

**DIGITALIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN Y CONTROL DE LA INFORMACIÓN DEL
SERVICIO DE VACTOR QUE OFRECE LA EMPRESA AGUAS DE BUGA S.A. E.S.P**

JUAN ALEJANDRO LONDOÑO LÓPEZ

JAIME EDUARDO DIAZ TOBÓN

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS.

VALLE DEL CAUCA

TULUÁ

2025

**DIGITALIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN Y CONTROL DE LA INFORMACIÓN DEL
SERVICIO DE VACTOR QUE OFRECE LA EMPRESA AGUAS DE BUGA S.A. E.S.P**

JUAN ALEJANDRO LONDOÑO LÓPEZ

JAIME EDUARDO DIAZ TOBÓN

DIRECTOR

EDGAR DE JESÚS SANDOVAL

CODIRECTOR

VIVIAN MILEN OREJUELA

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS.

VALLE DEL CAUCA

TULUÁ

2025

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Jurado 3

Agradecimientos

Queremos agradecer a todas las personas que hicieron posible la realización del trabajo de grado, un proyecto que representa la dedicación y un trabajo en equipo. En primer lugar, al Ing. Edgar de Jesús Sandoval por el apoyo, orientación y paciencia para guiarnos en el proceso; su compromiso, conocimiento en el desarrollo de proyectos y aportes fueron muy valiosos para culminar tanto el proyecto como el documento.

Asimismo, deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestros padres, quienes con su amor incondicional, sacrificios y constante aliento nos han brindado la fortaleza para llegar hasta este punto. Su apoyo ha sido un pilar fundamental en nuestra formación personal y profesional. De igual manera, a nuestros hermanos, por su comprensión, ánimos y por haber compartido con nosotros este camino, llenándolo de momentos de alegría y complicidad que nos motivaron a seguir adelante.

Juan Alejandro y Jaime Eduardo

Resumen

Este trabajo de grado tiene como objetivo digitalizar el sistema de gestión y control de la información de Aguas de Buga S.A E.S. P de tal manera que incluye el registro, seguimiento de rutas y recolección de datos. Protección de propiedad intelectual. Buga S.A. E.S.P responde

donde se establecen los módulos de software contables. Se ha organizado en base a tres objetivos principales: recolectar los requisitos del sistema a partir del análisis de procesos actuales,

desarrollar una aplicación móvil y un portal web para la gestión de rutas, micro rutas, clientes y recursos operativos, y realizar el diseño e implementación de pruebas modulares para comprobar el correcto funcionamiento del software.

El sistema propuesto está basado en Java, utilizando Spring Boot como backend. Para el manejo de datos, Oracle Database es empleado. A la parte frontal, se le

desarrolla una aplicación móvil para uso fuera de línea por parte de los conductores, así como un portal web para administradores. La metodología adoptada incluye enfoque iterativo SCRUM:

reuniones con el cliente para definir requerimientos, pruebas directas y contar con los operarios para evaluaciones en campo.

Se anticipa que la solución tecnológica eliminará las limitaciones de la gestión manual de registros, mejorará la asignación de recursos y optimizará la trazabilidad operativa. El trabajo tiene como objetivo digitalizar el proceso de gestión y control de la información de gestión de rutas, micro rutas, clientes y recursos operacionales del servicio de vector, proporcionando una solución digitalmente adaptativa con aplicaciones prácticas para otros negocios y fomentando un

cambio social positivo, a la vez que se cumplen los objetivos de calidad y sostenibilidad de Aguas de Buga

Palabras Claves

Digitalización, Gestión de Información, Vactor, Aguas de Buga, Aplicación Móvil, Portal Web, Rutas, Micro rutas, SCRUM, Oracle Database, Spring Boot, React, Kotlin, Servicios Públicos, Trazabilidad Operativa, Optimización de Recursos, Servicios de Alcantarillado, Transformación Digital, Ingeniería de Software, Plataforma Web, Gestión de Clientes.

Abstract

This thesis aims to digitize the information management and control system of Aguas de Buga S.A. E.S.P., including registration, route tracking, and data collection. Intellectual property protection. Buga S.A. E.S.P. responds where the accounting software modules are established. It has been organized based on three main objectives: gather system requirements from the analysis of current processes, develop a mobile application and a web portal for managing routes, micro-routes, clients, and operational resources, and design and implement modular tests to verify the software's correct operation.

The proposed system is built based on Java, using Spring Boot as the backend. Oracle Database is used for data management. On the front end, a mobile application is developed for offline use by drivers, as well as a web portal for administrators. The methodology adopted includes an iterative SCRUM approach: meetings with the client to define requirements, direct testing, and involving operators for field evaluations.

The technological solution is expected to eliminate the limitations of manual record keeping, improve resource allocation, and optimize operational traceability. The project aims to digitize the management and control process for information on routes, micro-routes, customers, and operational resources for the Vactor service, providing a digitally adaptable solution with practical applications for other businesses and fostering positive social change, while meeting Aguas de Buga's quality and sustainability goals.

Keywords

Digitization, Information Management, Vactor, Aguas de Buga, Mobile Application, Web Portal, Routes, Micro-routes, SCRUM, Oracle Database, Spring Boot, React, Kotlin, Public Services, Operational Traceability, Resource Optimization, Sewer Services, Digital Transformation, Software Engineering, Web Platform, Customer Management.

Contenido

Resumen.....	5
Abstract.....	7
Introducción.....	12
Capítulo 1. Planteamiento del problema.....	14
1.1. Descripción del problema.....	14
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Justificación.....	16
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1. Objetivo General.....	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
1.5. Alcance y Limitaciones.....	19
1.5.1. Alcance.....	19
Capítulo 2. Marcos de Referencia.....	24
2.1. Antecedentes.....	24
2.1.1. Digitalización de procesos en servicios públicos de agua y saneamiento (Colombia, 2021).....	24
2.1.2. Gestión digital de residuos sólidos urbanos (Valencia, 2020).....	24
2.1.3. Transformación digital en empresas de servicios públicos (Antioquia, 2019).....	25
2.2. Marco Teórico.....	25
2.3. Marco Conceptual.....	27
2.3.1. Digitalización:.....	27
2.3.2. Metodología Scrum.....	28
2.3.3. Base de Datos.....	28
2.3.4. Computación en la Nube.....	28
2.3.5. Front End.....	28
2.3.6. Back end.....	29
2.3.7. Diagrama de Flujo.....	29
2.3.8. Gestión de Recursos.....	29
2.4. Marco Legal.....	30
2.4.1. Normativa sobre Protección de Datos y Privacidad.....	30
Capítulo 3. Metodologías de la Investigación.....	31
3.1. Tipo de Investigación:.....	31
3.2. Investigación mixta.....	31
3.3. Descripción de las fases del método:.....	32
3.3.1. Identificación de las necesidades:.....	32
3.3.2. Análisis y recolección de datos:.....	32
3.3.3. Definición de requerimientos.....	32
3.3.4. Diseño del sistema.....	33
3.3.5. Desarrollo e implementación.....	33
3.1.6. Pruebas y validación.....	33
Capítulo 4. Ingeniería del proyecto.....	34
4.1. Situación Actual.....	34
4.1.1. Falta de trazabilidad y registro manual:.....	34

	10
4.1.2 Ineficiencia en la planificación y seguimiento de rutas:	34
4.1.3 Posible desviación de vehículos y uso no autorizado:.....	34
4.1.4 Dificultad para generar informes de gestión:	35
4.2. Proceso de desarrollo basado en SCRUM	35
4.2.1 SCRUM Fase 1: Creación del equipo SCRUM	35
4.3.2 Estructura de los sprints y reuniones	37
4.2.3. Herramientas de gestión	37
4.3.3 Flujo de desarrollo y asignación de responsabilidades.....	38
4.2. Desarrollo de Objetivos Específicos	39
4.2.1. Recolectar los requerimientos del sistema mediante un análisis de los procesos actuales para establecer las características y funcionalidades del software	39
4.2.2. Desarrollar una aplicación de administración web y móvil para los conductores de los Vactor, que permita gestionar datos de clientes, rutas, micro turas y demás información necesaria	42
4.2.3. Implementar respectivas pruebas a la plataforma por módulos para comprobar el funcionamiento adecuado del software	51
Capítulo 5. Recomendaciones y trabajos futuros	58
Conclusiones	59
Referencias	60

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Método de Investigación aplicado.....	31
Ilustración 2. Reuniones (Daily Scrum).....	35
Ilustración 3. Planificador de módulos.....	36
Ilustración 4. Reunión sincrónica.....	39
Ilustración 5. Diagrama de Flujo.....	40
Ilustración 6. Requerimientos Jaime.....	41
Ilustración 7. Requerimientos Juan Alejandro.....	41
Ilustración 8. Cronograma del proyecto.....	41
Ilustración 9. Interacción de tecnologías.....	42
Ilustración 10. Back Software.....	43
Ilustración 11. Back de microservicio en Sprint boot.....	44
Ilustración 12. Base de datos en Oracle.....	45
Ilustración 13. Modelo relacional.....	45
Ilustración 14. Proceso en papel.....	46
Ilustración 15. Proceso en Excel.....	46
Ilustración 16. Gestión de clientes.....	46
Ilustración 17. Recorrido Asignado.....	47
Ilustración 18. Gestión de micro-rutas.....	48
Ilustración 19. Estado del Vehículo.....	48
Ilustración 20. Firma del Usuario.....	49
Ilustración 21. Viaje de regreso a base.....	49
Ilustración 22. Interfaz del portal web mostrando la gestión de rutas y micro rutas.....	50
Ilustración 23. Prueba de plataforma.....	51
Ilustración 24. Reuniones para pruebas.....	51
Ilustración 25. Prueba Postman Login exitoso.....	52
Ilustración 26. Prueba Postman Login fallido.....	53
Ilustración 27. Prueba Unitarias users.....	54
Ilustración 28. Prueba Unitarias rols.....	54

Introducción

La gestión eficaz de los sistemas de aguas residuales es esencial para la salud y el bienestar de las comunidades urbanas y rurales. En la ciudad de Guadalajara de Buga, la empresa Aguas de Buga S.A., E.S.P, encargada del suministro de agua potable y mantenimiento de la red de tratamiento de aguas residuales, enfrenta serios problemas operativos relacionados con el manejo de los camiones Vactor. Los vehículos especializados son responsables de limpiar las alcantarillas, garantizando un flujo adecuado, previniendo inundaciones y otros problemas relacionados.

Aguas de Buga ahora ha identificado ineficiencias y posibles irregularidades en la gestión de los camiones Vactor que están afectando la rentabilidad y el rendimiento. Ahora bien, los camioneros, que son responsables de conducir rutas específicas y responder a las solicitudes de servicios públicos para servicios privados, pierden dinero y tiempo de forma improductiva durante el día. Estas acciones no sólo causan daños económicos a la empresa, sino que también amenazan la calidad de los servicios prestados a la gente. Para solucionar estos problemas y mejorar la gestión de recursos, se propone desarrollar un sistema integral de gestión de camiones Vactor. El sistema incluirá una aplicación móvil para conductores y una página web para gerentes y administradores de Aguas de Buga, permitiendo planificar, controlar y monitorear las actividades de los Vactor en tiempo real. La implementación de esta solución tecnológica tiene como objetivo aumentar la transparencia y eficiencia en las operaciones, asegurar la implementación de las tareas asignadas y aumentar las ganancias de los servicios de aseo de alcantarillado.

Este proyecto se desarrolla en base a tecnologías como Kotlin para aplicación móvil, React para web UI y Java con Spring Boot para backend, el cual será administrado según metodología Agile SCRUM. Gracias a ello, la funcionalidad está siempre garantizada y se adapta rápidamente a los cambios y necesidades del entorno operativo. Con este enfoque, Aguas de Buga espera no sólo optimizar el uso de sus recursos sino también fortalecer la confianza de la comunidad en la calidad y eficiencia de sus servicios.

Capítulo 1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema.

