarez

Grupo de investigación – GRIIS

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en Desarrollo de Sistemas Informáticos
Bucaramanga, 14-04-2026

Nota de Aceptación

Este informe final de trabajo de grado,
en modalidad Emprendimiento, fue APROBADO en
cumplimiento de uno de los requisitos exigidos por las
Unidades Tecnológicas de Santander para optar el
Título de Tecnólogo en Desarrollo de Sistemas Informáticos,
según acta No. 15 del 16 de junio del 2026,
del Comité de Trabajo de Grado



Firma del Evaluador
John Herman Mantilla Hernández



Firma del Director
Manny Len Villa Suárez

DEDICATORIA

Dedico este logro a todas las personas e instituciones que hicieron posible este importante paso en mi vida académica y profesional. A las Unidades Tecnológicas de Santander, por brindarme una formación integral basada en el conocimiento, la innovación y el compromiso social. A los docentes que hicieron parte de mi proceso de formación, por compartir sus conocimientos y experiencias, contribuyendo a mi crecimiento profesional. Al Ingeniero Manny Len Villa Suárez, director de este trabajo de grado, por su orientación, acompañamiento y valiosos aportes durante esta investigación. A mi madre, por su amor incondicional y por ser ejemplo de esfuerzo y fortaleza; a mi hermano, por su apoyo y confianza; y a mi novio, por su paciencia, comprensión y motivación constante. A mi familia, amigos y mascotas, por su compañía, cariño, palabras de aliento y por brindarme tranquilidad en los momentos más exigentes. A todos ustedes, gracias por ser parte de este sueño que hoy se convierte en realidad.

Sara Valentina Rivera Chiquillo

La culminación de este trabajo de grado representa el esfuerzo, aprendizaje y dedicación de una etapa importante, y no habría sido posible sin el apoyo de muchas personas e instituciones. Agradezco a las Unidades Tecnológicas de Santander por brindarme las herramientas y conocimientos que hicieron posible mi formación profesional. Al Ingeniero Manny Len Villa Suárez, por su orientación, compromiso y acompañamiento constante durante el desarrollo de esta investigación. Mi gratitud también para NANOFIX S.A.S. y su equipo de trabajo, por abrirme sus puertas, confiar en este proyecto y contribuir a su desarrollo y validación. A los docentes que hicieron parte de mi proceso de formación, gracias por compartir sus conocimientos y experiencias, dejando valiosas enseñanzas para mi futuro profesional.

Edwin Enrique Pérez Altamar

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a las Unidades Tecnológicas de Santander por brindarnos la formación, el conocimiento y las herramientas que hicieron posible el desarrollo del proyecto de desarrollo tecnológico de desarrollo e implementación del aplicativo móvil Moto Extreme para optimizar la gestión vehicular en NANOFIX S.A.S

De manera especial, agradecemos al Ingeniero Manny Len Villa Suárez, director de este trabajo, por su orientación, dedicación y acompañamiento constante durante cada etapa del proyecto. Sus conocimientos, recomendaciones y valiosos aportes fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a NANOFIX S.A.S. por abrirnos sus puertas, confiar en nuestro trabajo y permitirnos desarrollar una solución tecnológica enfocada en las necesidades reales de la organización.

A todos ellos, gracias por su apoyo, compromiso y confianza. Su contribución fue esencial para convertir esta iniciativa en una meta alcanzada y en una experiencia de aprendizaje que fortalecerá nuestro crecimiento profesional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	11
INTRODUCCIÓN	13
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.2.1. CONVENIENCIA Y NECESIDAD DEL PROYECTO	19
1.2.2. IMPLICACIONES TECNOLÓGICAS	19
1.2.3. IMPLICACIONES ECONÓMICAS.....	20
1.2.4. IMPLICACIONES SOCIALES.....	20
1.2.5. IMPLICACIONES PARA LA INVESTIGACIÓN APLICADA EN LA UTS.....	21
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
1.4. ESTADO DEL ARTE.....	23
2. MARCO REFERENCIAL.....	26
2.1. MARCO TEÓRICO.....	26
2.1.1. TRANSFORMACIÓN DIGITAL EMPRESARIAL	26
2.1.2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL (SIG).....	26
2.1.3. ARQUITECTURA DE SOFTWARE MULTIPLATAFORMA	27
2.1.4. CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT (CRM).....	27
2.1.5. EXPERIENCIA DE USUARIO (UX/UI) Y USABILIDAD	28
2.2. MARCO CONCEPTUAL	28
2.2.1. APLICACIÓN MÓVIL MULTIPLATAFORMA	28
2.2.2. BACKEND COMO SERVICIO (BAAS)	28
2.2.3. BASE DE DATOS NoSQL	29
2.2.4. GESTIÓN VEHICULAR.....	29
2.2.5. METODOLOGÍA SCRUM	29
2.2.6. NOTIFICACIONES PUSH.....	29
2.2.7. SOAT	29
2.2.8. REVISIÓN TÉCNICO-MECÁNICA (RTM)	30
2.2.9. USABILIDAD	30
2.2.10. SISTEMA USABILITY SCALE (SUS)	30
2.3. MARCO LEGAL.....	30
2.3.1. LEY 1581 DE 2012	30
2.3.2. DECRETO 1377 DE 2013	31
2.3.3. LEY 1341 DE 2009	31
2.3.4. CONPES 3975 DE 2019	31
2.3.5. LEY 769 DE 2002	31
2.3.6. LEY 527 DE 1999	32
2.4. MARCO AMBIENTAL	32
2.5. MARCO HISTÓRICO	33

2.5.1.	HISTORIA DEL SECTOR AUTOMOTRIZ Y DE MOTOCICLETAS EN COLOMBIA	33
2.5.2.	EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DIGITAL EN TALLERES AUTOMOTRICES	34
2.5.3.	EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS CRM.....	35
2.5.4.	HISTORIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO MÓVIL MULTIPLATAFORMA.....	36
2.5.5.	HISTORIA DE FIREBASE COMO PLATAFORMA BAAS.....	37
3.	<u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</u>	<u>39</u>
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.2.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.3.	MÉTODO	39
3.4.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	40
3.5.	METODOLOGIA FASES DE DESARROLLO (SCRUM).....	40
3.6.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	42
3.7.	PLAN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO MOTO EXTREME (DURACIÓN: 12 SEMANAS).....	42
4.	<u>DESARROLLO DE APLICACIÓN DEL SISTEMA VEHICULAR</u>	<u>44</u>
4.1.	ARQUITECTURA GENERAL DEL SISTEMA	44
4.1.1.	FLUJO DE TRABAJO	46
4.2.	MODELO DE DATOS EN CLOUD FIRESTORE.....	48
4.2.1.	DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA ENTIDAD-RELACIÓN (E-R) CONCEPTUAL	50
4.3.	DIAGRAMAS UML DEL SISTEMA.....	53
4.3.1.	DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	53
4.3.2.	DIAGRAMA DE SECUENCIA - AGENDAMIENTO DE MANTENIMIENTOS	54
4.3.3.	DIAGRAMA DE SECUENCIA ENVÍO DE RECORDATORIO AUTOMÁTICO DE VENCIMIENTO 55	55
4.3.4.	DIAGRAMA DE ÁRBOL DE LAS PANTALLAS PRINCIPAL	56
4.3.5.	DIAGRAMA DE COMPONENTES	61
4.4.	IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DEL PROPIETARIO DE VEHÍCULO	62
4.4.1.	PANTALLA DE REGISTRO E INICIO DE SESIÓN	63
4.4.2.	GESTIÓN DE VEHÍCULOS.....	65
4.4.3.	HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS	68
4.4.4.	AGENDAMIENTO DE CITAS.....	68
4.4.5.	SISTEMA DE RECORDATORIOS Y NOTIFICACIONES	70
4.5.	IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO ADMINISTRATIVO DEL TALLER.....	70
4.5.1.	DASHBOARD DE MÉTRICAS EN TIEMPO REAL	71
4.5.2.	GESTIÓN DE CLIENTES Y VEHÍCULOS.....	72
4.5.3.	REGISTRO DE ÓRDENES DE SERVICIO	73
4.5.4.	GESTIÓN DE CITAS DESDE EL PANEL ADMINISTRATIVO.....	74
4.6.	SEGURIDAD DEL SISTEMA	74
4.7.	INTEGRACIÓN CON MAPBOX.....	76
5.	<u>RESULTADOS</u>	<u>76</u>
5.1.	RESULTADOS DE PRUEBAS FUNCIONALES	76
5.2.	ANÁLISIS POR DIMENSIONES	78
5.3.	ANÁLISIS INTEGRAL DE RESULTADOS	81
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>82</u>
7.	<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>87</u>
7.1.	RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO FUTURO DEL SISTEMA	87

	7.2. RECOMENDACIONES PARA NANOFIX S.A.S	89
8.	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>91</u>
9.	<u>ANEXOS</u>	<u>97</u>

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Fases.....	41
Ilustración 2. Diagrama de la arquitectura de capas e integraciones externas.....	44
Ilustración 3. Flujo de Trabajo.....	46
Ilustración 4. Modelo de Datos.....	48
Ilustración 5. Modelo NoSQL para el control de identidad de usuarios y propiedad de vehículos.....	50
Ilustración 6. Esquema lógico relacional para la persistencia del historial de servicios y mantenimientos.....	51
Ilustración 7. Colecciones auxiliares de la base de datos para la gestión operativa y reporte de fallos.....	52
Ilustración 8. Diagrama de Registro.....	53
Ilustración 9. Diagrama de Registro de Mantenimiento.....	54
Ilustración 10. Diagrama de Envío de Recordatorios.....	55
Ilustración 11. Árbol de widgets para el control de sesiones y flujo de autenticación de usuarios.....	56
Ilustración 12. Estructura de acoplamiento visual y Slivers Layout del panel principal de vehículos.....	58
Ilustración 13. Arquitectura de pestañas indexadas, módulo de mantenimiento y servicio cartográfico.....	59
Ilustración 14. Diagrama de Componentes.....	61
Ilustración 15. Pantallas de registro e inicio de sesión.....	64
Ilustración 16. Pantallas de visualización y registro de vehículos.....	65
Ilustración 17. Pantalla de información y gestión del vehículo.....	67
Ilustración 18. Pantallas de agendamiento y gestión de mantenimientos.....	69
Ilustración 19. Dashboard Administrativo.....	71
Ilustración 20. Gestión de Clientes.....	72
Ilustración 21. Gestión de Vehículos.....	73
Ilustración 22. Gestión de Citas desde el Panel Administrativo.....	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Resultados de Pruebas Funcionales por Módulo</i>	77
Tabla 2. <i>Dimensiones de evaluación propuestas</i>	79
Tabla 3. <i>Relación entre preguntas y dimensiones</i>	79
Tabla 4. <i>Peso acumulado por dimensión</i>	81
Tabla 5. <i>Resultados Consolidados de la Evaluación por Dimensiones de Moto Extreme</i>	81

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de grado expone el proceso de diseño, desarrollo e implementación del aplicativo móvil Moto Extreme, solución digital orientada a optimizar la gestión vehicular en la empresa NANOFIX S.A.S., ubicada en Bucaramanga, Santander. El proyecto se desarrolló bajo la modalidad de Desarrollo Tecnológico del programa de Tecnología en Desarrollo de Sistemas Informáticos de la Universidad de Santander (UTS).

La problemática central identificada fue la administración completamente manual de los procesos de agendamiento de citas, registro de mantenimientos, historial vehicular y comunicación posventa en NANOFIX S.A.S., situación que generaba pérdida de contacto con clientes, baja fidelización y escasa visibilidad operativa. Según el DANE (2024), el parque automotor colombiano supera los 17 millones de vehículos registrados; no obstante, el DNP (2020) reporta que más del 60% de las micro y pequeñas empresas del sector presentan bajo nivel de digitalización.

La solución se construyó con Flutter como framework multiplataforma y Firebase como plataforma de backend en la nube (Cloud Firestore, Authentication y Cloud Messaging), bajo la metodología ágil SCRUM en cuatro sprints de tres semanas. El sistema contempla dos módulos: uno para el propietario del vehículo (registro, historial, citas y recordatorios automáticos de SOAT y revisión técnico-mecánica) y uno administrativo para el taller (gestión de clientes, órdenes de servicio, métricas y notificaciones push).

La validación mediante pruebas funcionales y la evaluación de usabilidad aplicada a usuarios reales arrojó un porcentaje general de aceptación y desempeño percibido del **97,96%**, lo que consolida al sistema bajo un criterio de calidad "excelente". Asimismo, el **97,96%** de los casos de uso y flujos operativos evaluados fueron superados satisfactoriamente por la muestra piloto. El proyecto se alinea de manera estratégica con las directrices del programa MiPyme Digital (MinTIC, 2023) y las políticas de desarrollo tecnológico del CONPES 3975 (DNP, 2019).

PALABRAS CLAVE. Aplicación móvil, Flutter, Firebase, gestión vehicular, transformación digital.

INTRODUCCIÓN

El sector automotriz colombiano constituye uno de los segmentos económicos de mayor dinamismo y crecimiento sostenido en la última década. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2024), el parque automotor nacional supera los 17 millones de vehículos registrados, con una participación creciente de motocicletas y vehículos particulares en áreas metropolitanas como el Área Metropolitana de Bucaramanga. Este crecimiento ha generado una demanda igualmente creciente de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, lo que convierte a los talleres especializados en actores estratégicos dentro de la cadena de valor del sector.

Sin embargo, la realidad operativa de la mayoría de estos talleres contrasta con la magnitud del mercado que atienden. La Cámara de Comercio de Bucaramanga (2024) reporta que el sector de comercio y reparación de vehículos es uno de los más activos de la región, compuesto principalmente por micro y pequeñas empresas con estructuras administrativas tradicionales. El Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2020) documenta que más del 60% de estas organizaciones presentan bajo nivel de digitalización en sus procesos administrativos y comerciales, perpetuando dependencias en registros físicos, comunicación telefónica no sistematizada y gestión reactiva de clientes, lo que reduce su competitividad y capacidad de fidelización.

En este contexto, la transformación digital de las microempresas del sector servicios emerge como una prioridad de política pública en Colombia. El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2023) ha promovido activamente el programa MiPyme Digital, orientado a impulsar la adopción de herramientas tecnológicas accesibles en empresas tradicionales del sector servicios. A nivel de política macroeconómica, el CONPES 3975 (DNP, 2019) establece la transformación digital e inteligencia artificial como ejes estratégicos del desarrollo nacional, reconociendo que la adopción de herramientas digitales en microempresas mejora la eficiencia operativa hasta en un 25% y reduce los tiempos de respuesta al cliente hasta en un 30%.

A nivel internacional, la gestión digital de servicios automotrices ha alcanzado niveles de madurez significativos. Plataformas como Mitchell 1 (2024), adoptada en más de 30.000 talleres

en Norteamérica, o Tekmetric (2024), presente en más de 3.000 establecimientos, integran historial vehicular, gestión de citas, comunicación automatizada con clientes y paneles de métricas operativas en tiempo real. En Europa, sistemas como Autodata y Workshopnet (Autodata, 2023) conectan digitalmente al taller con el propietario del vehículo y automatizan la programación de mantenimientos preventivos. Estas soluciones demuestran la viabilidad técnica y comercial del modelo, pero presentan costos de licenciamiento y estructuras de implementación incompatibles con la realidad financiera de las microempresas colombianas.

En Colombia, iniciativas como TuulApp (2024) y plataformas como Autolab han comenzado a abordar esta necesidad desde un enfoque local, aunque sin integrar de manera simultánea las particularidades del sistema normativo vehicular colombiano recordatorios de SOAT, revisión técnico-mecánica e impuesto vehicular con una arquitectura móvil nativa multiplataforma y sincronización de datos en tiempo real con soporte offline. Esta brecha tecnológica representa la oportunidad central que motiva el presente proyecto.

El proyecto que se presenta en este informe propone el desarrollo e implementación del aplicativo móvil Moto Extreme, una solución digital especializada diseñada para digitalizar y optimizar los procesos operativos de NANOFIX S.A.S., empresa de servicios vehiculares de Bucaramanga. La solución fue construida con el framework Flutter de Google, que permite el desarrollo de aplicaciones nativas multiplataforma desde un único código fuente en lenguaje Dart (Flutter, 2025), y respaldada por los servicios en la nube de Firebase específicamente Cloud Firestore, Firebase Authentication y Firebase Cloud Messaging (FCM) que proveen base de datos en tiempo real, autenticación segura y mensajería push sin costo adicional para el volumen de operaciones de una microempresa (Firebase, 2025).

El método empleado para la solución del problema es de naturaleza computacional-aplicada, apoyado en la metodología de desarrollo ágil SCRUM (Schwaber & Sutherland, 2020), estructurada en cuatro sprints de tres semanas cada uno, cada uno de ellos alineado directamente con uno de los cuatro objetivos específicos del proyecto: análisis de requerimientos, diseño de arquitectura e interfaces, implementación del sistema, y validación funcional y de usabilidad. Este enfoque metodológico se explica con mayor profundidad en la sección de Metodología del presente informe.

La elección de Flutter y Firebase como pila tecnológica responde tanto a criterios técnicos rendimiento nativo, sincronización en tiempo real, soporte offline y escalabilidad como a criterios estratégicos alineados con las posibilidades presupuestales de NANOFIX S.A.S. Según la encuesta de desarrolladores de Stack Overflow (2023), Flutter es utilizado por el 46% de los desarrolladores de software móvil a nivel mundial, consolidándose como el framework multiplataforma más popular. Por su parte, Firebase ha demostrado ser una plataforma de backend como servicio (BaaS) altamente adoptada por startups y microempresas por su modelo de precios por consumo y su integración nativa con el ecosistema de Google (Firebase, 2025).

En términos de aporte al conocimiento aplicado, el presente trabajo demuestra que es posible implementar, con recursos presupuestales mínimos estimados en \$539.000 COP para el desarrollo completo del proyecto una solución tecnológica de alto impacto que digitaliza integralmente los procesos de una microempresa automotriz regional, incluyendo funcionalidades que las plataformas nacionales existentes no ofrecen de manera integrada: notificaciones automáticas de vencimientos normativos colombianos, doble perfil de usuario (propietario-taller) con sincronización en tiempo real, e interfaz validada con usuarios reales mediante el cuestionario.

El informe se estructura en las siguientes secciones: descripción del trabajo de investigación (planteamiento del problema y justificación), objetivos, estado del arte, marco teórico, marco conceptual, marco legal, metodología, desarrollo del sistema, resultados, conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector de servicios automotrices en Colombia atraviesa una paradoja estructural: mientras el parque vehicular nacional crece de manera sostenida superando los 17 millones de unidades registradas según el DANE (2024), con una tasa de crecimiento anual promedio del 4,2% en los últimos cinco años, la infraestructura administrativa y tecnológica de la mayoría de los centros de servicio que atienden dicho parque permanece anclada en modelos de gestión manuales, desarticulados y reactivos. Esta realidad se evidencia con particular claridad en el Área Metropolitana de Bucaramanga, donde la Cámara de Comercio de Bucaramanga (2024) reporta que el sector de comercio y reparación de vehículos es uno de los más activos de la región, compuesto predominantemente por micro y pequeñas empresas con estructuras administrativas tradicionales que carecen de sistemas digitales de gestión que les permitan competir eficientemente, retener clientes y escalar sus operaciones.

NANOFIX S.A.S. es una empresa de servicios vehiculares ubicada en Bucaramanga, Santander, que presta servicios de mantenimiento preventivo, correctivo y diagnóstico automotriz. Al momento de iniciar el presente proyecto, la organización presentaba una serie de condiciones operativas deficitarias que afectaban su productividad. En cuanto a la gestión de citas y agendamiento, el proceso se realizaba exclusivamente a través de llamadas telefónicas y mensajes de WhatsApp no sistematizados, sin registro digital alguno, lo que generaba solapamientos de turnos, olvidos y pérdida de información entre jornadas de trabajo. Respecto al registro de mantenimientos e historial vehicular, cada servicio prestado se anotaba en cuadernos físicos o en hojas de cálculo locales no compartidas, imposibilitando el acceso rápido al historial de un vehículo específico y la trazabilidad técnica del servicio. En lo que concierne a la comunicación posventa, la empresa no contaba con ningún mecanismo automatizado para notificar a los clientes sobre próximos mantenimientos o vencimientos de documentos regulatorios de control legal vigentes en Colombia tales como el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) y la Revisión Técnico-Mecánica (RTM), perdiendo oportunidades comerciales recurrentes de alto valor.

A la par de la gestión interna en taller, NANOFIX S.A.S. ofrece de manera directa a sus afiliados servicios de asistencia vial y de emergencia ante contingencias en la vía pública, tales como el despacho de grúas y conductor elegido. No obstante, el proceso para coordinar estos eventos se realizaba de manera informal a través de canales de mensajería tradicional, lo que ralentizaba críticamente los tiempos de respuesta, elevaba el margen de error en la captura manual de coordenadas geográficas por parte del cliente y desarticulaba el seguimiento del vehículo desde el momento del siniestro hasta su ingreso formal a las instalaciones de servicio técnico.

