

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
Unidad Profesional Interdisciplinaria de
Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas

Diseño de proyectos de sistemas informáticos

Sistema de Soporte de Decisiones para Taller Mecánico

Integrantes del equipo de desarrollo:

Cisneros Valero José Manuel 2023602145

PILAR GOMEZ MIRANDA

Colocar el nombre del profesor

México, CDMX a 06 de enero de 2026

Índice

APARTADO I “ESPECIFICACIÓN DEL PROYECTO”	4
1.1 INDICA EL GIRO Y ACTIVIDAD DEL NEGOCIO	4
1.2 ELABORA LA ESTRUCTURA/ARQUITECTURA DEL NEGOCIO	4
1.3 DA EL NOMBRE DE LOS PROCESOS DEL NEGOCIO, ASÍ COMO UNA DESCRIPCIÓN CLARA DE CADA UNO DE ELLOS. ...	5
1.4 INDICA CUAL ES LAS NECESIDADES DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN QUE TIENE EL NEGOCIO	6
1.5 DA LA PROPUESTA DEL SISTEMA A DESARROLLAR.....	7
1.6 ESCRIBE LA JUSTIFICACIÓN DEL DESARROLLO DEL SISTEMA.....	7
APARTADO II “GESTIÓN DEL PROYECTO”	7
2.1 UTILIZA UNA HERRAMIENTA AUTOMATIZADA DE GESTIÓN DE DESARROLLO DE SISTEMAS Y REALIZA LA PROGRAMACIÓN DEL DESARROLLO CON BASE EN LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO QUE SELECCIONES, ASÍ COMO EL CALENDARIO ACADÉMICO, CONSIDERANDO REVISIONES Y ENTREGAS PARCIALES DURANTE EL SEMESTRE. PROPORCIONA LA LIGA Y ACCESO A LA HERRAMIENTA DE GESTIÓN A TU PROFESOR.....	7
2.2 EN LA GESTIÓN DEL DESARROLLO ASIGNA ROLES Y ACTIVIDADES DEL EQUIPO DE DESARROLLO	8
2.3 INDICA QUIEN VA A DAR SEGUIMIENTO DEL DESARROLLO DEL SISTEMA	9
2.4 INDICA EL TIEMPO Y EL ENTREGABLE PARCIAL O SPRINT QUE ENTREGAS AL USUARIO DURANTE TODO EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	9
APARTADO III MODELADO DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	9
3.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	9
3.2 MODELADO DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	13
3.3 PRESENTACIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	17
APARTADO IV DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	18
4.1 DESARROLLO DEL FRONT-END Y BACK-END DEL PROYECTO	18
4.1.1 PLAN DE PRUEBAS DEL FRONT-END Y BACK-END DEL PROYECTO	21
4.1.2 REALIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LAS PRUEBAS	22
4.1.3 PRESENTACIÓN DEL FRONT-END Y DEL BACK-END	25
4.1.4 PRUEBAS.....	36
APARTADO V PUESTA EN PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	39
5.1 INTEGRACIÓN	39
5.2 PUESTA EN PRODUCCIÓN	41
5.3 VALIDACIÓN DEL USUARIO	42
5.4 PRESENTACIÓN EJECUTIVA.....	43
5.5 ENTREGA DEL SISTEMA Y DOCUMENTACIÓN	44
CONCLUSIONES.....	45

México, CDMX a 06 de enero de 2026

ANEXOS	45
---------------------	-----------

México, CDMX a 06 de enero de 2026

Apartado I “Especificación del proyecto”

1.1 Indica el giro y actividad del negocio

El señor **José Manuel Cisneros Torres** se dedica al **giro automotriz** con su taller mecánico ubicado en **Boca del Río, Veracruz**.