La empresa Aguas de Buga S.A., E.S.P, enfrenta el desafío de garantizar un suministro constante y seguro de agua potable y servicios de alcantarillado al municipio de Buga, en medio de crecientes demandas y limitaciones de recursos. Este problema se agrava por el impacto del cambio climático y las fuertes lluvias que generan movimiento de basuras tapando las alcantarillas, sumado a esto el gran deterioro de infraestructuras, y el aumento de la población, lo cual ejerce una mayor demanda sobre el sistema, por lo tanto exige a la empresa implementar soluciones efectivas y sostenibles que generen un impacto social y ambiental.

Actualmente la empresa cuenta con un servicio que se llama “Vactor”, este servicio permite a los usuarios solicitar con anticipación servicios de limpieza y mantenimiento, garantizando así que la red de alcantarillado se mantenga en óptimas condiciones y funcione de manera eficiente. La empresa cuenta con unos camiones especializados para este servicio, estos son encargados de extraer todos los residuos que tapan el acueducto y no permiten el flujo adecuado en los alcantarillados; estos vehículos desempeñan un papel indispensable en la prevención de inundaciones y la mejora de las condiciones sanitarias de la ciudad. En Buga se tiene un servicio personalizado, cuando una persona necesita destapar una alcantarilla, puede solicitar asistencia, y los camiones Vactor se desplazan al lugar para realizar el servicio.

Sin embargo, en el servicio de limpieza de acueducto falta un sistema de gestión y control eficiente ya que la información de los procesos de registro, seguimiento de las rutas y

recolección de los datos de los clientes son realizados de manera manual, lo cual ha llevado a 4 problemas de operación y a la pérdida de recursos económicos. Se han identificado casos en los que los operadores de los camiones Vactor realizan actividades no autorizadas o desvían las rutas asignadas, lo que ocasiona pérdidas de tiempo y dinero para la empresa, afectando además la calidad del servicio prestado a la comunidad.

- ✓ La ausencia de digitalización y la necesidad de tareas manuales. Además, existe un riesgo significativo de pérdida de datos durante el proceso de recolección y registro, lo que podría dificultar una gestión eficaz y personalizada de la operación. La asignación y optimización de recursos, como camiones de recuperación y tripulación operadora, entre otros, son difíciles debido a la falta de información centralizada y en tiempo real sobre rutas y clientes.

1.2. Formulación del problema.

Se analizan consecuencias como la pérdida de información, dificultades logísticas, costos adicionales que pueden afectar la calidad del servicio del acueducto de Buga, surge la siguiente pregunta:

¿Cómo digitalizar la gestión y control de la información relacionada con las rutas, micro rutas, clientes y seguimiento del servicio Vactor de la empresa Aguas de Buga SA E.S. P?

1.3. Justificación

El objetivo de este proyecto tiene como foco principal, crear un software que consiste en una aplicación móvil y un portal web que permita la asignación y optimización de los recursos. La empresa Aguas de Buga S.A., E.S.P, está comprometida con la prestación de servicios públicos de agua y alcantarillado domiciliario y profesionales, enfocados en la calidad del servicio y la satisfacción del cliente; teniendo como política de calidad “estar comprometidos con la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes, a través de la efectiva prestación de los servicios públicos de Acueducto y Alcantarillado en el área urbana y parte del sector rural norte, sur y sur-occidente de Guadalajara de Buga¹”.

Sin embargo, como se menciona anteriormente, la falta de digitalización y la dependencia de tareas manuales limitan la eficiencia y las opciones regulatorias, lo que puede provocar una menor satisfacción del cliente. Para solucionar estos problemas, se propone desarrollar una aplicación móvil donde cada encargado de cada camión tendrá acceso a la aplicación para llevar su control y registro, que les permitirá registrar sus actividades diarias, como la hora de inicio y finalización de las tareas, la ubicación del camión e información sobre los servicios prestados; incluidas rutas o micro rutas, y solicitudes de limpieza privadas para el alcantarillado en la comunidad.

Esta información se capturará a través de dispositivos móviles, proporcionando una forma directa y precisa de recopilar datos operativos que alimentan el sistema de gestión centralizado. Además, se desarrollará una plataforma de gestión basada en web que brindará a los supervisores y gerentes de Aguas de Buga control total en tiempo real sobre la operación de los camiones Vactor. La plataforma no solo mostrará la información recopilada por la aplicación

móvil, sino que también le permitirá administrar y monitorear varios camiones al mismo tiempo.

Los administradores podrán planificar rutas, asignar tareas, comprobar el rendimiento de cada camión y generar informes detallados que pueden ayudar a tomar decisiones estratégicas. La integración de estos sistemas móviles y en red optimizará la gestión de recursos al organizar la asignación y utilización adecuadas de camiones y operadores, minimizando el error humano y garantizando un servicio de alta calidad. Además, el uso de datos en tiempo real mejorará las capacidades de respuesta a emergencias y la planificación del mantenimiento preventivo, ayudando a Aguas de Buga S.A., E.S.P. a lograr operaciones más eficientes y rentables. Toda la información generada por medio de esta aplicación será almacenada en una base de datos utilizando el lenguaje de consulta estructurada SQL, este es un lenguaje de programación para almacenar y procesar información en una base de datos relacional, este puede usar las instrucciones SQL para almacenar, actualizar, eliminar, buscar y recuperar información de la base de datos.

Al reducir la pérdida de datos y mejorar la trazabilidad operativa, este enfoque permitirá a la empresa no sólo satisfacer las expectativas de los clientes, sino también fortalecer su posición en el mercado y garantizar la calidad de los servicios de agua y aguas residuales. En definitiva, la implementación de estas tecnologías ayudará a la empresa a lograr su misión de brindar servicios públicos confiables y de alta calidad de acuerdo con su política de calidad para satisfacer las necesidades de los clientes de manera eficiente y efectiva.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Digitalizar la gestión y el control de la información sobre rutas, micro rutas, clientes y recursos operacionales del servicio de Vactor de la empresa Aguas de Buga S.A. E.S.P

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Recolectar los requerimientos del sistema mediante un análisis de los procesos actuales para establecer las características y funcionalidades del software
- ✓ Desarrollar una aplicación de administración web y móvil para los conductores de los Vactor, que permita gestionar datos de clientes, rutas, micro turas y demás información necesaria.
- ✓ Implementar respectivas pruebas a la plataforma por módulos para comprobar el funcionamiento adecuado del software.

1.5. Alcance y Limitaciones

1.5.1. Alcance

El proyecto desarrolló un sistema de gestión integrado de los camiones Vactor de Aguas de Buga para mejorar la gestión, planificación, control y seguimiento de sus operaciones. Este sistema incluye:

✓ **Aplicación Móvil:**

Se desarrolló aplicación móvil en Kotlin para camioneros Vactor, permitiendo el registro en tiempo real de sus actividades. Esta aplicación permite gestionar rutas planificadas, registrarse en servicios privados solicitados y realizar un seguimiento de la hora y la ubicación del camión.

✓ **Sitio web:**

Se implementó un sitio web desarrollado en React, para administradores y gerentes de Aguas de Buga, donde se puede visualizar y monitorear todas las actividades del camión Vactor. La plataforma en línea permite planificar rutas, ver informes sobre las actividades de los conductores y comprobar el desempeño de las tareas asignadas.

✓ **Módulos del sitio web y aplicación móvil**

La aplicación y sitio web están compuestos por diversos módulos que tienen funcionalidades principales con el fin de optimizar la experiencia del usuario, facilitar el flujo de la información y garantizar el cumplimiento de los objetivos. Estos módulos están diseñados para cubrir todas las etapas del proceso, desde el inicio de sesión del conductor hasta la finalización del recorrido, integrando elementos de control, registro y comunicación en tiempo real. A continuación, los módulos detallados:

Módulos de la Aplicación Móvil

La aplicación móvil se desarrolló para los conductores y permitirá el registro en tiempo real de sus actividades, la gestión de rutas y servicios, y el seguimiento de la ubicación del camión.

1. Módulo de Autenticación y Registro

- ✓ Inicio de sesión para conductores: Los conductores pueden iniciar sesión en la app usando sus credenciales.
- ✓ Recuperación de contraseña: Permite la recuperación de contraseña, enviando una nueva a través de correo electrónico.

2. Módulo de Gestión de Rutas

- ✓ Visualización de rutas asignadas: Una vez iniciado sesión, el conductor podrá ver el recorrido asignado para ese día, con un resumen visual de la ruta.
- ✓ Seguimiento de ruta: Permite monitorear el progreso de la ruta, el tiempo transcurrido, y el porcentaje de avance.

3. Módulo de Gestión de Vehículos

- ✓ Estado del vehículo: El conductor debe ingresar datos sobre el estado inicial del vehículo, como el nivel de gasolina, presión de llantas, y estado de luces, entre otros.

4. Módulo de Gestión de Tripulación

- ✓ Ingreso de tripulación: El conductor debe registrar a la tripulación que lo acompañará en el recorrido.

5. Módulo Principal de Operaciones

- ✓ Resumen de recorrido: Muestra el estado general del recorrido, como el tiempo

transcurrido y el porcentaje completado.

- ✓ Listado de clientes: Muestra la lista de clientes en el orden establecido por el administrador.
- ✓ Accesos rápidos: Botones para abrir módulos de nuevos clientes, repostaje e incidencias, y finalización del recorrido.

6. Módulo de Gestión de Clientes

- ✓ Visualización de información del cliente: Muestra el nombre, dirección, teléfono, tipo de servicio solicitado, y opción de completar el servicio.
- ✓ Registro de servicio completado: El conductor toma fotos de evidencia y obtiene la firma del cliente al finalizar el servicio.
- ✓ Notificación al cliente: Al completar el servicio, se envía un correo al cliente con la información y fotos del servicio.

7. Módulo de Repostaje

- ✓ Ingreso de repostaje: Registra la cantidad de galones repostados, precio y fotos de evidencia.

8. Módulo de Incidencias

- ✓ Reporte de incidencias: Permite al conductor registrar el tipo de incidencia, su ubicación y cargar fotos como evidencia.
- ✓ Decisión de continuar o abandonar la ruta: El sistema pregunta si la incidencia amerita abandonar la ruta.

9. Módulo de Nuevo Cliente

- ✓ Registro de nuevos clientes: Permite al conductor registrar nuevos clientes, ingresando datos como nombre, dirección, teléfono, NIT, etc.

- ✓ Fotos de evidencia: El conductor carga fotos de evidencias relacionadas con el registro.

10. Módulo de Finalización del Recorrido

- ✓ Viaje de retorno a la base: Registra el tiempo de regreso a la base después de completar la ruta.
- ✓ Observaciones finales: El conductor ingresa observaciones finales sobre el recorrido.
- ✓ Firma final del conductor: El conductor firma para dar por finalizado el recorrido.

Módulos del Front-End (Sitio Web en React)

El front-end será desarrollado para los administradores y gerentes de Aguas de Buga. Permitirá la gestión de usuarios, camiones, rutas, y la visualización de información en tiempo real sobre las actividades de los camiones Vactor.

1. Módulo de Autenticación y Registro

- ✓ Inicio de sesión: Los administradores y gerentes pueden iniciar sesión en el sistema.

2. Módulo de Usuarios

- ✓ Gestión de usuarios: CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) para administrar usuarios (conductores, administradores, etc.).
- ✓ Recuperación de contraseña: Los administradores pueden restablecer contraseñas de usuarios.

3. Módulo de Gestión de Conductores

- ✓ Creación y edición de perfiles de conductores: Administradores pueden gestionar los datos de los conductores.
- ✓ Asignación de rutas: El administrador asigna rutas y horarios a los conductores.
- ✓ Historial de viajes: Visualización de los viajes realizados por cada conductor.

4. Módulo de Gestión de Camiones

- ✓ CRUD de camiones: Permite gestionar la información de los camiones Vactor (número de identificación, estado, mantenimiento, etc.).

5. Módulo de Gestión de Clientes

- ✓ CRUD de clientes: Permite gestionar los datos de los clientes, incluyendo nombre, dirección, teléfono, tipo de servicio, etc.

6. Módulo de Gestión de Rutas y Micro Rutas

- ✓ Planificación de rutas: Los administradores crean y editan rutas asignadas a los camiones.
- ✓ Gestión de micro rutas: Creación de rutas secundarias o específicas dentro de rutas principales.

