

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



SISTEMA DE GESTIÓN DIGITAL PARA EL CONTROL OPERATIVO
DEL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ "SAE"

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO TÉCNICO SUPERIOR EN
INGENIERÍA DE SISTEMAS

Postulante: Univ. Josué Abram Chipana Yapuchura

Tutor: Ing. Marco Antonio Poma Choquehuanca

Cobija – Pando – Bolivia

Junio – 2026

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado está dedicado a mi familia, cuyo apoyo incondicional fue el sostén fundamental durante toda la formación académica. A mis padres, por inculcar en mí el valor del esfuerzo y la perseverancia. A los docentes de la Universidad Amazónica de Pando, por compartir su conocimiento y orientar este proceso de aprendizaje con dedicación y compromiso.

.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para alcanzar esta importante meta académica.

A la Universidad Amazónica de Pando, por la formación académica recibida y por contribuir a mi crecimiento personal y profesional.

Al Ing. Luis Enrique Villca Mamani, por su orientación, asesoramiento y apoyo durante el desarrollo del Sistema para Taller Mecánico Automotriz SAE.

Al Sr. Alberto Saez Herrera, propietario del Taller Mecánico Automotriz SAE, por abrir las puertas de su empresa para la realización del presente trabajo y colaborar activamente durante el levantamiento de requerimientos y la validación del sistema desarrollado.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas, por compartir sus conocimientos y experiencias, contribuyendo significativamente a mi formación profesional.

A todos ellos, mi sincero agradecimiento.

RESUMEN

El Taller Mecánico Automotriz SAE, ubicado en Cobija, Bolivia, gestionaba sus procesos operativos mediante registros manuales en papel y hojas de cálculo dispersas, lo que generaba pérdida de información, errores de control y ausencia de trazabilidad en la ejecución de servicios. Ante esta problemática, el presente trabajo desarrolló un sistema de gestión digital para el control operativo del taller, integrando módulos de registro de clientes y vehículos, programación de citas, control de inventario de repuestos, ejecución de órdenes de trabajo con detalle de servicios, y generación de facturas. La investigación se desarrolló bajo un enfoque aplicado y descriptivo, utilizando la metodología ágil SCRUM organizada en cinco Sprints de dos semanas. El sistema se implementó con una arquitectura cliente-servidor de tres capas: presentación en HTML5, CSS3 y Bootstrap 5; lógica de negocio Spring Boot y gestor de base de datos en MySQL con 14 tablas normalizadas hasta la Tercera Forma Normal bajo el patrón MVC. La validación con el administrador y dos mecánicos confirmó el cumplimiento de los doce casos de prueba, verificando la correcta integración del ciclo servicio-cita-orden-factura. El sistema digitalizó y centralizó los procesos del taller SAE, alcanzando una tasa de aprobación del 100% en los doce casos de prueba ejecutados, eliminando la dispersión de registros y proporcionando una herramienta adaptada a la infraestructura tecnológica de la región amazónica de Bolivia.

Palabras clave: sistema de gestión digital, taller mecánico automotriz, SCRUM.

ABSTRACT

The SAE Automotive Mechanical Workshop, located in Cobija, Bolivia, managed its operational processes through manual paper records and scattered spreadsheets, resulting in information loss, control errors, and a lack of traceability in service execution. To address this problem, this study developed a digital management system proposal for the workshop's operational control, integrating modules for customer and vehicle registration, appointment scheduling, spare parts inventory management, work order execution with service details, and invoice generation. The research was conducted under an applied and descriptive approach, using the SCRUM agile methodology organized into five two-week Sprints. The system was implemented using a three-tier client-server architecture: presentation layer with HTML5, CSS3, and Bootstrap 5; business logic layer with Spring Boot; and a MySQL database management system consisting of 14 tables normalized up to the Third Normal Form under the MVC pattern. Validation with the administrator and two mechanics confirmed the successful completion of twelve test cases, verifying the correct integration of the appointment-service-work order-invoice cycle. The system digitalized and centralized the workshop's processes, achieving a 100% approval rate across twelve functional test cases, eliminating dispersed records and providing a technological solution adapted to the infrastructure conditions of the Bolivian Amazon region.

Keywords: digital management system, automotive mechanical workshop, SCRUM.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. MARCO INTRODUCTORIO	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. El Problema a Investigar	1
1.2.1. Descripción de la situación problemática.....	1
1.2.2. Delimitación del problema	2
1.2.3. Planteamiento del problema científico	3
1.2.4. Definición del objeto de estudio	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación	4
1.4.1. Justificación técnica.....	4
1.4.2. Justificación económica.....	4
1.4.3. Justificación social.....	6
1.5. Metodología.....	6
1.5.1. Metodología de desarrollo de software	6
CAPÍTULO II. SUSTENTO TEÓRICO, DEBATE Y REFLEXIÓN	8
2.1. Sustento Teórico.....	8
2.1.1. Sistemas de información para la gestión empresarial.....	9
2.1.2. Arquitectura cliente-servidor de tres capas y patrón MVC	9
2.1.3. Control de inventarios en talleres mecánicos	10
2.1.4. Gestión de órdenes de trabajo y facturación.....	10
2.1.5. Metodología ágil SCRUM.....	11
2.2. Diagnóstico y Análisis de la Situación Actual	12
2.3. Desarrollo del Sistema de Gestión Digital	14
2.3.1. Metodología de desarrollo aplicada — SCRUM.....	14
2.3.2. Análisis de factibilidad	16
2.3.3. Modelado del sistema	17
2.3.4. Requerimientos del sistema	19
2.3.5. Arquitectura del sistema	23
2.3.6. Stack tecnológico.....	24
2.3.7. Implementación por módulos	25
2.4. Exposición de Resultados Obtenidos	27

2.4.1. Resultados de las pruebas funcionales	27
2.4.2. Comparación antes y después de la implementación	29
2.4.3. Discusión de resultados	30
CAPÍTULO III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
3.1. Conclusiones.....	32
3.2. Recomendaciones	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	36
Guía de entrevista semiestructurada aplicada al personal del Taller Mecánico SAE	36
Ficha de observación directa de flujos operativos.....	38
Declaración de autoría y originalidad.....	40
Interfaces del Sistema de Gestión Digital — Taller Mecánico Automotriz SAE	41
Carta de autorización uso de información y acceso al Taller Mecánico Automotriz SAE ..	46
Carta Constancia de Realización de Pruebas funcionales del sistema en el Taller Mecánico Automotriz SAE	47
Registro Fotográfico	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 <i>Comparación de costos y beneficios del sistema propuesto</i>	5
Tabla N°2 <i>Planificación de Sprints del Proyecto Taller Mecánico Automotriz SAE</i>	7
Tabla N°3 <i>Matriz de categorización de hallazgos del diagnóstico</i>	13
Tabla N°4 <i>Trazabilidad: Hallazgos del diagnóstico Requerimientos funcionales</i>	13
Tabla N°5 <i>Product Backlog — Historias de Usuario del Sistema SAE</i>	14
Tabla N°6 <i>Planificación de Sprints del Proyecto SAE</i>	16
Tabla N°7 <i>Análisis de Factibilidad del Sistema SAE</i>	17
Tabla N°8 <i>Requerimientos Funcionales del Sistema SAE</i>	20
Tabla N°9 <i>Requerimientos No Funcionales del Sistema SAE</i>	20
Tabla N°10 <i>Stack Tecnológico del Sistema de Gestión Digital Mecánica Automotriz SAE</i>	25
Tabla N°11 <i>Resultados de Pruebas Funcionales del Sistema SAE — Sprint 5</i>	27
Tabla N°12 <i>Matriz de trazabilidad Requerimiento - Caso de Prueba</i>	29

Tabla N°13 <i>Comparación de Procesos Operativos Antes y Después de la Implementación</i>	30
Tabla B1 <i>Ficha de observación directa de flujos operativos del Taller SAE</i>	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 <i>Diagrama BPMN — Proceso de Gestión de Servicios Del Taller Mecánico SAE</i> .	18
Figura N°2 <i>Diagrama de Casos de Uso del Sistema SAE</i>	19
Figura N°3 <i>Modelo Entidad-Relación del Sistema SAE</i>	22
Figura N°4 <i>Diagrama de Clases del Sistema SAE</i>	23
Figura N°5 <i>Arquitectura Cliente-Servidor de tres Capas con patrón MVC</i>	24
Figura N°6 <i>Interfaz del Módulo de Gestión de Personas</i>	41
Figura N°7 <i>Interfaz del Módulo de Servicios</i>	42
Figura N°8 <i>Interfaz del Módulo de Citas</i>	43
Figura N°9 <i>Interfaz del Módulo de Órdenes de Trabajo</i>	44
Figura N°10 <i>Interfaz del Módulo de Facturación</i>	45
Figura N°11 <i>Infraestructura externa del Taller Mecánico Automotriz "SAE"</i>	48
Figura N°12 <i>Etapa de entrevista y levantamiento de requerimientos</i>	48

CAPÍTULO I. MARCO INTRODUCTORIO

1.1. Introducción

En la actualidad, la transformación digital se ha convertido en una necesidad imperante para las empresas que buscan mejorar la eficiencia de sus procesos, optimizar la gestión de la información y brindar servicios de mayor calidad. En el sector automotriz, los talleres mecánicos requieren herramientas tecnológicas que permitan controlar adecuadamente las actividades operativas relacionadas con la atención al cliente, la administración de servicios, el manejo de inventarios y la facturación.

El Taller Mecánico Automotriz SAE, ubicado en Cobija, Bolivia, operaba históricamente con registros manuales en cuadernos y hojas de cálculo desconectadas. Esta situación generaba deficiencias verificables, como errores operativos, dobles agendamientos, desconocimiento del stock de repuestos y falta de trazabilidad en las órdenes de trabajo, afectando directamente la eficiencia diaria y la experiencia del cliente.

Frente a esta realidad, el presente trabajo desarrolló un sistema de gestión digital para el control operativo del taller, bajo la metodología ágil SCRUM. La solución contempla módulos para la gestión de personas, vehículos, citas, inventario, órdenes de trabajo y facturación, implementados en una arquitectura de tres capas con Spring Boot y MySQL. El documento se organiza en tres capítulos: el Capítulo I expone el marco introductorio; el Capítulo II desarrolla el sustento teórico, el diagnóstico y el desarrollo tecnológico; y el Capítulo III presenta las conclusiones y recomendaciones derivadas de la validación funcional del sistema.

1.2. El Problema a Investigar

1.2.1. Descripción de la situación problemática

El Taller Mecánico Automotriz SAE opera en la ciudad de Cobija con un personal conformado por un administrador y dos mecánicos especializados. La gestión operativa del establecimiento se ha realizado históricamente mediante registros físicos en cuadernos y hojas sueltas, complementados ocasionalmente con hojas de cálculo en formato electrónico sin integración entre sí.

Esta situación genera un conjunto de deficiencias operativas verificables: la programación de citas se registra en un cuaderno de agenda sin control de disponibilidad, lo que provoca dobles agendamientos y confusión en la distribución de la carga de trabajo entre los mecánicos; el inventario de repuestos no cuenta con registro formal, de modo que el personal desconoce el stock disponible hasta que un repuesto se agota durante la ejecución de un servicio; las órdenes de trabajo se elaboran en hojas impresas sin copia de respaldo, sin detalle de los repuestos utilizados ni cálculo formal de costos, lo que impide realizar un seguimiento histórico de las intervenciones por vehículo; y la facturación se calcula de forma manual, siendo propensa a errores aritméticos y sin registro correlativo de las transacciones realizadas.