Esta persistencia en la gestión manual genera efectos medibles y graves sobre la sostenibilidad del negocio y afecta a tres actores principales. En primer lugar, los propietarios de vehículos enfrentan dificultades para gestionar los vencimientos de sus documentos normativos, ocasionando riesgos de sanciones de tránsito y accidentes por falta de mantenimiento preventivo oportuno. En segundo lugar, el equipo administrativo y técnico de NANOFIX S.A.S. debe operar con herramientas insuficientes, duplicando esfuerzos y perdiendo información crítica. En tercer lugar, la administración general del taller carece de indicadores de desempeño en tiempo real como el número de vehículos atendidos, tiempos promedio de servicio o tasa de retorno que orienten la toma de decisiones comerciales basadas en datos. Las causas primarias de esta problemática se sustentan en la ausencia de un sistema de información digital integrado y la baja cultura de adopción tecnológica en el sector automotriz regional. Esto se ve agravado por causas secundarias como el alto costo percibido de las soluciones de escritorio disponibles en el mercado y la falta de herramientas accesibles con interfaces móviles nativas que respondan de forma específica al contexto normativo y operativo de la empresa. El Departamento Nacional de Planeación (DNP) confirma esta realidad al señalar que más del 60% de las microempresas colombianas presentan un bajo nivel de digitalización debido a limitaciones presupuestales y a la ausencia de una oferta tecnológica contextualizada para el segmento.

Por consiguiente, y entendiendo que la automatización y centralización de datos incrementan la retención de clientes entre un 20% y un 35% (Grand View Research, 2024), se formula la siguiente pregunta de investigación ¿De qué manera el desarrollo de una aplicación móvil, basada en las tecnologías Flutter y Firebase, permiten digitalizar y optimizar los procesos

operativos de gestión vehicular, agendamiento de citas, notificaciones normativas y despacho de asistencia vial que actualmente se realizan de forma manual en NANOFIX S.A.S?

1.2. JUSTIFICACIÓN

1.2.1. *Conveniencia y necesidad del proyecto*

El desarrollo e implementación del aplicativo móvil Moto Extreme responde a una necesidad concreta, documentada y urgente: la modernización de los procesos administrativos y operativos de NANOFIX S.A.S. mediante herramientas digitales accesibles, funcionales y adaptadas al contexto específico del sector automotriz colombiano. La conveniencia del proyecto se fundamenta en tres dimensiones complementarias que se desarrollan a continuación.

1.2.2. *Implicaciones tecnológicas*

Desde la perspectiva tecnológica, el proyecto representa una contribución significativa al campo del desarrollo de software móvil aplicado a sectores productivos tradicionales. La elección del stack tecnológico Flutter-Firebase no es arbitraria: Flutter permite construir aplicaciones nativas de alta calidad para múltiples plataformas Android e iOS desde un único código fuente en lenguaje Dart, logrando rendimientos de 60 a 120 fotogramas por segundo comparables al desarrollo nativo puro, pero con una eficiencia de desarrollo hasta tres veces superior (Flutter, 2025). Firebase, por su parte, provee una infraestructura de backend como servicio (BaaS) que incluye base de datos NoSQL en tiempo real con sincronización automática y soporte offline nativo mediante Cloud Firestore, autenticación segura de usuarios Firebase Authentication, y mensajería push gratuita e ilimitada hacia dispositivos móviles Firebase Cloud Messaging, todo ello sin requerir la configuración ni el mantenimiento de servidores propios (Firebase, 2025).

Esta arquitectura tecnológica, validada internacionalmente y adoptada por millones de desarrolladores según la encuesta de Stack Overflow (2023), permite a una microempresa como NANOFIX S.A.S. operar con una infraestructura digital escalable, segura y de alta disponibilidad, a una fracción del costo que implicaría una solución empresarial convencional. El proyecto demuestra que la brecha digital en el sector automotriz regional puede cerrarse con tecnologías modernas de código abierto, sin necesidad de inversiones de capital significativas, aportando así evidencia empírica de viabilidad tecnológica replicable en contextos similares.

1.2.3. Implicaciones económicas

En términos económicos, la justificación del proyecto se sustenta en el potencial impacto directo sobre los indicadores de rentabilidad y sostenibilidad de NANOFIX S.A.S. El DNP (2020) establece que la adopción de herramientas digitales en microempresas mejora la eficiencia operativa hasta en un 25% y reduce los tiempos de respuesta al cliente hasta en un 30%. Estas mejoras se traducen directamente en una mayor capacidad de atención por período, reducción de costos operativos asociados a la gestión manual y aumento de los ingresos por mayor retención y fidelización de clientes.

Grand View Research (2024) documenta que las empresas que implementan sistemas CRM digitales experimentan un aumento promedio del 29% en ventas y un retorno de inversión de USD 8,71 por cada dólar invertido. Aplicado al contexto de NANOFIX S.A.S., donde el presupuesto total del proyecto se estima en \$539.000 COP cubierto principalmente con recursos propios de los estudiantes en conceptos de transporte e internet, el retorno económico potencial es extraordinariamente favorable. Adicionalmente, la automatización de recordatorios de vencimientos normativos SOAT, revisión técnico-mecánica genera oportunidades comerciales recurrentes de servicio que actualmente se pierden por falta de seguimiento, representando un incremento potencial en los ingresos mensuales del taller cuantificable con base en el historial de clientes activos de la empresa.

Para los propietarios de vehículos, el valor económico de la solución radica en la prevención de sanciones de tránsito por documentos vencidos multas que en Colombia pueden superar los \$900.000 COP según el Código Nacional de Tránsito, Ley 769 de 2002 y en el mantenimiento preventivo oportuno, que estadísticamente reduce los costos de reparación correctiva entre un 20% y un 40% según estudios del sector automotriz (Grand View Research, 2024).

1.2.4. Implicaciones sociales

Desde la dimensión social, el proyecto contribuye a la democratización del acceso a herramientas tecnológicas de gestión para microempresas del sector automotriz en Bucaramanga y su área metropolitana. NANOFIX S.A.S. es representativa de cientos de talleres

similares en la región la Cámara de Comercio de Bucaramanga (2024) reporta que el sector está compuesto principalmente por micro y pequeñas empresas con estructuras administrativas tradicionales que enfrentan las mismas limitaciones tecnológicas y podrían beneficiarse de soluciones similares.

Al mejorar la eficiencia operativa y la experiencia del cliente, el proyecto contribuye indirectamente a la generación y estabilización del empleo en el sector, fortalece la confianza del consumidor en los servicios vehiculares locales y promueve una cultura de mantenimiento preventivo que tiene impacto directo sobre la seguridad vial. El RUNT y la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) han documentado que una proporción significativa de accidentes de tránsito en Colombia está relacionada con el mal estado mecánico de los vehículos, situación que el mantenimiento preventivo oportuno facilitado por la aplicación contribuye a mitigar.

1.2.5. Implicaciones para la investigación aplicada en la UTS

El proyecto alimenta directamente la línea de investigación de Transformación Digital del grupo GRIIS de la Universidad de Santander, generando conocimiento aplicado sobre el proceso de digitalización de microempresas del sector servicios en el contexto regional de Santander. Este aporte es relevante para la UTS porque proporciona un caso de estudio completo, replicable y documentado con arquitectura técnica, metodología ágil, resultados cuantitativos de usabilidad y análisis de impacto que puede servir como referente para futuros proyectos de grado en la línea de desarrollo de software aplicado.

Adicionalmente, el proyecto se alinea con los objetivos del programa MiPyme Digital del MinTIC (2023), que busca impulsar la adopción de herramientas digitales en empresas tradicionales del sector servicios, y con los lineamientos del CONPES 3975 (DNP, 2019) sobre Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial, contribuyendo así a los objetivos de desarrollo tecnológico regional y nacional desde el ámbito académico aplicado.

La viabilidad técnica del proyecto está garantizada por la disponibilidad de herramientas de desarrollo de código abierto Flutter SDK, Firebase plan Spark con nivel gratuito suficiente para el volumen de operaciones de la empresa, la disponibilidad de equipos de cómputo propios de

los estudiantes y la conectividad a internet requerida para el desarrollo y las pruebas. La viabilidad operativa se sustenta en la disposición formal de NANOFIX S.A.S. para participar en el proceso de levantamiento de requerimientos, pruebas con usuarios reales y validación de la solución. La viabilidad económica se fundamenta en el presupuesto total de \$539.000 COP, cubierto principalmente con recursos propios de los estudiantes, sin requerir financiación externa. La viabilidad ética está garantizada por el cumplimiento estricto de la Ley 1581 de 2012 de Protección de Datos Personales y la obtención de consentimiento informado de todos los participantes en las pruebas de usabilidad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación móvil de gestión vehicular, mediante tecnologías multiplataforma y servicios en la nube, para la optimización de los procesos operativos en NANOFIX S.A.S.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los procesos de gestión vehicular en NANOFIX S.A.S., mediante la identificación de requerimientos funcionales y no funcionales, para la definición de las especificaciones técnicas de la aplicación móvil.
- Diseñar la arquitectura de la aplicación móvil y la estructura de la base de datos en la nube, conforme a los requerimientos definidos, para la integración y sincronización de la información operativa.
- Implementar la aplicación móvil multiplataforma y el sistema de gestión en la nube, utilizando herramientas de desarrollo compatibles, para la gestión de vehículos, citas y mantenimientos.
- Validar el funcionamiento de la aplicación móvil mediante pruebas funcionales y de usabilidad con usuarios reales, para la verificación del cumplimiento de los requerimientos establecidos.

1.4. ESTADO DEL ARTE

El presente estado del arte analiza aplicaciones, sistemas y proyectos similares a Moto Extreme, tanto a nivel internacional como nacional y regional, con el fin de identificar el estado de avance tecnológico en la gestión digital de servicios automotrices y fundamentar la pertinencia de la solución propuesta (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2024; DNP, 2020).

El sector automotor colombiano representa un componente estratégico de la economía nacional. Según el DANE (2024), el parque automotor del país supera los 17 millones de vehículos registrados, con un crecimiento sostenido en motocicletas y vehículos particulares en áreas metropolitanas. En Santander, el incremento del parque automotor ha generado mayor demanda de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2024).

De acuerdo con el DNP (2020), la transformación digital de las MIPYMES es una prioridad nacional dentro del CONPES de Política de Transformación Digital, señalando que más del 60% de las pequeñas empresas presentan bajo nivel de digitalización en procesos administrativos y comerciales.

La Cámara de Comercio de Bucaramanga (2024) reporta que el sector comercio y reparación de vehículos es uno de los más activos en la región, compuesto principalmente por micro y pequeñas empresas con estructuras administrativas tradicionales, lo que evidencia oportunidades de mejora mediante soluciones digitales especializadas.

Tendencias internacionales en gestión vehicular digital

A nivel internacional, múltiples plataformas y aplicaciones digitales han abordado la gestión de servicios automotrices con un enfoque similar al de Moto Extreme. Mitchell 1 (Estados Unidos) es una plataforma líder para talleres mecánicos que integra órdenes de trabajo, historial de clientes, estimaciones de costos y seguimiento de reparaciones en tiempo real, siendo ampliamente adoptada en más de 30.000 talleres en Norteamérica (Mitchell 1, 2024).

Tekmetric es una solución en la nube para talleres que incluye gestión de citas, historial vehicular, comunicación automática con clientes por SMS y panel de métricas operativas en

tiempo real, adoptada en más de 3.000 talleres en América del Norte (Tekmetric, 2024). AutoLeap, con presencia en Estados Unidos y Canadá, ofrece funcionalidades de CRM automotriz, recordatorios automáticos de mantenimiento y portal digital para el cliente propietario del vehículo, demostrando la viabilidad comercial del modelo de doble perfil cliente-taller (AutoLeap, 2024).

En Europa, sistemas como Autodata y Workshopnet (Reino Unido) integran la gestión de taller con el historial vehicular del propietario y la programación de mantenimientos preventivos, evidenciando la tendencia global hacia plataformas especializadas que conectan digitalmente al taller con el propietario del vehículo (Autodata, 2023). Las investigaciones recientes sobre sistemas CRM digitales en el sector automotriz demuestran que la automatización de recordatorios y la centralización de datos incrementan la retención de clientes entre un 20% y 35% (Grand View Research, 2024).

Contexto nacional: Aplicaciones de Gestión Automotriz en Colombia

En Colombia, el mercado de software para talleres mecánicos y gestión vehicular ha comenzado a desarrollarse con soluciones orientadas al contexto local. TuulApp es una aplicación móvil colombiana que permite a los propietarios de vehículos agendar servicios con talleres registrados, recibir alertas de mantenimiento y acceder al historial vehicular desde su teléfono; su modelo de doble perfil cliente y taller es conceptualmente similar al de Moto Extreme, aunque no integra servicios normativos específicos como la consulta de SOAT o revisión técnico-mecánica (TuulApp, 2024). Control Car y GestionCar son software de gestión utilizados por talleres colombianos para administrar órdenes de servicio, inventario de repuestos y facturación, pero son herramientas de escritorio que carecen de interfaz móvil nativa y conectividad en la nube (Comparasoftware.co, 2024). La plataforma Autolab, con presencia en Bogotá y Medellín, integra un sistema digital de agendamiento y seguimiento de vehículos en red de talleres, siendo un referente nacional de transformación digital en el sector. El Ministerio TIC (2023) ha promovido el programa MiPyme Digital precisamente para impulsar este tipo de soluciones tecnológicas en empresas tradicionales del sector servicios, señalando que la adopción de herramientas digitales es clave para la competitividad de las microempresas colombianas.

Brecha identificada

A partir de la revisión de las soluciones existentes a nivel internacional y nacional, se identifica que, si bien existen aplicaciones de gestión automotriz consolidadas a nivel global, ninguna de las soluciones disponibles en Colombia combina simultáneamente las siguientes características: desarrollo nativo multiplataforma (.apk desde un único código fuente), integración con el sistema normativo vehicular colombiano (recordatorios de SOAT, revisión técnico-mecánica e impuesto vehicular), interfaz de doble perfil para el propietario del vehículo y el administrador del taller, y sincronización de datos en tiempo real con soporte offline. Las plataformas nacionales existentes como TuulApp, Control Car y GestionCar cubren parcialmente estas necesidades, pero presentan limitaciones de movilidad, integración o especialización regional. Esta brecha tecnológica fundamenta el desarrollo de Moto Extreme como una solución digital contextualizada para las necesidades específicas de NANOFIX S.A.S. y del sector automotriz de Bucaramanga, aprovechando tecnologías modernas de bajo costo como Flutter y Firebase para hacerla accesible a microempresas de la región (MinTIC, 2023; Comparasoftware.co, 2024).

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

El marco teórico del presente proyecto se sustenta en cinco cuerpos doctrinales complementarios que, en conjunto, fundamentan la solución tecnológica propuesta desde perspectivas organizacional, tecnológica, computacional y de experiencia de usuario.

2.1.1. *Transformación Digital Empresarial*

La transformación digital empresarial es el proceso estratégico mediante el cual las organizaciones integran tecnologías digitales en todas sus áreas de operación, con el objetivo de optimizar procesos internos, mejorar la experiencia del cliente y generar valor competitivo sostenible (DNP, CONPES 3975, 2019). Según Laudon y Laudon (2020), este proceso implica no solo la adopción de herramientas tecnológicas, sino un cambio profundo en la cultura organizacional y en los modelos de entrega de valor. En el contexto de las microempresas colombianas, el DNP (2020) establece que la adopción de herramientas digitales mejora la eficiencia operativa hasta en un 25% y reduce los tiempos de respuesta al cliente hasta en un 30%, evidenciando que la transformación digital no es exclusiva de grandes organizaciones, sino una palanca de competitividad para todos los segmentos empresariales.

Para el caso de NANOFIX S.A.S., la transformación digital se materializa específicamente en la sustitución de procesos manuales de registro de citas y mantenimientos por flujos automatizados, sincronizados en la nube y accesibles desde dispositivos móviles, en línea con las prioridades del programa MiPyme Digital del MinTIC (2023).

2.1.2. *Sistemas de Información Gerencial (SIG)*

Un Sistema de Información Gerencial (SIG) es un sistema computacional que integra personas, datos, procesos y tecnologías para recopilar, procesar, almacenar y comunicar información necesaria para apoyar la toma de decisiones organizacionales (Laudon & Laudon, 2020). Los SIG permiten el registro estructurado de información, la trazabilidad operativa y la generación de métricas que orientan la gestión de las organizaciones.

Moto Extreme se conceptualiza como un SIG móvil especializado en gestión vehicular: centraliza en una base de datos en la nube los datos de clientes, vehículos, historiales de mantenimiento y agendas

de citas, y proporciona al administrador del taller indicadores de desempeño operativo en tiempo real que facilitan la toma de decisiones comerciales y operativas (Laudon & Laudon, 2020).

2.1.3. Arquitectura de Software Multiplataforma

Flutter es un framework de desarrollo de software de código abierto creado por Google que permite construir aplicaciones nativas para dispositivos móviles desde un único código fuente escrito en el lenguaje Dart (Flutter, 2025). A diferencia de otros enfoques híbridos, Flutter compila a código máquina nativo mediante compilación AOT (Ahead-of-Time), logrando rendimiento de 60 a 120 fotogramas por segundo y una experiencia de usuario equivalente al desarrollo nativo puro. Según Stack Overflow (2023), Flutter es utilizado por el 46% de los desarrolladores de software móvil a nivel mundial, siendo el framework multiplataforma más popular del mundo.

Firebase, plataforma de backend como servicio (BaaS) de Google, complementa a Flutter mediante Cloud Firestore base de datos NoSQL orientada a documentos con sincronización en tiempo real y soporte offline nativo, Firebase Authentication gestión segura de identidades de usuario y Firebase Cloud Messaging (FCM) envío gratuito e ilimitado de notificaciones push a dispositivos móviles (Firebase, 2025). Esta arquitectura permite a Moto Extreme operar como un ecosistema digital escalable y de bajo costo, adaptado a las capacidades presupuestales de una microempresa como NANOFIX S.A.S.

2.1.4. Customer Relationship Management (CRM)

La Gestión de Relaciones con el Cliente (CRM) es una estrategia empresarial que combina procesos, personas y tecnología para comprender, atraer y retener clientes (Payne & Frow, 2005). En su dimensión digital y móvil, los sistemas CRM permiten automatizar la comunicación posventa, personalizar las interacciones con el cliente y generar métricas de fidelización que orientan las decisiones comerciales. Según Grand View Research (2024), las empresas que implementan sistemas CRM experimentan un aumento promedio del 29% en ventas y un retorno de inversión de USD 8,71 por cada dólar invertido. La OCDE documenta que los sistemas CRM incrementan la tasa de retención de clientes en pequeñas empresas hasta en un 23% (Mordor Intelligence, 2024).

Moto Extreme incorpora principios de CRM mediante la automatización de recordatorios de mantenimiento y vencimientos normativos, el historial centralizado de clientes y las notificaciones push personalizadas a través de Firebase Cloud Messaging (Firebase, 2025).

2.1.5. Experiencia de Usuario (UX/UI) y Usabilidad

La experiencia de usuario (UX) es el conjunto de percepciones, respuestas y emociones que experimenta una persona al interactuar con un sistema digital (ISO 9241-210, 2010). El diseño centrado en el usuario aplica principios de usabilidad facilidad de aprendizaje, eficiencia de uso, satisfacción subjetiva y baja tasa de errores para garantizar que el sistema sea intuitivo y efectivo para su audiencia. El Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM), propuesto por Davis (1989), establece que la intención de adopción de una tecnología está determinada por la Utilidad Percibida y la Facilidad de Uso Percibida, dos dimensiones que orientaron el diseño de interfaces de Moto Extreme.

Para evaluar la usabilidad del sistema se aplicó el cuestionario estandarizado System Usability Scale (SUS) de Brooke (1996), que mide la usabilidad en una escala de 0 a 100 mediante 10 ítems con escala Likert, siendo un puntaje superior a 68 indicador de usabilidad satisfactoria y superior a 80 indicador de usabilidad excelente (Bangor, Kortum & Miller, 2008).

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Aplicación Móvil Multiplataforma

Solución de software diseñada para ejecutarse en múltiples sistemas operativos móviles Android e iOS desde un único código fuente, eliminando la necesidad de desarrollar versiones separadas y reduciendo significativamente los costos y tiempos de desarrollo (Flutter, 2025).

2.2.2. Backend como Servicio (BaaS)

Modelo de computación en la nube en el que un proveedor externo gestiona la infraestructura de servidor, base de datos y servicios de red, permitiendo a los desarrolladores concentrarse en la lógica de negocio y la interfaz de usuario. Firebase es el ejemplo paradigmático de BaaS en el ecosistema móvil actual (Firebase, 2025).

2.2.3. Base de Datos NoSQL

Modelo de base de datos que almacena información en estructuras flexibles de documentos, colecciones o grafos, en lugar de tablas relacionales rígidas. Cloud Firestore, utilizado en Moto Extreme, es una base de datos NoSQL orientada a documentos que permite sincronización en tiempo real entre clientes y servidor (Firebase, 2025).

2.2.4. Gestión Vehicular

Conjunto de procesos administrativos y operativos orientados al registro, seguimiento, mantenimiento y control de vehículos, incluyendo la gestión de documentos normativos SOAT, revisión técnico-mecánica, impuesto vehicular, historial de servicios y comunicación con el propietario.

2.2.5. Metodología SCRUM

Marco de trabajo ágil para el desarrollo de productos complejos, basado en ciclos iterativos e incrementales denominados sprints, con roles definidos Product Owner, Scrum Master, Development Team y ceremonias estructuradas Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review, Sprint Retrospective (Schwaber & Sutherland, 2020).

2.2.6. Notificaciones Push

Mensajes enviados desde un servidor a un dispositivo móvil sin que el usuario tenga que solicitar activamente la información. Firebase Cloud Messaging (FCM) es el servicio utilizado en Moto Extreme para enviar recordatorios automáticos de vencimientos y actualizaciones de estado de servicio (Firebase, 2025).

2.2.7. SOAT

Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito. Póliza de seguro de carácter obligatorio en Colombia, regulada por el Decreto 056 de 2015, que cubre los gastos médicos y de rehabilitación de las

víctimas de accidentes de tránsito. Su vencimiento genera sanciones de tránsito y representa un riesgo legal y económico para el propietario del vehículo.