7. Módulo de Seguimiento en Tiempo Real

- ✓ Visualización de recorridos en curso: Los administradores pueden ver el estado de las rutas en tiempo real, el porcentaje de avance, si el camión está en repostaje o si se ha reportado un incidente.
- ✓ Estado del camión: Se muestra información sobre el camión (en ruta, en repostaje, en incidente, etc.).

8. Módulo de Incidencias y Reportes

- ✓ Reporte de incidencias: Los administradores visualizan las incidencias reportadas por los conductores.
- ✓ Panel de control: Acceso a un panel con métricas y estadísticas de las rutas, incidentes y desempeño de los conductores.

9. Módulo de Reportes.

- ✓ Historial de rutas completadas: Visualización de las rutas completadas anteriormente y análisis de desempeño.

Capítulo 2. Marcos de Referencia

2.1. Antecedentes

La digitalización de procesos es una tendencia creciente en las organizaciones que buscan optimizar sus operaciones y mejorar la eficiencia. Este marco de antecedentes reúne investigaciones previas similares y las compara con los objetivos planteados en la tesis "Digitalización del proceso de gestión y control de la información del servicio de Vactor que ofrece la empresa Aguas de Buga S.A. E.S.P", destacando sus similitudes y diferencias.

2.1.1. Digitalización de procesos en servicios públicos de agua y saneamiento (Colombia, 2021)

Título: "Diseño de una solución tecnológica para la gestión operativa en empresas de acueducto y alcantarillado"

Resumen: Este proyecto diseñó un sistema basado en aplicaciones móviles y plataformas web para mejorar la eficiencia operativa en la Empresa de Acueducto de Bogotá. Incluyó la implementación de rutas automatizadas y el monitoreo de actividades en tiempo real, logrando una mejora del 30% en la eficiencia del servicio.

Comparación: Ambas tesis abordan la digitalización en empresas de agua, pero la propuesta de Aguas de Buga se enfoca en servicios de limpieza con camiones Vactor, ampliando la interacción con clientes mediante una aplicación móvil.

2.1.2. Gestión digital de residuos sólidos urbanos (Valencia, 2020)

Título: "Implementación de una plataforma IoT para la optimización de rutas de

recolección de residuos sólidos urbanos"

Resumen: Esta tesis implementó sensores IoT en contenedores para medir el nivel de llenado y planificar rutas de recolección más eficientes. Los resultados incluyeron una reducción del 25% en costos operativos y un mejor uso de recursos.

Comparación: Aunque se centra en residuos sólidos, la optimización de rutas y la reducción de costos operativos son objetivos comunes con la tesis de Aguas de Buga.

2.1.3. Transformación digital en empresas de servicios públicos (Antioquia, 2019)

Título: "Diseño de un sistema integral para la digitalización de procesos en empresas de servicios públicos domiciliarios"

Resumen: Se diseñó un sistema integral que incluye aplicaciones web y móviles para gestionar operaciones, asignar tareas y optimizar recursos en empresas de servicios públicos.

Comparación: Este trabajo tiene similitudes metodológicas con la propuesta de Aguas de Buga, pero se enfoca en servicios domiciliarios de agua y energía.

Los antecedentes revisados muestran cómo la digitalización de procesos es una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia operativa en servicios públicos. Aunque comparten similitudes con la tesis de Aguas de Buga, esta última se diferencia por su enfoque especializado en el servicio de camiones Vactor y su integración de tecnología para la interacción cliente-operador y la planificación operativa. Esto refuerza su relevancia como una solución innovadora y escalable dentro del sector.

2.2. Marco Teórico

Los camiones Vactor son vehículos especializados diseñados para el mantenimiento de redes de alcantarillado. Funcionan mediante un sistema de succión de alta presión que permite la limpieza y desobstrucción de tuberías. Según estudios técnicos, estos camiones son

indispensables en áreas urbanas con alta densidad de población y redes antiguas que requieren mantenimiento constante (González & Pérez, 2018). En el caso de Aguas de Buga S.A. E.S.P., los camiones Vactor tienen un rol crucial en la prevención de inundaciones y el mantenimiento de condiciones sanitarias óptimas. Sin embargo, la falta de digitalización en la gestión de estas operaciones dificulta su eficiencia.

La gestión de recursos en empresas de servicios públicos, como agua y alcantarillado, se basa en la Teoría de la Optimización de Recursos. Esta teoría, propuesta por Dantzig (1951), plantea que la asignación eficiente de recursos limita desperdicios y maximiza resultados. Aplicada a Aguas de Buga, esta teoría respalda la necesidad de digitalizar el control de rutas y actividades de los camiones Vactor

Las bases de datos relacionales, introducidas por Edgar F. Codd (1970), representan un hito en la gestión de información estructurada. Según Codd, el uso de modelos relacionales mejora la eficiencia al organizar datos en tablas interconectadas. La evolución hacia bases de datos en la nube, como Oracle Cloud y Azure, se sustenta en la Teoría de los Servicios Distribuidos, que establece que los sistemas distribuidos permiten alta disponibilidad, escalabilidad y redundancia de datos (Tanenbaum, 2007). Para la empresa es indispensable contar con una base de datos que mantenga la información de manera segura, construyendo así la eficiencia de la organización. En la creación del sitio web y la aplicación móvil se inicia por un diagrama de flujo el cual se fundamenta en la Teoría de los Algoritmos, desarrollada por Alonzo Church y Alan Turing (1936). Esta teoría establece las bases para representar procesos computacionales de forma gráfica y estructurada. Además, el uso de diagramas en la ingeniería de software se popularizó gracias a las técnicas de modelado propuestas por Booch (1991), precursor de UML, un estándar para representar procesos y estructuras de sistemas.

La arquitectura de software se fundamenta en la Teoría de Diseño de Sistemas (Parnas, 1972), que establece que un buen diseño modular facilita la comprensión, mantenimiento y escalabilidad del sistema. Además, la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA), descrita por Erl (2005), propone la integración de servicios independientes para maximizar la flexibilidad. La arquitectura de microservicios, como evolución de SOA, refuerza estos principios al permitir que cada servicio sea desarrollado, implementado y escalado de forma independiente (Fowler & Lewis, 2014).

La adopción de lenguajes modernos, como Kotlin, se apoya en los principios de la Programación Orientada a Objetos (POO), desarrollada por Alan Kay (1970). Kotlin extiende estos principios al incluir características como tipado seguro y compatibilidad con Java. En el front end, React sigue los principios de la Arquitectura de Componentes, introducida por Brad Cox en 1986, que propone que las aplicaciones deben diseñarse como ensamblajes de componentes reutilizables.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Digitalización:

La digitalización es el proceso mediante el cual, procesos analógicos y objetos físicos pueden transformarse a medios digitales mejorando así la eficiencia y accesibilidad, con equipos especializados como computadoras o teléfonos inteligentes con el apoyo de una conexión a internet (Economía, 2021) En este trabajo, se busca aplicar este concepto en la gestión manual de los camiones Vector, mediante el desarrollo de una aplicación móvil y un portal web con procesos integrados.

2.3.2. Metodología Scrum

La metodología scrum ayuda a los equipos en la estructuración y gestión del trabajo a través de un conjunto de valores, principios y prácticas; inspirando a adquirir conocimientos mediante experiencias, a organizarse para enfrentar un desafío y a reflexionar sobre sus éxitos y fracasos, fomentando una mejora continua (Atlassian, 2025)). En el proyecto se busca fomentar el trabajo en equipo y la flexibilidad ante cambios que se puedan presentar para lograr una mejora continua en la entrega de los resultados.

2.3.3. Base de Datos

Una base de datos es una colección de información sistémica y almacenada electrónicamente; contiene todo tipo de datos, en los que incluye palabras, números, imágenes, videos o archivos información que sirve para las interacciones con clientes y proveedores, que ayudan a tomar decisiones empresariales con confianza. (Amazon, 2025) Este proyecto utilizará bases de datos relacionales en la nube, como Oracle Cloud y Azure, para garantizar disponibilidad y seguridad de los datos en tiempo real.

2.3.4. Computación en la Nube

Se refiere el acceso a servicios informáticos por medio del alquiler en lugar de comprarlos. Las empresas pueden acceder a su espacio a través de internet, o la nube, y pagar según el uso que le den. Los servicios en la nube incluyen servidores, almacenamiento, bases de datos, redes, software, análisis e inteligencia empresarial. (Oracle, 2024) Las plataformas en la nube facilitan la escalabilidad y eficiencia necesarias para proyectos de monitoreo.

2.3.5. Front End

Es la parte de la aplicación conocida como el “el lado del cliente”, ya que es todo lo que podemos visualizar en la aplicación o sitio web cuando accedemos como letra, colores, efectos

visuales, movimientos, y demás elementos que permiten navegar dentro de la página, en la que el cliente verá una interface sencilla de usar, atractiva y funcional. (Oracle, 2024). En este proyecto, se desarrollará una interfaz responsiva e intuitiva utilizando React con TypeScript.

2.3.6. Back end

Es la parte conocida como “el lado del servidor”, ya que es el interior de las aplicaciones; este se compone por un servidor, una aplicación y una base de datos. Se toma la información, se procesa y se envía al usuario. (Oracle, 2024). Este sistema se implementará con Spring Boot, garantizando robustez y escalabilidad.

2.3.7. Diagrama de Flujo

Es una representación gráfica que describe procesos por medio de rectángulos, óvalos, diamantes y otras figuras para definir el tipo de estructura, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia; en estos se utilizan numerosos campos para documentar estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. (Lucidchart, s.f.). En el proyecto, se emplearán para modelar los procesos de recolección y seguimiento de rutas en este proyecto.

2.3.8. Gestión de Recursos

Es el proceso de planificación y control de los recursos, estos abarcan todas las herramientas tanto económicas como humanos, técnicos y físicos; y todas las actividades necesarias durante el curso de un proyecto que sea útiles para concretarlo (Asana, s.f.). En el sistema, esta gestión optimizará el uso de los camiones, rutas y tiempos operativos.

2.4. Marco Legal

2.4.1. Normativa sobre Protección de Datos y Privacidad

Ley 1581 de 2012 - Protección de Datos Personales: Regula el tratamiento de datos personales en Colombia y establece la obligación de garantizar la seguridad de la información recolectada en bases de datos.

Decreto 1377 de 2013: Complementa la Ley 1581 y define las responsabilidades de las empresas en el manejo de información personal de sus usuarios.

Ley 527 de 1999 - Comercio Electrónico: Regula el uso de medios electrónicos para la gestión de información, incluyendo firmas digitales y autenticación de usuarios en plataformas web.

Ley 1712 de 2014 - Transparencia y Acceso a la Información Pública: Exige que la información generada por entidades públicas y privadas que presten servicios públicos sea accesible y gestionada de manera transparente.

Ley 2108 de 2021 - Reconocimiento de Internet como Servicio Público Esencial:
Impulsa la digitalización en la prestación de servicios públicos y garantiza el acceso a tecnologías de información en todo el país.

Capítulo 3. Metodologías de la Investigación

3.1. Tipo de Investigación:

El presente estudio se desarrolla bajo un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para garantizar un análisis integral del problema. Se trata de una investigación aplicada, dado que busca desarrollar una solución tecnológica para optimizar la gestión del servicio de Vactor en la empresa Aguas de Buga S.A. E.S.P. Además, el estudio es de carácter descriptivo, ya que se enfoca en analizar y documentar las deficiencias operativas actuales, estableciendo mejoras basadas en evidencia empírica.