La fragmentación de estos procesos no solo limita la capacidad productiva del taller, sino que genera un riesgo operativo y financiero concreto: la pérdida de información sobre servicios prestados, la imposibilidad de generar indicadores de rendimiento y la dificultad para atender con rapidez y precisión las consultas de los clientes sobre el estado de sus vehículos.

1.2.2. Delimitación del problema

La investigación se delimita temáticamente al desarrollo de módulos orientados a la gestión de citas, las órdenes de trabajo con detalle de servicios y repuestos, y la facturación. Espacialmente, el estudio se circunscribe a las instalaciones del Taller Mecánico Automotriz

SAE, ubicado en la ciudad de Cobija, Pando, Bolivia. Temporalmente, el desarrollo se ejecutó durante la gestión 2026, estructurado en cinco Sprints iterativos de dos semanas cada uno.

1.2.3. Planteamiento del problema científico

¿De qué manera el desarrollo de un sistema de gestión digital para el control operativo de los procesos del Taller Mecánico Automotriz “SAE” permite optimizar la gestión de la información, el seguimiento de los servicios y la atención al cliente?

1.2.4. Definición del objeto de estudio

La gestión operativa de los servicios en el Taller Mecánico Automotriz SAE, incluyendo los procesos de registro de personas y vehículos, gestión de citas, control de inventarios, administración de órdenes de trabajo y facturación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema de gestión digital para el control operativo del Taller Mecánico Automotriz SAE, integrando módulos de registro de personas y vehículos, gestión de citas, ejecución de órdenes de trabajo con su respectivo detalle y facturación, con el fin de optimizar la organización de los procesos y la atención al cliente, validando su funcionamiento mediante doce pruebas funcionales realizadas con el personal del taller durante la gestión 2026

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar los procesos administrativos y operativos actuales del Taller Mecánico Automotriz SAE mediante entrevistas semiestructuradas y observación directa, como producto verificable la matriz de hallazgos y el listado de 8 requerimientos funcionales y 6 no funcionales documentados.

- Diseñar la arquitectura del sistema de gestión digital con patrón MVC, entregando como productos verificables los diagramas BPMN, Casos de Uso, Modelo Entidad-Relación y Diagrama de Clases.
- Implementar los módulos del sistema (personas, vehículos, citas, órdenes de trabajo, inventario y facturación) bajo metodología SCRUM en 5 Sprints, entregando como producto verificable el sistema funcional integrado.
- Validar el funcionamiento del sistema mediante 12 casos de prueba funcionales ejecutados con el administrador y los mecánicos del taller.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación técnica

El proyecto aplica principios de ingeniería de software mediante una arquitectura cliente-servidor organizada en tres capas: presentación, lógica de negocio y acceso a datos. Asimismo, el backend implementado con Spring Boot utiliza el patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador), permitiendo una adecuada separación de responsabilidades y facilitando el desarrollo, mantenimiento y escalabilidad del sistema. El uso de tecnologías de código abierto como HTML5, Bootstrap 5, Spring Boot y MySQL garantiza una solución eficiente, mantenible y adaptada a la infraestructura tecnológica disponible en Cobija. Además, el desarrollo modular del sistema permite priorizar funcionalidades según las necesidades operativas del taller mecánico.

1.4.2. Justificación económica

La digitalización de los procesos operativos del taller SAE reduce los costos asociados a la pérdida de información, los reprocesos administrativos y los errores de facturación. Al centralizar la gestión en una plataforma propia de código abierto, el taller elimina la

dependencia de herramientas externas con suscripciones recurrentes y optimiza el uso de insumos mediante el control preciso del inventario de repuestos.

Para cuantificar el beneficio económico esperado, se realizó una estimación comparativa de costos operativos basada en los datos observados durante el diagnóstico (Anexo B) y los precios de referencia del mercado local de Cobija (año 2026).

Tabla 1

Comparación de costos y beneficios del sistema propuesto

Concepto	Antes (sistema manual)	Después (sistema digital)	Ahorro mensual estimado
Tiempo administrativo por atención	25–41 min (observado)	8–12 min (estimado)	60–70% de reducción
Errores de facturación	1 de cada 10 servicios	0 errores (cálculo automático)	100% de eliminación
Pérdida de repuestos por desconocimiento de stock	2–3 rupturas/mes	0 rupturas (alertas de stock mínimo)	100% de eliminación
Retrabajos administrativos	Semanal (recálculos manuales)	0 (cálculos automáticos)	100% de eliminación
Costo de software y mantenimiento	Bs. 0 (cuadernos y papel)	Bs. 1.000 (inversión inicial única) + Bs. 300 (mantenimiento mensual)	Inversión inicial / costo fijo de Bs. 300
Costo operativo mensual estimado	Bs. 1.200–1.800 (tiempo administrativo y reprocesos)	Bs. 700–900 (tiempo administrativo optimizado + mantenimiento)	Bs. 500–1.100/mes de ahorro neto

Nota. *Elaboración propia (2026), con base en la información recopilada durante el diagnóstico (Anexos B).*

1.4.3. Justificación social

La implementación del sistema impacta directamente en la experiencia del usuario final, al ofrecer mayor transparencia en los costos del servicio, trazabilidad del estado del vehículo y reducción de los tiempos de espera. A nivel interno, mejora las condiciones de trabajo del personal técnico al asignar cargas de trabajo organizadas y reducir la improvisación administrativa. Asimismo, el proyecto contribuye a la modernización del sector automotriz de Cobija y constituye un modelo replicable para otros establecimientos de servicios de la región amazónica boliviana.

1.5. Metodología

1.5.1. Metodología de desarrollo de software

El desarrollo del sistema se rigió por el marco ágil SCRUM (Schwaber y Sutherland, 2020), organizado en cinco Sprints de dos semanas de duración cada uno. Dado que el proyecto fue ejecutado de forma individual, el postulante asumió simultáneamente los roles de Product Owner responsable de priorizar el Product Backlog, Scrum Master encargado de garantizar el cumplimiento del marco de trabajo y desarrollo. El usuario final del taller SAE participó en calidad de cliente del producto, validando los incrementos funcionales al término de cada Sprint.

Tabla 2*Planificación de Sprints del Proyecto Taller Mecánico Automotriz SAE*

Etapas	Descripción	Técnicas y Herramientas	Producto
Diagnóstico, Análisis y Diseño	Levantamiento de requerimientos, elaboración de historias de usuario y modelado del sistema.	Entrevistas, observación directa, Scrum, PowerDesigner, UML, MySQL.	Product Backlog, MER, diagramas UML y prototipos de interfaces.
Gestión de Clientes, Empleados, Proveedores y Vehículos	Desarrollo de módulos CRUD para clientes, empleados, proveedores y vehículos.	Java, Spring Boot, MySQL, HTML5, CSS3, Bootstrap, VS Code.	Módulo funcional de gestión de personas y vehículos.
Desarrollo del Módulo de Citas y Servicios	Registro y programación de citas, administración del catálogo de servicios del taller.	Java, Spring Boot, HTML5, CSS3, Bootstrap, MySQL, VS Code.	Módulo de citas y servicios integrado con la base de datos.
Desarrollo del Módulo de Inventario y Órdenes de Trabajo	Control de inventario de repuestos y generación de órdenes de trabajo con trazabilidad.	Java, Spring Boot, MySQL, HTML5, CSS3, Bootstrap, VS Code.	Módulo de inventario y órdenes de trabajo operativo.
Facturación, Pruebas	Pruebas funcionales por modulo	VS Code, servidor local.	Sistema integrado, validado listo para siguientes evaluaciones

***Nota.** Elaboración propia (2026). La planificación de los sprints se realizó con base en la metodología Scrum*

CAPÍTULO II. SUSTENTO TEÓRICO, DEBATE Y REFLEXIÓN

2.1. Sustento Teórico

Melendez Cahuas (2025) investigó el impacto de un sistema web en la gestión de mantenimiento del taller automotriz VIP2CARS, concluyendo que la integración de módulos de citas, órdenes de trabajo y facturación en una única plataforma incrementó la productividad del personal técnico y mejoró la satisfacción del cliente. Este trabajo valida el enfoque modular adoptado en el presente proyecto.

Gómez Quispe y Vargas Calle (2023) desarrollaron un sistema web para la gestión del servicio mecánico en el taller automotriz Tecmotor SAC, implementado con tecnologías Java EE y MySQL, logrando reducir los tiempos de atención en un 38% y eliminar la duplicidad de registros de clientes. Este antecedente es directamente pertinente por su similitud con la problemática del taller SAE en cuanto a la fragmentación de registros y la ausencia de trazabilidad operativa.

A nivel boliviano, Quispe Chambi y Mamani Tancara (2022), en el repositorio de la Universidad Mayor de San Andrés, desarrollaron un sistema de control y monitoreo de información para una empresa de transporte aplicando arquitectura cliente-servidor y bases de datos relacionales con MySQL, metodología directamente transferible al contexto del taller SAE. Por su parte, Flores Mamani (2021), en la Universidad Mayor de San Simón, implementó un sistema de inventarios con alertas de stock mínimo para un micronegocio boliviano, validando la aplicabilidad de estos modelos en pequeñas empresas locales.

Estrada Velasco et al. (2021) realizaron una revisión sistemática de la metodología SCRUM concluyendo que es la metodología ágil con mayor adopción en proyectos de software de mediana complejidad en América Latina, con Sprints de dos a cuatro semanas como intervalo

óptimo para equipos pequeños. Esta evidencia respalda la elección metodológica del presente proyecto.

2.1.1. Sistemas de información para la gestión empresarial

Un sistema de información es un conjunto organizado de recursos tecnológicos, humanos y de datos que procesa, almacena y distribuye información para apoyar la toma de decisiones, la coordinación y el control de una organización (Laudon y Laudon, 2020). Para talleres mecánicos, los sistemas integrados permiten centralizar la gestión de clientes, vehículos, repuestos, tiempos de servicio y facturación en una única plataforma, eliminando la fragmentación informativa propia de los sistemas manuales.

Los sistemas web, basados en tecnologías HTML y protocolos HTTP/HTTPS, ofrecen ventajas significativas respecto a los sistemas de escritorio en términos de accesibilidad, mantenibilidad y escalabilidad, dado que el usuario accede a la aplicación mediante un navegador sin instalación local (UNAM, 2020). Para pequeñas empresas del sector servicios como el taller SAE, esta característica es determinante, ya que elimina los costos de instalación y compatibilidad de software en los equipos del personal.

2.1.2. Arquitectura cliente-servidor de tres capas y patrón MVC

La arquitectura cliente-servidor establece una separación funcional entre el cliente, responsable de la interfaz de usuario, y el servidor, encargado del procesamiento lógico y el almacenamiento persistente de información (UNAM, 2020). En la variante de tres capas —la más adoptada en aplicaciones empresariales— se distingue la capa de presentación, implementada con HTML, CSS y JavaScript; la capa de lógica de negocio, materializada mediante Spring Boot; y la capa de datos, gestionada por un sistema gestor de bases de datos relacionales como MySQL (Lara Labrador et al., 2021).

Asimismo, la aplicación adopta el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), implementado mediante el framework Spring Boot. Este patrón organiza el software en tres componentes principales: el Modelo, encargado de la gestión y representación de los datos; la Vista, responsable de la presentación de la información al usuario; y el Controlador, que gestiona las solicitudes y coordina la interacción entre la vista y el modelo. Esta separación de responsabilidades favorece el desarrollo modular, facilita el mantenimiento del código y mejora la escalabilidad del sistema.