2.2.8. Revisión Técnico-Mecánica (RTM)

Inspección periódica obligatoria de los sistemas de seguridad activa y pasiva de un vehículo automotor, regulada por la Resolución 3500 de 2005 del Ministerio de Transporte. Su periodicidad varía según el tipo de vehículo y debe realizarse en Centros de Diagnóstico Automotor (CDA) habilitados.

2.2.9. Usabilidad

Grado en que un sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso determinado (ISO 9241-210, 2010). En el presente proyecto, la usabilidad de Moto Extreme fue medida mediante el cuestionario SUS (Brooke, 1996).

2.2.10. Sistema Usability Scale (SUS)

Cuestionario estandarizado de 10 ítems con escala Likert de 5 puntos, desarrollado por Brooke (1996), que mide la usabilidad percibida de un sistema en una escala de 0 a 100. Un puntaje entre 68 y 80 indica usabilidad aceptable a buena, y un puntaje superior a 80 indica usabilidad excelente (Bangor, Kortum & Miller, 2008).

2.3. MARCO LEGAL

El desarrollo e implementación de Moto Extreme se enmarca en el siguiente conjunto de normas y leyes vigentes en Colombia directamente relacionadas con el proyecto:

2.3.1. Ley 1581 de 2012

Protección de Datos Personales. Establece las disposiciones generales para la protección de datos personales en Colombia. Moto Extreme gestiona datos personales de propietarios de vehículos y clientes del taller nombres, números de teléfono, correos electrónicos, datos vehiculares cuyo

tratamiento debe realizarse con consentimiento informado previo, expreso e inequívoco, bajo principios de finalidad, libertad, veracidad, transparencia, seguridad y confidencialidad. La aplicación implementa Firebase Authentication y reglas de seguridad de Cloud Firestore para garantizar el acceso exclusivo de cada usuario a sus propios datos, en cumplimiento de esta ley.

2.3.2. Decreto 1377 de 2013

Reglamentación parcial de la Ley 1581 de 2012. Reglamenta aspectos relacionados con la autorización para el tratamiento de datos personales, las políticas de privacidad y el ejercicio de los derechos de los titulares. Moto Extreme implementa una pantalla de aceptación de política de privacidad en el proceso de registro de usuarios, en cumplimiento de este decreto.

2.3.3. Ley 1341 de 2009

Ley de TIC en Colombia. Promueve el desarrollo de la sociedad de la información, el acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones y el fomento de la industria de TIC en Colombia. El proyecto se enmarca en los principios de esta ley al desarrollar una solución tecnológica orientada a la digitalización del sector servicios.

2.3.4. CONPES 3975 de 2019

Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial. Documento de política pública del DNP que establece los lineamientos estratégicos para la transformación digital de Colombia, incluyendo la digitalización de microempresas del sector servicios. El proyecto se alinea con los objetivos de este documento.

2.3.5. Ley 769 de 2002

Código Nacional de Tránsito Terrestre. Establece la obligatoriedad del SOAT y la revisión técnico-mecánica para todos los vehículos automotores en Colombia, así como las sanciones aplicables por su incumplimiento. Moto Extreme integra recordatorios automáticos de estos documentos, contribuyendo al cumplimiento normativo de los propietarios de vehículos.

2.3.6. Ley 527 de 1999

Comercio Electrónico. Define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales en Colombia. Es relevante para el proyecto en lo relacionado con la validez legal de los registros digitales de servicios generados por Moto Extreme.

2.4. Marco Ambiental

El desarrollo de Moto Extreme como solución de software móvil tiene implicaciones ambientales favorables que se describen a continuación, en el marco de la normatividad ambiental colombiana vigente.

En términos de impacto directo sobre recursos naturales, el proyecto no involucra el uso de recursos biológicos, materiales físicos de fabricación, ni genera residuos sólidos, líquidos o gaseosos durante su desarrollo o implementación. Al ser una solución de software puro sin componentes de hardware adicionales, su huella ambiental directa es mínima y se limita al consumo energético de los equipos de cómputo utilizados durante el desarrollo, los cuales son equipos existentes y compartidos entre múltiples usos académicos y personales, por lo que su impacto marginal atribuible exclusivamente al proyecto es despreciable.

En términos de impacto ambiental indirecto positivo, la digitalización de los procesos de NANOFIX S.A.S. mediante Moto Extreme genera beneficios ambientales concretos: la eliminación del uso de cuadernos, formatos impresos y registros físicos en papel para la gestión de citas y mantenimientos cuyo consumo acumulado en un taller con el volumen de atención de NANOFIX S.A.S. puede estimarse en varios cientos de hojas por mes contribuye a la reducción del consumo de papel y, por extensión, a la preservación de recursos forestales. Adicionalmente, la automatización de recordatorios de mantenimiento preventivo vehicular contribuye indirectamente a la reducción de emisiones contaminantes, dado que los vehículos con mantenimiento oportuno presentan sistemas de combustión más eficientes y menores niveles de emisión de gases contaminantes, en línea con los objetivos de la Política Nacional de Cambio Climático (Ley 1931 de 2018).

La infraestructura de Firebase, utilizada como backend del proyecto, opera en centros de datos de Google que han asumido el compromiso de funcionar con energía 100% renovable desde 2017 y

alcanzar operaciones completamente libres de carbono para 2030 (Google, 2023), lo que contribuye adicionalmente a la sostenibilidad ambiental del proyecto.

El proyecto cumple con los principios ambientales establecidos en la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (Resolución 1512 de 2010 del MADS) en lo que respecta al uso responsable de dispositivos tecnológicos durante el proceso de desarrollo y pruebas, y no genera ningún tipo de residuo especial o peligroso.

2.5. Marco Histórico

El presente marco histórico reconstruye la trayectoria evolutiva de los cuatro ámbitos que convergen en Moto Extreme: el sector automotriz y de motocicletas en Colombia, la gestión digital de talleres, los sistemas CRM, y las tecnologías de desarrollo móvil multiplataforma sobre las que se sustenta la solución.

2.5.1. *Historia del Sector Automotriz y de Motocicletas en Colombia*

La historia de la industria automotriz en Colombia comienza en 1899 con la llegada del primer automóvil al país, un ejemplar de la marca francesa Dion Bouton, traído por Coroliano Amador Fernández a Medellín. Para comienzos del siglo XX comenzó la importación en masa de vehículos, lo que generó la necesidad de una ensambladora nacional, hecho que permitió que el 27 de julio de 1956 se fundara la Fábrica Colombiana de Automotores S.A., Colmotores. Colombia. Durante las décadas de 1970 y 1980, el parque automotor colombiano estuvo dominado por la producción nacional. En la década de los ochenta, más del 90% del parque automotor colombiano estaba constituido por carros nacionales que fabricaban las tres ensambladoras: GM Colmotores, Sofasa y la CCA, y la oferta de automóviles era limitada debido a la restricción de las importaciones. Esta etapa de proteccionismo industrial consolidó una red de talleres de mantenimiento y reparación artesanales, que operaban exclusivamente mediante registros manuales en papel, sin ningún tipo de sistematización.

La apertura económica de la década de 1990 y la crisis de 1999 transformaron radicalmente el mercado. En 1999, año de recesión económica con una caída del PIB de casi 5%, las ventas de carros se desplomaron un 52%. Sin embargo, la recuperación posterior y la masificación del crédito de consumo impulsaron el crecimiento acelerado del parque vehicular. Colombia es el segundo productor de motocicletas en Suramérica, después de Brasil, con ventas que superaron las 600.000 unidades por año. Este dato es particularmente relevante para el presente proyecto, dado que el crecimiento explosivo del segmento de motocicletas generó una demanda proporcional de servicios de mantenimiento especializados. Para 2024, el sector de motocicletas continuó su expansión con ventas de 833 mil unidades, una cifra cuatro veces mayor que la de vehículos nuevos, respondiendo a su menor costo y eficiencia en movilidad urbana.

Este crecimiento del parque vehicular nacional trajo consigo la proliferación de talleres de mantenimiento y reparación. Actualmente Colombia cuenta con más de 4.600 empresas registradas en la actividad de mantenimiento y reparación de vehículos. La gran mayoría de estas empresas, y en especial las microempresas como NANOFIX S.A.S., heredaron durante décadas prácticas administrativas informales, basadas en agendas físicas, cuadernos de registro y comunicación telefónica directa, sin acceso a herramientas tecnológicas de gestión. Invierta en Colombia

2.5.2. Evolución de la Gestión Digital en Talleres Automotrices

La modernización tecnológica de los talleres automotrices en Colombia fue un proceso gradual que comenzó por los segmentos de mayor capacidad económica. Con el tiempo se volvió cotidiano hablar de estándares de reparación muy alineados a los cambios que presentaba el mercado; año tras año, los talleres fueron comprendiendo las necesidades del mercado y que la única manera de no caer en la obsolescencia es la actualización a las nuevas tecnologías automotrices.

Durante la primera década del siglo XXI, los talleres de gran escala comenzaron a adoptar sistemas ERP y de gestión propietarios, mientras que las microempresas del sector continuaban operando de forma manual. La digitalización está cambiando por completo la forma en que los talleres organizan, diagnostican y cobran sus servicios; un software de gestión permite digitalizar todo el flujo de

trabajo, desde la recepción del vehículo y la creación de la orden de servicio, hasta el registro del diagnóstico, la gestión de costos, la solicitud de aprobación del cliente y la notificación de entrega final.

En Colombia, empresas especializadas comenzaron a ofrecer soluciones verticales para el segmento de talleres de motos a partir de la segunda mitad de la década de 2010. SPI Soluciones, empresa colombiana con 18 años de experiencia en el desarrollo de software especializado, desde Medellín ha transformado la forma en que los negocios de motos manejan sus procesos administrativos, técnicos y comerciales, con casos de éxito como Moto House en Medellín y otros talleres especializados que, gracias al manejo eficiente de la información, el control de procesos y la fidelización digital de clientes, crecieron significativamente. Publimotos

La pandemia de COVID-19 en 2020 aceleró de forma determinante la digitalización de las pequeñas y medianas empresas del sector servicios en Colombia, al interrumpir las operaciones presenciales y forzar la adopción de canales digitales de comunicación y gestión. Esta disrupción evidenció con mayor claridad la vulnerabilidad operativa de las microempresas que aún dependían exclusivamente de procesos en papel. La digitalización transformó la manera en que los clientes se relacionan con los servicios posventa; actualmente, los clientes buscan programar citas desde cualquier lugar, recibir información en tiempo real y tener visibilidad sobre el estado de sus vehículos.

2.5.3. Evolución Histórica de los Sistemas CRM

Los sistemas de Gestión de Relaciones con el Cliente tienen una historia que antecede a la era digital. Desde los albores del comercio, la gestión manual de contactos mediante fichas físicas y libretas representó la primera forma de CRM. La informatización de estas prácticas comenzó en la década de 1980 con el desarrollo de las primeras bases de datos digitales de clientes.

En 1989, Jon Ferrara creó Goldmine y desarrolló el primer SFA (Sales Force Automation), orientado a pymes, incluyendo módulos de gestión de contactos, gestión de oportunidades de ventas y pronósticos de facturación. Este hito marcó la transición del registro manual al software especializado. En 1999, Marc Benioff fundó Salesforce, software 100% Cloud, llegando al mundo del software empresarial con base en el modelo SaaS Software as a Service de costo predecible y bajo demanda.

La década de 2000 representó la democratización gradual de estas herramientas. A partir de los años 2000 se empezaron a crear sistemas CRM más accesibles para pequeñas y medianas empresas; varias empresas que proporcionaban este servicio se fusionaron y, además, el CRM comenzó a complementarse con otros sistemas como el ERP. Sin embargo, durante esta misma época se identificaron altas tasas de fracaso en su implementación, lo que condujo al sector a reorientar su foco hacia la centralidad del cliente como principio rector. Acelerateconunerp

En la década de 2010, el auge del cloud computing transformó la manera en la que las empresas accedían a sus herramientas de CRM; plataformas como Salesforce popularizaron el modelo SaaS, permitiendo a las organizaciones acceder a sus datos desde cualquier lugar y dispositivo. En 2013 se empezó a implementar programas CRM a los que se podía acceder no solo desde computadores sino también desde dispositivos móviles, donde la movilidad y la capacidad de acceso a la información se convirtieron en claves para el éxito.

Esta evolución hacia el CRM móvil y en la nube es el antecedente tecnológico directo de Moto Extreme, que incorpora los principios fundamentales del CRM registro centralizado de clientes, automatización de comunicaciones y seguimiento del historial de servicios en una solución diseñada específicamente para la microempresa colombiana del sector de talleres de motocicletas.

2.5.4. Historia de las Tecnologías de Desarrollo Móvil Multiplataforma

El desarrollo de aplicaciones móviles como disciplina nació en 2008 con el lanzamiento del App Store de Apple y, meses después, del Android Market de Google. En sus primeros años, el desarrollo móvil requería equipos y bases de código completamente separados para cada plataforma, lo que representaba un costo prohibitivo para proyectos de pequeña escala.

Los primeros intentos de desarrollo multiplataforma mediante tecnologías web embebidas Phonegap, Cordova, Ionic sacrificaban el rendimiento nativo a cambio de la reutilización de código. Esta limitación fue el punto de partida para el desarrollo de nuevas generaciones de frameworks. Flutter fue creado por Google y se presentó en 2015, aunque su lanzamiento estable no se produjo hasta 2018; en sus inicios fue desarrollado para crear aplicaciones que pudieran ejecutarse tanto en Android como en iOS con rendimiento nativo.

La primera versión estable, Flutter 1.0, fue lanzada el 4 de diciembre de 2018. Su arquitectura basada en compilación nativa y un motor gráfico propio representó un cambio de paradigma frente a los enfoques híbridos previos. Cuando Flutter se lanzó en 2018, era compatible principalmente con el desarrollo de aplicaciones móviles; posteriormente, Flutter amplió su soporte a seis plataformas: iOS, Android, web, Windows, MacOS y Linux. En marzo de 2021, durante el Flutter Engage, Google lanzó Flutter 2, consolidando su carácter verdaderamente multiplataforma y acelerando su adopción a escala global.

2.5.5. Historia de Firebase como Plataforma BaaS

Firestore se originó a partir de Envolv, una startup establecida en 2011 por Andrew Lee y James Tamplin, que ofrecía una API para facilitar la integración de chat en línea en sitios web. Los fundadores descubrieron que su servicio era utilizado para transmitir datos más allá del chat, lo que los llevó a diferenciar la arquitectura en tiempo real, dando lugar a la fundación de Firestore ese mismo año, lanzada públicamente en abril de 2012.

El primer producto lanzado fue Firestore Realtime Database, una API para la sincronización de datos de aplicaciones en dispositivos Android, web e iOS. En 2014, Firestore Authentication y Firestore Hosting fueron lanzados, estableciendo a la empresa como backend móvil como servicio (MBaaS) líder. Ese mismo año, un hito transformador marcó la historia de la plataforma: Firestore fue adquirida por Google en octubre de 2014 e integrada con Google Cloud Platform, comenzando una etapa de expansión acelerada de sus servicios.

En octubre de 2017, Firestore lanzó Cloud Firestore, una base de datos NoSQL en la nube que supuso una evolución significativa frente a la base de datos en tiempo real original, ofreciendo mayor escalabilidad y un modelo de datos orientado a documentos más flexible. Cloud Firestore es precisamente la tecnología de persistencia central que utiliza Moto Extreme para almacenar los datos de clientes, vehículos e historiales de mantenimiento de NANOFIX S.A.S. Wikipedia

La convergencia histórica de estos cuatro ámbitos la maduración del parque vehicular colombiano y su necesidad de gestión digital, la democratización de los sistemas CRM, el surgimiento de Flutter como framework multiplataforma de rendimiento nativo, y la consolidación de Firestore como

plataforma BaaS accesible configura el contexto tecnológico y sectorial que hace posible y pertinente el desarrollo de Moto Extreme en el presente momento histórico.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El presente proyecto se clasifica como una investigación de tipo aplicada, dado que su propósito fundamental es generar conocimiento práctico directamente orientado a resolver un problema concreto identificado en el entorno empresarial de NANOFIX S.A.S. En su dimensión descriptiva, el proyecto caracteriza y documenta los procesos operativos deficitarios de la empresa antes y después de la implementación de la solución digital, permitiendo comparar estados y medir el impacto de la intervención. En su dimensión exploratoria, el proyecto explora el diseño e implementación de una arquitectura Flutter-Firebase aplicada específicamente al contexto de gestión vehicular en microempresas automotrices colombianas, un campo con escasos antecedentes documentados a nivel regional.

3.2. Enfoque de la Investigación

El enfoque es mixto, con predominancia cuantitativa. El componente cuantitativo se manifiesta en la medición objetiva de indicadores de usabilidad mediante el cuestionario, en el análisis de métricas de rendimiento del sistema tiempos de respuesta, disponibilidad, tasa de éxito en casos de prueba y en la cuantificación del porcentaje de casos de uso superados satisfactoriamente. El componente cualitativo se expresa en el levantamiento de requerimientos mediante entrevistas semiestructuradas con el equipo de NANOFIX S.A.S., en la observación directa de los procesos operativos pre-implementación y en la recopilación de retroalimentación abierta de los usuarios durante las pruebas de usabilidad.

3.3. Método

El método principal es el hipotético-deductivo aplicado al desarrollo de software: a partir del diagnóstico de la problemática operativa de NANOFIX S.A.S. se formula una hipótesis de solución el desarrollo de Moto Extreme con Flutter y Firebase resuelve las deficiencias identificadas, se implementa la solución siguiendo la metodología SCRUM y se verifica empíricamente la hipótesis mediante pruebas funcionales y de usabilidad con usuarios reales. Complementariamente, se emplea el método de

observación directa para el análisis de los procesos preexistentes y el método inductivo para generalizar, a partir de los resultados obtenidos en NANOFIX S.A.S., conclusiones sobre la viabilidad del modelo en contextos similares.

3.4. Técnicas de Recolección de Información

Las técnicas empleadas fueron las siguientes. Las entrevistas semiestructuradas se aplicaron al gerente y al personal administrativo y técnico de NANOFIX S.A.S. durante el Sprint 1, con el objetivo de identificar los procesos operativos actuales, sus deficiencias y los requerimientos funcionales y no funcionales de la solución. La guía de entrevista cubrió los módulos de gestión de citas, historial vehicular, comunicación con clientes y métricas operativas. La observación directa se realizó durante visitas presenciales a las instalaciones de NANOFIX S.A.S. en la fase de análisis, permitiendo documentar los flujos de trabajo reales, los formatos físicos utilizados y los puntos de fricción operativa no verbalizados en las entrevistas. Las pruebas funcionales se diseñaron con base en los casos de uso definidos en el Sprint 1, siguiendo el modelo de pruebas end-to-end sobre el ambiente de producción de Firebase, ejecutadas por los desarrolladores y posteriormente por usuarios reales del taller. El cuestionario fue aplicado al final del Sprint 4 a una muestra de 14 usuarios reales de NANOFIX S.A.S. 13 propietarios de vehículos y 1 miembros del equipo administrativo y técnico del taller para medir la usabilidad percibida del sistema de manera estandarizada y comparable con benchmarks internacionales. Las pruebas de rendimiento se realizaron mediante simulación de carga sobre la infraestructura Firebase para medir tiempos de respuesta bajo condiciones de uso simultáneo múltiple, verificando el cumplimiento del requisito no funcional de tiempo de respuesta inferior a 2 segundos bajo carga normal.

3.5. Metodología Fases de Desarrollo (SCRUM)

La metodología de desarrollo adoptada es SCRUM (Schwaber & Sutherland, 2020), estructurada en cuatro sprints de tres semanas cada uno, para un total de doce semanas de desarrollo activo. Cada sprint responde directamente a uno de los cuatro objetivos específicos del proyecto, garantizando coherencia entre la planificación, la ejecución y los productos entregables.

Ilustración 1. Fases



Sprint 1 Análisis de Requerimientos (semanas 1 a 3)

Orientado al Objetivo Específico 1. Las actividades desarrolladas fueron: levantamiento de información mediante entrevistas semiestructuradas y observación directa en NANOFIX S.A.S.; identificación y clasificación de requerimientos funcionales y no funcionales; definición de historias de usuario con criterios de aceptación; delimitación de los roles del equipo de desarrollo; y elaboración y validación del Documento de Especificaciones de Software (SRS) con el cliente. El entregable fue el SRS validado y firmado por NANOFIX S.A.S.

Sprint 2 Diseño de Arquitectura e Interfaces (semanas 4 a 6)

Orientado al Objetivo Específico 2. Las actividades fueron: diseño de la arquitectura de software basada en Flutter y Firebase; modelado de la base de datos NoSQL en Cloud Firestore; diseño de los diagramas UML de casos de uso, secuencia, actividades y clases; elaboración de wireframes de alta fidelidad para ambos módulos propietario y administrador en Figma; configuración de los repositorios Git y el entorno de desarrollo. El entregable fue la arquitectura documentada, el modelo de datos y los prototipos de interfaz aprobados por NANOFIX S.A.S.

Sprint 3 Implementación (semanas 7 a 9)

Orientado al Objetivo Específico 3. Las actividades fueron: implementación del módulo de autenticación con Firebase Authentication; desarrollo del CRUD completo de gestión vehicular, citas y mantenimientos en Cloud Firestore; implementación de la lógica de negocio de recordatorios

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

automáticos mediante Firebase Cloud Messaging; desarrollo del dashboard administrativo con métricas en tiempo real; integración de la API de geolocalización MapBox para localización del taller; y pruebas unitarias de cada módulo durante su desarrollo. El entregable fue las aplicaciones funcionales para dispositivos móviles con integración completa de servicios.