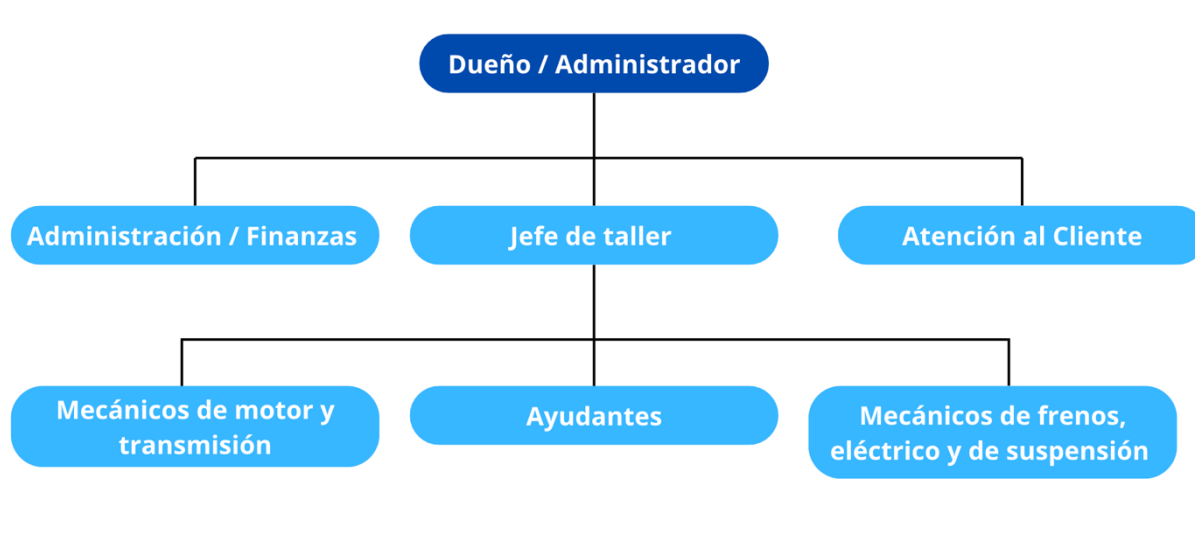
Los servicios que ofrece incluyen **reparación de motores, frenos, transmisiones y sistemas eléctricos**, así como servicios de afinación, cambios de aceite y revisiones de rutina. Además, el taller se dedica a la **venta y uso de refacciones y lubricantes** para complementar los servicios de mantenimiento.

El negocio también gestiona la **planeación de recursos** (mano de obra, piezas y tiempo) para garantizar la atención eficiente y oportuna de los vehículos de sus clientes.

1.2 Elabora la estructura/arquitectura del negocio

La estructura organizacional del taller mecánico es de tipo jerárquica, como se presenta en la **figura 1**, en la cual se distinguen claramente los niveles de dirección, supervisión y operación.

Figura 1. Estructura organizacional del taller mecánico



- **Dueño / Administrador del taller**
 - Define la estrategia del negocio.
 - Toma decisiones sobre inversión, compras de refacciones y contratación de personal.
 - Asigna tareas a los mecánicos según especialidad y disponibilidad.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

- Organiza el flujo de trabajo.

- **Área de atención al cliente**
 - Recepción de vehículos.
 - Explicación de diagnósticos y presupuestos.
 - Seguimiento a clientes y programas de fidelización.

- **Jefe de taller / Mecánico principal**
 - Supervisa calidad de las reparaciones.

- **Mecánicos especialistas**
 - Mecánico de frenos, eléctrico y suspensión.
 - Mecánico de motor y transmisión.
 - Cada uno se encarga de los servicios específicos asignados.

- **Ayudantes / Aprendices**
 - Apoyan en tareas básicas (lavado de piezas, cambios de aceite, montaje de llantas).

1.3 Da el nombre de los procesos del negocio, así como una descripción clara de cada uno de ellos.

Proceso:	Descripción:
Proceso de atención al cliente	Recepción de los vehículos, levantamiento de la orden de servicio, diagnóstico inicial y explicación al cliente sobre costos y tiempos estimados. Aquí también se incluye la entrega del vehículo y el seguimiento post-servicio.
Proceso de diagnóstico y planeación del servicio	El mecánico evalúa el estado del vehículo, identifica fallas y determina qué reparaciones o mantenimientos son

México, CDMX a 06 de enero de 2026

	necesarios. Se decide la asignación de mano de obra y de recursos.
Proceso de mantenimiento y reparación	Ejecución de las reparaciones y servicios: cambios de aceite, frenos, suspensión, motor, sistema eléctrico, etc.
Proceso de compras y gestión de inventario	Control de insumos como refacciones, aceites, filtros y herramientas. Se realizan pedidos a proveedores en función de la demanda y del inventario mínimo.
Proceso de administración financiera	Registro de ingresos y egresos, cálculo de costos por servicio, control de caja y facturación.
Proceso de gestión del personal	Asignación de tareas a mecánicos y ayudantes, control de horas trabajadas y capacitación
Proceso de control de calidad	Supervisión de los trabajos realizados para garantizar que cumplen con los estándares del taller y las expectativas del cliente. Incluye pruebas del vehículo antes de la entrega final.