2.1.3. Control de inventarios en talleres mecánicos

El control de inventarios es el proceso de administrar el nivel de existencias de repuestos y consumibles dentro de la organización, comprendiendo el registro de entradas y salidas, el cálculo automático de existencias actuales y la configuración de alertas de stock mínimo (Sánchez et al., 2022). Para talleres mecánicos, la disponibilidad de repuestos impacta directamente en los tiempos de reparación y la satisfacción del cliente: la ruptura de stock paraliza el avance de una orden de trabajo y deteriora la imagen del servicio.

Flores Mamani (2021) valida que las alertas de stock mínimo constituyen la funcionalidad más valorada por los administradores de pequeños negocios bolivianos en sistemas de inventario, ya que permiten anticipar el reabastecimiento sin necesidad de verificaciones físicas periódicas. Roman Arce (2023) añade que la gestión digital del inventario permite clasificar los artículos por rotación, concentrando el esfuerzo de control en los repuestos de mayor impacto económico.

2.1.4. Gestión de órdenes de trabajo y facturación

La orden de trabajo es el documento operativo central de un taller mecánico, que registra la solicitud del cliente, los servicios ejecutados, los repuestos utilizados, los tiempos de mano

de obra y el costo total (Gómez Quispe y Vargas Calle, 2023). La digitalización de las órdenes permite mantener un historial completo de intervenciones por vehículo, calcular automáticamente los costos de cada servicio y generar la factura correspondiente sin reprocesos manuales.

Pérez-Torres et al. (2024) destacan que en la mayoría de talleres automotrices pequeños el administrador realiza simultáneamente funciones técnicas y administrativas, generando una saturación de actividades que deteriora la calidad de la gestión. La digitalización de las órdenes de trabajo libera al personal de tareas administrativas redundantes y concentra la atención en el diagnóstico y la reparación. En materia de facturación, la generación automática a partir de los datos de la orden de trabajo elimina los errores de cálculo manual y garantiza la trazabilidad financiera de cada servicio (Araujo Zeas, 2016).

2.1.5. Metodología ágil SCRUM

SCRUM es un marco de trabajo ágil que organiza el desarrollo de software en iteraciones cortas denominadas Sprints, con una duración típica de dos a cuatro semanas, al término de las cuales se entrega un incremento funcional del producto (Schwaber y Sutherland, 2020). Su estructura se apoya en tres roles Product Owner, Scrum Master y equipo de desarrollo, cuatro eventos Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review y Sprint Retrospective y tres artefactos Product Backlog, Sprint Backlog e Incremento.

Estrada Velasco et al. (2021) confirman que SCRUM es la metodología ágil con mayor adopción en proyectos latinoamericanos de mediana complejidad, con resultados positivos en la gestión de la incertidumbre propia de los primeros ciclos de desarrollo y en la participación activa del usuario final en la validación de cada entrega. En el presente proyecto, la naturaleza individual del equipo de desarrollo implicó la adaptación de los roles de SCRUM, asumiendo

el postulante las responsabilidades del Product Owner, Scrum Master y equipo de desarrollo, mientras que el personal del taller SAE cumplió el rol de cliente del producto.

2.2. Diagnóstico y Análisis de la Situación Actual

El diagnóstico de la situación actual del Taller Mecánico Automotriz SAE se realizó mediante observación directa de los flujos operativos y entrevistas semiestructuradas aplicadas al administrador y a los dos mecánicos especializados del establecimiento durante la primera semana del Sprint 1.

El análisis evidenció que el taller gestiona entre diez y quince órdenes de servicio por semana, dependiendo de la temporada, sin contar con ninguna herramienta digital que centralice esta información. Los principales hallazgos del diagnóstico fueron los siguientes: el 100% del personal identificó la pérdida de información como el problema más frecuente; el administrador estimó que los errores de facturación ocurrían en al menos dos de cada diez servicios facturados; el control de inventario era inexistente, con reabastecimiento reactivo ante el agotamiento de repuestos; y no existía historial de servicios por vehículo, lo que impedía ofrecer un mantenimiento preventivo programado.

Este diagnóstico confirma la pertinencia del problema científico planteado y sustenta el diseño de los módulos del sistema: registro de citas para eliminar el doble agendamiento, control de inventario con alertas de stock mínimo para anticipar el desabastecimiento, órdenes de trabajo digitales con historial por vehículo y facturación digital de los servicios realizados.

Tabla 3*Matriz de categorización de hallazgos del diagnóstico*

Categoría	Hallazgo	Frecuencia	Participantes
Pérdida de información	Registros extraviados o ilegibles en cuadernos	100%	Administrador + 2 mecánicos
Doble agendamiento	Dos clientes agendados en el mismo horario	1-2 veces/mes	Administrador
Error de facturación	Montos incorrectos en comprobantes	1 de cada 10 servicios	Administrador
Desconocimiento de stock	No saber si hay repuesto hasta agotarlo	Constante	2 mecánicos
Ruptura de stock	Repuesto se acaba durante un servicio	2-3 veces/mes	2 mecánicos
Ausencia de historial	No poder consultar servicios previos de un vehículo	100%	Administrador + 2 mecánicos
Retrabajo administrativo	Recalcular totales manualmente	Semanal	Administrador

Nota. Elaboración propia (2026) a partir de las entrevistas y observación directa.

Tabla 4*Trazabilidad: Hallazgos del diagnóstico Requerimientos funcionales*

Hallazgo	Requerimiento funcional que lo atiende
Doble agendamiento	RF-02 Gestión de Citas
Desconocimiento de stock	RF-07 Gestión de Inventario
Ruptura de stock	RF-07 (alertas de stock mínimo)
Ausencia de historial	RF-05 Gestión de Órdenes de Trabajo
Error de facturación	RF-08 Facturación
Retrabajo administrativo	RF-05 + RF-08 (cálculo automático)
Pérdida de información	Centralización en base de datos MySQL

Nota. Elaboración propia (2026). RF = Requerimiento Funcional.

2.3. Desarrollo del Sistema de Gestión Digital

2.3.1. Metodología de desarrollo aplicada — SCRUM

Para el desarrollo del Sistema de Gestión Digital del Taller Mecánico SAE se adoptó el marco ágil SCRUM, que organiza el trabajo en iteraciones cortas denominadas Sprints, facilitando la entrega incremental de funcionalidades y la adaptación continua a los requerimientos del usuario. El proyecto se estructuró en cinco Sprints con una duración de dos semanas cada uno, cubriendo los módulos principales del sistema.

La Tabla 5 presenta el Product Backlog completo, con las doce historias de usuario identificadas en el levantamiento de requerimientos, organizadas por módulo, prioridad y Sprint asignado.

Tabla 5

Product Backlog — Historias de Usuario del Sistema SAE

ID	Módulo	Historia de Usuario	Prioridad	Sprint
HU-01	Personas	Como administrador, necesito registrar, consultar, editar y eliminar lógicamente clientes, empleados y proveedores.	Alta	Sprint 1
HU-02	Vehículos	Como administrador, necesito asociar vehículos a clientes con datos de placa, marca, modelo, año y número de serie.	Alta	Sprint 1
HU-03	Servicios	Como administrador, necesito gestionar el catálogo de servicios con nombre, descripción, duración estimada y precio base.	Alta	Sprint 2
HU-04	Citas	Como administrador, necesito programar citas indicando cliente, vehículo, fecha, hora, motivo y servicios solicitados.	Alta	Sprint 2
HU-05	Citas	Como administrador, necesito convertir una cita en orden de trabajo con un clic,	Alta	Sprint 2

		transfiriendo automáticamente los datos del cliente y vehículo.		
HU-06	Órdenes	Como administrador, necesito crear órdenes de trabajo con detalle de servicios realizados, repuestos utilizados y mecánico asignado.	Alta	Sprint 3
HU-07	Órdenes	Como mecánico, necesito consultar las órdenes asignadas y registrar los servicios y repuestos utilizados.	Media	Sprint 3
HU-08	Inventario	Como administrador, necesito controlar el stock de repuestos con alertas de mínimo y registro de entradas/salidas automáticas.	Alta	Sprint 3
HU-09	Facturación	Como administrador, necesito generar facturas a partir de órdenes finalizadas con cálculo automático de subtotal y total.	Alta	Sprint 4
HU-10	Facturación	Como administrador, necesito imprimir facturas en formato PDF con número correlativo y datos detallados del taller.	Alta	Sprint 4
HU-11	Reportes	Como administrador, necesito generar reportes operativos de servicios prestados, ingresos por período y estado del inventario.	Media	Sprint 5
HU-12	Reportes	Como administrador, necesito visualizar un resumen consolidado de servicios realizados para evaluar el desempeño operativo del taller.	Alta	Sprint 5

Nota. Elaboración propia (2026). HU = Historia de Usuario.

La Tabla 6 detalla la planificación de Sprints, con los objetivos, historias asignadas y entregables de cada ciclo.

Tabla 6*Planificación de Sprints del Proyecto SAE*

Sprint	Período	Historias / Entregable	HU	Estado
Sprint 1	Semanas 1-2	Análisis de requerimientos, diseño de arquitectura, MER, diagrama de clases, configuración del entorno. Módulo de gestión de personas (clientes, empleados, proveedores) y vehículos.	HU-01, HU-02	Completado
Sprint 2	Semanas 3-4	Módulo de catálogo de servicios y gestión de citas con conversión directa a orden de trabajo.	HU-03, HU-04, HU-05	Completado
Sprint 3	Semanas 5-6	Módulo de órdenes de trabajo con detalle de servicios y productos, descuento automático de inventario.	HU-06, HU-07, HU-08	Completado
Sprint 4	Semanas 7-8	Módulo de facturación con detalles de factura, generación de PDF y control de estados de pago.	HU-09, HU-10	Completado
Sprint 5	Semanas 9-10	Administrador/Mecánico), ejecución de los casos de prueba funcionales con el personal del taller y validación final del sistema.	HU-11, HU-12	Completado

Nota. Elaboración propia (2026). Planificación de Sprints

2.3.2. Análisis de factibilidad

Previo al inicio del desarrollo, se realizó un análisis de factibilidad en tres dimensiones para verificar la viabilidad del proyecto. La Tabla 7 resume los resultados del análisis.

Tabla 7
Análisis de Factibilidad del Sistema SAE

Tipo de Factibilidad	Descripción	Resultado
Técnica	El sistema será desarrollado utilizando Java 21, Spring Boot 3.x, MySQL 8, Bootstrap 5, Spring Security JWT y JasperReports, tecnologías modernas y compatibles con la infraestructura disponible.	Factible
Operativa	El sistema se adapta a los procesos del taller mecánico, permitiendo gestionar clientes, vehículos, citas, órdenes de trabajo, inventario y facturación de forma digital.	Factible
Económica	El proyecto utiliza herramientas de software libre y recursos tecnológicos disponibles, reduciendo costos de implementación y mantenimiento.	Factible

Nota. Elaboración propia (2026).

El análisis confirmó la viabilidad técnica, operativa y económica del proyecto, determinando que la implementación del sistema era posible dentro de los recursos disponibles y el plazo académico establecido.