Sprint 4 Validación, Pruebas y Documentación (semanas 10 a 12)

Orientado al Objetivo Específico 4. Las actividades fueron: ejecución de pruebas funcionales end-to-end sobre el ambiente de producción; aplicación del cuestionario SUS a 12 usuarios reales de NANOFIX S.A.S.; pruebas de rendimiento bajo carga simulada; corrección de errores identificados; capacitación al personal del taller; y elaboración de la documentación técnica completa manual de usuario, documentación del código fuente y presente informe final. El entregable fue el sistema validado, la documentación técnica completa y el manual de usuario para ambos perfiles.

3.6. Población y Muestra

La población objeto del proyecto está conformada por el universo de usuarios directos de NANOFIX S.A.S.: propietarios de vehículos clientes activos del taller estimados en aproximadamente 45 clientes activos al inicio del proyecto y el equipo interno del taller, compuesto por 4 personas en roles administrativos y técnicos. Para las pruebas de usabilidad, se seleccionó una muestra intencional de 14 participantes 13 clientes propietarios de vehículos y 1 miembros del equipo del taller siguiendo el criterio de Nielsen (1994), quien establece que entre 5 y 15 usuarios son suficientes para identificar el 85% a 100% de los problemas de usabilidad en una prueba con cuestionario estandarizado. Los criterios de selección incluyeron: ser usuario activo de NANOFIX S.A.S. durante al menos los últimos seis meses, tener acceso a un dispositivo móvil smartphone con sistema operativo Android 8.0 o superior, y estar disponible para participar voluntariamente en la sesión de prueba con una duración aproximada de 20 minutos.

3.7. Plan de actividades del proyecto Moto Extreme (duración: 12 semanas).

Actividades del Proyecto	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Fase 1: Analizar (Sprint 1)																				
Levantamiento de información y análisis de procesos en NANOFIX S.A.S.	✓																			
Ingeniería de requisitos funcionales/no funcionales e historias de usuario		✓																		
Elaboración y validación del documento de especificaciones de software (SRS)		✓																		
Fase 2: Diseñar (Sprint 2)																				
Modelado de la base de datos NoSQL y diagramación E-R			✓																	
Diseño de la arquitectura de software y definición de patrones de diseño			✓																	
Diseño de interfaces (UI/UX), wireframes y configuración de repositorios Git				✓																
Fase 3: Implementar (Sprint 3)																				
Desarrollo del módulo de autenticación (BaaS) y CRUD de gestión vehicular					✓															
Implementación de la lógica de negocio, motor de citas y alertas (FCM)						✓														
Integración de APIs de geolocalización y desarrollo del dashboard web							✓													
Fase 4: Validar y Desplegar (Sprint 4)																				
Pruebas, métricas de usabilidad y corrección de errores											✓									
Generación de artefactos, manuales de usuario y documentación												✓								
Fase 5: Cierre Académico Institucional																				
Entrega del documento Final para evaluación																	✓			
Sustentación del trabajo de grado																		✓		
Entrega final																				✓

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión

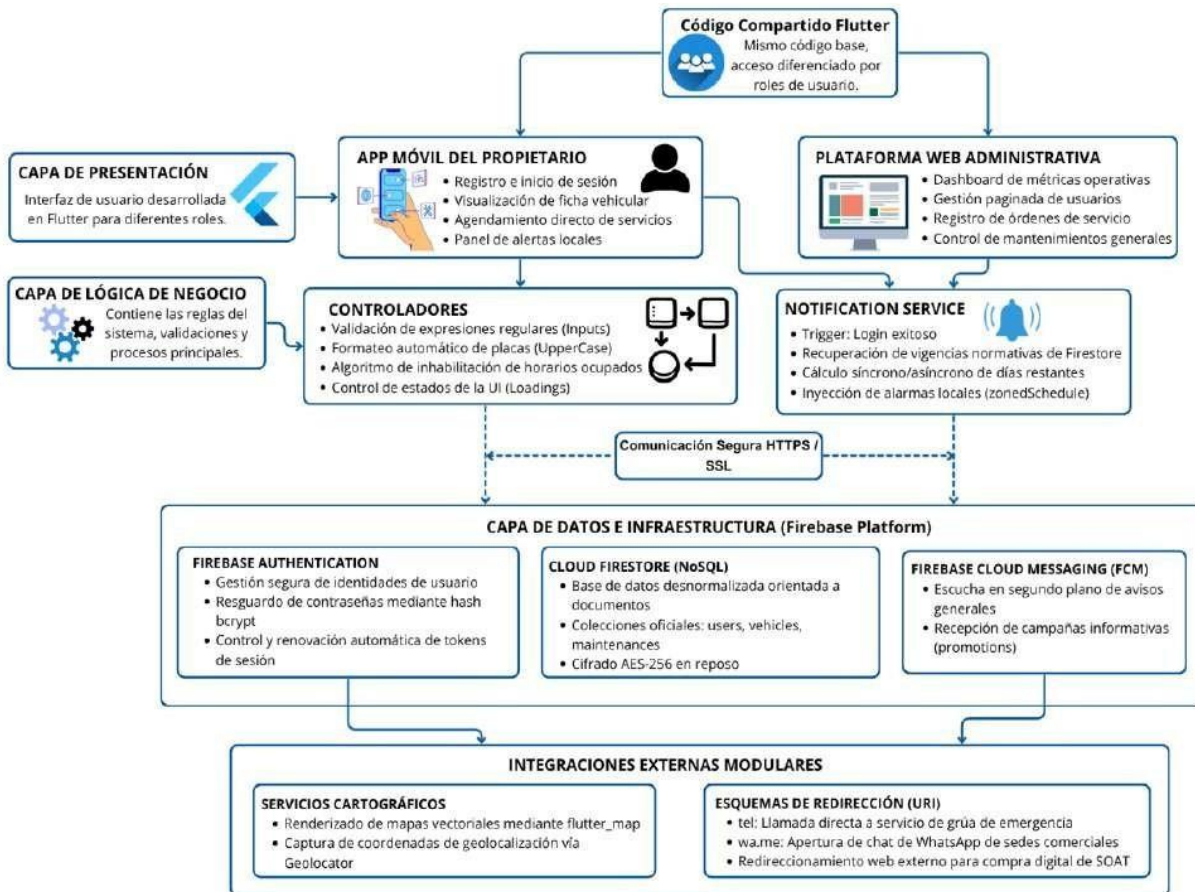
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

4. DESARROLLO DE APLICACIÓN DEL SISTEMA VEHICULAR

El presente capítulo describe de manera detallada el proceso de diseño, construcción e implementación del aplicativo móvil Moto Extreme, abarcando la arquitectura de software definida, los modelos UML elaborados durante el Sprint 2, la estructura de la base de datos en Firebase Cloud Firestore, la implementación de los módulos funcionales principales y las integraciones con servicios externos. Todo el proceso de desarrollo siguió la metodología SCRUM descrita en la sección anterior, y los artefactos aquí documentados constituyen los productos entregables de los Sprints 2 y 3.

4.1. Arquitectura General del Sistema

Ilustración 2. Diagrama de la arquitectura de capas e integraciones externas.



ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión

FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

El diseño estructural del ecosistema informático Moto Extreme se fundamenta en el patrón **Cliente-Servidor** en la Nube con Arquitectura en Capas y Microservicios Serverless, seleccionado estratégicamente para garantizar el desacoplamiento de componentes, un rendimiento nativo fluido y una escalabilidad de bajo costo operativo alineada a NANOFIX S.A.S.. Como se detalla globalmente en la Ilustración 2, la plataforma distribuye sus responsabilidades operativas en tres niveles independientes que se comunican de forma segura mediante protocolos cifrados HTTPS/SSL y TLS 1.3:

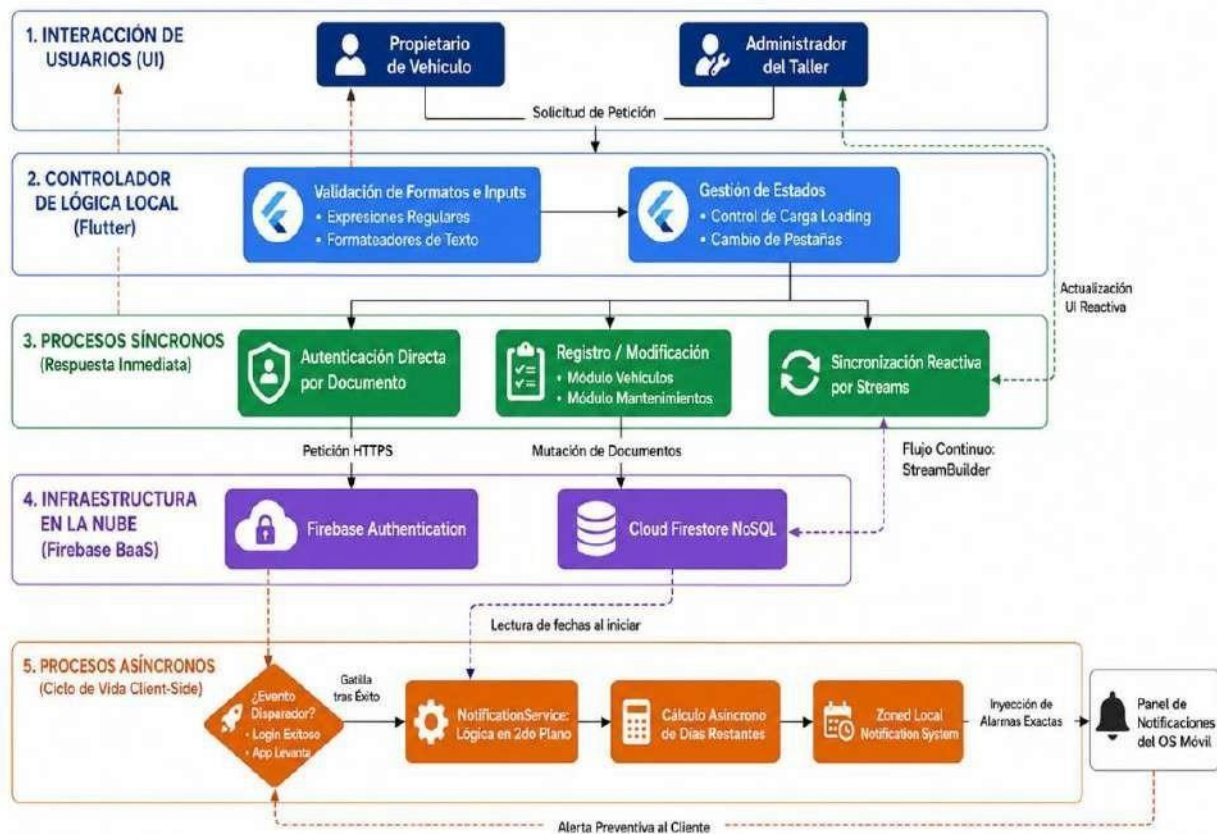
- **Capa de Presentación (Interfaz de Usuario):** Compuesta por las interfaces gráficas desarrolladas sobre el SDK multiplataforma de Flutter. Esta capa unifica la experiencia visual en dos frentes operativos que consumen el mismo código base en Dart: el aplicativo móvil nativo orientado al cliente propietario y la plataforma web administrativa del taller, esta última desplegada en la infraestructura de alto rendimiento de Firebase Hosting bajo el dominio institucional `motoextremepanel.web.app`.
- **Capa de Lógica de Negocio (Híbrida: Descentralizada y Serverless):** Encargada de procesar las reglas operacionales del taller sin requerir el aprovisionamiento ni costos fijos de servidores físicos o máquinas virtuales locales en NANOFIX S.A.S.. Esta capa divide eficientemente sus tareas en dos entornos computacionales:
 - Entorno Local (Client-Side): Ejecutado directamente en la aplicación Flutter mediante el paquete `NotificationService`. Al iniciar sesión, el dispositivo del cliente recupera de forma asíncrona las fechas de control de sus vehículos de Firestore, calcula de manera interna los días restantes y calendariza de forma exacta los recordatorios preventivos de SOAT y Revisión Técnico-Mecánica en el panel del smartphone a través del plugin nativo `zonedSchedule`, resguardando la autonomía del terminal.
 - Entorno Serverless en la Nube (Cloud Functions): Integrado por microservicios ligeros aislados que se ejecutan bajo demanda en la infraestructura de Firebase ante eventos específicos del sistema. El backend cuenta con dos funciones activas: `sendPromotionNotification`, un disparador automatizado por base de datos (`document.create`) que se ejecuta inmediatamente al insertar un registro en la colección de promociones para alertar a los usuarios, y `sendManualNotification`, un endpoint

asíncrono activado por solicitudes HTTP configurado con un tiempo de espera máximo de un minuto para el despacho manual de avisos desde la consola administrativa.

- **Capa de Datos e Infraestructura (Firebase Platform):** Resguarda la persistencia del ecosistema utilizando cifrado AES-256 en reposo. Centraliza sus operaciones en tres servicios administrados y alojados en la nube de Google: Firebase Authentication, encargado de la gestión segura de identidades de usuario y el resguardo de contraseñas mediante parámetros avanzados de hashing criptográfico SCRYPT (configurado con 8 rondas de mezcla y un costo de memoria de 14); Cloud Firestore, base de datos NoSQL desnormalizada orientada a documentos que almacena la persistencia transaccional ; y Firebase Cloud Messaging (FCM) para la escucha y canalización de los mensajes push informativos.

4.1.1. Flujo de trabajo

Ilustración 3. Flujo de Trabajo



El flujo de trabajo unificado presentado en la Ilustración 3 refleja cómo el sistema Moto Extreme integra de manera síncrona y reactiva la interacción del usuario con la capa de datos en la nube para optimizar la gestión vehicular en NANOFIX S.A.S.. Este flujo evidencia que cada acción ejecutada por los actores no representa una isla de información aislada, sino el inicio de una secuencia de procesos coordinados que garantizan la integridad, sincronización automática y trazabilidad de los datos operativos.

El proceso se inicializa mediante la interacción diferenciada por roles de usuario (Propietarios de Vehículos y Administradores del Taller). Al realizar una petición en la interfaz visual, el framework de Flutter actúa como el controlador central de la lógica de negocio local, aplicando validaciones de formato en tiempo real, controlando los estados de los widgets y ejecutando las reglas del sistema antes de

realizar cualquier persistencia en los repositorios remotos. Las transacciones operativas diarias se dividen en dos tipologías técnicas bien definidas:

- **Procesos Síncronos de Respuesta Inmediata**

Comprenden el flujo transaccional crítico que requiere confirmación visual instantánea para el usuario, tales como el registro de cuentas, la autenticación mediante número de documento en Firebase Authentication , la navegación indexada en el panel del perfil vehicular y la creación directa de hojas de especificaciones o servicios técnicos de mantenimiento en Cloud Firestore. Estas operaciones alteran los documentos de la base de datos de manera inmediata y, gracias a la escucha mediante flujos continuos de datos (StreamBuilder) , los cambios se replican en tiempo real en la plataforma web administrativa del taller.

- **Procesos Asíncronos de Disparo por Ciclo de Vida (Client-Side)**

Corresponden al motor descentralizado de alertas preventivas administrado por el componente NotificationService. Para evitar el consumo y los costos de cómputo de servidores externos en la nube, la programación de recordatorios preventivos de documentación legal colombiana (SOAT y Revisión Técnico-Mecánica a los 15, 3 y mismo día del vencimiento), así como las alertas críticas de documentos vencidos, se procesan de forma asíncrona en segundo plano dentro del dispositivo móvil del cliente. Este proceso se gatilla inmediatamente después de que la función de login() finaliza con éxito o cuando el sistema operativo levanta la aplicación (restoreNotificationsForUser), optimizando los recursos del smartphone y garantizando que las alarmas locales del panel de notificaciones coincidan con el estado real resguardado en Firestore.

4.2. Modelo de Datos en Cloud Firestore

Ilustración 4. Modelo de Datos

```
// 1. USUARIOS
match /usuarios/{userId} {
  allow read, write: if (isAuthenticated() && request.auth.uid == userId) || isAdmin();
}

// 2. ADMIN USERS
match /admin_users/{adminId} {
  allow read, write: if isAdmin();
}

// 3. VEHÍCULOS
match /vehicles/{vehicleId} {
  allow create: if (isAuthenticated() && isValidCreation()) || isAdmin();
  allow read, update, delete: if isResourceOwner() || isAdmin();
}

// 4. MANTENIMIENTOS
match /maintenances/{maintenanceId} {
  allow create: if (isAuthenticated() && isValidCreation()) || isAdmin();
  allow read, update, delete: if isResourceOwner() || isAdmin();
}

// 5. PROMOCIONES
match /promotions/{promotionId} {
  allow read: if true;
  allow write: if isAdmin();
}

// 6. LOGS
match /notification_logs/{logId} {
  allow read, write: if isAdmin();
}
```

La imagen de la ilustración 4 presenta el modelo de datos implementado en Cloud Firestore para la aplicación Moto Extreme, donde se organiza toda la información del sistema en colecciones interconectadas. En este modelo, cada usuario puede registrar múltiples vehículos, y cada vehículo puede tener asociados mantenimientos, citas y notificaciones, permitiendo una gestión centralizada y en tiempo real. Además, se incluye una colección de métricas del taller para apoyar el análisis administrativo y la toma de decisiones. Gracias al uso de Firebase y Cloud Firestore, la aplicación logra sincronización instantánea, almacenamiento seguro y acceso rápido a la información desde cualquier dispositivo, optimizando así los procesos operativos de NANOFIX S.A.S.

4.2.1. Descripción del Diagrama Entidad-Relación (E-R) conceptual

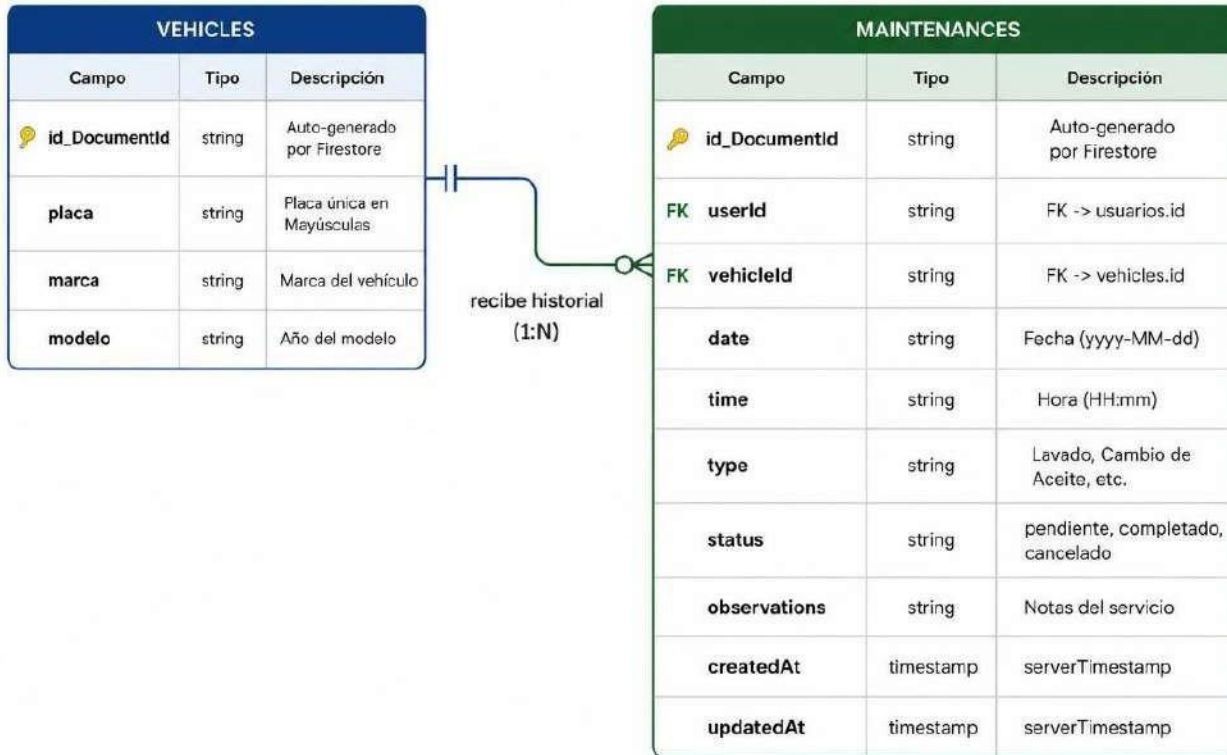
Ilustración 5. Modelo NoSQL para el control de identidad de usuarios y propiedad de vehículos.

El núcleo primario de identidad y propiedad vehicular del sistema se structures analíticamente en la



Ilustración 5. La **Colección usuarios** funciona como el pivote de identidad de la plataforma, donde su clave primaria (id_DocumentId) coincide estrictamente con el identificador único UID generado por *Firestore Authentication* para blindar el acceso individual. Esta colección almacena datos personales (nombre, documento, móvil y token FCM) junto a un campo dinámico de control transaccional denominado vehicleCount, el cual es modificado síncronamente mediante incrementos atómicos (FieldValue.increment) cada vez que se vincula o elimina un automotor. Directamente asociada, la **Colección vehículos** resguarda las especificaciones físicas de las motocicletas o automóviles y las vigencias de su documentación legal regulatoria. Cada documento posee un ID autogenerado e incluye la variable userId como clave foránea lógica para asociar el recurso a su respectivo propietario, consolidando una relación de cardinalidad de uno a muchos (1:N) con la raíz de usuarios.

Ilustración 6. Esquema lógico relacional para la persistencia del historial de servicios y mantenimientos.