1.4 Indica cual es las necesidades de desarrollo de sistemas de información que tiene el negocio

El negocio requiere un sistema de soporte de decisión que ayude **exclusivamente al dueño/administrador** a tomar decisiones de manera inteligente.

Entre las principales necesidades destacan:

- I. Dentro del proceso y planeación del servicio:
Se debe decidir la mejor asignación de mano de obra y recursos.
- II. En el proceso de mantenimiento y reparación:
Se busca optimizar tiempos y costos asignando al personal adecuado y **utilizando los recursos necesarios.**
- III. Proceso de compras y de gestión de inventarios:

México, CDMX a 06 de enero de 2026

Se debe decidir cuánto comprar de cada insumo minimizando costos sin generar desabasto.

IV. Dentro del Proceso de gestión del personal:

Se debe distribuir el trabajo de manera eficiente según las habilidades y la disponibilidad.

1.5 Da la propuesta del sistema a desarrollar

Se propone el desarrollo de un **Sistema de Soporte de Decisiones para Taller Mecánico**, cuyo objetivo principal es apoyar al dueño del taller en la toma de decisiones.

Solo el dueño podrá hacer uso del sistema y hacer consultas a la IA sobre qué decisión tomar, ya sea para elegir la mejor asignación de mano de obra y de recursos u optimizar tiempos y costos del negocio.

1.6 Escribe la justificación del desarrollo del sistema

El desarrollo de este sistema se justifica porque el taller mecánico necesita herramientas que apoyen al dueño en la **toma de decisiones** y en aspectos clave como el uso de recursos, tiempos de servicio, inventarios y asignación de personal. Actualmente estas decisiones se toman de manera empírica, lo que puede generar ineficiencias y costos innecesarios.

Con el sistema propuesto, el dueño contará con un apoyo tecnológico que le permitirá tomar decisiones de forma **más rápida, informada y confiable**, contribuyendo a mejorar la rentabilidad y la organización del negocio.

Apartado II “Gestión del proyecto”

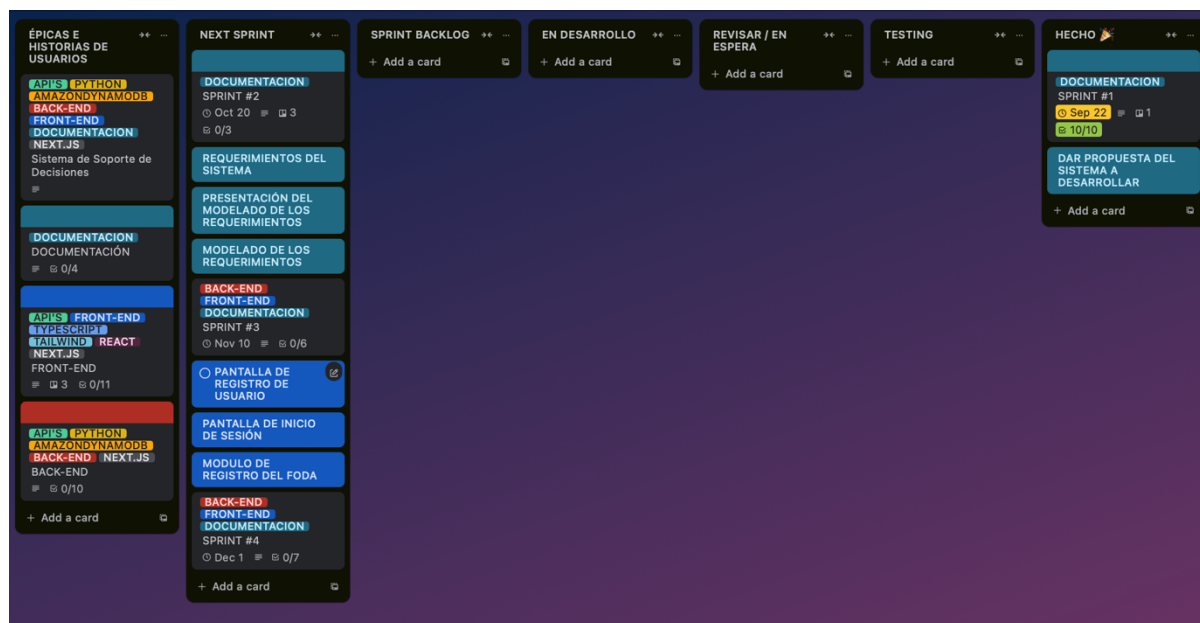
2.1 Utiliza una herramienta automatizada de gestión de desarrollo de sistemas y realiza la programación del desarrollo con base en la metodología de desarrollo que selecciones, así como el calendario académico, considerando revisiones y entregas parciales durante el semestre. Proporciona la liga y acceso a la herramienta de gestión a tu profesor