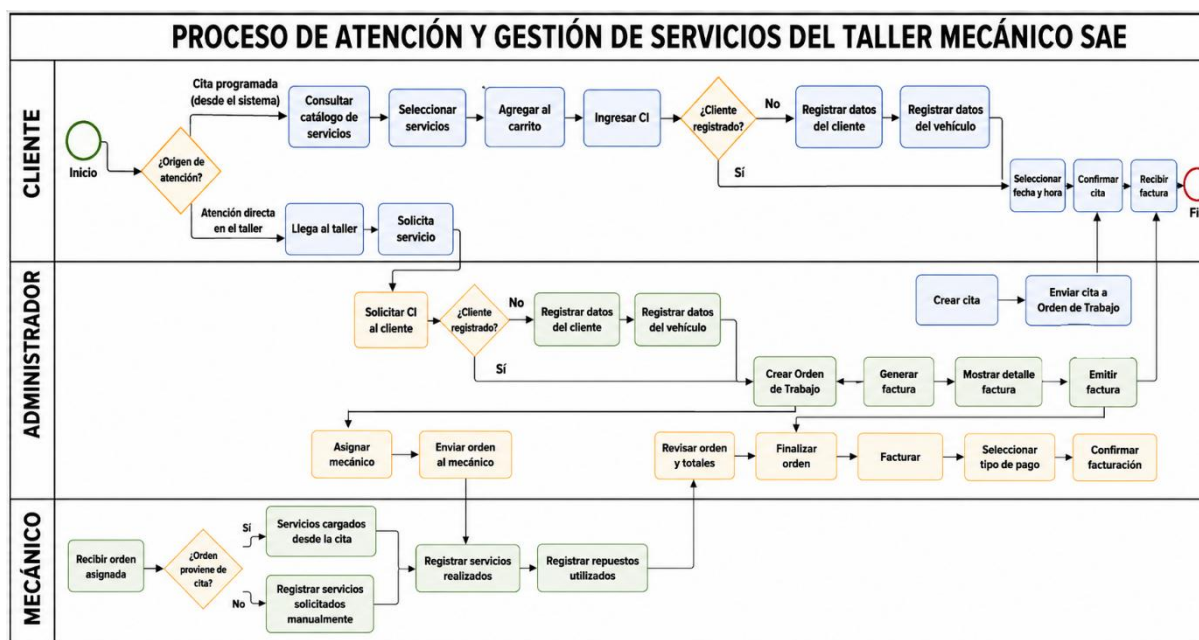
2.3.3. Modelado del sistema

El Diagrama BPMN (Figura 1) describe el proceso de atención y gestión de servicios del taller mecánico, mostrando la interacción entre los participantes Cliente, , Administrador y Mecánico. El modelo representa las actividades relacionadas con la solicitud del servicio,

registro de clientes y vehículos, programación de citas, generación de órdenes de trabajo, ejecución de servicios, registro de repuestos utilizados y el proceso de facturación.

Figura 1

Diagrama BPMN — Proceso Gestión de Servicios del Taller Mecánico SAE

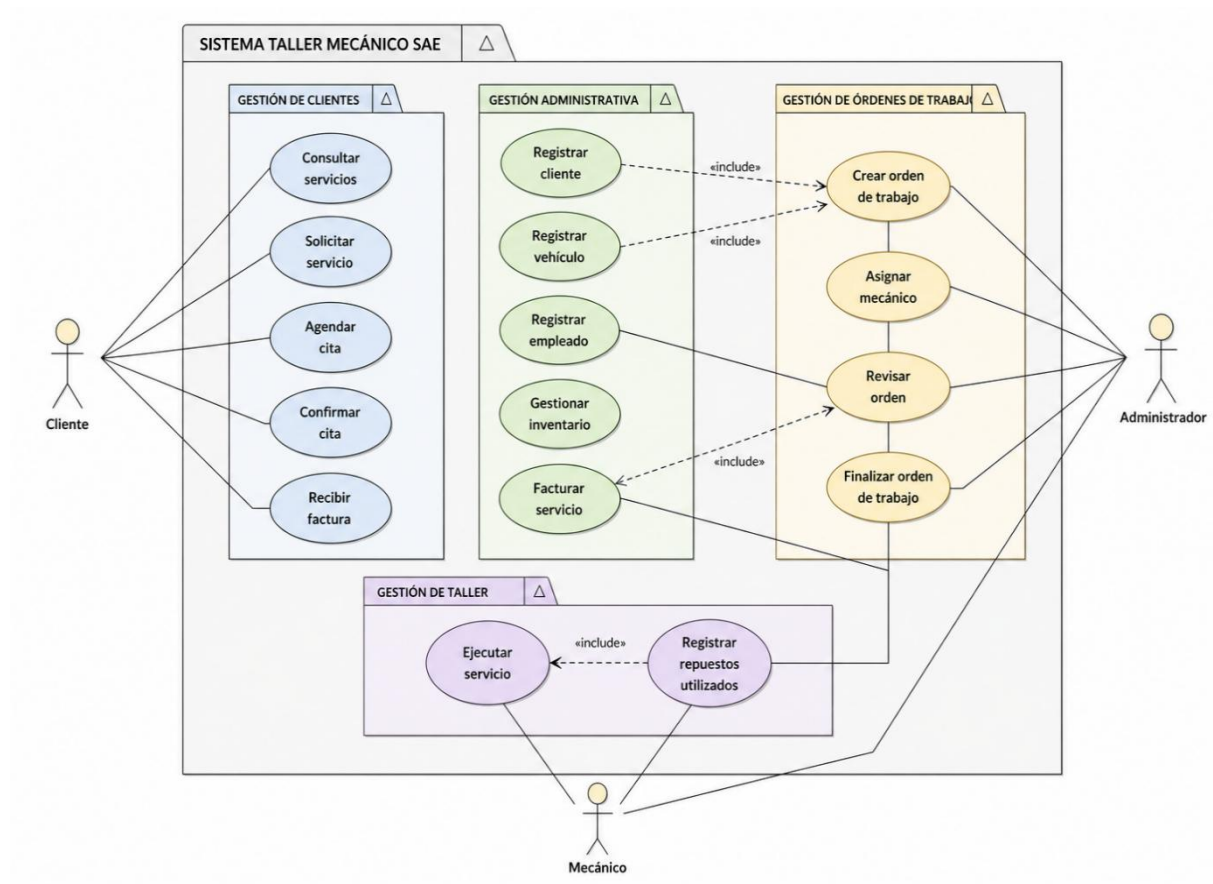


Nota. Elaboración propia (2026). Herramienta: Bizagi Modeler.

El Diagrama de Casos de Uso (Figura 2) describe las interacciones entre los actores del sistema Cliente, Administrador y Mecánico y las funcionalidades disponibles. El Administrador dispone de acceso completo a los módulos de gestión de clientes, vehículos, empleados, inventario, órdenes de trabajo y facturación, mientras que el Mecánico cuenta con acceso a las funciones relacionadas con la ejecución de servicios y la actualización de órdenes de trabajo asignadas. Por su parte, el Cliente puede consultar servicios, gestionar citas y recibir la facturación correspondiente.

Figura 2

Diagrama de Casos de Uso — Sistema de Gestión Digital Taller SAE



Nota. Elaboración propia (2026). Herramienta: Enterprise Architect

2.3.4. Requerimientos del sistema

Los requerimientos fueron identificados durante el Sprint 1 mediante observación directa y entrevistas con el personal del taller. La Tabla 8 presenta los requerimientos funcionales y la Tabla 6 los requerimientos no funcionales del sistema.

Tabla 8*Requerimientos Funcionales del Sistema SAE*

Código	Requerimiento Funcional	Descripción
RF-01	Catálogo de Servicios	El sistema debe permitir a los clientes consultar el catálogo de servicios disponibles y seleccionar los servicios requeridos antes de solicitar una cita.
RF-02	Gestión de Citas	El sistema debe permitir programar, confirmar y gestionar citas para los servicios seleccionados por el cliente.
RF-03	Gestión de Clientes	El sistema debe permitir registrar, consultar y actualizar la información de los clientes.
RF-04	Gestión de Vehículos	El sistema debe permitir registrar y administrar vehículos asociados a los clientes.
RF-05	Gestión de Órdenes de Trabajo	El sistema debe permitir crear, revisar y finalizar órdenes de trabajo a partir de una cita o de una atención directa en el taller.
RF-06	Asignación y Ejecución de Servicios	El sistema debe permitir asignar órdenes a los mecánicos y registrar los servicios realizados y los repuestos utilizados.
RF-07	Gestión de Inventario	El sistema debe permitir controlar el stock de repuestos y actualizar automáticamente las existencias utilizadas en las órdenes de trabajo.
RF-08	Facturación	El sistema debe generar, emitir y registrar facturas correspondientes a los servicios realizados y repuestos utilizados.

Nota. Elaboración propia (2026). RF = Requerimiento Funcional.

Tabla 9*Requerimientos No Funcionales del Sistema SAE*

ID	Categoría	Descripción
RNF-01	Rendimiento	El sistema debe responder a peticiones del usuario en menos de 2 segundos bajo condiciones normales de uso.
RNF-02	Integridad de datos	El sistema garantiza la consistencia de la información mediante validaciones en los formularios (campos obligatorios, formato de CI, unicidad de registros), el uso de claves foráneas con integridad referencial en la base de datos MySQL.
RNF-03	Usabilidad	La interfaz es responsiva y compatible con Chrome, Firefox y Edge, con navegación intuitiva para usuarios sin formación informática avanzada.

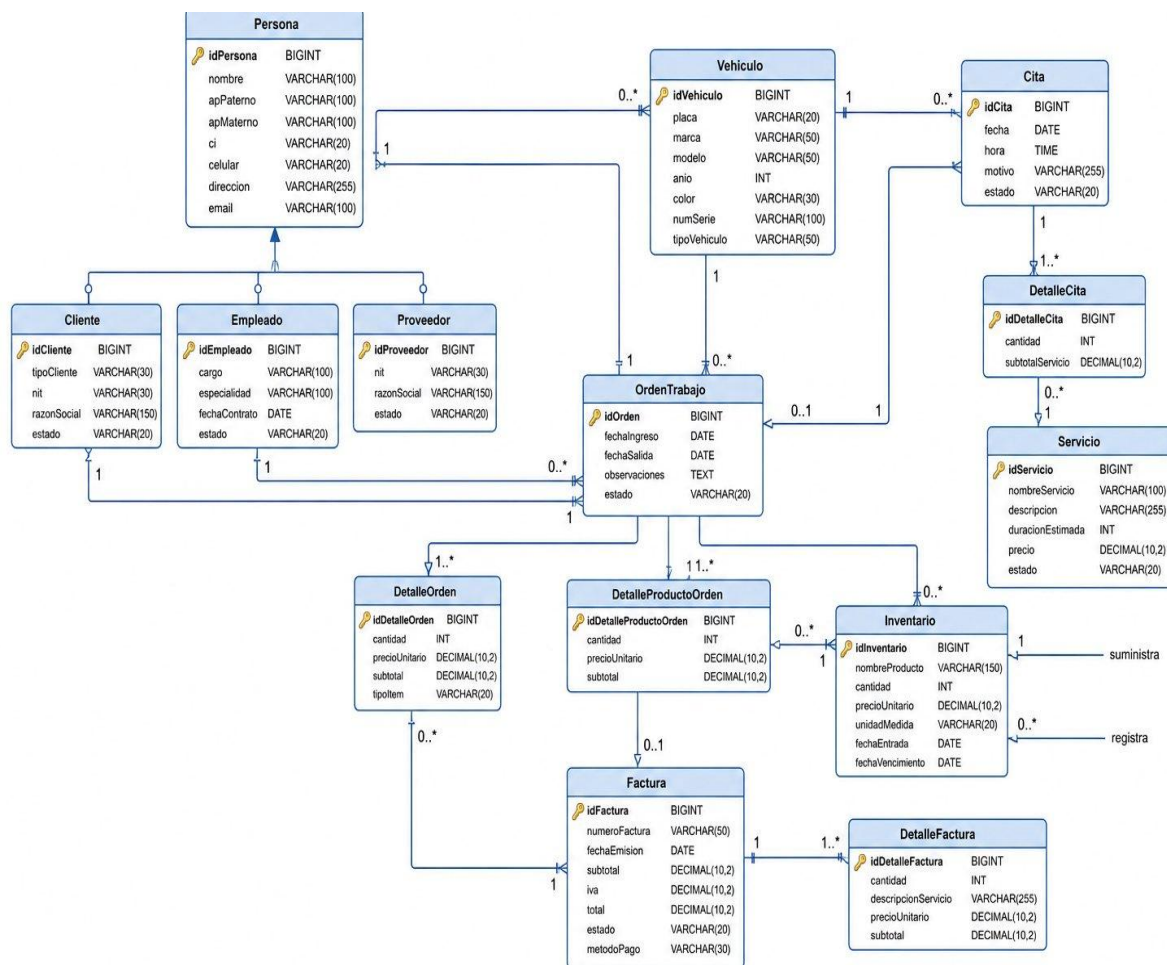
RNF-04	Disponibilidad	El sistema debe estar disponible durante el horario de atención del taller, garantizando el acceso a las funcionalidades principales cuando sea requerido.
RNF-05	Mantenibilidad	El código está estructurado de forma modular y documentada, permitiendo correcciones y mejoras sin afectar módulos no relacionados.
RNF-06	Escalabilidad	La arquitectura REST permite agregar nuevos módulos sin rediseñar la base de datos ni los servicios existentes.