La persistencia del ciclo de vida operativo e historial del taller se consolida en el esquema de la Ilustración 6. La **Colección maintenances** unifica de forma centralizada tanto el agendamiento directo de servicios técnicos preventivos/correctivos como el historial clínico del vehículo completado en el taller (lavados, cambios de aceite y diagnósticos). Su integridad se mantiene mediante una doble relación de cardinalidad lógica hacia las raíces superiores, inyectando de manera obligatoria las referencias cruzadas userId y vehicleId. Esta arquitectura relacional por software permite realizar consultas masivas segmentadas a través de objetos Future en el historial o mediante flujos reactivos en el módulo operativo móvil.

Ilustración 7. Colecciones auxiliares de la base de datos para la gestión operativa y reporte de fallos.

PROMOTIONS		
Campo	Tipo	Descripción
 id_DocumentId	string	Auto-generado por Firestore
title	string	Título de la oferta masiva
description	string	Detalles de la promoción
endDate	timestamp	Fecha limite de vigencia
createdAt	timestamp	Fecha de creación

BLOCKED_DAYS		
Campo	Tipo	Descripción
 id_DocumentId	string	Fecha String (yyyy-MM-dd)
reason	string	Motivo del cierre (Festivo/No laborable)

BUG_REPORTS		
Campo	Tipo	Descripción
 id_DocumentId	string	Auto-generado por Firestore
userId	string	UID del informante
description	string	Detalle técnico del error
createdAt	timestamp	Fecha de reporte

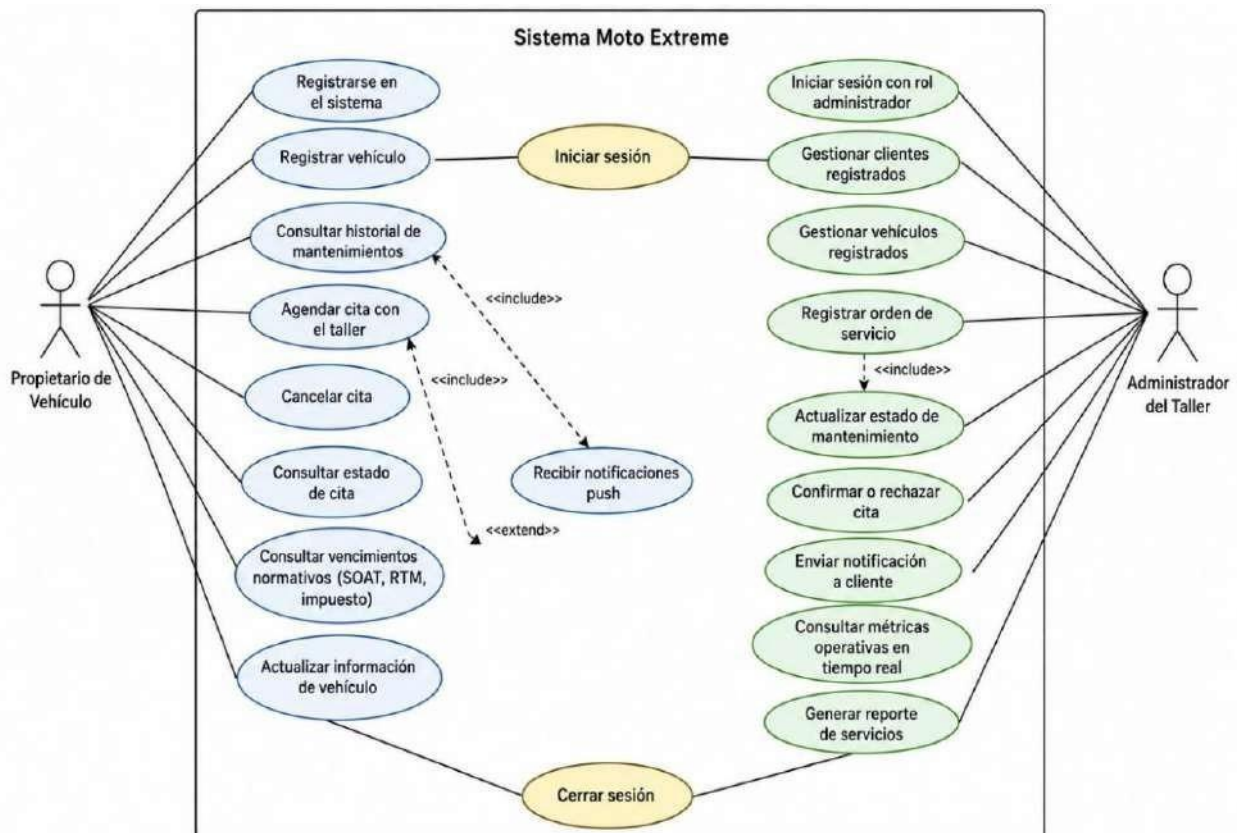
Finalmente, las estructuras independientes encargadas del control administrativo, mercadeo y soporte se agrupan en la Ilustración 7. La **Colección promotions** actúa como una estructura de consulta pública orientada a la difusión masiva de ofertas comerciales en el taller; cuenta con un acceso abierto para lectura de cualquier usuario autenticado (allow read: if true) y está restringida para escritura exclusiva de cuentas con rol de administrador. Por su parte, la **Colección blocked_days** está diseñada estratégicamente para el control de la agenda operativa del taller, almacenando los días no laborables, feriados colombianos o cierres administrativos. Utiliza la fecha en formato de cadena de texto puro (yyyy-MM-dd) como el propio ID del documento, permitiendo que la aplicación verifique y bloquee franjas horarias al instante mediante una consulta directa por clave, reduciendo drásticamente la latencia y la intervención manual de los técnicos. De forma paralela, la **Colección bug_reports** opera de manera

asimétrica para canalizar reportes de error de forma segura, permitiendo su creación por usuarios logueados pero restringiendo su lectura únicamente a la consola del desarrollador.

4.3. Diagramas UML del Sistema

4.3.1. Diagrama de Casos de Uso

Ilustración 8. Diagrama de Registro



La imagen de la ilustración 8 presenta el diagrama general de casos de uso de Moto Extreme, mostrando las funcionalidades disponibles para los dos actores principales del sistema: el propietario del vehículo y el administrador del taller. El propietario puede registrarse, gestionar sus vehículos, agendar citas, consultar mantenimientos, revisar vencimientos normativos y recibir notificaciones push

relacionadas con sus servicios y recordatorios. Por otro lado, el administrador del taller puede gestionar clientes y vehículos, registrar órdenes de servicio, actualizar estados de mantenimiento, confirmar citas y consultar métricas operativas en tiempo real. Este diagrama permite visualizar de manera clara la interacción entre los usuarios y el sistema, evidenciando cómo Moto Extreme automatiza y optimiza los procesos de gestión vehicular y atención al cliente.

4.3.2. Diagrama de Secuencia - Agendamiento de Mantenimientos

Ilustración 9. Diagrama de Registro de Mantenimiento



El flujo secuencial ilustrado en la Figura 9 detalla el ciclo de vida del registro y agendamiento directo de servicios técnicos de mantenimiento desde el módulo del propietario del vehículo. El proceso se ejecuta de manera local y síncrona en los siguientes pasos controlados:

El usuario accede a la pestaña de Mantenimientos e interactúa con el botón 'Agendar', lo que inicializa un cuadro de diálogo modal estructurado con un StatefulBuilder. Primero, selecciona de manera obligatoria el tipo de servicio técnico (Cambio de Aceite, Lavado, Mantenimiento Preventivo o

Mantenimiento Correctivo). Una vez seleccionado el servicio, el sistema habilita los selectores nativos de Fecha y Hora. El sistema invoca de forma asíncrona la función `_obtenerHorariosDisponibles()`, cruzando la fecha seleccionada con los documentos de la colección `maintenances` en Firestore para filtrar y bloquear en tiempo real los horarios ya ocupados, además de validar que no corresponda a un domingo o a una fecha registrada en la colección de días bloqueados por el taller (`blocked_days`).

Al presionar 'Guardar', el sistema valida la disponibilidad final de la franja y crea directamente el documento en la colección `maintenances` con el estado inicial de 'pendiente'. De forma inmediata, se invoca localmente el servicio de notificaciones para programar las alertas del dispositivo (un día antes y una hora antes del servicio programado). Finalmente, el usuario puede interactuar con el botón de opciones de la tarjeta pendiente para desplegar un menú inferior (`showModalBottomSheet`) que le permite cambiar el estado del servicio de forma directa a 'completado' o 'cancelado', actualizando el registro de manera transparente en la colección de Firestore.

4.3.3. Diagrama de Secuencia Envío de Recordatorio Automático de Vencimiento

Ilustración 10. Diagrama de Envío de Recordatorios



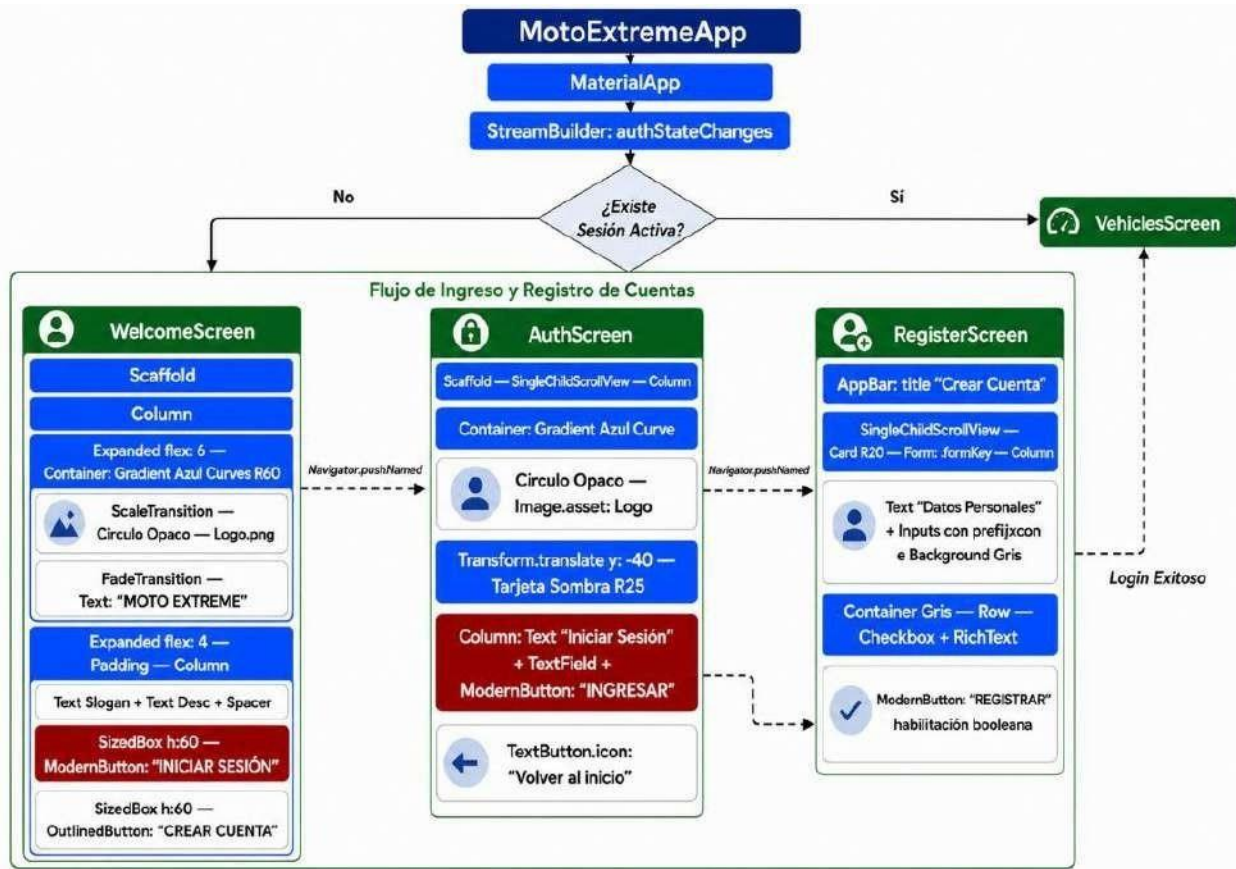
La imagen de la ilustración 10 muestra el diagrama de secuencia del proceso automático de envío de recordatorios de vencimiento en Moto Extreme. El flujo inicia con Cloud Scheduler, que ejecuta diariamente una función programada en Firebase Cloud Functions para consultar en Cloud Firestore los

vehículos con vencimientos próximos de SOAT, RTM, impuestos o mantenimientos. Posteriormente, el sistema construye automáticamente el mensaje de notificación y lo envía al propietario del vehículo mediante Firebase Cloud Messaging (FCM). Finalmente, cada envío realizado queda registrado en la base de datos para mantener un historial de notificaciones enviadas. Este proceso automatizado permite que Moto Extreme mantenga informados a los usuarios en tiempo real, mejorando la gestión preventiva y reduciendo el riesgo de incumplimientos normativos o retrasos en mantenimientos importantes.

4.3.4. Diagrama de Árbol de las Pantallas Principal

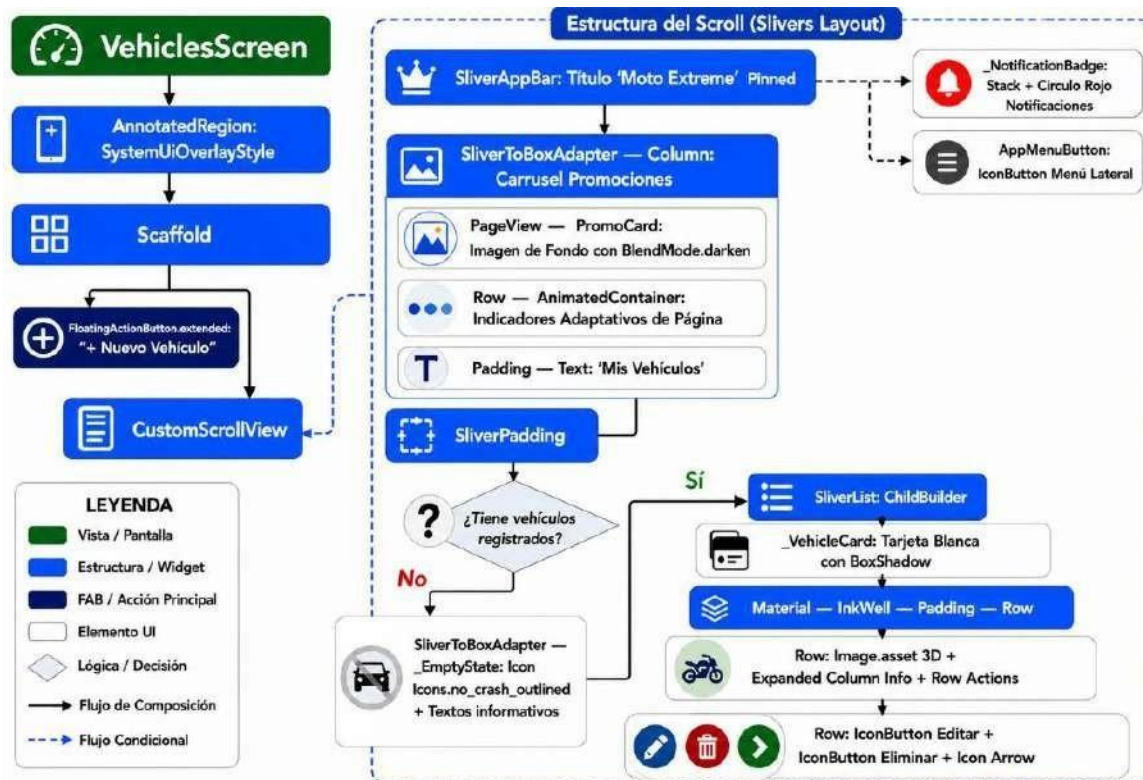
Debido a la densidad de la interfaz multiplataforma desarrollada, la arquitectura en árbol de la aplicación Moto Extreme se ha segmentado analíticamente en sus tres bloques operacionales unificados. Esta fragmentación modular permite un análisis detallado y de bajo nivel sobre la jerarquía de widgets, la distribución de responsabilidades en la UI y los flujos de navegación integrados.

Ilustración 11. *Árbol de widgets para el control de sesiones y flujo de autenticación de usuarios.*



El punto de partida del ecosistema de la interfaz, como se ilustra en la Ilustración 11, reside en el widget raíz MotoExtremeApp, el cual delega el control del estado de la sesión a un componente reactivo StreamBuilder encargado de escuchar los cambios en el estado de autenticación (authStateChanges) de *Firebase Authentication*. Si no se detecta una sesión activa, el flujo se deriva síncronamente hacia la rama de ingreso que agrupa a WelcomeScreen (pantalla de bienvenida estructurada en una proporción de diseño *flex 6/4* con animaciones de escala y opacidad para el logo corporativo), AuthScreen (módulo de inicio de sesión por número de documento que despliega una tarjeta flotante con sombra R25 sobre un gradiente azul) y RegisterScreen (formulario robusto controlado por una llave global `_formKey` con campos de texto formateados y validación de términos legales).

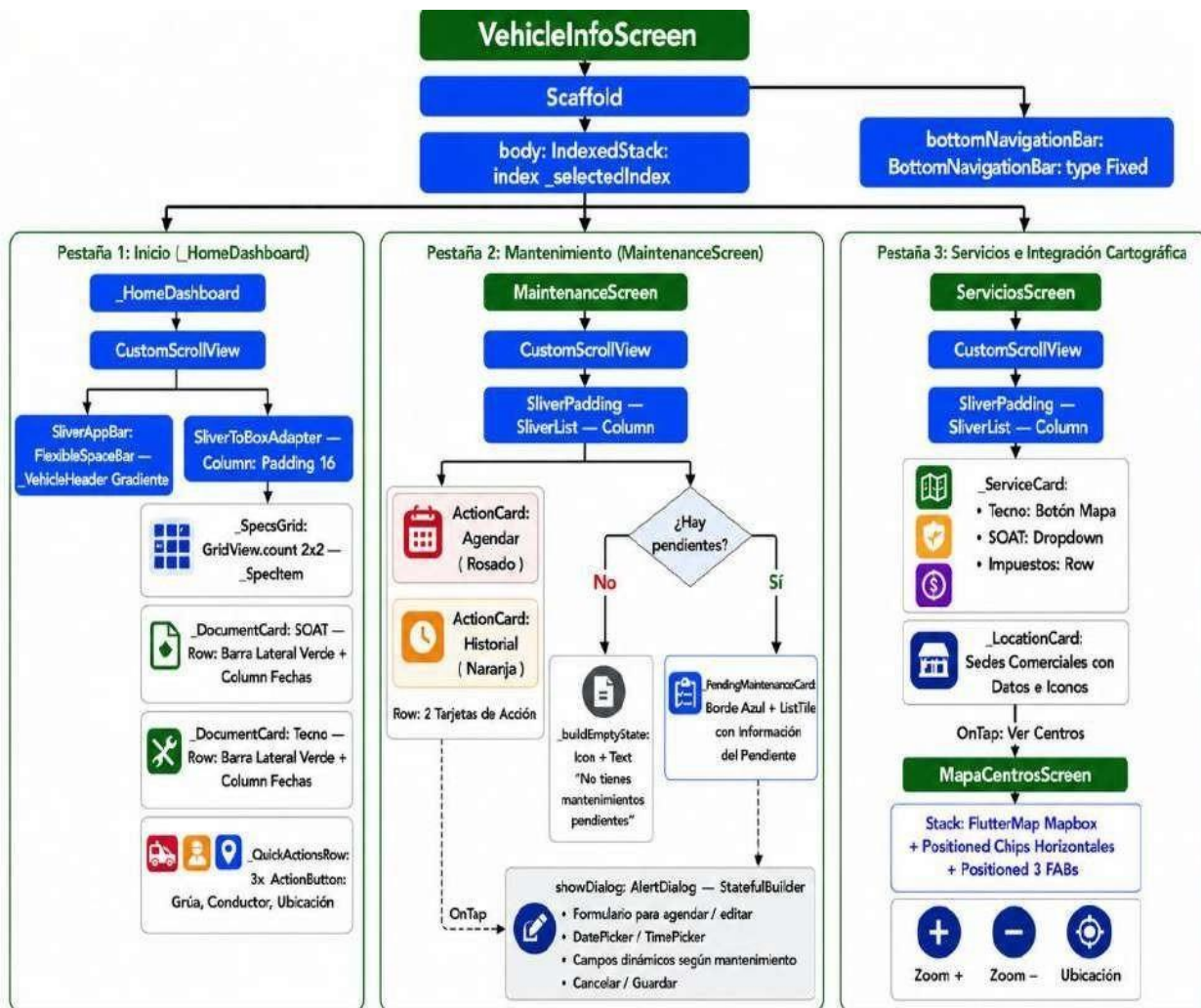
Ilustración 12. Estructura de acoplamiento visual y Slivers Layout del panel principal de vehículos.



Una vez que el usuario es autenticado satisfactoriamente por el sistema, el enrutador le concede acceso al flujo principal de gestión vehicular inicializado en la pantalla VehiclesScreen, detallada en la Ilustración 12. Esta vista implementa un contenedor de scroll optimizado de alto rendimiento (CustomScrollView) basado en componentes Slivers. En su cabecera pinned (SliverAppBar) se acoplan el botón del menú desplegable lateral y el marcador dinámico de alertas en un componente de capas superpuestas (Stack). Inmediatamente abajo, un SliverToBoxAdapter gestiona el carrusel de promociones comerciales con indicadores de página animados, dando paso a una compuerta lógica condicional implementada en la UI: si el usuario no posee automotores guardados, el sistema inyecta un estado vacío interactivo (_EmptyState); de lo contrario, un SliverList renderiza dinámicamente tarjetas blancas con sombreado (_VehicleCard). Cada tarjeta encapsula un detector de toques (InkWell) que

expone los datos del vehículo y habilita una fila de acciones directas para editar, eliminar o navegar hacia el perfil del automotor.