Para la gestión del proyecto, utilizaré la metodología **Scrum**, por su flexibilidad y enfoque en entregas de valor incrementales, lo cual es ideal para un proyecto desarrollado por una sola persona donde los requerimientos pueden evolucionar.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

La herramienta automatizada seleccionada es **Trello**. Es visual, fácil de usar y gratuita, permitiendo gestionar el backlog del producto, planificar los Sprints y dar seguimiento al progreso de las tareas como se muestra en la **figura 2**.

Figura 2. Herramienta automatizada de gestión de desarrollo de sistemas.



El proyecto se dividirá en **cuatro Sprints de 4 semanas cada uno**, coincidiendo con un semestre académico de 16 semanas, incluyendo revisiones y entregas parciales.

- **Liga de acceso al tablero de Trello:**

<https://trello.com/invite/b/68c0d3a65e8f47828791bf46/ATTId1238099ada7f45acc522f4ca86f8829BF88C4E9/scrum-board-sistema-de-soporte-de-decisiones>

2.2 En la gestión del desarrollo asigna roles y actividades del equipo de desarrollo

Dado que soy el único integrante del equipo, asumiré todos los roles del ciclo de desarrollo:

- **Product Owner:** Responsable de definir los requerimientos, priorizar el backlog y asegurar que el producto final aporte valor.
- **Scrum Master:** Responsable de facilitar el proceso, eliminar impedimentos y asegurar que la metodología se aplique correctamente (auto-gestión).

México, CDMX a 06 de enero de 2026

- **Development Team:** Responsable del análisis, diseño, codificación, pruebas y despliegue del sistema.

2.3 Indica quien va a dar seguimiento del desarrollo del sistema

El seguimiento será realizado por:

- **Yo mismo (José Manuel Cisneros Valero):** A través de la actualización diaria del tablero de Trello y la realización de las ceremonias de Scrum (Sprint Planning, Daily Standup -en mi caso, una revisión personal diaria-, Sprint Review y Sprint Retrospective).
- **Mi profesora (PILAR GOMEZ MIRANDA):** Actuará como el principal *stakeholder*. Tendrá acceso completo al tablero de Trello para monitorear el progreso en tiempo real. Se realizarán reuniones de revisión al final de cada Sprint para presentar los avances y recibir retroalimentación.

2.4 Indica el tiempo y el entregable parcial o Sprint que entregas al usuario durante todo el desarrollo del proyecto.

El proyecto se desarrollará a lo largo de 16 semanas.

- **Sprint 1 (22 de septiembre):**
 - **Entregable:** Apartados I y II de este documento.
- **Sprint 2 (20 de octubre):**
 - **Entregable:** Correspondiente al apartado III Modelado.
- **Sprint 3 (10 de noviembre):**
 - **Entregable:** Correspondiente a apartado IV Desarrollo del sistema
- **Sprint 4 (1 de diciembre):**
 - **Entregable:** Sistema concluido apartado V y documentación del desarrollo y de usuario.
- **Sprint 5 (15 de diciembre):**
 - **Entregable:** Puesta en producción del sistema y liberación. Entrega del sistema funcionando o se en producción.
 - Empaquetado del sistema (archivo fuente).
 - Archivos de manuales.
 - Presentación ejecutiva.