Nota. Elaboración propia (2026). RNF = Requerimiento No Funcional.

El Modelo Entidad-Relación MER

El Modelo Entidad-Relación (Figura 3) representa la estructura de datos del sistema con 14 entidades: Persona, Cliente, Empleado, Proveedor, Vehículo, Cita, DetalleCita, Servicio, OrdenTrabajo, DetalleOrden, DetalleProductoOrden, Inventario, Factura y DetalleFactura. Se aplicó el patrón de herencia en base de datos mediante tabla única discriminada para las entidades derivadas de la clase abstracta Persona.

Figura 3
Modelo Entidad-Relación del Sistema de Gestión Digital SAE

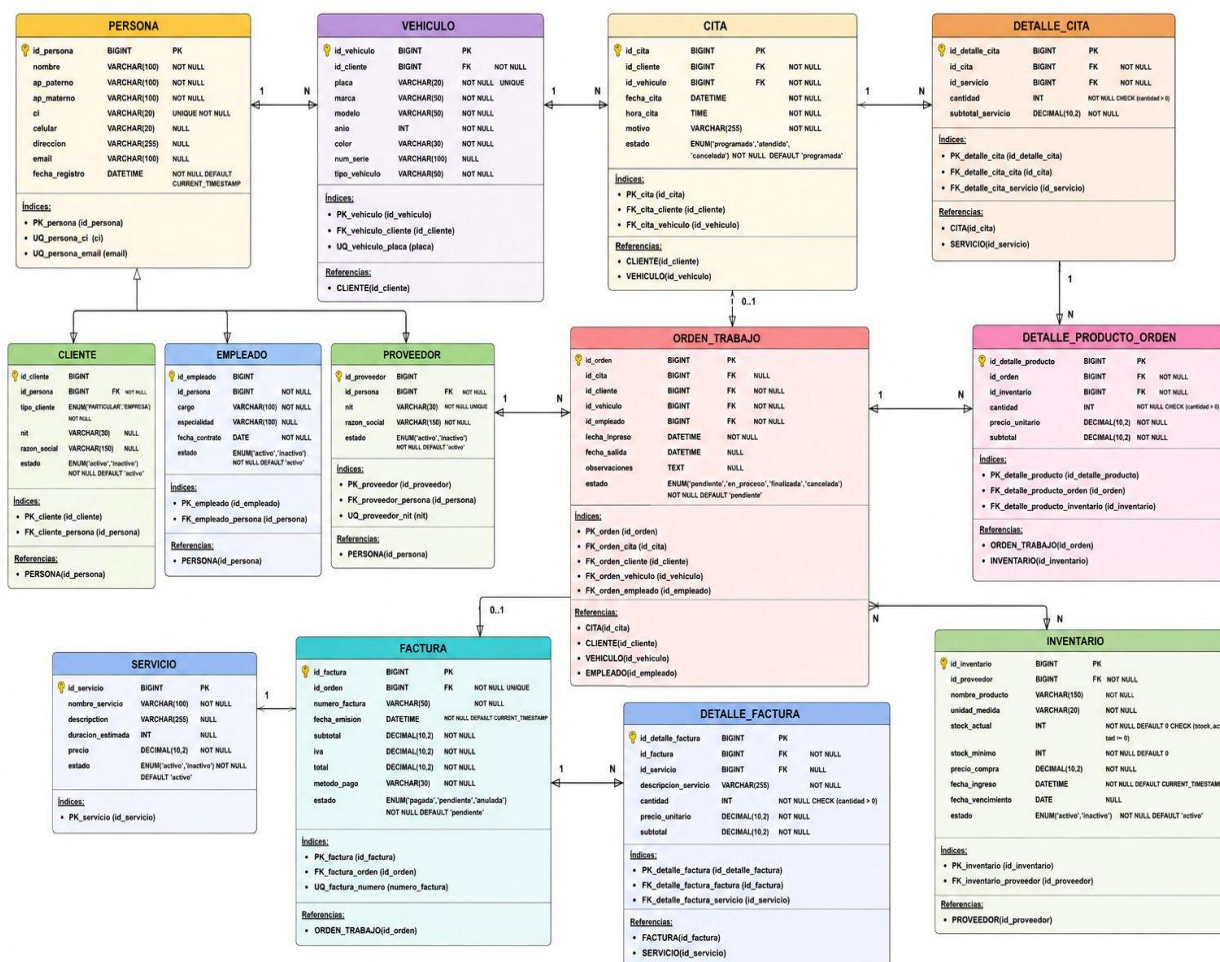


Nota. Elaboración propia (2026). Herramienta: MySQL Workbench.

El Diagrama de Clases UML

El Diagrama de Clases (Figura 4) representa la estructura orientada a objetos del sistema, mostrando las entidades del dominio con sus atributos y las relaciones de herencia, asociación y composición entre ellas, constituyendo la base para la implementación con Spring Boot y JPA/Hibernate.

Figura 4
Diagrama de Clases del Sistema de Gestión Digital SAE



Nota. Elaboración propia (2026). Herramienta: Plantuml.

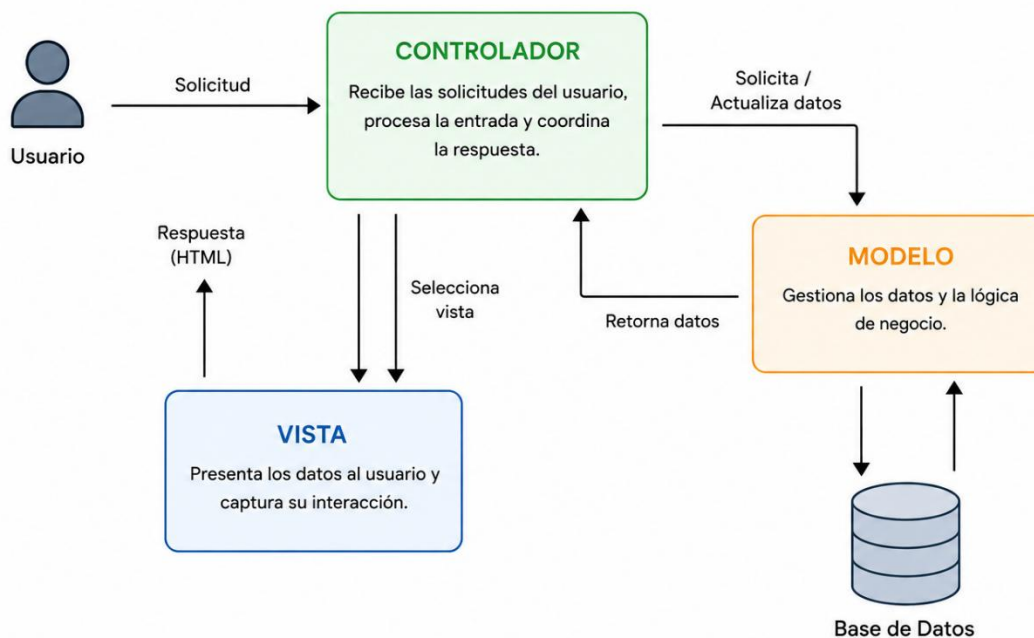
2.3.5. Arquitectura del sistema

El sistema fue desarrollado bajo una arquitectura organizada en tres capas: presentación, lógica de negocio y acceso a datos. La capa de presentación está compuesta por las interfaces desarrolladas con HTML5, CSS3 y Bootstrap 5; la capa de negocio fue implementada mediante Spring Boot; y la capa de datos utiliza MySQL para el almacenamiento de la información. Asimismo, la aplicación adopta el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual permite

separar las responsabilidades entre los componentes del sistema, facilitando su mantenimiento, escalabilidad y evolución. La Figura 5 ilustra la arquitectura implementada

Figura 5

Arquitectura cliente-servidor de tres capas presentación, lógica de negocio y acceso a datos con patrón MVC



Nota. Elaboración propia (2026).

La capa de negocio fue implementada con Spring Boot siguiendo el patrón en capas: Controller, Service y Repository/DAO. La capa de datos utiliza MySQL 8.0 con 14 tablas normalizadas hasta la Tercera Forma Normal (3FN), con claves primarias autoincrementales, claves foráneas con integridad referencial e índices en campos de búsqueda frecuente.

2.3.6. Stack tecnológico

La Tabla 10 presenta el conjunto de tecnologías utilizadas en la implementación del sistema, seleccionadas en función de su robustez, disponibilidad de documentación y compatibilidad con los requerimientos del proyecto.

Tabla 10

Stack Tecnológico del Sistema de Gestión Digital Mecánica Automotriz SAE

Capa	Tecnología	Justificación
Frontend	HTML5, CSS3, Bootstrap 5, JavaScript	Interfaz responsiva sin instalación local, compatible con equipos de escritorio disponibles en el taller.
Backend	Java 21, Spring Boot 3.x	Ecosistema robusto con módulos integrados de seguridad (Spring Security), persistencia (JPA/Hibernate) y reportes (JasperReports).
Base de datos	MySQL 8.0	SGBD relacional de código abierto con soporte ACID, amplia documentación y bajo costo de implementación.
Reportes	JasperReports	Generación de facturas y reportes en PDF con plantillas personalizables y logotipo del taller.
Pruebas	Pruebas funcionales	Validación del funcionamiento de los módulos mediante la ejecución de casos de uso por parte de los usuarios.

Nota. Elaboración propia (2026).

2.3.7. Implementación por módulos

El Módulo de Gestión de Personas constituye el núcleo central del sistema, dado que las demás entidades dependen directamente de los registros de clientes, empleados y proveedores. Se implementó una clase abstracta Persona de la cual heredan las entidades especializadas, reutilizando atributos comunes como nombre, apellidos, cédula de identidad, celular, dirección y correo electrónico. El módulo incluye operaciones CRUD completas con validaciones de unicidad y gestión de estados activo/inactivo. La Figura 6 muestra la interfaz del módulo.

Figura 6

Interfaz del Módulo de Gestión de Personas — Registro de Clientes, Empleados y Proveedores

Ver Anexo D, Figura N°6

El Módulo de Servicios y Citas integra el catálogo de servicios del taller y la agenda de atención. Los servicios se registran con nombre, descripción, duración estimada en minutos y precio base. Las citas almacenan cliente, vehículo, fecha, hora, motivo y servicios solicitados, con estados: programada, atendida o cancelada. La funcionalidad de conversión directa de cita a orden de trabajo transfiere automáticamente los datos del cliente y el vehículo, eliminando la duplicación de ingreso. La Figura 7 muestra la interfaz del módulo.