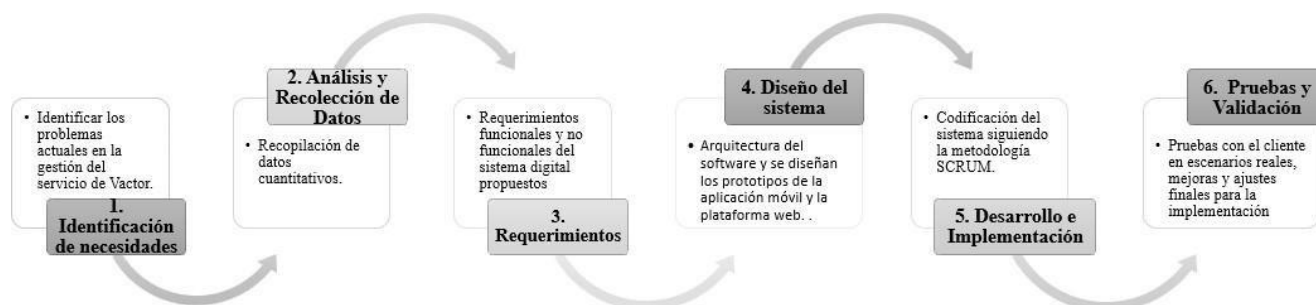
3.2. Investigación mixta:

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para garantizar un análisis integral del problema. La parte cualitativa permitirá comprender las percepciones de los operarios y administradores sobre las deficiencias del sistema actual, a través de entrevistas y análisis de documentación interna. Por otro lado, la parte cuantitativa se enfocará en la recolección y análisis de datos operacionales, tiempos de recorrido, eficiencia de rutas y número de servicios atendidos, lo que permitirá medir el impacto de la digitalización en la optimización del servicio. Este enfoque mixto posibilita obtener una visión completa del problema y proponer una solución basada en evidencia empírica y datos objetivos.

En la ilustración 1 se puede visualizar el método de investigación aplicado, el cual se estructuró en seis fases iterativas, siguiendo un enfoque basado en la metodología scrum, la cual permitió un desarrollo ágil y adaptativo. Se presenta un esquema detallado de este proceso que incluye: (1) la identificación de necesidades y problemas en la gestión del servicio de Vactor; (2) el análisis y recolección de datos cuantitativos para entender los procesos actuales; (3) la

definición de requerimientos funcionales y no funcionales del sistema; (4) el diseño del sistema, a cubrir la arquitectura del software y los prototipos de la aplicación móvil y el portal web; (5) el desarrollo e implementación del sistema siguiendo la metodología SCRUM; y (6) la realización de pruebas de validación con el cliente en escenarios reales, con mejoras finales para garantizar la funcionalidad del software.

Ilustración 1. Método de Investigación aplicado.



3.3. Descripción de las fases del método:

3.3.1. Identificación de las necesidades:

Se llevó a cabo un análisis preliminar para identificar los problemas actuales en la gestión del servicio de Vector. Esto incluye la revisión de procesos manuales, la identificación de ineficiencias operativas y la recopilación de necesidades de los operarios y administradores.

3.3.2. Análisis y recolección de datos:

Se emplearon herramientas como entrevistas con los actores clave y revisión documental para obtener información relevante sobre los procesos actuales. Además, se recopilan datos cuantitativos sobre tiempos de operación, consumo de recursos y eficiencia en la prestación del servicio.

3.3.3. Definición de requerimientos

Con base en la información recolectada, se establecieron los requerimientos funcionales y

no funcionales del sistema digital propuesto. Esto incluye especificaciones técnicas, características del software y aspectos de seguridad de la información.

3.3.4. Diseño del sistema

Se elaboró la arquitectura del software y se diseñan los prototipos de la aplicación móvil y la plataforma web. En esta fase se definen también los modelos de base de datos, la estructura del backend y la integración con servicios en la nube.

3.3.5. Desarrollo e implementación

Se procede a la codificación del sistema siguiendo la metodología SCRUM. Durante esta fase, se desarrollaron los diferentes módulos de la aplicación móvil y la plataforma web, asegurando la integración entre ambos componentes.

3.1.6. Pruebas y validación

Se realizaron pruebas directamente con el cliente mediante el uso del sistema en escenarios reales. A lo largo del proceso, se llevaron a cabo reuniones periódicas con el cliente para recibir retroalimentación y ajustar el sistema según sus necesidades y observaciones. Con base en la retroalimentación del cliente y las pruebas realizadas, se documentaron mejoras y se aplicaron ajustes finales antes de la implementación definitiva del sistema. Este proceso garantizó que la solución desarrollada se adaptó a los requerimientos específicos y optimizó la eficiencia operativa del servicio de Vactor.

Capítulo 4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1. Situación Actual

La empresa Aguas de Buga SA E.S.P. se encarga de la distribución de agua potable y de la prestación de servicios de alcantarillado en la ciudad de Guadalajara de Buga. Entre sus responsabilidades, se encuentra el uso de camiones Vactor para el mantenimiento y la limpieza de las redes de alcantarillado. Estos camiones retiran sólidos y residuos que se acumulan en la infraestructura subterránea, lo que evita obstrucciones e inundaciones.

Sin embargo, se han identificado diversas problemáticas asociadas a la gestión y el control de estos vehículos y sus rutas:

4.1.1. Falta de trazabilidad y registro manual:

Actualmente, gran parte de la información (rutas asignadas, clientes atendidos, incidencias) se lleva en registros físicos o en hojas de cálculo dispersas. Esto implica duplicidad de la información, posibles pérdidas de datos y errores de digitalización.

4.1.2 Ineficiencia en la planificación y seguimiento de rutas:

En la asignación de rutas a los operadores no se cuenta con un sistema de control en tiempo real, por lo que se desconoce la posición geográfica exacta del camión Vactor en determinados momentos, así como los tiempos empleados en cada servicio.

4.1.3 Posible desviación de vehículos y uso no autorizado:

Se han detectado casos en los que los camiones realizan recorridos ajenos a las rutas oficiales, lo que se traduce en costos adicionales de combustible y desgaste, además de generar desconfianza en los procesos.

4.1.4 Dificultad para generar informes de gestión:

La toma de decisiones depende de la obtención de datos precisos y oportunos; al no contar con un sistema centralizado, se dificulta la elaboración de informes de eficiencia, costos y estado general de la flota.

Para dar solución a estas problemáticas, se propone la construcción de un sistema integral de gestión de camiones Vactor, conformado por:

- ✓ Una aplicación móvil (en dispositivos Android) para que los conductores registren sus actividades y realicen informes en el campo de manera más sencilla y precisa.
- ✓ Un portal web para uso de administradores y personal directivo de Aguas de Buga S.A. E.S.P, donde se pueda visualizar la información consolidada, asignar rutas y controlar la operación en tiempo real.

El objetivo principal es digitalizar y automatizar la gestión de la flota Vactor, mejorar la eficiencia en la planificación de rutas, evitar recorridos ajenos a las rutas oficiales y asegurar la calidad del servicio prestado a la comunidad.

4.2. Proceso de desarrollo basado en SCRUM

Dado que el proyecto requiere flexibilidad, respuesta rápida a cambios y entrega de valor de manera iterativa, se ha seleccionado SCRUM como metodología ágil de trabajo. SCRUM facilita la organización del equipo, la definición de roles, la realización de sprints y la generación continua de incrementos de producto

4.2.1 SCRUM Fase 1: Creación del equipo SCRUM

Para la implementación de SCRUM en el proyecto, se definieron los siguientes roles y

componentes:

✓ **Scrum Team (Equipo de desarrollo)**

Juan Alejandro Londoño López Jaime Eduardo Díaz Tobón

✓ **Propietario del producto (PO)**

Ricardo Alfonso Chamorro Triviño

Representa los intereses del cliente y de la empresa; se asegura de priorizar las características del sistema y de revisar los entregables en cada sprint.

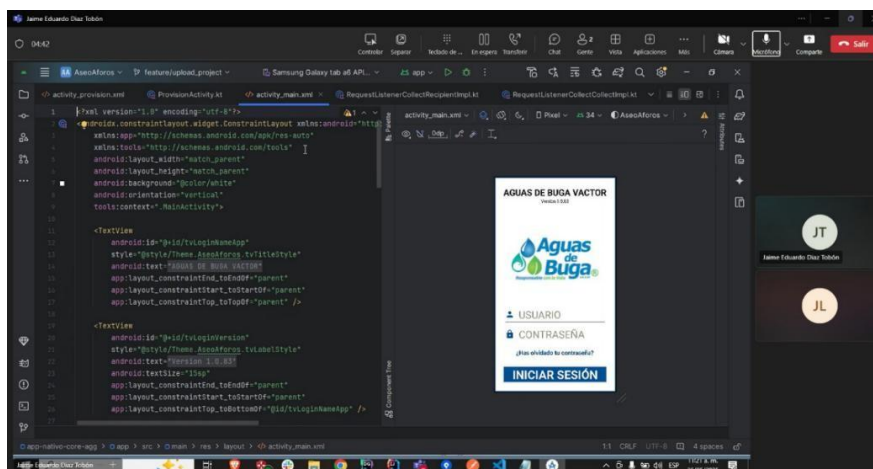
✓ **Maestro Scrum**

Jaime Eduardo Díaz Tobón

Facilita la ejecución correcta de la metodología SCRUM, resuelve impedimentos y promueve el flujo de trabajo del equipo.

Las reuniones (Daily Scrum) se realizan de manera virtual, a través de la plataforma Teams como se puede visualizar en la ilustración 2. Las tareas que se deben realizar para completar el proyecto se llevarán en orden en Trello, un software que ayuda a la gestión de tareas.

Ilustración 2. Reuniones (Daily Scrum)



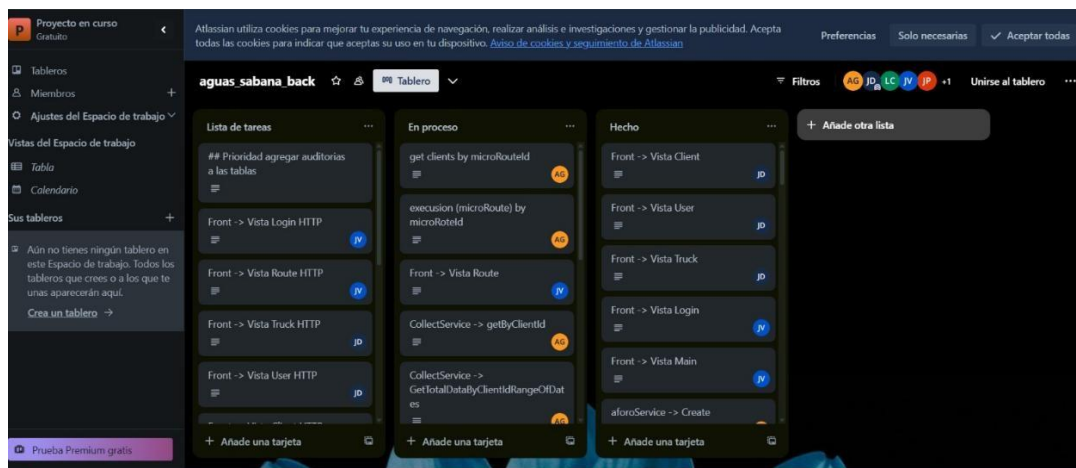
4.3.2 Estructura de los sprints y reuniones

- ✓ **Sprint:** Cada sprint tiene una duración de 4 semanas, al final de las cuales se revisan y se entregan incrementos funcionales del producto.
- ✓ **Daily Scrum:** Reuniones diarias de lunes a viernes a las 7:00 AM, realizadas de forma virtual a través de Microsoft Teams. En ellas se discute:
 1. Lo que cada integrante hizo el día anterior.
 2. Lo que planea hacer el día en curso.
 3. Si existe algún impedimento o bloqueo que afecte el cumplimiento de las tareas.
- ✓ **Estimación de horas:** Se acordó estimar el esfuerzo de cada tarea en horas de trabajo, lo que facilita la planificación y asignación de carga.

4.2.3. Herramientas de gestión

Para la gestión y organización de las tareas, se utiliza Trello como en la ilustración 3, donde se refleja el Product Backlog y se hace seguimiento del avance de cada actividad. Las tarjetas se mueven entre columnas (Pendiente, En Proceso, Revisiones, Hecho) para mantener la transparencia en el estado del proyecto.

Ilustración 3. Planificador de módulos.



4.3.3 Flujo de desarrollo y asignación de responsabilidades

El equipo decidió abordar el proyecto en tres grandes fases, correspondientes a la secuencia lógica de construcción:

Fase 1: Desarrollo de la Aplicación Móvil (Android, Kotlin)

- ✓ Responsable principal: Jaime Eduardo Díaz Tobón
- ✓ Apoyo puntual: Juan Alejandro Londoño López (en ajustes menores).

Durante esta primera fase, se configuran las bases de la aplicación móvil: pantallas de inicio de sesión, registro de actividades en campo, captura de datos de rutas y sincronización con el servidor de pruebas.