Apartado III Modelado de requerimientos del sistema de información

3.1 Requerimientos del sistema de información

Requerimientos Funcionales (RF)

México, CDMX a 06 de enero de 2026

- **RF-01: Configuración de Cuenta y Seguridad Transversal.** El sistema debe garantizar la integridad del acceso y la gestión de datos críticos.
 - **Registro de Administrador:** Pantalla única de configuración inicial solicitando Nombre, RFC y Contraseña.
 - **Autenticación Biométrica:** Integración profunda con **Touch ID** para inicio de sesión rápido y autorización de acciones destructivas (borrados, ediciones sensibles).
 - **Recuperación "Zero Knowledge":** Mecanismo de recuperación mediante una **Llave de Recuperación de 16 dígitos** generada localmente, eliminando la dependencia de servidores externos.
 - **Zona de Peligro (Data Reset):** Funcionalidad para la eliminación irreversible de toda la base de datos, protegida por doble verificación (RFC + Contraseña).
- **RF-02: Dashboard Inteligente (Estados y Métricas).** El módulo de inicio debe comportarse de manera dinámica según la madurez de los datos del negocio:
 - **Estado Inicial (Onboarding):** Si el sistema detecta que la base de datos está vacía, debe mostrar una "Guía de Configuración" con barras de progreso, solicitando obligatoriamente el registro de al menos: 1 Personal, 1 Producto y 1 Servicio.
 - **Estado Operativo (Métricas):** Una vez cumplidos los requisitos mínimos, la interfaz debe transformarse automáticamente para visualizar **KPIs en tiempo real**: Personal Total, Productos, Servicios y un contador de Decisiones Tomadas.
 - **Acciones Rápidas:** Proporcionar botones de acceso directo a los flujos más recurrentes: Asignar Servicios, Nuevo Cliente, Nuevo Servicio y Añadir Producto.
- **RF-03: Gestión de Personal (Recursos Humanos y Nómina).** Módulo integral para la administración del capital humano con validaciones estrictas.
 - **Validación de Unicidad (RFC):** El sistema debe impedir el registro de dos empleados con el mismo RFC. En caso de duplicidad, debe alertar al usuario y sugerir la edición del perfil existente.
 - **Calculadora de Nómina:** Estimación automática de salario diario, Salario Base de Cotización (SBC), cuotas de IMSS (obrera/patronal) e ISR mensual para determinar el costo real para la empresa.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

- **Control de Estado:** Seguimiento en tiempo real del estado operativo (Disponible, Ocupado, Ausente).
- **Documentación Digital:** Almacenamiento local de rutas a documentos legales (INE, Contratos) mediante interfaz de arrastrar y soltar.
- **RF-04: Gestión de Inventario Financiero.** Control de stock enfocado en la rentabilidad y prevención de errores.
 - **Validación de Unicidad (Producto):** Bloqueo de registros con nombres duplicados para evitar inconsistencias en el inventario; el sistema redirigirá a la edición del producto ya existente.
 - **Validación de Dependencias:** El sistema debe impedir la eliminación de productos que estén siendo utilizados actualmente en servicios activos o definidos dentro de "Recetas" de servicios.
 - **Ingeniería de Precios:** Cálculo automático de precios de venta desglosando costos, margen de ganancia, gastos administrativos, IVA y proyección de ISR.
 - **Reposición Rápida:** Funcionalidad para sumar stock ágilmente, descontando el costo de las ganancias acumuladas del negocio.
- **RF-05: Gestión de Clientes y Vehículos.**
 - **Validación de Contacto (Teléfono):** Si se registra un número telefónico asociado a otro cliente, el sistema mostrará una **advertencia visual en amarillo** indicando "*Registrado en: [Nombre del Cliente]*", permitiendo el guardado bajo decisión del usuario.
 - **Validación de Vehículos:** Evitar el registro de vehículos con placas duplicadas en el sistema, permitiendo excepciones controladas para la edición de vehículos propios.
 - **Seguridad de Datos:** Bloqueo de edición para campos sensibles (Nombres, Placas), requiriendo desbloqueo explícito.
- **RF-06: Gestión de Servicios (Catálogo y Recetas).**
 - **Recetas de Insumos:** Capacidad de asociar productos del inventario (Ingredientes) a un servicio. El costo de estos insumos se sumará automáticamente al costo de mano de obra.
 - **Estimación de Costos:** Cálculo del costo total estimado basado en: Mano de obra (sugerida por rol) + Insumos de la receta + Gastos indirectos.
 - **Top 5:** Visualización de los servicios más solicitados para análisis de demanda.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