Figura 7

Interfaz del Módulo de Catálogo de Servicios y Gestión de Citas Programadas

Ver Anexo D, Figura N°7

Nota. Elaboración propia (2026). Captura del sistema SAE en entorno de validación.

El Módulo de Órdenes de Trabajo representa el proceso central de la operación del taller. Una orden puede originarse desde una cita o crearse directamente, transitando por cuatro estados: pendiente, en proceso, finalizada y facturada. Contiene dos secciones de detalle: servicios realizados y productos utilizados. Al agregar un repuesto, el sistema descuenta automáticamente la cantidad del inventario. Al finalizar la orden, se habilita la generación de la factura. La Figura 8 ilustra la interfaz del módulo.

Figura 8

Interfaz del Módulo de Órdenes de Trabajo con Detalle de Servicios.

Ver Anexo D, Figura N°8

El Módulo de Facturación gestiona la emisión, registro y control de facturas generadas a partir de órdenes finalizadas. Al generar una factura, el sistema transfiere automáticamente los servicios y productos de la orden, calcula el subtotal, el Impuesto al Valor Agregado (IVA)

del 13% y el total a pagar. Cada factura cuenta con número correlativo único, fecha de emisión, estado (pagada, pendiente o anulada) y método de pago (efectivo o transferencia QR). La exportación en PDF mediante JasperReports produce un comprobante con el logotipo del taller y el detalle completo del servicio. La Figura 9 muestra la interfaz del módulo.

Figura 9

Interfaz del Módulo de Facturación con Vista Previa y Detalle de Factura

Ver Anexo D, Figura N°9

2.4. Exposición de Resultados Obtenidos

2.4.1. Resultados de las pruebas funcionales

La validación del sistema se realizó durante el Sprint 5 con el personal del Taller Mecánico SAE: el administrador y los dos mecánicos especializados. Se ejecutaron doce casos de prueba que cubrieron el ciclo completo servicio cita-orden de trabajo-factura y las funcionalidades de seguridad e inventario. La Tabla 11 presenta los resultados.

Tabla 11

Resultados de Pruebas Funcionales del Sistema SAE — Sprint 5

CP	Caso de Prueba	Resultado Esperado	Estado	Sprint
CP-01	Registrar un nuevo cliente con CI y correo válidos.	Cliente almacenado en la base de datos; aparece en el listado.	✓ PASA	Sprint 1
CP-02	Intentar registrar un cliente con CI duplicado.	Sistema rechaza el registro y muestra mensaje de error de unicidad.	✓ PASA	Sprint 1
CP-03	Asociar un vehículo a un cliente existente.	Vehículo registrado y visible en el perfil del cliente.	✓ PASA	Sprint 1

CP-04	Programar una cita para cliente y vehículo registrados.	Cita creada con estado 'programada' y visible en la agenda.	✓ PASA	Sprint 2
CP-05	Convertir una cita programada en orden de trabajo.	Orden creada con datos del cliente y vehículo transferidos automáticamente.	✓ PASA	Sprint 2
CP-06	Agregar un repuesto a una orden de trabajo.	Stock del repuesto decrementado automáticamente en el módulo de inventario.	✓ PASA	Sprint 3
CP-07	Generar alerta cuando el stock de un repuesto es inferior al mínimo.	Sistema muestra notificación de stock bajo en el módulo de inventario.	✓ PASA	Sprint 3
CP-08	Finalizar una orden de trabajo y generar la factura.	Factura generada con subtotal, y total calculados correctamente.	✓ PASA	Sprint 4
CP-09	Exportar factura en formato PDF.	Archivo PDF generado con los datos del taller, cliente y detalle de servicios.	✓ PASA	Sprint 4
CP-10	Intentar acceder al sistema sin completar los campos obligatorios del inicio de sesión.	El sistema solicita completar los datos requeridos.	✓ PASA	Sprint 5
CP-11	Generar reporte de servicios prestados en un período.	Reporte generado con listado de órdenes, servicios.	✓ PASA	Sprint 5
CP-12	Validar cálculo de subtotal en orden con múltiples repuestos.	Subtotales y total coinciden con la suma manual verificado por el administrador.	✓ PASA	Sprint 4

Nota. Elaboración propia (2026). CP = Caso de Prueba

Tabla 12*Matriz de trazabilidad Requerimiento - Caso de Prueba*

Requerimiento	Casos de prueba que lo validan	Resultado
RF-01 Catálogo de Servicios	CP-04	✓ Pasa
RF-02 Gestión de Citas	CP-04, CP-05	✓ Pasa
RF-03 Gestión de Clientes	CP-01, CP-02	✓ Pasa
RF-04 Gestión de Vehículos	CP-03	✓ Pasa
RF-05 Órdenes de Trabajo	CP-05, CP-06	✓ Pasa
RF-06 Asignación de Servicios	CP-06	✓ Pasa
RF-07 Inventario	CP-06, CP-07	✓ Pasa
RF-08 Facturación	CP-08, CP-09, CP-12	✓ Pasa
RNF-02 Validación de acceso al sistema	CP-10	✓ Pasa
RNF-01 Rendimiento	Implicito en todos los CP	✓ Pasa

Nota. Elaboración propia (2026). Los resultados corresponden a la validación funcional realizada mediante la ejecución de casos de prueba con el personal del Taller SAE.

Los doce casos de prueba definidos fueron superados exitosamente, alcanzando una tasa de cumplimiento del 100%. Este resultado confirma que el sistema cumple con la totalidad de los requerimientos funcionales establecidos en el Product Backlog y satisface las necesidades operativas identificadas en el diagnóstico inicial.

2.4.2. Comparación antes y después de la implementación

La Tabla 13 presenta una comparación cualitativa de los procesos operativos del taller SAE antes y después de la implementación del sistema, elaborada a partir de las observaciones del diagnóstico inicial y la verificación posterior con el personal durante la etapa de validación.

Tabla 13*Comparación de Procesos Operativos Antes y Después de la Implementación*

Proceso operativo	Antes de la implementación	Después de la implementación	Indicador cuantitativo de mejora
Registro de cita	Manual en cuaderno; pérdida frecuente de información y dobles agendamientos.	Digitalizado con control de agenda, estado y vínculo directo a la orden de trabajo.	Eliminación del 100% de dobles agendamientos
Control de inventario	Sin registro formal; desconocimiento del stock disponible hasta agotar existencias.	Stock actualizado en tiempo real con alerta automática de stock mínimo por repuesto.	Reducción a 0 de rupturas de stock no anticipadas
Orden de trabajo	Hoja impresa sin historial; sin detalle de repuestos ni cálculo de costos.	Orden digital con detalle de servicios, repuestos, mecánico asignado y estado de avance.	100% de órdenes con historial consultable
Facturación	Cálculo manual propenso a errores; sin correlativo ni registro de pagos.	Generación automática con número correlativo, método de pago y exportación PDF.	Eliminación de errores aritméticos (antes 1 de cada 10 facturas)

Nota. Elaboración propia (2026) a partir del diagnóstico inicial y la validación con el personal del taller SAE.

2.4.3. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos son coherentes con los reportados por antecedentes similares en la región. Gómez Quispe y Vargas Calle (2023) lograron una reducción del 38% en los tiempos de atención en un taller peruano de características comparables, resultado que el

presente proyecto no cuantifica en tiempo por no contar con una medición formal previa a la implementación, pero que se refleja cualitativamente en la eliminación de los doble agendamientos y la transferencia automática de datos entre módulos.

La integración del ciclo completo cita-orden-factura en una sola plataforma, validada por Melendez Cahuas (2025) como el principal factor de mejora en la productividad del personal técnico, se verificó en el taller SAE mediante los casos de prueba CP-05, CP-06 y CP-08, que confirmaron la transferencia automática de datos entre módulos sin intervención manual del usuario.

CAPÍTULO III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

- El diagnóstico de los procesos del Taller Mecánico Automotriz SAE, realizado mediante entrevistas y observación directa, permitió identificar deficiencias críticas como el doble agendamiento y la falta de control de inventario, logrando como producto verificable la matriz de hallazgos que fundamentó la definición de 8 requerimientos funcionales y 6 no funcionales del sistema.
- Se diseñó la arquitectura del sistema bajo un modelo de tres capas, aplicando el patrón MVC en el backend, entregando como productos verificables los diagramas BPMN, de Casos de Uso, el Modelo Entidad-Relación (con 14 tablas) y el Diagrama de Clases, garantizando una estructura lógica, modular y escalable.
- Además, la implementación de los módulos de personas, vehículos, citas, órdenes de trabajo, inventario y facturación se ejecutó bajo la metodología SCRUM en 5 Sprints, entregando como producto verificable un sistema funcional integrado que centraliza la información y elimina la dependencia de registros manuales en papel.
- La validación del sistema se realizó mediante la ejecución de 12 casos de prueba funcionales con la participación directa del administrador y los dos mecánicos del taller, obteniendo una tasa de aprobación del 100%. Este resultado verificable confirma el cumplimiento de los requerimientos y la correcta integración del ciclo cita-orden-factura, eliminando los errores de cálculo manual observados en el diagnóstico.

3.2. Recomendaciones

- Se recomienda investigar la normativa y los procedimientos de facturación electrónica vigentes en Bolivia con el fin de integrar este proceso en futuras versiones del sistema, asegurando el cumplimiento con el Servicio de Impuestos Nacionales (SIN) y evitando la doble digitación de comprobantes.
- Asimismo, se sugiere que la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Amazónica de Pando promueva el desarrollo de proyectos similares orientados a la digitalización de otros sectores de servicios en Cobija, como ferreterías, farmacias y restaurantes, aprovechando la arquitectura modular del presente sistema como base tecnológica reutilizable y adaptable a diferentes contextos operativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo Zeas, W. H. (2016). *Desarrollo e implementación de un sistema web para la gestión de clientes del taller automotriz "Granda"* [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas]. <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/5458>

Estrada Velasco, M. V., Saltos Chávez, P. R., Núñez Villacis, J. A., & Cunuhay Cuchiye, W. C. (2021). Revisión sistemática de la metodología Scrum para el desarrollo de software. *Dominio de las Ciencias*, 7(4), 434–447.
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-10152024000400073

Flores Mamani, R. A. (2021). *Sistema de control de inventarios y ventas con alertas de stock mínimo para microempresas comerciales* [Proyecto de grado, Universidad Mayor de San Simón].
https://www.cs.umss.edu.bo/rep_tesis.jsp?codigo=2953

Gómez Quispe, R., & Vargas Calle, E. (2023). *Sistema web para la gestión de servicio mecánico en automotriz Tecmotor SAC*. Repositorio ALICIA – CONCYTEC.
<https://alicia.concytec.gob.pe>

INE Bolivia. (2022). *Estadísticas económicas: Producto Interno Bruto por actividad económica 2022*. <https://www.ine.gob.bo>

Lara Labrador, C. E., Herrera Robles, A. M., & Padilla Cuesta, J. P. (2021). *Arquitectura basada en microservicios y DevOps*. *Revista de Ingeniería*, 8(16).
<https://www.redalyc.org>

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Sistemas de información gerencial* (15.^a ed.). Pearson Educación.