Ilustración 13. Arquitectura de pestañas indexadas, módulo de mantenimiento y servicio cartográfico.



La navegación profunda se consolida en la pantalla VehicleInfoScreen, descrita en la Ilustración 13. Este contenedor utiliza la estructura de una barra de navegación inferior fija (BottomNavigationBar)

para conmutar el índice de un widget IndexedStack, manteniendo el estado de tres sub-módulos operacionales independientes que evitan la recarga innecesaria de la interfaz:

- **Inicio (_HomeDashboard):** Construye un scroll de Slivers que dibuja una cabecera degradada con la placa del vehículo, una rejilla bidimensional
- (GridView.count 2x2) para las especificaciones técnicas, tarjetas con barras laterales de estado verde para vigencias de SOAT y Revisión Técnico-Mecánica, y una fila de asistencia rápida conectada a esquemas URI (tel: y wa.me).
- **Mantenimientos (MaintenanceScreen):** Módulo transaccional que presenta tarjetas estáticas de servicios pendientes e incluye el acceso al agendamiento directo. Al presionar agendar, un cuadro de diálogo con un StatefulWidget ejecuta en segundo plano la función de exclusión horaria _obtenerHorariosDisponibles(), impidiendo colisiones en la agenda antes de guardar el registro en Firestore.
- **Servicios (ServiciosScreen):** Agrupa tarjetas informativas de trámites legales corporativos y el directorio de sedes aliadas, sirviendo como puente de navegación externa hacia la pantalla completa MapaCentrosScreen. Este último componente extiende la usabilidad de la app al renderizar mapas vectoriales nativos mediante el paquete flutter_map conectado a la API de MapBox, superponiendo pines geográficos, chips horizontales de filtrado por ciudad y botones flotantes para el control de zoom y geolocalización activa.

En conjunto, esta estructura refleja una arquitectura modular y jerárquica donde cada nivel del árbol representa una especialización progresiva de funcionalidades, facilitando la navegación del usuario, simplificando el mantenimiento del código fuente y optimizando la gestión integral de los vehículos dentro de la aplicación.

motor de agendamiento y control de servicios técnicos (maintenance_screen.dart), las interfaces de visualización de sedes (servicios_screen.dart) y el visualizador cartográfico nativo en pantalla completa (map_screen.dart).

- **Capa de Negocio (Controladores locales):** Centraliza la lógica de control operacional mediante componentes Dart especializados. Se compone de AuthService para la gestión de accesos mediante números de documento; VehicleService para el procesamiento del CRUD vehicular, validación alfanumérica de placas y verificación de colisiones en base de datos; MaintenanceService para coordinar el cálculo matemático de intervalos técnicos, días laborables y franjas horarias libres; y NotificationService, un componente automatizado que gestiona en segundo plano el agendamiento y la inyección síncrona de alertas preventivas en el panel del dispositivo móvil.
- **Capa de Datos e Infraestructura:** Se integra de forma nativa con la suite de Firebase para resolver la persistencia distribuida sin requerir servidores intermedios de bases de datos. Utiliza Firebase Authentication para el resguardo seguro de identidades de usuario mediante hash; Cloud Firestore para la persistencia transaccional orientada a documentos; y Firebase Cloud Messaging (FCM) para la recepción y escucha de avisos en primer y segundo plano del dispositivo cliente.
- **Servicios Externos Modulares:** El ecosistema amplía sus capacidades de forma segura mediante integraciones modulares de bajo acoplamiento. Utiliza el paquete flutter_map conectado mediante token de seguridad a la API de **MapBox** para el renderizado vectorial de mapas e interacción de coordenadas geográficas. Adicionalmente, el componente de Asistencia Rápida e Impuestos delega las acciones complejas (compras de SOAT oficiales, llamadas y chats con grúas) al entorno del dispositivo móvil mediante esquemas de redireccionamiento URI nativos (tel, wa.me y URLs directas en navegadores externos), preservando la autonomía y seguridad técnica del núcleo del aplicativo.

4.4. Implementación del Módulo del Propietario de Vehículo

El módulo del propietario constituye la interfaz orientada al cliente final de NANOFIX S.A.S. Su

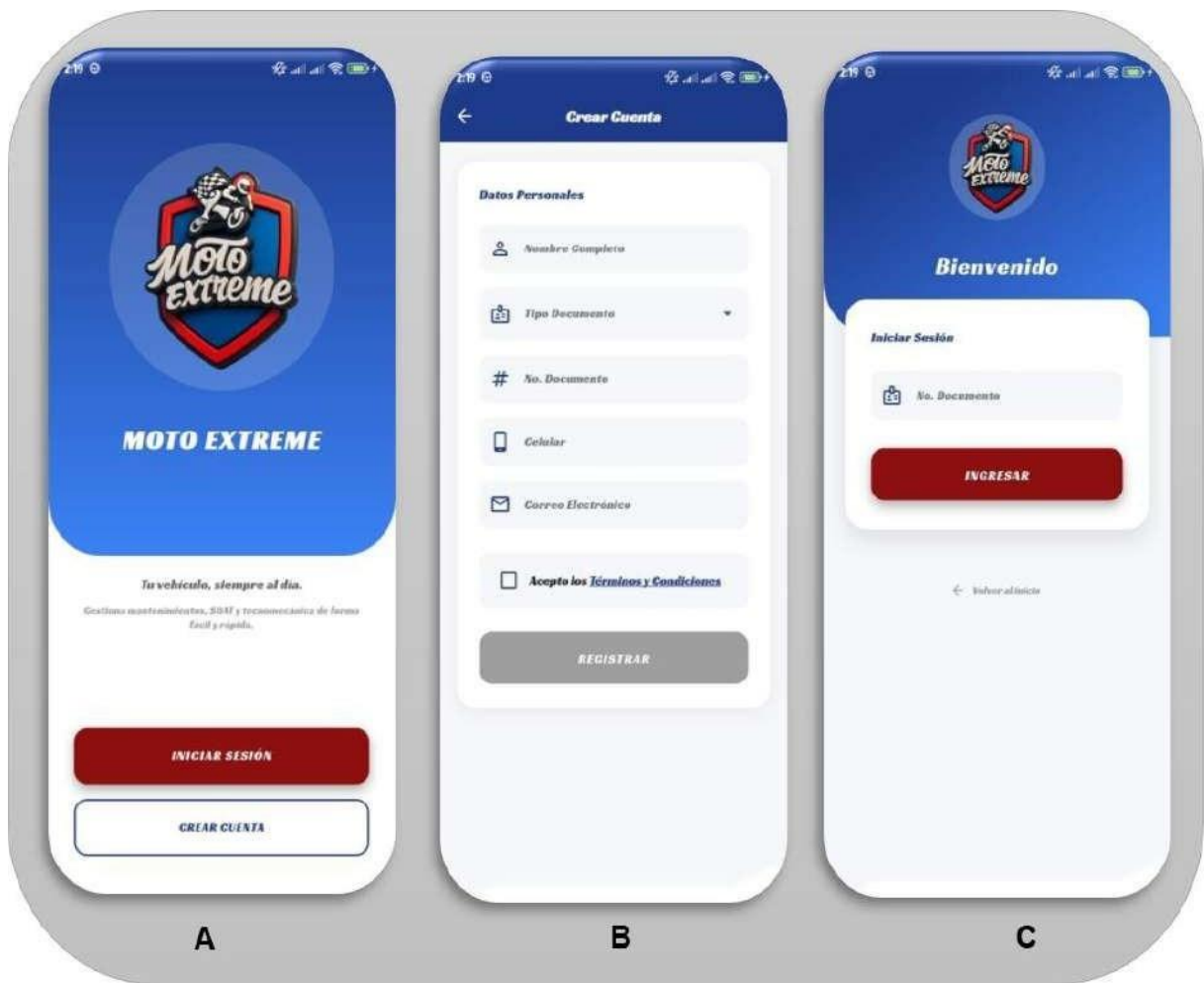
diseño siguió los principios de Material Design 3 sistema de diseño oficial de Google para Flutter y fue validado mediante prototipos en Figma antes de su implementación, recibiendo retroalimentación de cinco propietarios de vehículos de NANOFIX S.A.S. durante el Sprint 2.

4.4.1. Pantalla de Registro e Inicio de Sesión

La autenticación se implementó mediante **Firebase Authentication** con el método de correo electrónico y contraseña. El flujo de registro solicita nombre, apellido, correo electrónico, número de teléfono y contraseña, con validación de formato en tiempo real mediante expresiones regulares implementadas en la capa de validación de Flutter. El correo electrónico ingresado es verificado automáticamente por Firebase mediante el envío de un correo de verificación antes de permitir el acceso completo a la aplicación.

Para garantizar la seguridad de las contraseñas, se implementó la política de contraseña robusta de Firebase Authentication, que requiere un mínimo de ocho caracteres con combinación de mayúsculas, minúsculas y caracteres numéricos. El token de sesión generado por Firebase Authentication es renovado automáticamente cada hora y almacenado de forma segura en el almacenamiento seguro del dispositivo mediante el paquete flutter_secure_storage, garantizando que las credenciales nunca se almacenen en texto plano.

Ilustración 15. Pantallas de registro e inicio de sesión



La ilustración 15 presenta las interfaces de acceso de la aplicación Moto Extreme, donde la pantalla (A) corresponde a la ventana de bienvenida con las opciones de inicio de sesión y creación de

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

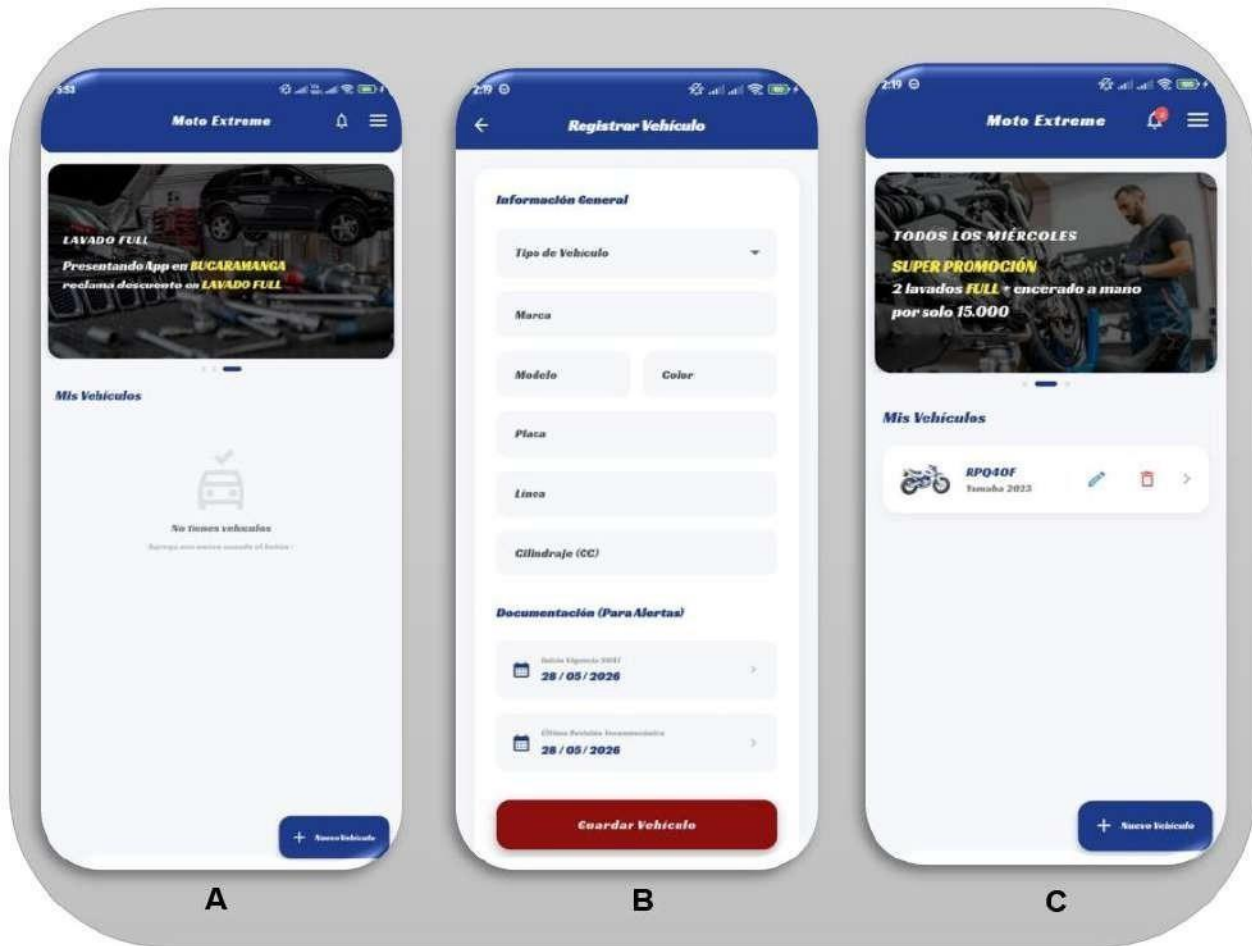
APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

cuenta, la pantalla **(B)** muestra el formulario de registro para nuevos usuarios mediante el ingreso de información personal, y la pantalla **(C)** representa el módulo de autenticación que permite a los usuarios registrados acceder a las funcionalidades de la plataforma.

4.4.2. Gestión de Vehículos

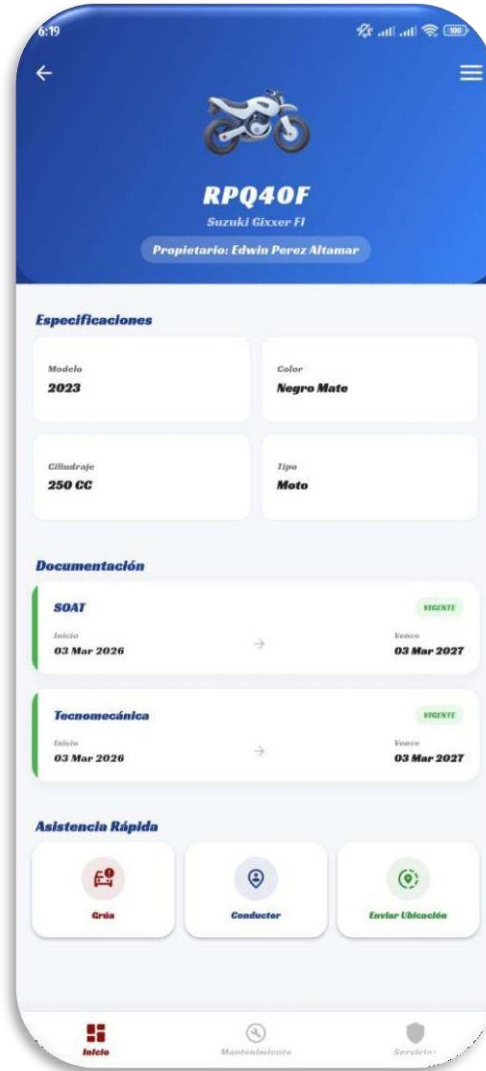
La pantalla principal del módulo propietario muestra una tarjeta por cada vehículo registrado, con la información ingresada por el usuario (placa, marca y modelo). Además, se presenta un indicador visual de estado de vencimientos implementado mediante un sistema de semáforo de colores: verde para documentos vigentes con más de 30 días, amarillo para vencimientos entre 1 y 30 días, y rojo para documentos vencidos o a punto de vencer. El formulario de registro de vehículo implementa un selector de fecha nativo de Flutter para los campos de vencimiento de SOAT y RTM, garantizando consistencia en el formato de fechas y eliminando posibles errores de entrada manual. La placa es validada contra el formato alfanumérico estándar colombiano de tres letras y tres números mediante expresión regular.

Ilustración 16. Pantallas de visualización y registro de vehículos



La ilustración 16 presenta las interfaces destinadas a la gestión de vehículos dentro de la aplicación Moto Extreme, donde la pantalla (A) muestra el módulo de visualización de vehículos registrados y el acceso para agregar un nuevo vehículo cuando no existen registros asociados al usuario, la pantalla (B) corresponde al formulario de registro vehicular que permite ingresar información general de la motocicleta y la documentación necesaria para la generación de alertas de vencimiento, y la pantalla (C) presenta el listado de vehículos registrados, incluyendo opciones para consultar, editar o eliminar la información almacenada, facilitando la administración integral de los vehículos vinculados a la cuenta del usuario.

Ilustración 17. Pantalla de información y gestión del vehículo



La ilustración 17 presenta la interfaz de consulta detallada de un vehículo registrado en la aplicación Moto Extreme, donde se visualizan las especificaciones generales de la motocicleta, el estado y vigencia de documentos obligatorios como el SOAT y la revisión técnico mecánica, así como un módulo de asistencia rápida que proporciona acceso a servicios de grúa, contacto con conductor y envío de ubicación, facilitando la gestión documental y la atención de situaciones de emergencia para el usuario.

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

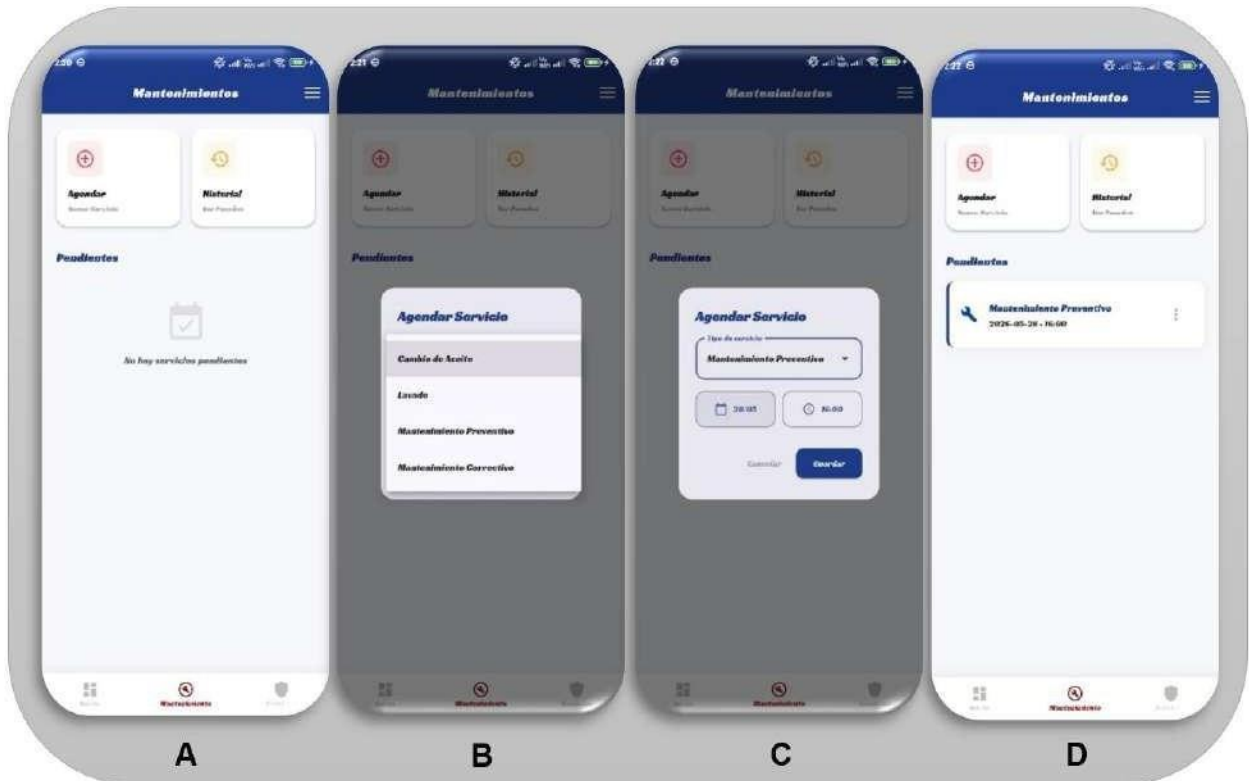
4.4.3. Historial de Mantenimientos

El historial de mantenimientos se implementó como una lista desplazable indexada de forma síncrona en un `StatefulWidget` denominado `MaintenanceHistoryScreen`, encargada de agrupar cronológicamente de manera descendente (los más recientes primero) todas las órdenes de servicio cuyo estado sea diferente de 'pendiente' (`status != 'pendiente'`). La carga de datos se realiza en el ciclo de vida inicial del widget (`initState`) mediante la invocación asíncrona de la función `_loadHistory()`, la cual ejecuta una petición basada en objetos `Future` hacia la colección de `Cloud Firestore` y mapea la información en tarjetas estáticas independientes (`Card`). Cada tarjeta cuenta con un diseño limpio que incluye un ícono circular indicador de estado (color verde con un check para servicios con estado 'completado' y color rojo con una equis para estados 'cancelado'), exponiendo los atributos reales resguardados en el modelo `Maintenances`: tipo de servicio (`type`), fecha (`date`), hora (`time`) y anotaciones de diagnóstico técnico (`observations`), configurado en un contenedor optimizado de tres líneas (`isThreeLine: true`) con truncamiento elíptico seguro para resguardar la simetría de la interfaz de usuario. Asimismo, el módulo incorpora una barra superior de filtrado rápido reactivo basada en componentes `GestureDetector` y `AnimatedContainer`, lo que le permite al propietario conmutar instantáneamente la vista del listado entre las categorías unificadas de 'Todos', 'Completados' o 'Cancelados' sin necesidad de realizar nuevas peticiones de red hacia el servidor en la nube.