- **RF-07: Ejecución y Programación de Servicios (DSS Operativo).**
 - **Asignación Inteligente:** Al programar, el sistema sugerirá automáticamente mecánicos que cumplan con: Rol, Especialidad, Horario Laboral y disponibilidad de agenda (sin solapes).
 - **Validación de Stock:** Verificar existencia suficiente de insumos (según la receta del servicio) antes de permitir la programación.
 - **Auto-Start y Consumo:** Opción de inicio automático de servicios programados, detonando el consumo inmediato de stock del inventario.
 - **Cronómetro Laboral Inteligente:** Los temporizadores de servicio deben respetar los horarios laborales. Si el turno termina, el estado cambia a "PAUSADO (Fuera de horario)" y se detiene el conteo.
- **RF-08: Asistente Estratégico (IA Local).**
 - **Modelo Local:** Implementación de un modelo de lenguaje (Llama vía MLX) ejecutado localmente en el dispositivo para garantizar la privacidad.
 - **Análisis de Archivos Externos:** Capacidad del sistema para leer e interpretar archivos locales en formatos **Excel (.xlsx)** y **CSV**. Esto permite a la IA analizar datos históricos o externos importados por el usuario.
 - **Contexto de Negocio:** La IA debe tener acceso de lectura a resúmenes de personal, inventario y finanzas para responder consultas operativas y estratégicas.
 - **Gestión de Memoria:** Funcionalidad para "Reiniciar Contexto" de la IA, protegida por autenticación biométrica.
- **RF-09: Historial de Decisiones.**
 - **Registro Híbrido:** Unificación de decisiones automáticas del sistema y registros manuales administrativos.
 - **Búsqueda Avanzada:** Filtrado por Tipo (Automática/Manual), Rango de Fechas y búsqueda por texto en títulos o entidades afectadas.

Requerimientos No Funcionales (RNF)

- **RNF-01: Privacidad y Arquitectura Offline.** El sistema debe operar bajo una arquitectura "Local-First". Todos los datos sensibles, bases de datos y credenciales se almacenan localmente en el dispositivo utilizando **SwiftData** y **AppStorage**, sin envío de telemetría a la nube.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

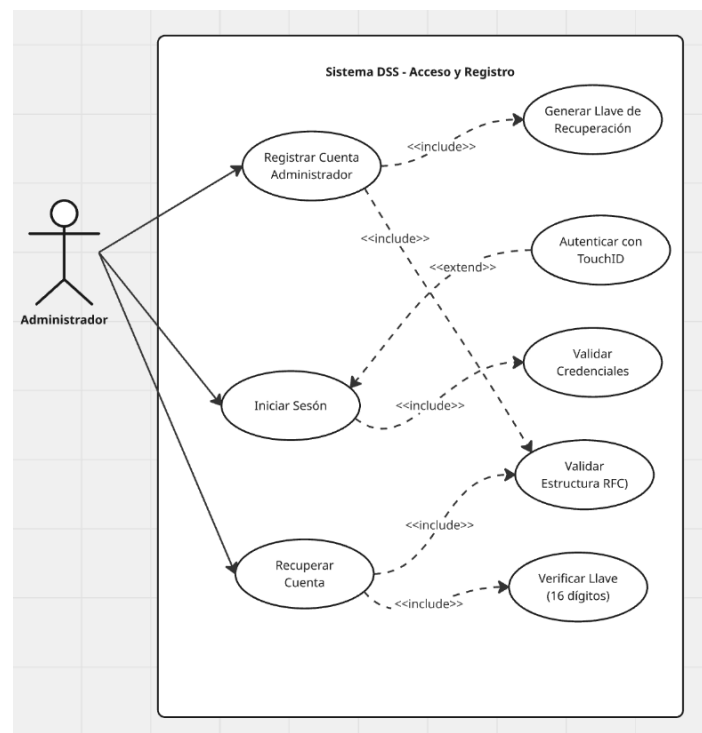
- **RNF-02: Usabilidad e Interfaz.** Diseño en "Modo Oscuro" de alto contraste inspirado en estética automotriz, con controles nativos de macOS y manejo de errores mediante alertas no intrusivas.
- **RNF-03: Compatibilidad y Stack Tecnológico.** Desarrollado como aplicación nativa utilizando **SwiftUI**, **SwiftData** y **MLX** (para IA). Requiere sistema operativo **macOS Sequoia** o superior.
- **RNF-04: Robustez en Importación.** El módulo de lectura de archivos debe contar con lógica nativa para la extracción de texto de **.xlsx**, con mecanismos de respaldo (*fallback*) a CSV (codificación UTF-8 o Windows-1252) en caso de fallo.