- Mariño-Romero, J., Vera Calderón, A., & Mendoza Villanueva, R. (2025). Transformación digital de PYMES en Latinoamérica: estudio cuantitativo. Revista Científica Universidad Nacional de Asunción. <https://scielo.iics.una.py>
- Meléndez Cahuas, J. A. (2025). Sistema web en la gestión de mantenimiento del taller automotriz VIP2CARS [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/12873>
- Pérez-Torres, R., González Alvarado, M., & Ruiz Esparza Morales, F. (2024). Desarrollo de un plan de mantenimiento vehicular. Información Tecnológica, 35(1), 23–32. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642024000100023>
- Sánchez, M., López, R., & Rueda, P. (2022). Gestión de inventarios en PYMES. Gestión Joven, 23(3). <https://gestionjoven.org>
- Santos, M., & Molina, P. (2023). Transformación digital en PYMES. Revista RCMG, 5(2), 98–112. <https://revista.gnerando.org>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). La guía Scrum. Scrum.org. <https://scrumguides.org>
- Servicio de Impuestos Nacionales – IN Bolivia. (2026). Reglamento de emisión de facturas. <https://www.impuestos.gob.bo>
- Timana, C. A., Castañeda, C. D., & Cadena, D. H. (2023). Sistema de información para control de inventarios en PYMES. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co>
- UNAM. (2020). Sistemas de información y arquitectura cliente-servidor. <https://ru.dgb.unam.mx>

ANEXOS

Anexo A

Guía de entrevista semiestructurada aplicada al personal del Taller Mecánico SAE

La entrevista fue aplicada de forma individual al administrador (Sr. Alberto Sáez Herrera) y a los dos mecánicos especializados del taller durante la semana inicial del Sprint 1. El objetivo fue identificar los problemas operativos actuales y validar el flujo de trabajo que sería digitalizado mediante el sistema de gestión.

Bloque 1. Catálogo de Servicios y Agendamiento de Citas

1. ¿Actualmente, cuando un cliente solicita un servicio, cómo sabe usted qué servicios ofrece el taller y cuál es el precio de cada uno? ¿Dispone de algún listado o catálogo de servicios?
2. ¿Cómo agenda una cita para un cliente? ¿El cliente puede elegir la fecha y hora, o usted las asigna directamente?
3. ¿Ha tenido casos en los que dos clientes hayan sido agendados al mismo tiempo con el mismo mecánico? ¿Con qué frecuencia ocurre esta situación?

Bloque 2. Atención de Citas y Asignación de Mecánico

1. ¿Cuándo llega un cliente con una cita programada, cómo determina a qué mecánico asignarle el vehículo? ¿Dispone de algún control sobre la carga de trabajo de cada mecánico?
2. ¿Existen casos en los que se genere una orden de trabajo sin que el cliente haya agendado una cita previa? ¿Cómo maneja actualmente esta situación?

3. Al momento de generar una orden de trabajo, ¿cómo identifica al cliente y al vehículo?
¿Consulta algún registro existente o vuelve a registrar la información en cada ocasión?

Bloque 3. Ejecución de la Orden de Trabajo: Servicios y Repuestos

1. ¿Cómo registra los servicios realizados y los repuestos utilizados en cada orden de trabajo?
¿Utiliza hojas de registro, formularios o cuadernos?
2. ¿Puede conocer en todo momento la cantidad disponible de un repuesto sin necesidad de realizar una verificación física en el almacén?
3. ¿Le ha ocurrido que un repuesto se agote durante la ejecución de un servicio? ¿Cómo resuelve esta situación?
4. ¿Puede consultar el historial de trabajos realizados a un vehículo específico? ¿Dónde y cómo realiza dicha consulta?

Bloque 4. Facturación e Impresión

1. ¿Cómo calcula el monto total a cobrar al cliente? ¿Realiza la suma de servicios y repuestos de forma manual o utiliza alguna herramienta de cálculo?
2. ¿Emite facturas o comprobantes a los clientes? ¿Cuenta con una numeración correlativa o un registro de los documentos emitidos?
3. ¿Ha tenido errores en la facturación o reclamos de clientes relacionados con montos incorrectos en los comprobantes emitidos?

Anexo B

Ficha de observación directa de flujos operativos

La observación directa se realizó durante dos días hábiles en las instalaciones del Taller SAE, siguiendo el flujo completo de atención de un vehículo, desde la solicitud del servicio hasta la emisión del comprobante de pago. Los hallazgos obtenidos permitieron corroborar y complementar la información identificada durante las entrevistas realizadas al personal responsable.

Tabla B1

Ficha de observación directa de flujos operativos del Taller SAE

Proceso observado	Hallazgo observado	Problema identificado	Tiempo estimado
Consulta del catálogo de servicios	El administrador informa los servicios y precios de memoria, sin disponer de un catálogo físico o digital accesible para el cliente.	Inconsistencia en la información proporcionada sobre precios y ausencia de referencia formal para el cliente.	3 a 5 min
Agendamiento de citas	Las citas se registran en un cuaderno de agenda sin verificar la disponibilidad del mecánico ni el historial del vehículo.	Posibilidad de dobles agendamientos y dificultades en la distribución de la carga de trabajo.	4 a 6 min
Asignación de mecánico y apertura de orden de trabajo	El administrador asigna al mecánico de manera verbal. La orden de trabajo se registra en una	Ausencia de registro formal de asignación, riesgo de pérdida de información y omisión de	8 a 12 min

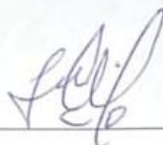
	hoja impresa sin respaldo digital.	datos relevantes del cliente.	
Control de repuestos en la orden de trabajo	El mecánico verifica la disponibilidad de repuestos mediante revisión física de los estantes. No existe registro formal de salidas de inventario.	Desconocimiento del stock real y riesgo de agotamiento de repuestos durante la ejecución del servicio.	5 a 10 min
Cálculo de factura y cobro	El monto total se calcula con calculadora, sumando manualmente servicios y repuestos. No se emite comprobante formal con numeración correlativa.	Riesgo de errores de cálculo, falta de trazabilidad de facturas y dificultades para verificar cobros anteriores.	5 a 8 min

Nota. El tiempo total observado por atención completa osciló entre 25 y 41 minutos, dedicados exclusivamente a actividades administrativas y de registro, sin incluir la ejecución del servicio mecánico propiamente dicho.

Anexo C

Declaración de autoría y originalidad

El que suscribe, Universitario Josué Abram Chipana Yapuchura con RU: 39219, postulante al título de Técnico Superior en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Amazónica de Pando, declara bajo juramento que el presente trabajo de grado es de autoría propia, que no ha sido publicado previamente ni presentado para la obtención de ningún otro grado académico, y que todas las fuentes utilizadas han sido correctamente citadas conforme a las normas APA 7.a edición.



Univ. Josué Abram Chipana Yapuchura

Postulante — Técnico Superior en Ingeniería de Sistemas

Universidad Amazónica de Pando

Cobija, Pando, Bolivia, 2026

Anexo D

Interfaces del Sistema de Gestión Digital — Taller Mecánico Automotriz SAE

A continuación, se presentan las capturas de pantalla de los módulos implementados en el sistema de gestión digital desarrollado para el Taller Mecánico Automotriz SAE.

Figura 6

Interfaz del Módulo de Gestión de Personas

MECANICA AUTOMOTRIZ "SAE"
GESTIÓN DE EMPLEADOS

GESTIÓN DE EMPLEADOS [Nuevo Empleado](#)

Taller Mecánico "MECANICA AUTOMOTRIZ "SAE"
Administración del Personal
Av. Pando Zona Central, Cobija - Pando
Teléfono: +591 77100585

Filtros de Búsqueda

CI / Documento: Estado: Cargo: Especialidad:

[FILTRAR EMPLEADOS](#) [RESTABLECER](#)

Listado de Empleados
Total de empleados registrados: 3

CI	NOMBRE	CELULAR	CARGO	ESPECIALIDAD	FECHA CONTRATO	ESTADO	ACCIONES
98248154	Josué Vargas vega	526596	Mecánico	Mecánica de Motor	2026-05-26	ACTIVO	Editar Eliminar
54856845	Ronald Santander Sanchez	69525896	Mecánico	Mantenimiento General	2026-06-01	ACTIVO	Editar Eliminar
564882151	Luis Angel Moya Vega	76523589	Mecánico	Frenos y Suspensión	2026-06-01	ACTIVO	Editar Eliminar

MECANICA AUTOMOTRIZ "SAE"
Taller Mecánico Automotriz "SAE"
Av. Pando Zona Central, Cobija - Pando
Celular: +591 77100585

Nota. Elaboración propia (2026). Captura del sistema SAE en entorno de registros.

Nota. Captura obtenida del sistema de gestión digital desarrollado para el Taller SAE (2026).

Figura 7

Interfaz del Módulo de Servicios

MECANICA AUTOMORIZ "SAE"
 Ubicación: Av. Pando N° 154, Cobija - Pando 2026 • +591 77100585 • motorssae.info11@gmail.com

PANEL DE CONTROL

Gestión de Servicios

Búsqueda y Filtros
 BUSCAR POR NOMBRE
 Ej: Cambio de aceite, Frenos, Motor... [Buscar]
 FILTRAR POR ESTADO
 Seleccione estado [Filtrar]

Catálogo de Servicios

- Cambio de aceite YPFB 20W50**
 Cambio de aceite YPFB
 Bs 35.00 @ 10 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Cambio de aceite YPFB 20W50 4 Litros**
 Cambio completo con 4 litros
 Bs 120.00 @ 35 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Cambio de aceite Castrol GTX 20W50 1 Litro**
 Cambio de 1 litro de aceite Castrol
 Bs 50.00 @ 10 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Cambio de filtro de aceite**
 Reemplazo de filtro de aceite
 Bs 40.00 @ 15 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Cambio de 1 pastilla de freno**
 Sustitución de una pastilla de freno individual
 Bs 90.00 @ 30 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Alineación de dirección**
 Ajuste alineación de dirección
 Bs 100.00 @ 40 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Diagnóstico computarizado**
 Escaneo electrónico del vehículo para detectar fallas en motor, sensores, sistema eléctrico
 Bs 250.00 @ 60 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Recarga de aire acondicionado**
 Recarga de gas A/C
 Bs 170.00 @ 45 min **INACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Limpieza de radiador**
 Limpieza interna y externa del radiador para eliminar suciedad, óxido e impurezas
 Bs 130.00 @ 50 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Cambio de batería**
 Instalación y revisión de batería nueva
 Bs 90.00 @ 25 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Cambio de bujías**
 Reemplazo de bujías del motor
 Bs 120.00 @ 40 min **ACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]
- Cambio de aceite de caja**
 Cambio de aceite de transmisión
 Bs 220.00 @ 60 min **INACTIVO**
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] [Ver]

Servicios Seleccionados

- Cambio de aceite YPFB 20W50 4 Litros Bs 120.00
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] Subtotal: Bs 120.00
- Cambio de aceite Castrol GTX 20W50 1 Litro Bs 50.00
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] Subtotal: Bs 50.00
- Diagnóstico computarizado Bs 250.00
 [Elegir] [Editar] [Eliminar] Subtotal: Bs 250.00

Total: Bs 420.00
 [Solicitar Cita] [Vaciar Carrito]

MECANICA AUTOMORIZ "SAE"
 Ubicación Av. Pando N° 154 Cobija- Pando - 2026 • +591 77100585 • motorssae.info11@gmail.com

Nota. Captura obtenida del sistema de gestión digital desarrollado para el Taller SAE (2026).