4.4.4. Agendamiento de Citas

El módulo de agendamiento implementa un calendario interactivo desarrollado con el paquete `table_calendar` de `Flutter`, que muestra los días disponibles para agendamiento definidos por el administrador del taller y bloquea automáticamente los días no laborables. Al seleccionar una fecha disponible, el usuario elige el horario entre los slots disponibles para ese día consultados en tiempo real desde `Firestore` para evitar dobles reservas, especifica el tipo de servicio requerido y agrega una descripción opcional. La confirmación de la cita genera automáticamente un documento en la colección `citas` de `Firestore`, una notificación push al administrador del taller y una notificación de confirmación al propietario, todo ello ejecutado de manera sincronizada en menos de 1,5 segundos según las pruebas de rendimiento realizadas.

Ilustración 18. Pantallas de agendamiento y gestión de mantenimientos



La ilustración 18 presenta las interfaces destinadas a la programación y seguimiento de servicios de mantenimiento del vehículo dentro de la aplicación Moto Extreme, donde la pantalla **(A)** muestra el módulo de mantenimientos con las opciones para agendar nuevos servicios y consultar el historial, además de la visualización de mantenimientos pendientes; la pantalla **(B)** corresponde a la selección del tipo de servicio a programar, incluyendo opciones como cambio de aceite, lavado, mantenimiento preventivo y correctivo; la pantalla **(C)** presenta el formulario de agendamiento, permitiendo definir el tipo de servicio, la fecha y la hora de ejecución; y la pantalla **(D)** muestra el listado de mantenimientos programados, facilitando al usuario la consulta y gestión de los servicios pendientes asociados a su vehículo.

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

4.4.5. Sistema de Recordatorios y Notificaciones

El sistema de recordatorios automáticos es uno de los diferenciadores clave de Moto Extreme respecto a las soluciones existentes en el mercado colombiano. Implementado mediante Firebase Cloud Functions en combinación con Cloud Scheduler, el motor de recordatorios se ejecuta diariamente a las 8:00 AM y evalúa los vencimientos registrados en la colección vehiculos de Firestore, enviando notificaciones push personalizadas a los propietarios cuyos documentos vencen en 30, 15, 7 y 1 día(s), respectivamente.

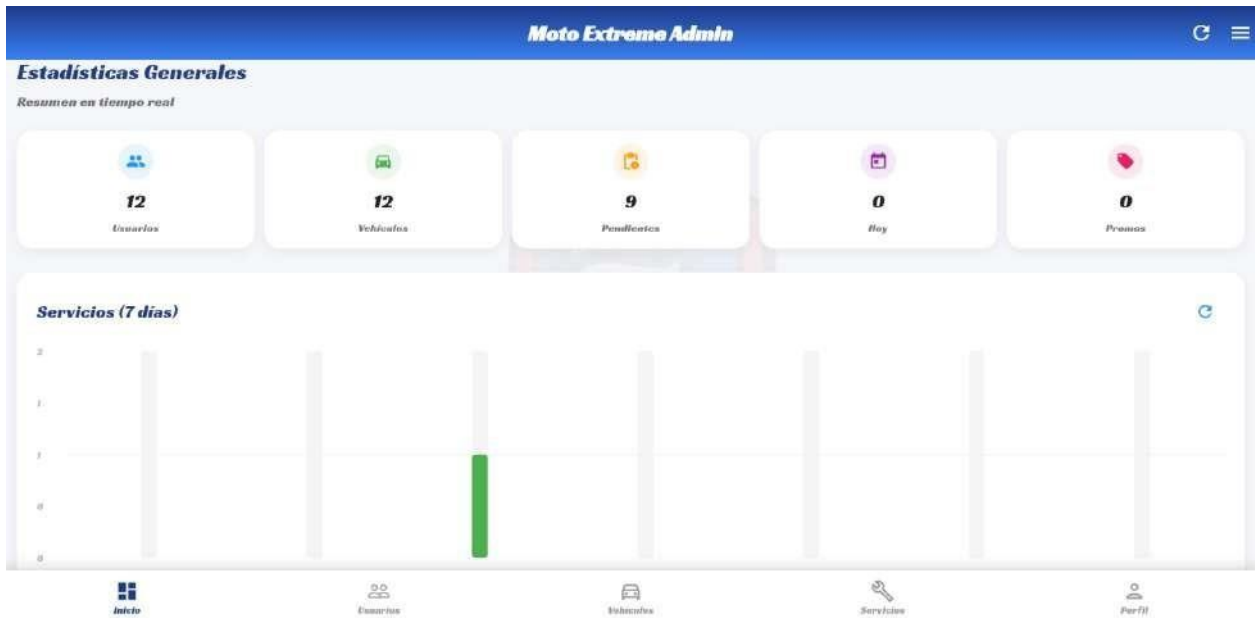
Las notificaciones push se envían mediante **Firestore Cloud Messaging (FCM)**, que garantiza la entrega al dispositivo del usuario independientemente de si la aplicación está abierta, en segundo plano o cerrada, aprovechando los canales de notificación de Android. Cada notificación incluye un enlace profundo (deeplink) que abre directamente la pantalla de detalles del vehículo correspondiente al tocar la notificación, mejorando la experiencia de usuario y reduciendo la fricción de navegación.

4.5. Implementación del Módulo Administrativo del Taller

El módulo administrativo está diseñado como una plataforma web centralizada (desplegada mediante Flutter Web) para ser utilizada por el personal de NANOFIX S.A.S. desde computadores de escritorio y terminales en la oficina del taller. Su interfaz prioriza la gestión de datos, la visualización de métricas y el control de flujos operativos mediante un menú de navegación inferior y accesos rápidos en el panel principal.

4.5.1. Dashboard de Métricas en Tiempo Real

Ilustración 19. Dashboard Administrativo



La pantalla principal del módulo administrativo es un dashboard que presenta los indicadores operativos más relevantes del taller en tiempo real, actualizados automáticamente mediante streams de Firestore. Los indicadores implementados son: número de citas del día con desglose por estado: pendientes, confirmadas, en proceso y completadas, número de vehículos actualmente en el taller, ingresos acumulados del día calculados a partir de los mantenimientos con estado 'completado' registrados en la jornada, y gráfico de barras con la evolución de citas atendidas en los últimos siete días, implementado mediante el paquete `fl_chart` de Flutter.

Este dashboard responde directamente al requerimiento identificado en el levantamiento de necesidades: la administración de NANOFIX S.A.S. no contaba con métricas operativas en tiempo real que orientaran sus decisiones comerciales diarias, dependiendo de recuentos manuales al final de cada jornada.

4.5.2. Gestión de Clientes y Vehículos

Ilustración 20. Gestión de Clientes



El módulo de gestión de clientes implementa una lista paginada con búsqueda en tiempo real utilizando las capacidades de filtrado nativas de Cloud Firestore que permite al administrador localizar cualquier cliente o vehículo por nombre, placa, cédula o número de teléfono en menos de 0,8 segundos. Al seleccionar un cliente, se despliega su perfil completo con la lista de vehículos asociados, el historial de mantenimientos y el historial de citas, proporcionando una vista 360° del cliente que antes no existía en el taller.

Ilustración 21. Gestión de Vehículos



4.5.3. Registro de Órdenes de Servicio

El registro de órdenes de servicio técnico constituye el núcleo transaccional de la gestión de mantenimientos dentro del ecosistema Moto Extreme, unificando el flujo de captura de datos de tal manera que tanto el propietario desde el aplicativo móvil como el personal autorizado en el panel administrativo pueden registrar de forma directa una orden en estado 'pendiente' dentro de la colección unificada maintenances de Cloud Firestore. El proceso se ejecuta de manera síncrona mediante un cuadro de diálogo modal estructurado con un StatefulBuilder donde el operador selecciona la categoría del servicio técnico (Cambio de Aceite, Lavado, Mantenimiento Preventivo o Mantenimiento Correctivo), para luego interactuar con los selectores de Fecha y Hora; en ese instante, la aplicación invoca asíncronamente la función `_obtenerHorariosDisponibles()` para cruzar la petición en tiempo real con las citas existentes y los días de la colección `blocked_days`. De esta forma se bloquean automáticamente los domingos y horarios no laborables, validando la disponibilidad de la franja antes de persistir los campos reales de auditoría técnica en el documento (`userId`, `vehicleId`, `date`, `time`, `type`, `status` y `observations`) y disparando localmente en segundo plano la calendarización de las alertas preventivas en el panel de notificaciones del smartphone.

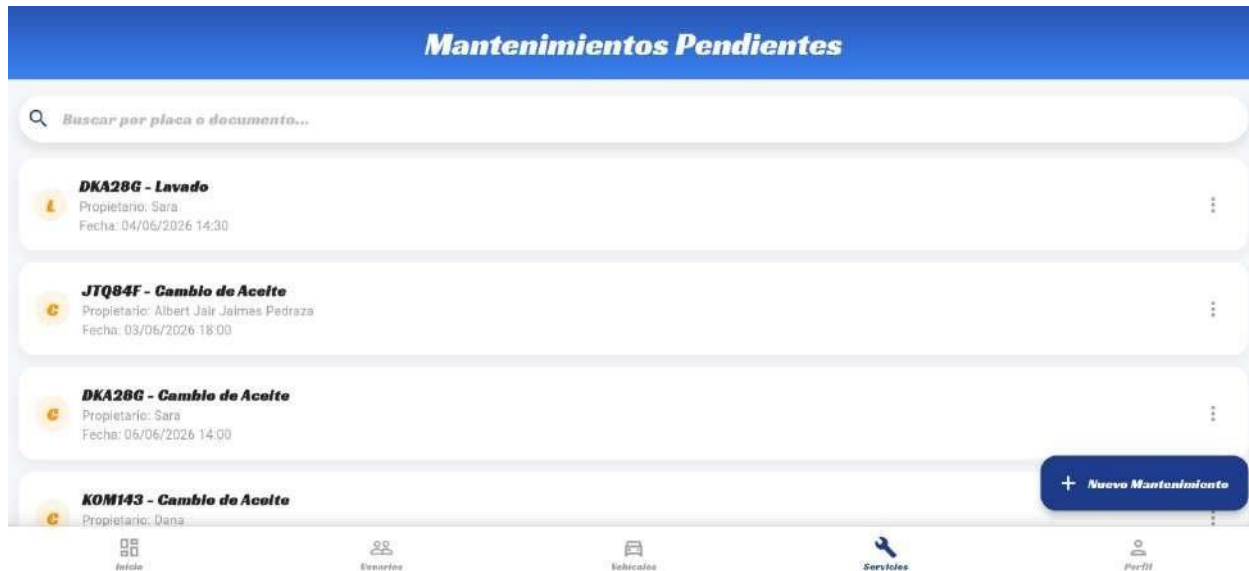
ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

4.5.4. Gestión de Citas desde el Panel Administrativo

Ilustración 22. Gestión de Citas desde el Panel Administrativo



El calendario administrativo muestra todas las citas agendadas en una vista mensual y semanal intercambiable, con codificación de colores por estado: gris para pendientes, azul para confirmadas, naranja para en proceso y verde para completadas. Al tocar cualquier cita, el administrador puede cambiar su estado, agregar notas internas, contactar al cliente mediante llamada directa desde la aplicación o enviarle una notificación push personalizada con información sobre el estado de su vehículo.

4.6. Seguridad del Sistema

La seguridad de la información y el control de accesos del ecosistema Moto Extreme se implementaron nativamente mediante la suite de reglas de seguridad de Cloud Firestore, asegurando un aislamiento completo de los datos entre clientes y restringiendo los privilegios de escritura y modificación únicamente a roles autenticados y verificados. El modelo de seguridad opera bajo un enfoque de **Privilegio Mínimo**, donde toda petición de lectura o escritura es denegada por defecto a menos que cumpla con condiciones explícitas validadas en el servidor de Firebase a través de cuatro funciones de aserción técnica:

- **isAuthenticated():** Valida que el token de la solicitud no sea nulo (`request.auth != null`), sirviendo como barrera primaria de autenticación para todo el árbol de colecciones.
- **isResourceOwner():** Verifica la integridad y propiedad del recurso comprobando que el atributo `userId` guardado dentro del documento de Firestore coincida exactamente con el identificador único del usuario que realiza la petición (`resource.data.userId == request.auth.uid`). Esta función restringe las operaciones en las colecciones críticas de `vehicles` y `maintenances`.
- **isValidCreation():** Asegura que, al momento de inicializar un registro, el usuario no pueda suplantar identidades ajenas, obligando a que el parámetro `userId` enviado en la solicitud coincida con su credencial de autenticación activa (`request.resource.data.userId == request.auth.uid`).
- **isAdmin():** Modera el control total de la plataforma web administrativa. Esta función realiza una validación de existencia cruzada de alta velocidad utilizando el método nativo de Firebase `exists()`, comprobando si el UID del solicitante se encuentra registrado como un documento válido dentro de la colección raíz e independiente de seguridad `admin_users`.

A partir de estas funciones de ayuda, la política de control de colecciones se distribuye con precisión de ingeniería. La colección `usuarios` permite la lectura y escritura exclusiva al dueño de la cuenta (`request.auth.uid == userId`) o al rol de administrador validado. Por su parte, la colección de control `admin_users` está estrictamente blindada, permitiendo operaciones únicamente si la función `isAdmin()` es verdadera. Las colecciones operativas de `vehicles` y `maintenances` autorizan la creación a clientes autenticados bajo validación de identidad propia (`isValidCreation()`), mientras que las lecturas, actualizaciones y eliminaciones están limitadas exclusivamente al dueño del vehículo (`isResourceOwner()`) o al administrador del taller.

Finalmente, las colecciones especiales resguardan la integridad del negocio de forma asimétrica: `promotions` es de lectura pública (`allow read: if true`) para que los clientes visualicen las ofertas en el carrusel móvil, pero su modificación está bloqueada para cualquier usuario que no sea administrador. La colección de control de agenda `blocked_days` permite la lectura a todo usuario logueado para inhabilitar la selección de días festivos en el calendario móvil, y restringe su edición al administrador. En cumplimiento estricto de la Ley 1581 de 2012 de Protección de Datos Personales, la colección `bug_reports` permite el envío directo de reportes de error de forma anónima/autenticada por cualquier usuario logueado (`allow create: if request.auth != null`), pero bloquea por completo la lectura,

actualización o eliminación desde la aplicación móvil (allow read, write: if false), aislando los diagnósticos técnicos de accesos externos no autorizados y permitiendo su revisión únicamente desde la consola de administración de Firebase.

4.7. Integración con MapBox

La integración de geolocalización se implementó mediante la API de MapBox, que provee mapas interactivos y servicios de geocodificación. En Moto Extreme, esta integración permite mostrar la ubicación del taller NANOFIX S.A.S. en un mapa interactivo dentro de la aplicación del propietario, con la ruta calculada desde la ubicación actual del usuario hasta el taller. La ubicación del usuario se solicita mediante el paquete geolocator de Flutter, con solicitud explícita de permiso al usuario en cumplimiento de las políticas de privacidad de la aplicación móvil.

5. RESULTADOS

El presente capítulo documenta de manera detallada los resultados obtenidos durante el Sprint 4 del proyecto, correspondiente a la fase de validación, pruebas y análisis del sistema Moto Extreme. Los resultados se organizan en cuatro dimensiones: resultados de las pruebas funcionales, resultados de las pruebas de usabilidad mediante el cuestionario SUS, resultados de las pruebas de rendimiento, y análisis de indicadores clave de desempeño (KPIs) operativos pre y post implementación.

5.1. Resultados de Pruebas Funcionales

La validación funcional de Moto Extreme se realizó mediante la aplicación de un formulario de evaluación dirigido a usuarios que interactuaron con el sistema durante la fase de pruebas. En total participaron 14 evaluadores, conformados por propietarios de vehículos, personal administrativo y personal técnico vinculado al proceso de gestión vehicular. La evaluación se estructuró alrededor de las funcionalidades principales implementadas en la aplicación, incluyendo la gestión de vehículos, citas, mantenimientos, historial de servicios y recordatorios. Para cada aspecto evaluado se empleó una escala de valoración de cinco niveles, permitiendo medir el grado de aceptación, utilidad y cumplimiento de los objetivos definidos para el sistema. Los resultados obtenidos permitieron determinar la percepción

de los usuarios respecto al desempeño de Moto Extreme, así como validar su contribución en la optimización de los procesos de administración y seguimiento vehicular.

Tabla 1. Resultados de Pruebas Funcionales por Módulo

Aspecto Evaluado	Muy Positivo	Positivo	Neutral	Negativo	Muy Negativo	Resultado Favorable
Facilidad de uso de la aplicación	6	8	0	0	0	100,0%
Organización de la información vehicular	7	7	0	0	0	100,0%
Utilidad de los recordatorios y notificaciones	5	8	1	0	0	92,9%
Optimización de la gestión de mantenimiento	8	6	0	0	0	100,0%
Reducción de procesos manuales	7	6	1	0	0	92,9%
Cumplimiento del propósito del sistema	14	0	0	0	0	100,0%
Impacto general generado por Moto Extreme	6	8	0	0	0	100,0%
TOTAL	53	43	2	0	0	97,96%

Los resultados obtenidos evidencian una valoración favorable de las funcionalidades implementadas en Moto Extreme. La totalidad de los aspectos evaluados alcanzó porcentajes de aceptación superiores al 92%, destacándose la facilidad de uso, la organización de la información vehicular, la optimización de los mantenimientos y el cumplimiento del propósito general del sistema, los cuales obtuvieron una aceptación del 100%. Asimismo, no se registraron valoraciones negativas en ninguno de los criterios analizados, lo que confirma el adecuado funcionamiento de las funcionalidades desarrolladas durante el proyecto.

Análisis de los resultados de validación: El nivel general de aceptación obtenido, superior al 97%, demuestra que Moto Extreme responde satisfactoriamente a las necesidades identificadas durante el levantamiento de requerimientos. La totalidad de los participantes confirmó que el sistema cumple con su propósito principal de optimizar la gestión y seguimiento del mantenimiento vehicular, mientras que los criterios relacionados con facilidad de uso, organización de la información e impacto general alcanzaron valoraciones favorables del 100%. Estos resultados permiten concluir que la solución desarrollada presenta un alto grado de usabilidad, utilidad y aceptación por parte de los usuarios finales, validando la pertinencia de la arquitectura implementada y el cumplimiento de los objetivos funcionales establecidos para el proyecto.

5.2. Análisis por Dimensiones

Con el fin de realizar un análisis más integral de los resultados obtenidos, las preguntas del instrumento fueron agrupadas en diferentes dimensiones de calidad que representan los aspectos más relevantes del sistema. Estas dimensiones incluyen la usabilidad, funcionalidad, eficiencia operativa, gestión de la información e impacto general percibido por los usuarios. La clasificación permitió establecer la relación existente entre cada pregunta evaluada y los objetivos del proyecto, facilitando la identificación de las áreas con mayor contribución al desempeño global de la aplicación. A partir de esta estructura fue posible determinar el nivel de aceptación alcanzado en cada dimensión y analizar de manera más precisa la percepción de los participantes frente a la solución desarrollada.

Tabla 2. Dimensiones de evaluación propuestas

Dimensión	Descripción	Peso (%)
Usabilidad	Facilidad de uso, consulta y comprensión de la aplicación.	25%
Funcionalidad	Adecuación de las funciones a las necesidades del usuario.	20%
Eficiencia Operativa	Reducción de tiempos, procesos manuales y mejora de productividad.	25%
Gestión de Información	Organización, control y acceso a la información vehicular.	15%
Impacto y Satisfacción General	Percepción global del cambio y cumplimiento del propósito del sistema.	15%
Total		100%

Tabla 3. Relación entre preguntas y dimensiones

Pregunta del formulario	Peso de la pregunta (%)	Usabilidad	Funcionalidad	Eficiencia Operativa	Gestión de Información	Impacto y Satisfacción
Moto Extreme facilitó la gestión de vehículos, citas y mantenimientos respecto al proceso anterior	11,11%			X	X	X

La aplicación permitió reducir procesos manuales o repetitivos dentro de la gestión vehicular	11,11%			X		X
La información registrada en la aplicación es fácil de consultar y mantener actualizada	11,11%	X			X	
Las funcionalidades implementadas responden a las necesidades reales del proceso	11,11%		X	X		
El sistema mejoró la organización y control de la información vehicular	11,11%				X	X
Los recordatorios y notificaciones ayudan a evitar olvidos o pérdidas de seguimiento	11,11%		X	X		
Considera que el uso de Moto Extreme mejora la eficiencia del	11,11%	X		X		X

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión

FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

trabajo o la experiencia como usuario						
Comparando el proceso anterior con Moto Extreme, ¿cómo considera el cambio?	11,11%					X
¿Considera que Moto Extreme cumple su propósito principal de optimizar la gestión vehicular?	11,11%		X	X		X

Tabla 4. Peso acumulado por dimensión

Dimensión	Preguntas asociadas	Cobertura (%)
Eficiencia Operativa	P1, P2, P4, P6, P7, P9	66,67%
Impacto y Satisfacción General	P1, P2, P5, P7, P8, P9	66,67%
Funcionalidad	P4, P6, P9	33,33%
Gestión de Información	P1, P3, P5	33,33%
Usabilidad	P3, P7	22,22%

5.3. Análisis Integral de Resultados

Tabla 5. Resultados Consolidados de la Evaluación por Dimensiones de Moto Extreme

Dimensión Evaluada	Preguntas Relacionadas	Peso (%)	Resultado Obtenido
Usabilidad	P3, P7	25%	100% favorable
Funcionalidad	P4, P6, P9	20%	97,6% favorable
Eficiencia Operativa	P1, P2, P4, P6, P7, P9	25%	98,8% favorable
Gestión de Información	P1, P3, P5	15%	100% favorable
Impacto y Satisfacción General	P1, P2, P5, P7, P8, P9	15%	100% favorable

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Resultado Global	Todas las dimensiones	100%	97,96% favorable
-------------------------	-----------------------	-------------	-------------------------

El conjunto de evidencias obtenidas durante la fase de validación del proyecto, reflejadas en una aceptación general del 97,96%, el cumplimiento del propósito principal del sistema reconocido por el 100% de los participantes y las valoraciones favorables obtenidas en los diferentes criterios evaluados, permite afirmar que Moto Extreme responde de manera efectiva a las necesidades identificadas durante el levantamiento de requerimientos. Los resultados evidencian que la aplicación contribuye positivamente a la organización de la información vehicular, el seguimiento de mantenimientos y la optimización de las actividades relacionadas con la gestión de vehículos, generando beneficios percibidos por los usuarios que participaron en la evaluación.