3.2 Modelado de requerimientos del sistema de información

Para representar visualmente los requerimientos funcionales y la interacción del usuario con el Sistema de Soporte de Decisiones para Taller Mecánico, se utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). Los diagramas de Casos de Uso son la herramienta principal para ilustrar las funcionalidades del sistema desde la perspectiva del usuario.

1. Diagrama de Casos de Uso: Acceso y Registro

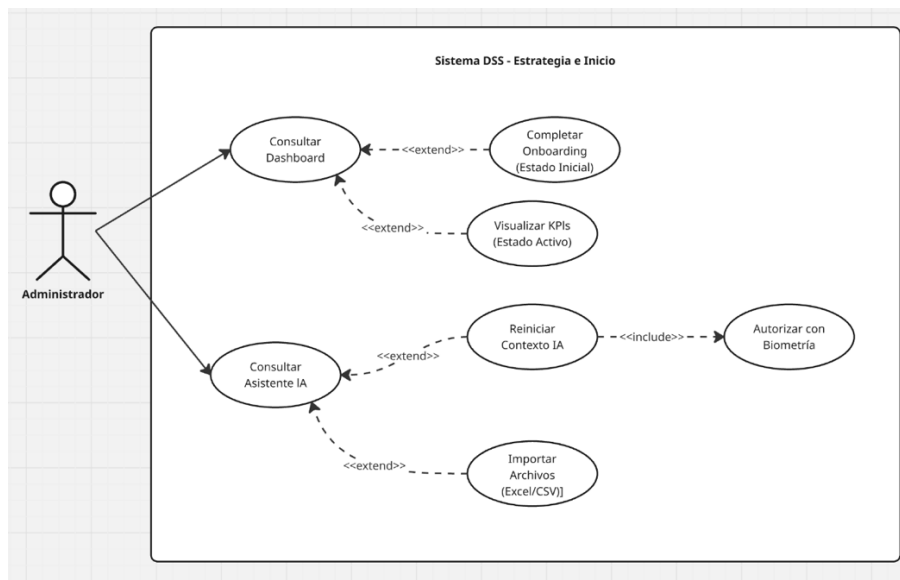
Este diagrama cubre el **Módulo 10 (Registro)** y **Módulo 11 (Login)**. Destaca las validaciones de seguridad que mencionamos.