Fase 2: Desarrollo del Backend (Spring Boot) y Frontend (React) en paralelo

Parte backend:

- ✓ Responsable principal: Jaime Eduardo Díaz Tobón
- ✓ Apoyo secundario: Juan Alejandro Londoño López (en tareas específicas de lógica de negocio).

En este módulo se crearon los servicios REST, la capa de persistencia (conexión a la base de datos SQL) y la lógica para la gestión de usuarios, camiones Vactor, rutas, etc.

Interfaz web:

- ✓ Responsable principal: Juan Alejandro Londoño López
- ✓ Apoyo secundario: Jaime Eduardo Díaz Tobón (en aspectos visuales y ajustes de integración).

Aquí se implementó la interfaz web para la administración y monitoreo de los camiones, incluyendo la asignación y seguimiento de rutas, el registro de incidencias y la generación de pequeños informes.

Fase 3: Ajustes finales e integración

Durante esta etapa se corrigieron errores, se realizaron pruebas de aceptación, se ajustaron detalles tanto de la aplicación móvil como de la plataforma web y se afinó la arquitectura del backend.

Juan Alejandro Londoño López realizó algunos retoques y optimizaciones en la aplicación móvil; Jaime Eduardo Díaz Tobón continuó con refactorizaciones de frontend y mejoras de rendimiento en el backend.

En cada fase, las tareas se desglosan en el Backlog de producto y se asignan a los integrantes del equipo según su área de responsabilidad. Al cierre de cada sprint (cada 4 semanas), se realiza la Revisión de Sprint con el Product Owner para recolectar retroalimentación y planificar los siguientes pasos.

4.2. Desarrollo de Objetivos Específicos

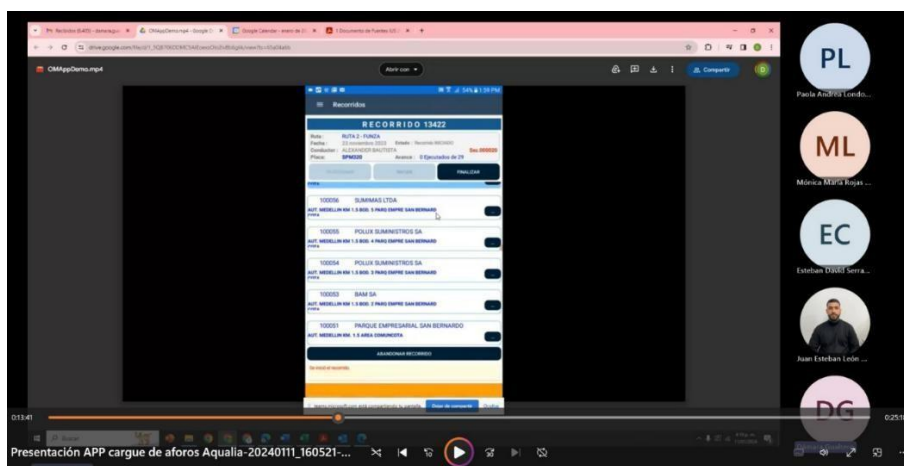
4.2.1. Recolectar los requerimientos del sistema mediante un análisis de los procesos actuales para establecer las características y funcionalidades del software

Esta fase fue fundamental para el desarrollo del sistema software, ya que se permitió identificar las necesidades del cliente comprendiendo los procesos actuales que el sistema debe optimizar o reemplazar. El análisis de los procesos actuales sirvió como base para definir las características que el software debía cumplir, garantizando que se alinee con los objetivos establecidos. Para completar esta etapa de desarrollo, se emplearon diversas técnicas de recolección de información, detalladas a continuación:

- ✓ **Reuniones con el cliente:** Estas se constituyeron como el primer paso en el proceso de recolección de datos. Como se puede identificar en la ilustración 4, se realizaron sesiones

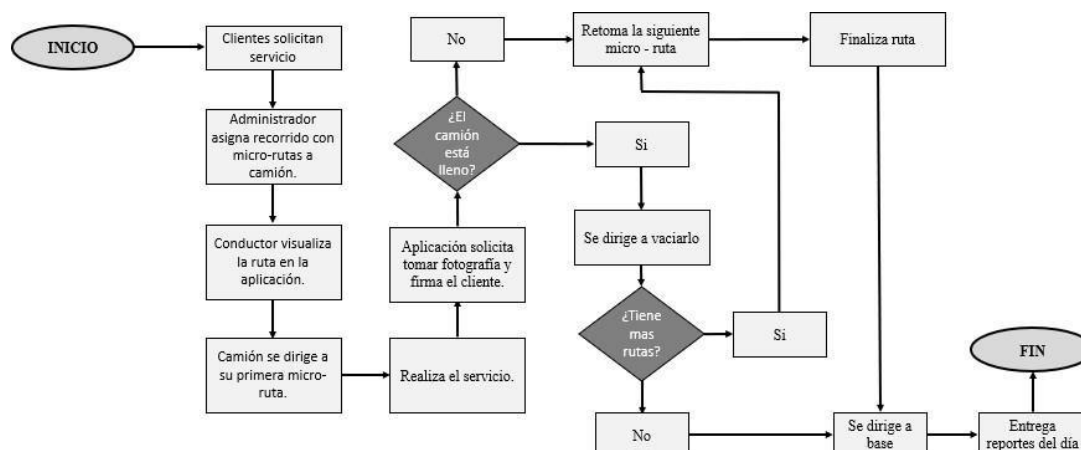
con espacios de diálogo directo permitiendo una comunicación fluida entre los desarrolladores y partes interesadas. Durante estas reuniones se realizaron entrevistas con el fin de identificar las expectativas del cliente, los problemas existentes en el proceso actual y las funcionalidades deseadas para el sistema. Se utilizaron preguntas abiertas para fomentar ideas, preguntas, tomando notas detalladas, grabación de sesiones con el fin de facilitar la precisión de la información recopilada.

Ilustración 4. Reunión sincrónica



- **Estructurando con el cliente:** Una vez que se recopiló la información, se procedió a estructurar los requerimientos en colaboración con el cliente. Estas sesiones se llevaron a cabo mediante reuniones participativas en donde se revisaron y organizaron las necesidades identificadas. Se emplearon herramientas como los diagramas de flujo, identificado en la ilustración 5, para representar gráficamente los procedimientos actuales, lo que permitió al cliente validar la información del proceso y señalar las áreas de mejora. Esta colaboración activa con el cliente aseguró que los requisitos fueran realistas, claros y alineados con los objetivos estratégicos del proyecto.

Ilustración 5. Diagrama de Flujo



- ✓ **Listado de Requisitos:** Finalmente se elaboró un listado de requerimientos como se puede observar en las ilustraciones 6 y 7, que sirvió como documento base para el diseño del sistema. Este listado se basó en las actividades principales para llevar a cabo la funcionalidad del proyecto, se crearon etapas con su respectiva descripción, el líder que las llevaría a cabo y la duración en horas para finalizar cada actividad; se llevó de la mano con los criterios de aceptación definidos en conjunto con el cliente. Este listado se presenta en un formato Excel para facilitar su consulta y seguimiento a lo largo del proyecto. Adicionalmente, se creó un cronograma como aparece en la ilustración 8, con el fin de llevar un control del tiempo con el que se planeó terminar el proyecto.

Ilustración 6. Requerimientos Jaime

Actividad	Proyecto	Lider	Descripción	Horas
Diseño arquitectónico de la Base de datos Diseño arquitectónico de los micro servicios	Aguas de la sabana	Jaime Eduardo Díaz Tobón	Diseño entidad relación de la base de datos Diseño de estructuración de los micro servicios	24
Creacion Base de Datos Inserción de tablas estaticas inserción de datos dummy	Aguas de la sabana	Jaime Eduardo Díaz Tobón	Creacion de la Base de datos Oracle, sus tablas y relaciones Se realizo la insercion de las tablas estaticas como FillPercentage, AforoType, etc.. Se insertaron datos Dummy para la realización de pruebas	16
Back Provision -> GetTolls Back Provision -> GetPlaces Back Provision -> GetTypes	Aguas de la sabana	Jaime Eduardo Díaz Tobón	Creacion del microservicio Provision Ademas se añadieron las funciones descritas en la actividad	6
Back Provision -> Create Back Provision -> CreateToll	Aguas de la sabana	Jaime Eduardo Díaz Tobón	Se añadio la funcionalidad de crear un peaje Se añadio la funcionalidad de crear una disposición	6
Back Inciden -> GetTypes Back Inciden -> Create	Aguas de la sabana	Jaime Eduardo Díaz Tobón	Creacion del microservicio Incident Ademas se añadieron las funciones descritas en la actividad	4
Back Refuel -> Create	Aguas de la sabana	Jaime Eduardo Díaz Tobón	Creacion del microservicio Refuel Ademas se añadieron las funciones descritas en la actividad	4

Ilustración 7. Requerimientos Juan Alejandro

No Actividad	Actividad	Opc:Menu	FRONT / BACK	Responsable	Hora	Estado
1	Revisar flujo bases de datos		BACK	Juan Alejandro L / Alejandro C	3	Completado
2	Organizar Logs Android para identificar tablas	APP	APP	Juan Alejandro L / Alejandro C	1	Completado
3	Revisar columna frecuencia (Cambios en la base de datos que afectaron el select)	Ruta micro	FRONT	Juan Alejandro L	2	Completado
4	Reparar botón eliminar rutas	Ruta micro	FRONT	Juan Alejandro L	1	Completado
5	Reparar botón eliminar clientes	Agendar recorridos	FRONT			Pendiente
6	Reparar vista Truck desde cero	Camiones	FRONT	Juan Alejandro L	4	Completado
7	Reparar editar (al editar el dato y presionar guardar el dato se elimina y debería actualizarse)	Agendar recorrido multiusuario	FRONT / BACK	Alejandro ceron/Juan Alejandro	2	Completado
8	Consumir endpoint agregar un hijo en la tabla clientes multiusuarios	Agendar recorrido multiusuario	FRONT / BACK	Juan Alejandro L	2	Completado
9	Revisar columna nueva "clase" tabla clientes, agregar atributo en el back	Clientes	FRONT / BACK	Alejandro ceron	2	Completado
10	Organizar CRUD	Agendar recorrido multiusuario				Pendiente
11	Revisar tipo de dato en la tabla clientes multiusuarios "Tipo de Recolección"	Agendar recorrido multiusuario	FRONT			Pendiente
12	Plantear nueva vista "Cálculos multiusuarios"	Nueva Vista	FRONT / BACK	Juan Alejandro L / Alejandro C	1	Completado
13	Crear vista que contenga Totalizador, código del totalizador y fecha	Nueva Vista	FRONT	Juan Alejandro L	6	Completado
14	Crear una tabla con columnas que contenga código, nombre negocio interno, tipos de alforos	Nueva Vista	FRONT / BACK		2	Completado
15	Permitir operaciones totales	Nueva Vista	FRONT / BACK		2	Completado
16	Crear nuevos estados y validaciones	APP / FRONT	FRONT / BACK			Pendiente
17	Agendar un nuevo camión y operación para continuar el recorrido	FRONT	FRONT / BACK			Pendiente
18	Validar conexión de los estados entre la app y el front	FRONT	FRONT/APP			Pendiente
19	La app podrá continuar el recorrido con interferencias de señal, sin perder la información	APP	APP	Juan Camilo V		Pendiente
20	Reorganizar objeto de respuesta de microruta type	BACK	BACK	Alejandro ceron	1	Completado
21	actualizar entidad de clientes en el micro servicio de clientes	BACK	BACK	Alejandro ceron	1	Completado

Ilustración 8. Cronograma del proyecto.