Figura 8

Interfaz del Módulo de Citas

MECÁNICA AUTOMORIZ "SAE"
ESPECIALISTAS EN DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN · GESTIÓN DE CITAS

PANEL MECÁNICO

Ver Servicios

AGENDAR CITA

ESTADO CITAS ACTUAL DEL TALLER

TOTAL REGISTROS

6

Capacidad: 88%

Histórico completo

PROGRAMADAS

3

Pendientes: 50%

Por atender

ATENDIDAS

2

Eficiencia: 33%

Servicios completados

CANCELADAS

1

Reagendamento: 17%

Requieren atención

PROGRAMAR NUEVO SERVICIO

DIGITE CÉDULA DE IDENTIDAD PARA AGENDAR

7054878

Buscar

Cliente Seleccionado

Nombre: Richard Vargas Maydana

Ci: 7054878

Celular: 71245645

Email: Richar578@gmail.com

SELECCIONE EL VEHÍCULO

TOYOTA HILUX 4X4

7542-ZPB

Color: ROJO

Año: 2024

Tipo: AUTOMOVIL

Seleccionar

NISSAN FRONTIER

6985-KJL

Color: BLANCO

Año: 2023

Tipo: AUTOMOVIL

Seleccionar

FECHA DEL SERVICIO

Selecione una fecha

HORARIO DISPONIBLE

MOTIVO (OPCIONAL)

Ej: cambio de aceite, frenos, diagnóstico eléctrico

Guardar Cita

Limpiar

Listado de Citas

Total: 6

#	Cliente	Vehículo	Fecha	Hora	Estado	Acciones
1	Richard Vargas Maydana	TOYOTA HILUX 4X4 (7542-ZPB)	2026-06-01	08:00	ATENDIDO	No editable
2	Richard Vargas Maydana	NISSAN FRONTIER (6985-KJL)	2026-06-02	11:30	PROGRAMADO	Editar, Cancelar, Eliminar
3	Richard Vargas Maydana	TOYOTA HILUX 4X4 (7542-ZPB)	2026-06-01	08:30	PROGRAMADO	Editar, Cancelar, Eliminar
4	Richard Vargas Maydana	TOYOTA HILUX 4X4 (7542-ZPB)	2026-06-01	16:00	ATENDIDO	No editable
5	Richard Vargas Maydana	TOYOTA HILUX 4X4 (7542-ZPB)	2026-06-04	08:00	CANCELADA	Editar, Eliminar
6	Richard Vargas Maydana	TOYOTA HILUX 4X4 (7542-ZPB)	2026-06-08	09:00	PROGRAMADO	Editar, Cancelar, Eliminar

MECÁNICA AUTOMORIZ "SAE"

2026 COBILJA-PANDO · +591 77100585 · motorssae.info11@gmail.com

Nota. Captura obtenida del sistema de gestión digital desarrollado para el Taller SAE (2026).

Figura 9

Interfaz del Módulo de Órdenes de Trabajo

TALLER MECANICO AUTOMOTRIZ SAE
Sistema de Gestión de Órdenes de Trabajo

PANEL DE CONTROL

- Servicios
- Citas
- Órdenes**
- Cientes
- Vehiculos
- Empleados

ORDENES TOTALES: 4

ORDENES ABIERTAS: 1

ORDENES TERMINADAS: 1

ORDENES FACTURADAS: 2

DESDE CITA **ORDEN MANUAL**

Selecciónar Cita Programada

CITA #22 **PENDIENTE**

Richard Vargas
TOYOTA HILUX 4X4 (7542-ZPB)
2026-06-06 - 09:00

Cambio de aceite Castrol GTX 20W50 1 Litro
Cambio de aceite YPF 20W50

ATENDER

CITA #14 **PENDIENTE**

Richard Vargas
NISSAN FRONTIER (6985-KJL)
2026-06-02 - 11:30

Cambio de aceite YPF 20W50
Alineación de dirección

ATENDER

Mecánico Responsable

Josué Vargas
Mecánico
Mecánica de Motor
526596
DISPONIBLE
SELECCIONAR

Ronald Santander
Mecánico
Mantenimiento General
69525896
Ocupado
SELECCIONAR

Luis Angel Moya
Mecánico
Frenos y Suspensión
76523589
DISPONIBLE
SELECCIONAR

Observaciones

Observaciones adicionales

GUARDAR ORDEN **LIMPIAR**

Listado de Órdenes de Trabajo

#	CLIENTE	VEHÍCULO	MECÁNICO	ESPECIALIDAD	F.INGRESO	F.SALIDA	ESTADO	ACCIONES
1	Richard Vargas	TOYOTA HILUX 4X4	Josué	Mecánica de Motor	2026-05-30	2026-06-05	FACTURADA	Detalle Ver
2	Richard Vargas	TOYOTA HILUX 4X4	Josué	Mecánica de Motor	2026-06-05	2026-06-06	FACTURADA	Detalle Ver
3	Richard Vargas	TOYOTA HILUX 4X4	Josué	Mecánica de Motor	2026-06-06	2026-06-06	TERMINADA	Detalle FACTURAR Ver
4	Richard Vargas	TOYOTA HILUX 4X4	Ronald	Mantenimiento General	2026-06-06	-	ABIERTA	Detalle Editar Finalizar Eliminar Ver

TALLER MECANICO AUTOMOTRIZ SAE - Av. Pando Zona Central, Cobija - Pando
+591 77100585 | motorssae.info1@gmail.com

Nota. Captura obtenida del sistema de gestión digital desarrollado para el Taller SAE (2026).

Figura 10

Interfaz del Módulo de Facturación



Panel de Control

- Orden Trabajo
- Facturas**
- Clientes
- Vehículos
- Servicios
- Empleados

MECANICA AUTOMORIZ "SAE"

Sistema de Facturación



FACTURA

Taller Mecánico "MECANICA AUTOMORIZ SAE"

NIT: 123456789-0

Av. Pando Zona Central, Cobija - Pando

+591 77100585

COMPROBANTE FISCAL VÁLIDO

ORDEN #38

Cliente: Richard Vargas

Vehículo: TOYOTA HILUX 4X4 (7542-ZPB)

Mecánico: Josué Vargas

MÉTODO DE PAGO



EFFECTIVO
Pago en efectivo



TARJETA
Débito / Crédito



TRANSFERENCIA QR
Pago móvil / QR

EMITIR FACTURA LIMPIAR

Facturas Emitidas

#	Número	Cliente	Fecha	Total	Pago	Estado	Acciones
31	FAC-00000001	Richard Vargas	2026-06-05	166.00	EFFECTIVO	EMITIDA	Anular Ver
32	FAC-00000002	Richard Vargas	2026-06-06	117.00	EFFECTIVO	EMITIDA	Anular Ver

MECANICA AUTOMOTRIZ "SAE"

Av. Pando Zona Central, Cobija - Pando

+591 77100585



FACTURA
MECANICA AUTOMORIZ "SAE"

NIT: 123456789-0 | Av. Pando Zona Central, Cobija - Pando
Cel: +591 77100585 | Email: motorsae.info11@gmail.com

N°: FAC-00000001
FECHA: 05/06/2026
Válido para crédito fiscal

DATOS DEL CLIENTE

Nombre: Richard Vargas Maydana Dirección: CALLE # Zona Norte Celular: 71245645 Email: Richar578@gmail.com

DETALLE DE SERVICIOS

CANTIDAD	SERVICIO	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Cambio de aceite YPFB 20W50	Bs. 35,00	Bs. 35,00
1	Cambio de aceite Castrol GTX 20W50 1 Litro	Bs. 50,00	Bs. 50,00

PRODUCTOS / INSUMOS UTILIZADOS

CANTIDAD	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3	Acetite YPFB 20W50	Bs. 27,00	Bs. 81,00

SUBTOTAL Bs. 166,00

IVA (13%) Incluido Bs. 21,58

TOTAL A PAGAR Bs. 166,00

Volver

Imprimir Eliminar

Nota. Captura obtenida del sistema de gestión digital desarrollado para el Taller SAE (2026).

Anexo E**Carta de autorización uso de información y acceso al Taller Mecánico Automotriz SAE**

Cobija, 2 de abril del 2026

Sr: MSc. Rodrigo Gustavo Mamani Yopez
COORDINADOR DE CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS
Presente. —

**REF.: AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN Y ACCESO
AL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ “SAE” PARA EL
DESARROLLO DE PROYECTO DE GRADO A NIVEL TÉCNICO
SUPERIOR DEL POSTULANTE UNIV. JOSUÉ ABRAM CHIPANA
YAPUCHURA**

De mi mayor consideración:

Yo, **Sr. Alberto Saez Herrera**, en calidad de propietario del **Taller Mecánico Automotriz “SAE”**, ubicado en la Avenida Pando, ciudad de Cobija, departamento de Pando, por medio de la presente hago constar que el postulante **Univ. Josué Abram Chipana Yapuchura**, estudiante de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Amazónica de Pando, cuenta con la debida autorización para el uso de información y acceso a las instalaciones de dicho taller, con el fin de desarrollar su proyecto de grado titulado:

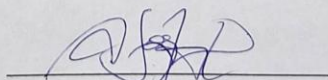
**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DIGITAL PARA EL CONTROL
OPERATIVO DEL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ ‘SAE’”**,

Asimismo, confirmo que el postulante tuvo acceso a la información necesaria para el levantamiento de requerimientos y el desarrollo de la propuesta del sistema.

Por lo expuesto, se extiende la presente autorización dejando constancia del apoyo brindado para la elaboración del mencionado proyecto.

Es cuanto informo para fines consiguientes.

Atentamente;


Sr. Alberto Saez Herrera

Propietario — Taller Mecánico Automotriz “SAE”

Carta Constancia de Realización de Pruebas funcionales del sistema en el Taller Mecánico Automotriz SAE

Cobija, 8 de junio del 2026

Sr: **MSc. Rodrigo Gustavo Mamani Yopez**

COORDINADOR DE CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS

Presente. —

**REF.: CONSTANCIA DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS
FUNCIONALES DEL SISTEMA EN EL TALLER MECÁNICO
AUTOMOTRIZ “SAE”**

De mi mayor consideración:

Yo, **Sr. Alberto Saez Herrera**, en calidad de propietario del Taller Mecánico Automotriz “SAE”, ubicado en la Avenida Pando, ciudad de Cobija, departamento de Pando, Bolivia, por medio de la presente hago constar que en fecha **8 de junio de 2026** se realizaron las **pruebas funcionales del sistema de gestión digital** desarrollado para el control operativo del taller.

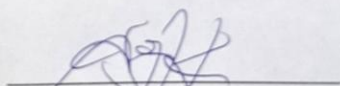
Dichas pruebas fueron ejecutadas con la participación del **personal del Taller Mecánico Automotriz “SAE”**, verificándose el correcto funcionamiento de los módulos implementados, tales como registro, control y seguimiento de las operaciones del taller.

Asimismo, se constató que el sistema responde adecuadamente a las necesidades operativas del taller, obteniendo resultados satisfactorios durante la ejecución de las pruebas.

Por lo expuesto, se deja constancia de la realización de dichas pruebas en la fecha indicada.

Es cuanto informo para fines consiguientes.

Atentamente;



Sr. Alberto Saez Herrera
Propietario — Taller Mecánico Automotriz “SAE”

ANEXO F

Registro Fotográfico

Figura 11 *Infraestructura externa del Taller Mecánico Automotriz "SAE"*



Infraestructura externa del Taller Mecánico Automotriz "SAE". Vista y acceso vehicular del establecimiento, ubicado en la Av. Pando, entre Av. 6 de agosto y Calle 6 de junio (Barrio Nazaria, Cobija, Pando).

Figura 12 *Etapas de entrevista y levantamiento de requerimientos*



Etapas de entrevista y levantamiento de requerimientos con el propietario del taller "SAE". Se realiza la toma de datos e identificación de necesidades operativas en el área de trabajo.