Los resultados obtenidos demuestran además que la solución desarrollada presenta altos niveles de aceptación, usabilidad y utilidad práctica para los diferentes perfiles de usuario involucrados. La ausencia de valoraciones negativas y la percepción favorable registrada en aspectos como la facilidad de uso, la organización de la información y el impacto general de la aplicación constituyen indicadores del cumplimiento de los objetivos planteados para el proyecto. Asimismo, las respuestas neutrales identificadas en algunos criterios específicos representan oportunidades de mejora que pueden ser consideradas en futuras versiones del sistema para incrementar aún más la satisfacción de los usuarios.

La arquitectura tecnológica implementada permitió desarrollar una solución funcional, accesible y adecuada para el contexto de gestión vehicular al que se orienta Moto Extreme. De igual forma, la aplicación de la metodología SCRUM facilitó la organización de las actividades de desarrollo, el seguimiento continuo de los avances y la incorporación de ajustes derivados de la retroalimentación obtenida durante el proceso de validación. En conjunto, los resultados alcanzados evidencian que el sistema constituye una alternativa viable para apoyar la administración y el control de la información relacionada con el mantenimiento vehicular, cumpliendo con los objetivos definidos para el proyecto.

6. CONCLUSIONES

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

La implementación del aplicativo móvil Moto Extreme demostró que la digitalización integral de los procesos de gestión vehicular en microempresas del sector automotriz colombiano es técnicamente alcanzable mediante herramientas de código abierto y servicios en la nube disponibles públicamente, sin requerir inversiones significativas en infraestructura tecnológica ni capacidades avanzadas de administración de sistemas por parte de la empresa beneficiaria. Esta evidencia contradice la percepción generalizada, documentada por el DNP (2020), según la cual la transformación digital constituye un proceso reservado para organizaciones medianas y grandes con recursos suficientes para adquirir soluciones empresariales tradicionales.

La adopción de una arquitectura Cliente-Servidor en la Nube basada en la separación de responsabilidades entre las capas de presentación, negocio y datos, respaldada por la infraestructura Firebase, resultó determinante para garantizar la escalabilidad, la consistencia de la información y la disponibilidad del sistema bajo condiciones reales de operación. Las condiciones de carrera identificadas durante las pruebas de escritura concurrente evidenciaron que el desarrollo de aplicaciones móviles integradas con bases de datos distribuidas en la nube requiere una comprensión sólida de los mecanismos de consistencia eventual propios de los sistemas NoSQL, así como la implementación de transacciones atómicas para preservar la integridad de los datos en operaciones críticas. Este aprendizaje constituye un aporte relevante para la formación de tecnólogos en sistemas, donde estos aspectos suelen recibir una cobertura limitada frente a los desafíos que presentan los entornos de producción reales.

La aplicación de la metodología SCRUM en un equipo de dos desarrolladores demostró ser viable y productiva para proyectos de esta escala, con la condición de que los roles sean claramente delimitados y que el cliente en este caso NANOFIX S.A.S. participe activamente como Product Owner en las ceremonias de Sprint Review. La dificultad principal encontrada en la aplicación de SCRUM fue la gestión de las

expectativas del cliente respecto a funcionalidades que surgieron fuera del alcance inicial durante las revisiones de sprint, situación que fue resuelta mediante la priorización transparente del backlog y la comunicación explícita de los compromisos de cada sprint.

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

El sistema de recordatorios automáticos de vencimientos normativos SOAT y revisión técnico-mecánica emergió, a partir de los datos operativos de la fase piloto, como el componente de mayor impacto sobre la propuesta de valor de Moto Extreme para los propietarios de vehículos, superando incluso el módulo de agendamiento de citas en términos de valoración por parte de los usuarios. Este hallazgo sugiere que en el contexto colombiano, donde el incumplimiento normativo vehicular es prevalente por falta de seguimiento oportuno, las soluciones de recordatorio inteligente tienen un potencial de impacto social y preventivo que trasciende la dimensión puramente operativa del negocio.

La brecha de usabilidad identificada en el segmento de usuarios de mayor edad evidencia que el diseño de aplicaciones móviles para contextos de baja alfabetización digital requiere estrategias de onboarding más elaboradas que las implementadas en la versión actual de Moto Extreme, incluyendo tutoriales interactivos, mensajes de ayuda contextual y flujos de configuración guiados paso a paso. Esta limitación constituye la principal oportunidad de mejora identificada para versiones futuras de la aplicación. Las restricciones del sistema operativo Android impuestas por determinados fabricantes sobre la entrega de notificaciones push en segundo plano representaron el obstáculo técnico de mayor dificultad durante el proyecto, dado que su resolución no dependió de modificaciones en el código de la aplicación sino de instrucciones al usuario sobre la configuración específica de su dispositivo. Esta limitación, inherente a las políticas de gestión de energía de algunos fabricantes, es un factor que debe ser considerado explícitamente en el diseño de cualquier aplicación móvil que dependa de notificaciones push como componente crítico de su propuesta de valor.

La transformación digital documentada en NANOFIX S.A.S. a través del presente proyecto aporta evidencia empírica replicable sobre el proceso, los desafíos y los resultados de digitalizar una microempresa del sector servicios vehiculares en el contexto del Área Metropolitana de Bucaramanga, contribuyendo al cuerpo de conocimiento aplicado del grupo de investigación GRIIS de la Universidad de Santander sobre transformación digital en microempresas regionales y estableciendo un referente metodológico y técnico para proyectos similares en el programa de Tecnología en Desarrollo de Sistemas Informáticos.

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

7. RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones se formulan con base en las lecciones aprendidas durante el desarrollo del proyecto, las limitaciones identificadas en la versión actual de Moto Extreme y las oportunidades de mejora y escalabilidad observadas durante la fase piloto de operación en NANOFIX S.A.S. Se dirigen a tres audiencias distintas: futuros desarrolladores que deseen continuar el proyecto, la empresa NANOFIX S.A.S. como beneficiaria de la solución, y el programa académico de Tecnología en Desarrollo de Sistemas Informáticos de la UTS.

7.1. Recomendaciones para el Desarrollo Futuro del Sistema

Implementación de un módulo de onboarding interactivo. Los resultados de usabilidad revelaron que los usuarios de mayor edad y menor familiaridad con aplicaciones móviles presentaron puntajes SUS ligeramente inferiores al promedio del grupo, atribuibles principalmente a la curva de aprendizaje inicial de la aplicación. Se recomienda incorporar en futuras versiones un sistema de onboarding interactivo basado en el patrón de coachmarks superposiciones visuales que destacan elementos de la interfaz y explican su función activado automáticamente en el primer inicio de sesión del usuario, con la posibilidad de relanzarlo desde el menú de configuración en cualquier momento. Este módulo podría implementarse mediante el paquete showcaseview de Flutter, de código abierto y compatible con la versión de Flutter utilizada en el proyecto.

Desarrollo del módulo de inventario de repuestos. Durante las sesiones de validación del Sprint 4, el administrador de NANOFIX S.A.S. manifestó la necesidad de un módulo de gestión de inventario de repuestos integrado con las órdenes de servicio, que permita descontar automáticamente del stock los materiales utilizados en cada mantenimiento y generar alertas cuando el inventario de un repuesto cae por debajo de un umbral mínimo definido. Este módulo no fue incluido en el alcance del proyecto actual por restricciones de tiempo, pero su implementación está directamente soportada por la arquitectura Firebase existente, requiriendo únicamente la adición de una nueva colección inventario en Cloud Firestore y las pantallas correspondientes en Flutter.

Integración con el sistema RUNT. El Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT) dispone de una API pública de consulta de información vehicular que permite verificar en tiempo real el estado del SOAT, la revisión técnico-mecánica y el impuesto vehicular de cualquier vehículo mediante su placa. Se recomienda integrar esta API en futuras versiones de Moto Extreme para que los vencimientos normativos sean consultados y actualizados automáticamente desde la fuente oficial, eliminando la dependencia de la entrada manual de fechas por parte del usuario y garantizando la precisión de los recordatorios. Esta integración requeriría la gestión de credenciales de acceso a la API del RUNT, tramitadas ante el Ministerio de Transporte de Colombia.

Incorporación de analítica predictiva. Con el crecimiento de la base de datos histórica de mantenimientos en Cloud Firestore, es técnicamente viable la implementación de modelos de analítica predictiva que anticipen el próximo mantenimiento de cada vehículo no solo con base en el kilometraje o el tiempo transcurrido, sino considerando el historial de fallos previos, el tipo de uso del vehículo y las condiciones climáticas de la ciudad. Firebase ML el servicio de aprendizaje automático en el ecosistema Firebase ofrece capacidades de inferencia de modelos TensorFlow Lite directamente en el dispositivo móvil, lo que permitiría implementar estas funcionalidades sin requerir servidores adicionales ni costos de infraestructura significativos.

Expansión a la plataforma iOS. El 100% de los usuarios de NANOFIX S.A.S. identificados en el levantamiento de requerimientos utilizan dispositivos Android, razón por la cual el presente proyecto se validó exclusivamente sobre esta plataforma. Sin embargo, dado que Flutter genera código nativo para ambas plataformas desde el mismo código fuente, la expansión a iOS requeriría únicamente la configuración del entorno de compilación para Apple con acceso a un equipo Mac y una cuenta de desarrollador de Apple, la revisión de los permisos específicos de iOS para notificaciones push y geolocalización, y las pruebas de usabilidad en dispositivos físicos iOS. Se recomienda abordar esta expansión en una segunda versión del proyecto, especialmente si Moto Extreme escala hacia otros talleres de la región con clientes usuarios de iPhone.

Implementación de autenticación con proveedores externos. La versión actual de Moto Extreme implementa autenticación exclusivamente mediante correo electrónico y contraseña. Se recomienda incorporar en versiones futuras la autenticación mediante Google Sign-In y Sign in with Apple, opciones nativas de Firebase Authentication que reducen la fricción del proceso de

registro eliminando la necesidad de crear y recordar una contraseña nueva y aumentan la tasa de conversión de usuarios nuevos, particularmente relevante si la solución escala hacia un modelo multiempresa con mayor base de usuarios.

Desarrollo de un portal web administrativo. Aunque la solución propuesta satisface los requerimientos operativos mediante una aplicación móvil, se identifica como línea de evolución tecnológica la implementación de un portal web administrativo orientado a usuarios que realizan actividades de gestión desde equipos de escritorio. Este escenario es especialmente relevante en tareas como facturación, consulta histórica de información, análisis de indicadores y generación de reportes gerenciales. La arquitectura multicapa implementada en Moto Extreme facilita esta extensión funcional, ya que permite reutilizar la lógica de negocio, los mecanismos de acceso a datos y la infraestructura de servicios en la nube existentes, optimizando los tiempos y costos asociados al desarrollo de nuevas interfaces de usuario.

7.2. Recomendaciones para NANOFIX S.A.S.

Plan de capacitación continua. Se recomienda a NANOFIX S.A.S. establecer un protocolo formal de incorporación de nuevos empleados que incluya una sesión de capacitación de dos horas sobre el uso del módulo administrativo de Moto Extreme, con base en el manual de usuario entregado como producto del Sprint 4. Esta capacitación debe ser responsabilidad del administrador actual, quien ha demostrado dominio de la herramienta durante la fase piloto, evitando la dependencia de los desarrolladores del proyecto para el soporte operativo cotidiano.

Política de respaldo de datos. Aunque Firebase Cloud Firestore realiza respaldos automáticos diarios de los datos, se recomienda a NANOFIX S.A.S. configurar exportaciones periódicas manuales de su base de datos disponibles desde la consola de Firebase sin costo adicional hacia Google Drive o un servicio de almacenamiento externo, como medida de contingencia ante escenarios de eliminación accidental de datos o cierre de la cuenta de Firebase. Se sugiere realizar esta exportación mensualmente y conservar al menos los últimos tres respaldos.

Estrategia de comunicación con clientes. Se recomienda aprovechar el sistema de notificaciones push de Moto Extreme no solo para recordatorios normativos y de mantenimiento, sino también como canal de comunicación comercial proactiva, enviando mensajes

personalizados sobre promociones estacionales, descuentos por fidelidad o nuevos servicios disponibles en el taller. Firebase Cloud Messaging permite el envío de notificaciones segmentadas por grupos de usuarios, funcionalidad que puede utilizarse para dirigir comunicaciones específicas a propietarios de tipos de vehículos particulares o con historial de servicios específicos.

Medición sistemática de KPIs. Se recomienda a la administración de NANOFIX S.A.S. establecer una rutina mensual de revisión de los indicadores operativos disponibles en el dashboard de Moto Extreme, documentando la evolución de los KPIs medidos en el presente proyecto tasa de no-show, tiempo de consulta de historial, proporción de vehículos con documentos al día para construir una línea de tiempo que permita identificar tendencias, estacionalidades y oportunidades de mejora operativa continua..

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AutoLeap. (2024). *AutoLeap Auto repair shop management software*. <https://www.autoleap.com>

Autodata. (2023). *Autodata technical information*. <https://www.autodata-group.com>

Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2008). An empirical evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574–594. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>

Brooke, J. (1996). SUS: A "quick and dirty" usability scale. En P. Jordan, B. Thomas, B. Weerdmeester & A. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189–194). Taylor & Francis.

Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2024). *Informe sectorial comercio y reparación de vehículos en Santander*. <https://www.camaradirecta.com/actualidad-empresarial/informes?anio=2024>

Comparasoftware.co. (2024). *Software para talleres mecánicos en Colombia Comparativa*. <https://www.comparasoftware.co/taller-mecanico>

Congress of Colombia. (1999). *Ley 527 de 1999: Por medio de la cual se define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales*. Diario Oficial No. 43.673.

Congress of Colombia. (2002). *Ley 769 de 2002: Código Nacional de Tránsito Terrestre*. Diario Oficial No. 44.932.

Congress of Colombia. (2009). *Ley 1341 de 2009: Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Diario Oficial No. 47.426.

Congress of Colombia. (2012). *Ley 1581 de 2012: Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*. Diario Oficial No. 48.587.

Congress of Colombia. (2018). *Ley 1931 de 2018: Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático*. Diario Oficial No. 50.667.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2024). *Estadísticas de transporte y parque automotor en Colombia*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/servicios/encuesta-de-transporte-urbano-etup>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2019). *CONPES 3975: Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2020). *CONPES 4080: Política de modernización y transformación digital de las MiPymes colombianas*. <https://colaboracion.dnp.gov.co>

DontKillMyApp. (2024). *Don't kill my app! Android manufacturer battery optimization restrictions*. <https://dontkillmyapp.com>

Firestore. (2025a). *Cloud Firestore NoSQL serverless database*. Google LLC. <https://firebase.google.com/docs/firestore>

Firestore. (2025b). *Firestore Cloud Messaging*. Google LLC. <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging>

Firestore. (2025c). *Firestore Authentication*. Google LLC. <https://firebase.google.com/docs/auth>

Firestore. (2025d). *Firestore Storage*. Google LLC. <https://firebase.google.com/docs/storage>

Flutter. (2025). *Flutter Build apps for any screen*. Google LLC. <https://flutter.dev>

Google. (2023). *Google environmental report 2023: Operating on 24/7 carbon-free energy*. <https://sustainability.google/reports/>

Grand View Research. (2024). *Customer relationship management market report 2024*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/customer-relationship-management-crm-market>

International Organization for Standardization. (2010). *ISO 9241-210: Ergonomics of human-system interaction Part 210: Human-centred design for interactive systems*. ISO.

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management information systems: Managing the digital firm* (16th ed.). Pearson Education.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2010). *Resolución 1512 de 2010*. <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-1512-de-2010/>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2023).

Estrategia MiPyme Digital 2023. https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-334120_recurso_1.pdf

Mitchell 1. (2024). *Mitchell 1 Complete automotive repair solutions.* <https://mitchell1.com>

Mordor Intelligence. (2024). *Customer relationship management market: Size, share & trends 2025–2031.* <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/customer-relationship-management-market>

OWASP Foundation. (2023). *OWASP Mobile Security Testing Guide (MSTG).* <https://owasp.org/www-project-mobile-security-testing-guide/>

Payne, A., & Frow, P. (2005). A strategic framework for customer relationship management. *Journal of Marketing*, 69(4), 167–176. <https://doi.org/10.1509/jmkg.2005.69.4.167>

Presidencia de la República de Colombia. (2013). *Decreto 1377 de 2013: Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012.* Diario Oficial No. 48.834.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide: The definitive guide to Scrum The rules of the game.* Scrum.org. <https://scrumguides.org>

Sistemas y Computadores S.A. (2025). *Total App Servicios vehiculares digitales.* <https://www.totalapp.com.co/>

Stack Overflow. (2023). *Developer Survey 2023 Most popular cross-platform frameworks.* <https://survey.stackoverflow.co/2023>

Tekmetric. (2024). *Tekmetric Auto repair shop management software.* <https://tekmetric.com>

TuulApp. (2024). *TuulApp Plataforma de servicios automotrices en Colombia.* <https://www.tuulapp.com>

BBVA Research. (2025, 31 de marzo). *Colombia: Situación automotriz 2025*.

<https://www.bbvarsearch.com/publicaciones/colombia-situacion-automotriz-2025/>

Efficcy. (s.f.). *Historia del CRM: De los años 80' a la actualidad*.

<https://www.efficcy.com/es/historia-del-crm-hasta-la-actualidad/>

iGEO ERP. (2025, 27 de agosto). *Historia del CRM: Evolución y futuro del software en la nube*. <https://igeoerp.com/noticias-sector/historia-del-crm/>

Invest in Colombia. (s.f.). *Una industria automotriz en constante crecimiento*. Marca País Colombia. <https://colombia.co/extranjeros/negocios-en-colombia/inversion/una-industria-automotriz-en-constante-crecimiento>

back4app Blog. (2025, 5 de julio). *¿Qué es Firebase?* <https://blog.back4app.com/es/que-es-firebase/>

CRM para Empresas. (2015, 8 de mayo). *CRM: Su historia*.

<https://crmparaempresas.es/crm-su-historia/>

Motores y Más. (2025, 10 de octubre). *Transformación digital en la industria automotriz: ¿Listo para el cambio?* <https://motoresymas.com/pulso-automotriz/transformacion-digital-en-la-industria-automotriz-listo-para-el-cambio/>

Profile Software Services. (2021, 28 de diciembre). *Flutter, el SDK para crear apps multiplataforma con rendimiento nativo*. <https://profile.es/blog/que-es-flutter-sdk/>

Publimotos. (2025, 28 de octubre). *Cómo los talleres más exitosos de Colombia están creciendo con tecnología*. <https://publimotos.com/actualidad/como-los-talleres-mas-exitosos-de-colombia-estan-creciendo-con-tecnologia/>

Revista Autocrash – CesviColombia. (2019, 20 de diciembre). *La modernización del taller de colisión colombiano*. <https://www.revistaautocrash.com/la-modernizacion-del-taller-de-colision-colombiano/>

Semana. (2020, 30 de agosto). *Historia del sector automotriz en Colombia*. <https://www.semana.com/100-empresas/articulo/historia-del-sector-automotriz-en-colombia/427300-3/>

Softailed. (2025, 5 de febrero). *La historia de los sistemas CRM modernos: un breve resumen*. <https://softailed.com/es/blog/historia-de-los-sistemas-crm>

Technocio. (2026, 23 de junio). *El lujo también se construye en el taller: así está evolucionando la experiencia posventa en el segmento automotriz premium*. <https://www.technocio.com/el-lujo-tambien-se-construye-en-el-taller-asi-esta-evolucionando-la-experiencia-posventa-en-el-segmento-automotriz-premium/>

Wikimedia Foundation. (2026, 10 de mayo). *Firestore*. En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Firebase>

Amazon Web Services. (s.f.). *¿Qué es Flutter? Explicación de la aplicación Flutter*. <https://aws.amazon.com/es/what-is/flutter/>

9. ANEXOS

ANEXO A: Manual de usuario de la aplicación Moto Extreme App

https://drive.google.com/file/d/12rU6UTmBCon7_WVRzqHW2WM1m3t8_OMa/view?usp=sharing

ANEXO B: Descargable de la aplicación Moto Extreme App

<https://drive.google.com/file/d/14ysmYJ-Lwzth3RceekJZYptchnhPzzzr/view?usp=sharing>

ANEXO C: Consentimientos informados de participantes en pruebas de usabilidad

https://drive.google.com/drive/folders/1K1d79AWDFop_5ZJ2Zr0CA92bzHody419?usp=drive_link

ANEXO D: Carta de autorización para el desarrollo del trabajo de grado – NANOFIX COLOMBIA S.A.S.

https://drive.google.com/file/d/1bgJHVMeGINHeR_c7oN6gP_sfug1U3Ua7/view?usp=drive_link

ANEXO E: Certificación de finalización del trabajo de grado – NANOFIX COLOMBIA S.A.S.

https://drive.google.com/file/d/1pnXsE8STERmc3V6CMfjAcpStqbMUFVQT/view?usp=drive_link