Actividad	Desarrollador	jue	vie	sá.	do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.	do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.	do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.	Total de horas
Revision modulo reporteador, gestion forestal	Juan Alejandro	3	2																							5
Consumo servicio get imagenes validador	Juan Alejandro	2	2																							4
Pruebas del flujo dos modulos reporteador - valid	Juan Alejandro	2	2																							4
Consumo servicio verificador de oficina	Juan Alejandro					4																				4
ajustes reporteador y validador	Juan Alejandro					3	2																			5
ajustes verificador	Juan Alejandro					4																				4
Consumo servicio ajustar validador	Juan Alejandro					2	2																			4
consumo servicio notificar validador	Juan Alejandro					2																				2
Consumo servicio get verificador de oficina	Juan Alejandro					3																				3
Consumo servicio modal que se activa por el si y n	Juan Alejandro								3																	3
Implementacion carga de imagenes, permitir visu	Juan Alejandro					2	3																			5
Consumo de servicio verificacion de campo save	Juan Alejandro								4																	4
Consumo de servicio verificacion de campo save v	Juan Alejandro											6														6
Consumo servicio registrar alerta, compoenten su	Juan Alejandro											2	2													4
Consumo servicio generar repote	Juan Alejandro											2														2
Consumosr servicio save verificador oficina registra	Juan Alejandro											3														3
Revisar flujo, reunion de pruebas, consumo get ve	Juan Alejandro											6														6
consumo servicio carga de archivos verificacion d	Juan Alejandro											2														2
Reunion CVC presentacion modulo forestales	Juan Alejandro												8													8
Revision acta de cambios y ajustes reunion cvc	Juan Alejandro																3									3
Reunion revision cambios con lider	Juan Alejandro																3									3
Solicitan que se implemente un aviso de que está	Juan Alejandro																							1		1
El icono de cargar debe tener la flecha para arriba	Juan Alejandro																							1		1

4.2.2. Desarrollar una aplicación de administración web y móvil para los conductores de los Vactor, que permita gestionar datos de clientes, rutas, micro turas y demás información necesaria.

Con este objetivo se buscó digitalizar los procesos operativos de Aguas de Buga,

eliminando las limitaciones de los registros manuales y garantizando un control en tiempo real de las actividades. A continuación, se detallan las fases claves del desarrollo, los componentes tecnológicos utilizados y resultados obtenidos.

- ✓ **Diseño y arquitectura:** El diseño se basó en una arquitectura cliente-servidor, donde la aplicación móvil y el portal web actúan como frontend, mientras que el backend, implementado por Spring Boot, gestiona la lógica de negocio y la comunicación con base en datos Oracle, como se puede ver en la ilustración 9. Esta arquitectura permitió una separación clara de responsabilidades, facilitando la escalabilidad y el mantenimiento del sistema.

El objetivo general de digitalizar la gestión de rutas, micro rutas, clientes y recursos operacionales, lo cual se alcanzó mediante el diseño de una solución tecnológica, cumpliendo de esta manera los objetivos específicos por medio de las fases: El backend del sistema, desarrollado con el framework Spring Boot, implementa una arquitectura basada en servicios RESTful, lo que garantiza una comunicación eficiente entre el frontend y la base de datos. Un ejemplo concreto es el controlador ClientClassController, que gestiona operaciones relacionadas con los clientes a través de anotaciones como `@RestController` y `@RequestMapping` para mapear rutas de la API, como `/api/v1/back-client-service/client.`, reflejado en la ilustración 10 Back Software, que muestra la estructura similar utilizada en el proyecto para definir endpoints y manejar solicitudes HTTP. Esta arquitectura modular y escalable contribuyó a la estabilidad y flexibilidad del sistema, facilitando su mantenimiento y futuras expansiones.

Ilustración 9. Interacción de tecnologías.

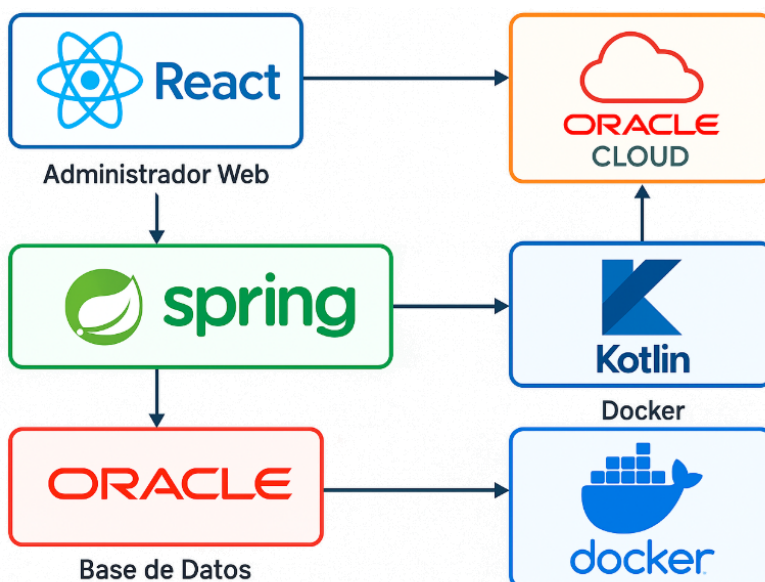


Ilustración 10. Back Software

The screenshot shows an IDE with the project structure on the left and the code for ClientController.java on the right. The project structure includes:

- com.asb.backclientservice
 - api
 - business
 - call
 - impl
 - ClientClassService
 - ClientExternalService
 - ClientService
 - ClientTempService
 - IdentificationTypeService
 - interfaces
 - ClientClassBusiness
 - ClientExternalInterfaceBusiness
 - ClientInterfaceBusiness
 - ClientTempInterfaceBusiness
 - IdentificationTypeInterfaceBusiness
 - config
 - controller
 - ClientClassController
 - ClientController
 - ClientExternalController
 - ClientTempController
 - IdentificationTypeController
 - VersionController
 - dto
 - request
 - IncidentRequestDto
 - PhotoRequestDTO
 - response
 - ClientGetAllResponseDto
 - ClientResponseDto

The code for ClientController.java is as follows:

```

19 @Tag(name = "Client", description = "Client APIs")
20 @RestController
21 @CrossOrigin(origins = "*", methods = {RequestMethod.GET, RequestMethod.POST, RequestMethod.PUT, RequestMethod.DELETE})
22 @RequestMapping(value = "/api/v1/back-client-service/client")
23 @RequiredArgsConstructor(onConstructor_ = @Autowired)
24 @Slf4j
25 public class ClientController {
26     private final ClientInterfaceBusiness clientInterfaceBusiness;
27
28
29     @PostMapping(value = "/create")
30     public ResponseEntity<GgpClientDto> save(@RequestBody GgpClientDto ggpClientDto) {
31         return ResponseEntity.ok(clientInterfaceBusiness.save(ggpClientDto));
32     }
33
34     @GetMapping(value = "/get/{id}")
35     public ResponseEntity<GgpClientDto> get(@PathVariable("id") long id) {
36         return ResponseEntity.ok(clientInterfaceBusiness.get(id));
37     }
38
39     @GetMapping(value = "/get/all")
40     public ResponseEntity<Page<GgpClient>> getAll(@RequestParam(defaultValue = "0") int page,
41                                                 @RequestParam(defaultValue = "5") int size,
42                                                 @RequestParam(defaultValue = "ASC") String orders,
43                                                 @RequestParam(defaultValue = "id") String sortBy) {
44         return ResponseEntity.ok(clientInterfaceBusiness.getAll(page, size, orders, sortBy));
45     }
46 }
  
```

Para el desarrollo del backend, se optó por Java y Spring Boot debido a su robustez, escalabilidad y amplio soporte para la creación de APIs RESTful. Spring Boot simplifica la configuración del proyecto mediante su enfoque de "convención sobre configuración" y proporciona herramientas como la inyección de dependencias (@Autowired) y el manejo automático de respuestas HTTP (ResponseEntity):

Ilustración 11. Back de microservicio en Sprint boot

```

19 @Tag(name = "Client", description = "Client APIs")
20 @RestController
21 @CrossOrigin(origins = "*", methods = {RequestMethod.GET, RequestMethod.POST, RequestMethod.PUT, RequestMethod.DELETE})
22 @RequestMapping("/api/v1/back-client-service/client")
23 @RequiredArgsConstructor(onConstructor_ = @Autowired)
24 @Slf4j
25 public class ClientController {
26     private final ClientInterfaceBusiness clientInterfaceBusiness;
27
28
29     @PostMapping("/create")
30     public ResponseEntity<GgpClientDto> save(@RequestBody GgpClientDto ggpClientDto) {
31         return ResponseEntity.ok(clientInterfaceBusiness.save(ggpClientDto));
32     }
33
34     @GetMapping("/{id}")
35     public ResponseEntity<GgpClientDto> get(@PathVariable("id") long id) {
36         return ResponseEntity.ok(clientInterfaceBusiness.get(id));
37     }
38
39     @GetMapping
40     public ResponseEntity<Page<GgpClient>> getAll(@RequestParam(defaultValue = "0") int page,
41                                                 @RequestParam(defaultValue = "5") int size,
42                                                 @RequestParam(defaultValue = "ASC") String order,
43                                                 @RequestParam(defaultValue = "id") String sortBy) {
44         return ResponseEntity.ok(clientInterfaceBusiness.getAll(page, size, orders, sortBy));
45     }
46

```

La base de datos del sistema fue implementada utilizando Oracle Database, un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) ampliamente utilizado en aplicaciones empresariales debido a su robustez, escalabilidad y capacidad para manejar grandes volúmenes de datos. En este proyecto, la base de datos almacena toda la información relacionada con los clientes, incluyendo sus datos básicos, frecuencias de viaje y estados, que son gestionados por el backend a través de una API RESTful.

La base de datos sigue un modelo relacional, donde los datos se organizan en tablas relacionadas mediante claves primarias y foráneas como se evidencia en la ilustración 13. Una de las tablas principales del sistema es GGP_CLIENT, que almacena la información de los clientes. Esta implementación aseguró una gestión eficiente y segura de los datos, soportando las operaciones del sistema y garantizando la integridad de la información.

Ilustración 16. Gestión de clientes

Id Cliente	Tipo de identificación	Número de identificación	Nombre	Dirección	Tipo Aforo	Estado
	Nit	9001456123	METALURGIA INDUSTRIAL S.A.	AUT. MEDELLÍN KM 1.5, BODEGA 6, PARQUE EMPRESARIAL SAN FERNANDO	VOLUMEN	ACTIVO
	Cedula	1006547384	Dummy Name	Dummy Direction	VOLUMEN	ACTIVO
	Nit	9002226675	TECNOLOGÍA INDUSTRIAL AVANZADA S.A.	AVE. SEC IND MEDELLÍN, BOD 12, PARQUE DE NEGOCIOS LA ESPERANZA	ESPECIAL	ACTIVO
	Nit	9009776345	MECÁNICA INDUSTRIAL INNOVADORA S.A.	AUTOPISTA MEDELLÍN KM 1.5, BODEGA 6, PARQUE LOGÍSTICO EL ROSAL	PESO	ACTIVO
	Cedula	1	Compañía de prueba	Calle 24 - #22-33	VOLUMEN	ACTIVO

El diseño de la aplicación móvil para los conductores de los vector fue desarrollado utilizando Java priorizando una interfaz intuitiva y funcionalidades offline para entornos con conectividad limitada, permite gestionar las actividades operativas en tiempo real, optimizando el registro y seguimiento de rutas, micro rutas y clientes. Su interfaz intuitiva incluye módulos clave como:

- ✓ **Asignación de recorridos:** La Ilustración 17 muestra la pantalla "Recorrido Asignado", donde el conductor visualiza detalles de la ruta (Ruta 2025-2, Micro ruta 20253433), municipio, fecha, frecuencia, clientes asignados (3), vehículo (CCF223) y conductor (Juan), permitiendo aceptar la asignación con un botón claro.

Ilustración 17. Recorrido Asignado.

RECORRIDO ASIGNADO	
RUTA:	Ruta 2025-2
MUNICIPIO:	Nueva ruta prueba
MICRO-RUTA:	Micro ruta 20253433
FECHA:	01 April 2025
FRECUENCIA:	Martes
CLIENTES:	3
VEHÍCULO:	CCF223
CONDUCTOR:	Juan
ACEPTAR	

- ✓ **Gestión de micro rutas:** La Ilustración 18 presenta la pantalla de gestión de micro rutas, donde se registran datos de clientes (volumen, aforo) y se controla el avance (0% completado, 0 de 3 recolectados), con opciones para pausar la ruta o registrar nuevos aforos.

Ilustración 18. Gestión de micro-rutas

MICRO-RUTA: Micro ruta 20253433

RUTA:	Ruta 2025-2	LLENADO:	0.0000 %
MUNICIPIO:	Nueva ruta	FECHA:	01 April 2025
TIEMPO:	00:04	AVANCE:	0 RECOLECTADOS DE 3

🔍 BUSCAR CLIENTE

NUEVO AFORO **PAUSAR RUTA**

VOLUMEN	PEMAR CONSULTORES DE COLOMBIA LOT. 5A HDA POTRERO CHICO BOD. 2 MZ. B ARCOS DE COTA	<input type="checkbox"/>
VOLUMEN	BBVA ASSET MANAGEMENT SA SOCIEDAD AUT. MEDELLIN KM 2 LOC. 2 BUFFALO WINGS BAZAAR 80	<input type="checkbox"/>
VOLUMEN	GAMACOLOR EDITORIAL SAS AUT. MED KM 7 CELTA TRADE PARK LOT. 92 - A	<input type="checkbox"/>

- ✓ **Estado del vehículo:** La Ilustración 19 muestra la pantalla "Iniciar Recorrido", donde el conductor reporta el estado del vehículo (llantas, combustible, luces, frenos, aceite) y el kilometraje inicial (123 km), con opciones para ingresar observaciones y cambiar de vehículo si es necesario.

Ilustración 19. Estado del Vehículo.

INICIAR RECORRIDO

VEHÍCULO: CCF223 KM INICIAL: 123

ESTADO DEL VEHÍCULO

ESTADO DE LLANTAS Y SU PRESIÓN:

NIVEL COMBUSTIBLE:

SISTEMA DE LUCES:

ESTADO BOCINA:

NIVEL DEL LÍQUIDO DE LOS FRENOS:

NIVEL ACEITE:

DOCUMENTACIÓN DEL VEHICULO:

OBSERVACIONES ADICIONALES:

INGRESAR TRIPULANTES **CAMBIAR VEHÍCULO** **CANCELAR**

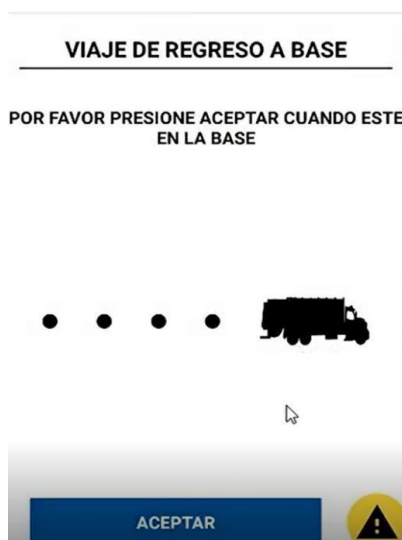
- ✓ **Confirmación con firma:** La Ilustración 20 muestra la funcionalidad de firma digital del usuario (Juan), garantizando la validación de las actividades realizadas.

Ilustración 20. Firma del Usuario.



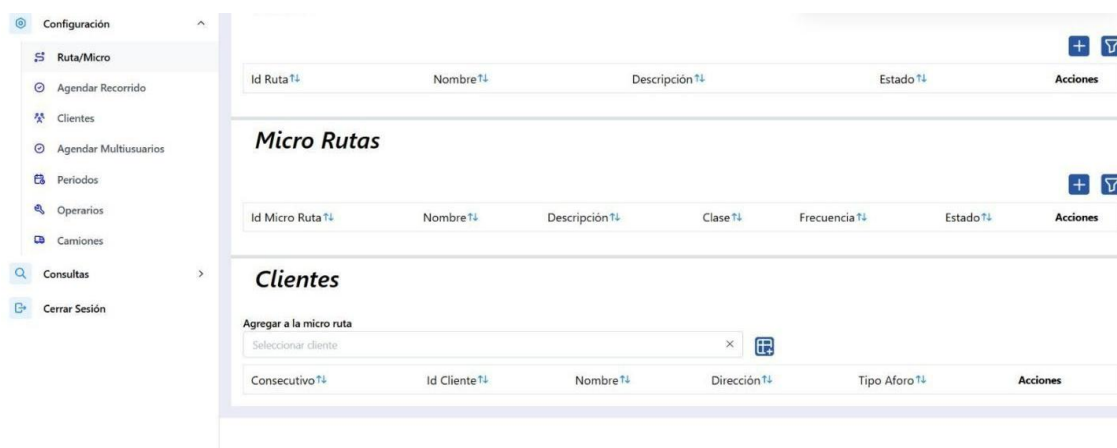
- ✓ **Finalización del recorrido:** La Ilustración 21 presenta la pantalla "Viaje de Regreso a Base", donde el conductor confirma su retorno con un botón de aceptación, asegurando el cierre del ciclo operativo.

Ilustración 21. Viaje de regreso a base.



La implementación de la aplicación móvil para los conductores y el portal web para los administradores eliminó las limitaciones de registros manuales, la pérdida de datos y la falta de trazabilidad. La obtención de información en tiempo real como se observa en la ilustración 22, permite a los conductores registrar y monitorear actividades de manera precisa, respondiendo directamente a la pregunta de investigación ¿Cómo digitalizar el sistema de gestión y control de la información de los procesos de registro, seguimiento de las rutas y recolección de los datos?

Ilustración 22. Interfaz del portal web mostrando la gestión de rutas y micro rutas



La adopción de SCRUM facilitó un desarrollo iterativo y adaptativo, como se refleja en la implementación de funcionalidades clave. Se desarrollaron módulos en sprints, asegurando entregas incrementales alineadas con las necesidades de Aguas de Buga. Esta metodología fomentó una comunicación fluida y permitió ajustes continuos basados en retroalimentación.

4.2.3. Implementar respectivas pruebas a la plataforma por módulos para comprobar el funcionamiento adecuado del software.

Durante el desarrollo de la plataforma, se implementó una estrategia de pruebas enfocada en la validación continua y modular de cada componente del sistema, tanto en la aplicación móvil como

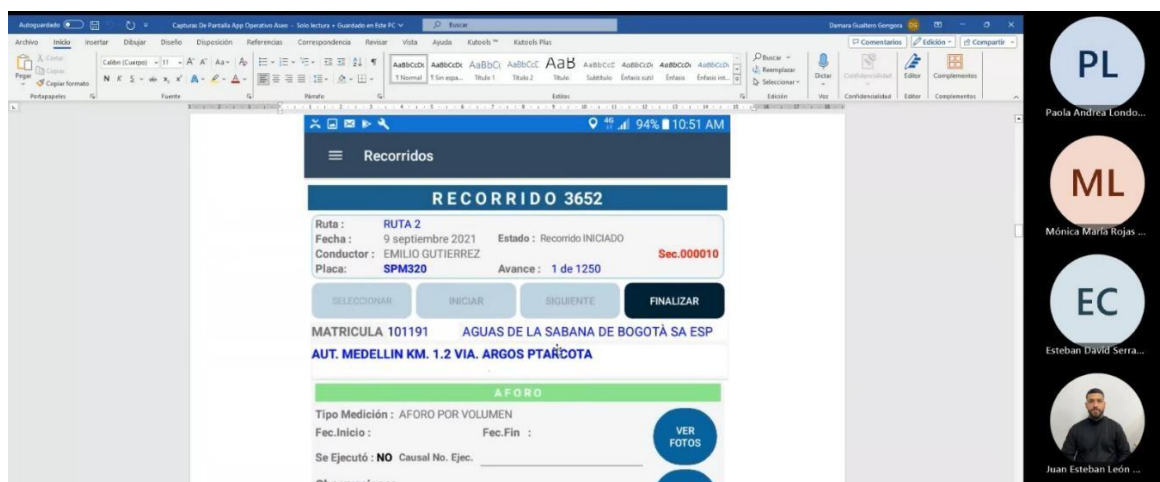
web, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento y satisfacción de los requisitos establecidos. Debido a la metodología SCRUM adoptada, se optó por validar los avances con los usuarios administrativos (en este caso, el cliente) mediante reuniones en vivo por videollamada de manera periódica, donde se presentaban los módulos desarrollados y se entregaban los accesos a la plataforma web (vía link) y a la aplicación móvil (mediante archivo. apk), en las cuales el cliente interactúa con el software y proporciona retroalimentación en tiempo real, se puede evidenciar en la ilustración 23.

Se organizaron reuniones presenciales y virtuales con representantes de Aguas de Buga para llevar a cabo pruebas directas de la plataforma como en la ilustración 24. Durante estas sesiones, se probaron funcionalidades clave, como la asignación de rutas en el portal web y el registro de actividades en la aplicación móvil. El cliente interactuó directamente con el sistema, simulando escenarios reales, como la planificación de una micro ruta o la confirmación de un recorrido mediante firma digital. Estas pruebas permitieron identificar errores de usabilidad, como la necesidad de ajustar el tamaño de los botones en la aplicación móvil para facilitar su uso en campo, y validar que las funcionalidades cumplieron con las expectativas del cliente. Los comentarios recopilados se documentaron y sirvieron como base para iteraciones correctivas.

Ilustración 23. Prueba de plataforma.

The screenshot displays a mobile application interface for 'AFORO'. At the top, the title 'AFORO' is centered. Below it, the text 'TIPO DE MEDICIÓN: PELOS SSA' and 'carrera 2 # 12 - 2' is shown. A section titled 'SE REALIZÓ LA RECOLECCIÓN:' contains a dropdown menu with the selected option '10001 - Recolección sin...'. Below this, a large rectangular area is labeled 'BASCULA' and contains a scale with a zero mark. At the bottom of the screen, a status bar shows 'AFORO POR 3', '0.00', and 'TON'.

Ilustración 24. Reuniones para pruebas.



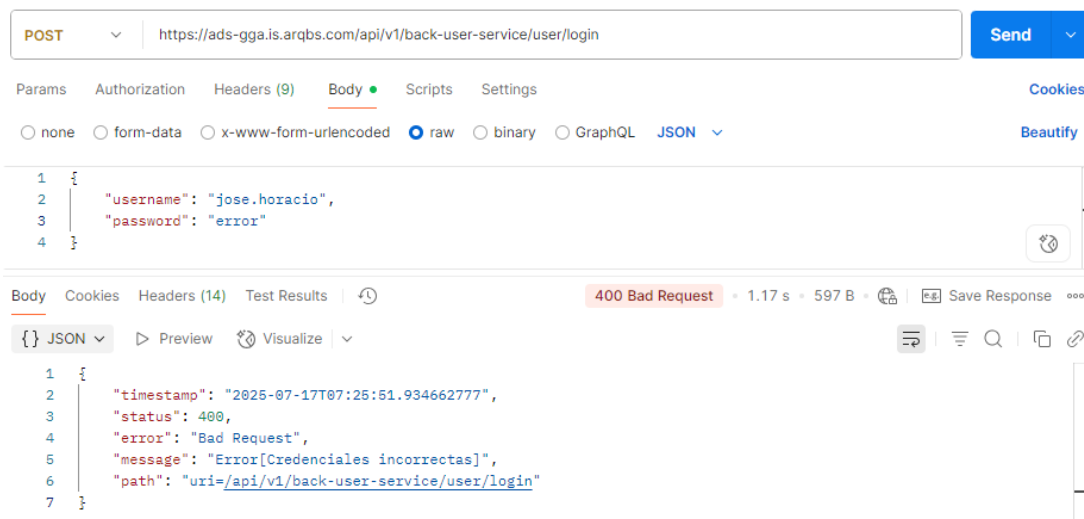
Estas sesiones, realizadas cada 2 a 6 días según la carga de trabajo y complejidad del módulo, permitieron recopilar observaciones directamente del cliente, las cuales fueron corregidas e implementadas en ciclos cortos de mejora continua. Aunque estas reuniones no quedaron grabadas, el proceso garantizó una validación directa de las funcionalidades esperadas en escenarios reales de uso. Y aplicar ajustes de manera inmediata, priorizando la satisfacción de los requerimientos funcionales sobre la documentación formal.

Este enfoque de validación empírica permitió garantizar que la plataforma cumpliera con los requerimientos del cliente, incluso en ausencia de documentación formalizada de las sesiones.

Además de las validaciones empíricas, se llevaron a cabo pruebas unitarias e integraciones utilizando herramientas como Postman, JUnit 5 y Mockito, con el fin de garantizar la correcta respuesta de los servicios RESTful del backend, desarrollados en Spring Boot. Estas pruebas verificaron la consistencia de las operaciones CRUD, el manejo de errores, manejo de estados de los recursos y la correcta persistencia de datos. Estas validaciones fueron complementadas con pruebas manuales realizadas por los desarrolladores sobre la interfaz tanto del portal web como de la aplicación móvil, simulando recorridos, registros de clientes, gestión de rutas, carga de firmas, repostajes e incidencias.

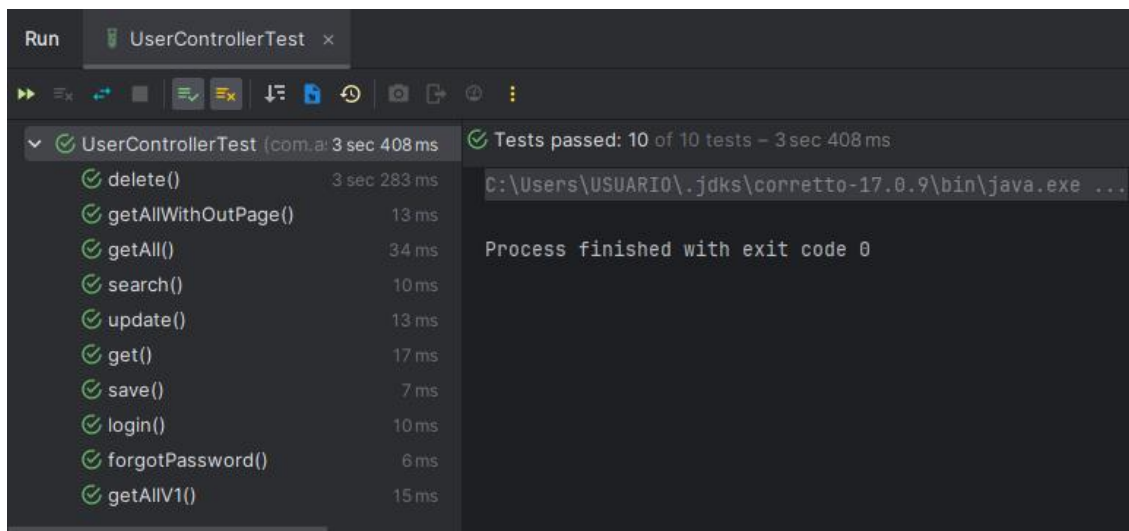
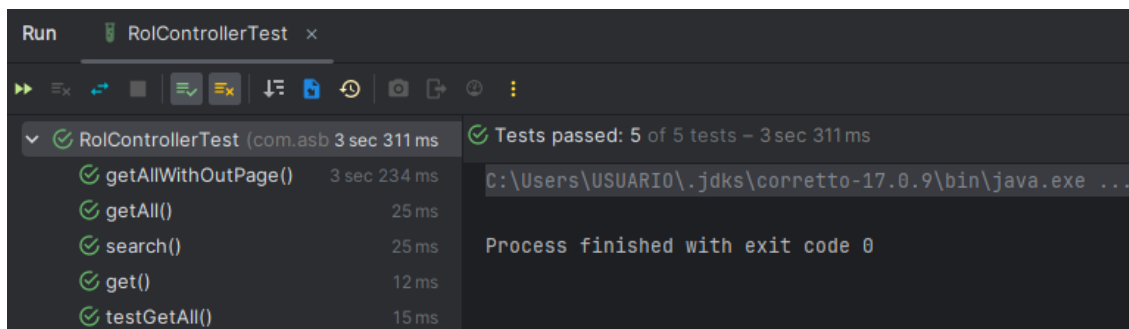
Posteriormente, se ejecutaron pruebas negativas enviando credenciales incorrectas (usuario o contraseña inválidos), lo cual generó una respuesta con código 400, tal como se muestra en la Ilustración 26. Estas pruebas permitieron validar el manejo adecuado de errores por parte del sistema.

Ilustración 26. Prueba Postman Login fallido.



Además, se verificó que los encabezados de autenticación (Authorization: Bearer <token>) fueran requeridos correctamente en peticiones posteriores, asegurando que el sistema implementa control de acceso basado en tokens. También se registró la respuesta del backend en consola para observar el flujo de ejecución, los logs de seguridad y las trazas del middleware de autenticación.

Finalmente, se ejecutaron pruebas unitarias con JUnit 5 y Mockito, enfocadas en el método de validación de credenciales del servicio AuthService, obteniendo resultados exitosos en todos los casos definidos, como se evidencia en las Ilustraciones 27 y 28 con la pantalla de pruebas completadas en verde. Este conjunto de pruebas garantiza que el proceso de autenticación se comporta conforme a lo esperado, tanto en condiciones normales como ante errores de validación.

Ilustración 27. Prueba Unitarias users.*Ilustración 28. Prueba Unitarias rols.*

Aunque no se dispone de documentación escrita o grabada de las sesiones de prueba con el cliente, el proceso continuo de retroalimentación directa permitió ajustar las funcionalidades hasta lograr una solución estable y adaptada a los requerimientos específicos de Aguas de Buga S.A. E.S.P. Esta validación iterativa fue clave para asegurar la confiabilidad del sistema en entornos operativos reales, especialmente considerando su uso en campo por parte de los conductores y supervisores.

Capítulo 5. Recomendaciones y trabajos futuros

5.1 Recomendaciones

Para garantizar éxito y la sostenibilidad del sistema, se propone las siguientes recomendaciones, basadas en un análisis de los procesos descritos, los objetivos establecidos y las limitaciones:

- Implementar medidas de ciberseguridad, tales como encriptación de datos, autenticación en dos factores en la app como en la web. Dado que se manejan datos sensibles como direcciones y firmas.
- Asegurar la compatibilidad del sistema con herramientas externas, como sistemas GPS para un seguimiento real más preciso de las rutas.
- Monitoreo y mantenimiento continuo, realizar actualizaciones regulares para corregir fallos identificados en las pruebas modulares.
- Incorporar funcionalidades que promuevan la sostenibilidad, como alertas para rutas optimizadas que minimicen el consumo de combustible. Evaluar el impacto mediante encuestas a la comunicad para medir mejoras en la calidad del servicio.

5.2 Trabajos futuros

Con el fin de extender el alcance del proyecto, se sugieren las siguientes sugerencias de trabos futuros. Estas propuestas se centran en la escalabilidad, innovación y expansión funcional, considerando el crecimiento poblacional:

- Integrar algoritmos de IA y Machine Learning para la planificación automática de rutas y micro rutas, basados en los datos históricos, incidencias y demandas. Esto podría ayudar a reducir costos operativos y mejorar la respuesta.
- Desarrollar un módulo web para los usuarios finales, permitiendo solicitudes directas del

servicio, seguimiento de las solicitudes y calificaciones

- Ampliar el módulo de reportes con herramientas de Big Data y visualización para generar patrones predictivos sobre obstrucciones de alcantarillas y demandas futuras
- Preparar el sistema para manejar un mayor volumen de camiones y usuarios mediante migración a arquitectura en la nube, asegurando la alta disponibilidad

Conclusiones

El desarrollo del proyecto permitió transformar el trabajo manual en un sistema de digitalización eficiente, resolviendo problemáticas identificadas y cumpliendo con los objetivos establecidos.

Los objetivos planteados al inicio del trabajo de grado se cumplieron satisfactoriamente; la recolección de requerimientos como lo indico el objetivo 1, el desarrollo de la aplicación móvil y web y el tercer objetivo permitieron digitalizar el sistema de gestión y control de la empresa. Los resultados obtenidos responden directamente a la pregunta de investigación ¿Cómo digitalizar el sistema de gestión y control de la información de los procesos de registro, seguimiento de las rutas y recolección de los datos?, al proporcionar una solución tecnológica que optimiza la trazabilidad y eficiencia operativa, como se evidencia en la gestión de rutas y micro rutas.

El proyecto transformó los procesos que se realizaban de manera manual en un sistema digital eficiente; eliminando la pérdida de datos y mejorando la asignación de recursos. La aplicación móvil permitió a los conductores registrar actividades en tiempo, mientras que la plataforma web facilitó la planificación y supervisión administrativa. Las pruebas modulares confirman la estabilidad del sistema, destacando su capacidad para operar en entornos con conectividad variable y su impacto positivo en la percepción de calidad por parte de la comunidad del municipio de Buga. La falta de datos históricos completos sobre las rutas dificultó la implementación de funcionalidades analíticas avanzadas. Estas restricciones no afectan la validez de los resultados, pero contextualizan las oportunidades de mejora identificadas.

La digitalización del servicio de Vactor transformó las operaciones de Aguas de Buga S.A. E.S.P., alineándose con su política de calidad y mejorando el ingreso de la información. Los resultados, respaldados por las ilustraciones presentadas, evidencian una mejora en la digitalización del proceso. Se sugiere un plan de mantenimiento continuo y la evaluación de tecnologías emergentes para consolidar los logros obtenidos.

Se sugiere explorar la integración de tecnologías emergentes, como el análisis predictivo para optimizar rutas, y realizar pruebas a mayor escala para evaluar el rendimiento del sistema en diferentes condiciones. También sería valioso desarrollar módulos de inteligencia artificial que permitan predecir desviaciones de ruta, ampliando el impacto de la solución en la gestión operativa.

Este trabajo aporta una solución tecnológica innovadora que digitaliza y optimiza la gestión de rutas y micro rutas, mejorando la eficiencia y transparencia de las operaciones de Aguas de Buga. Los resultados obtenidos sientan las bases para futuras mejoras en la gestión de servicios públicos, demostrando el potencial de la tecnología para generar un impacto positivo en la industria y la sociedad.

Referencias

- 1 Quiénes somos. (2020, diciembre 2). Aguas de Buga S.A. E.S.P; Aguas de Buga S.A.S E.S.P. <https://aguasdebuga.com/quienes-somos/>
- Works, E. (s/f). Limpieza de arquetas y alcantarillas: Mantenimiento preventivo que puede frenar las inundaciones. [Aguasresiduales.info](https://www.aguasresiduales.info). Recuperado el 27 de agosto de 2024, de <https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/limpieza-de-arquetas-y-alcantarillas-mantenimiento-tjFy>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). La Guía de Scrum: Las Reglas del Juego. <https://scrumguides.org>.
- Codd, E. F. (1970). A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *Communications of the ACM*, 13(6), 377–387.
- Parnas, D. L. (1972). On the Criteria to Be Used in Decomposing Systems into Modules. *Communications of the ACM*, 15(12), 1053–1058.
- Kay, A. (1993). The Early History of Smalltalk. *ACM SIGPLAN Notices*, 28(3), 69–95.
- (S/f). Amazon.com. Recuperado el 27 de noviembre de 2024 <https://aws.amazon.com/es/what-is/sql/>
- (S/f-b). Amazon.com. Recuperado el 27 de noviembre de 2024, <https://aws.amazon.com/es/what-is/database/>
- Repositorio Institucional Universidad de Antioquia: Página de inicio. (s/f). Edu.co. Recuperado el 27 de noviembre de 2024, de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/>
- Martins, J. (2024, febrero 19). Qué es la gestión de recursos y cómo comenzar [2024] • Asana. <https://asana.com/es/resources/resource-management-plan>
- Atlassian. (s/f). Software de colaboración para equipos de software, TI y empresa. [Atlassian.com](https://www.atlassian.com/es/). Recuperado el 27 de noviembre de 2024, de <https://www.atlassian.com/es/>
- Ruiz, L., & Isabel, M. (2003). Optimización del sistema de calidad analítica en el laboratorio de análisis de aguas de la Carder.
- Westreicher, G. (2021, junio 14). Digitalización. *Economipedia*. https://economipedia.com/definiciones/digitalizacion.html?utm_source
- Qué es un diagrama de flujo. (s/f). Lucidchart. Recuperado el 27 de noviembre de 2024, de <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>
- (S/f-c). Edu.ec. Recuperado el 27 de noviembre de 2024, de <https://repositorio.uta.edu.ec/items/c0f21f94-8aa4-4709-b05e-c882040cd117>
-