México, CDMX a 06 de enero de 2026

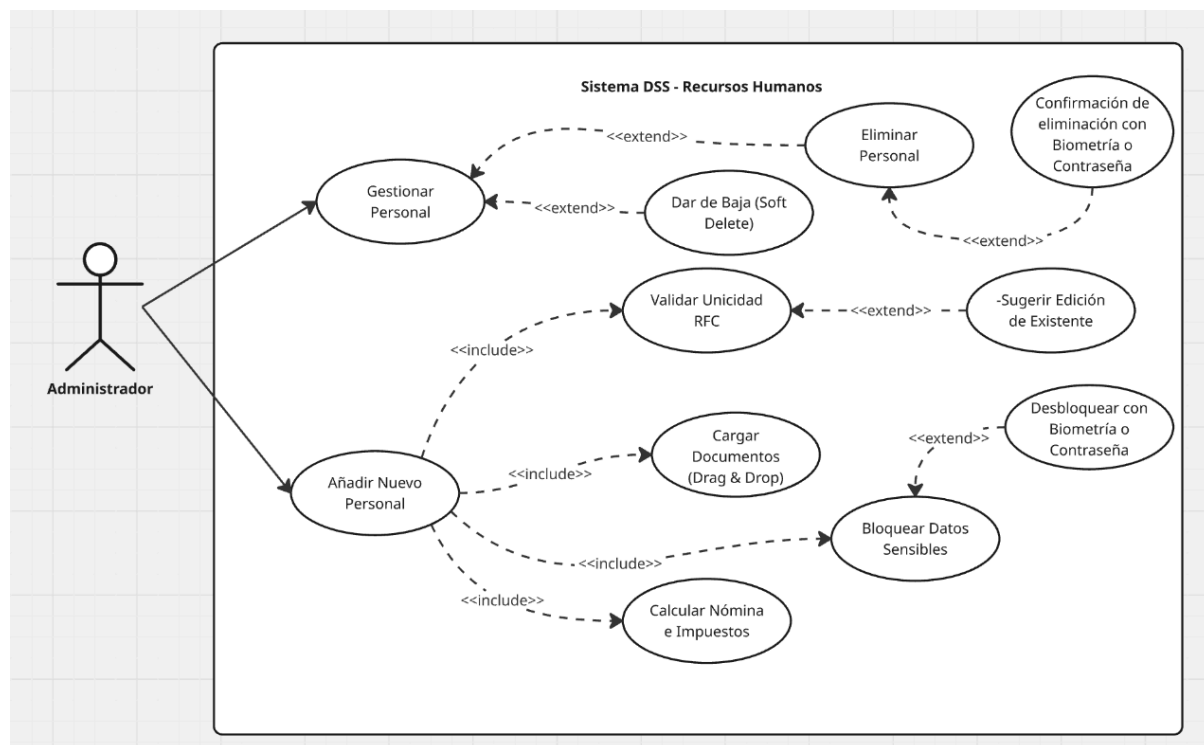
2. Diagrama de Casos de Uso: Dashboard e Inteligencia Artificial

Cubre el **Módulo 1 (Dashboard)** y **Módulo 2 (Asistente Estratégico)**. Aquí mostramos la seguridad para reiniciar el contexto.



3. Diagrama de Casos de Uso: Gestión de Personal (RH)

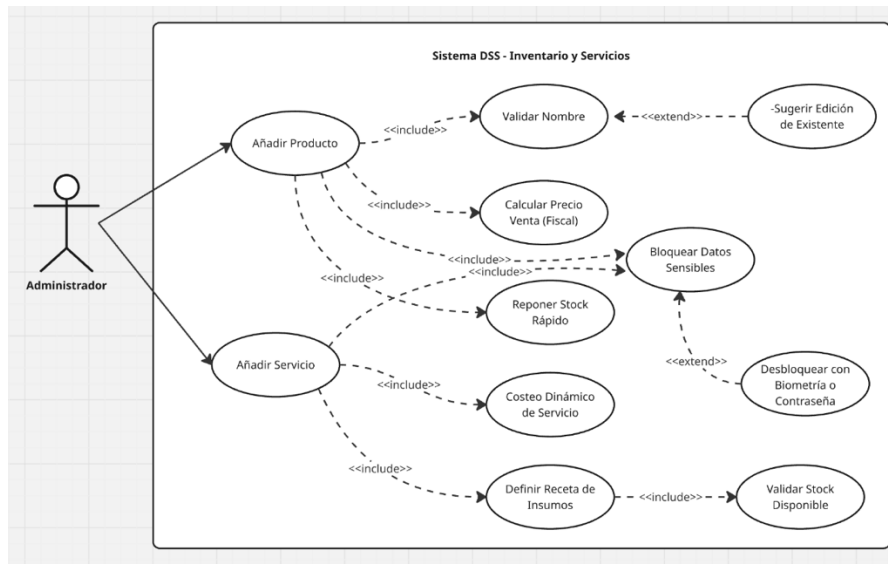
Cubre el **Módulo 5**. Detalla el cálculo de nómina y las validaciones de RFC duplicados.



México, CDMX a 06 de enero de 2026

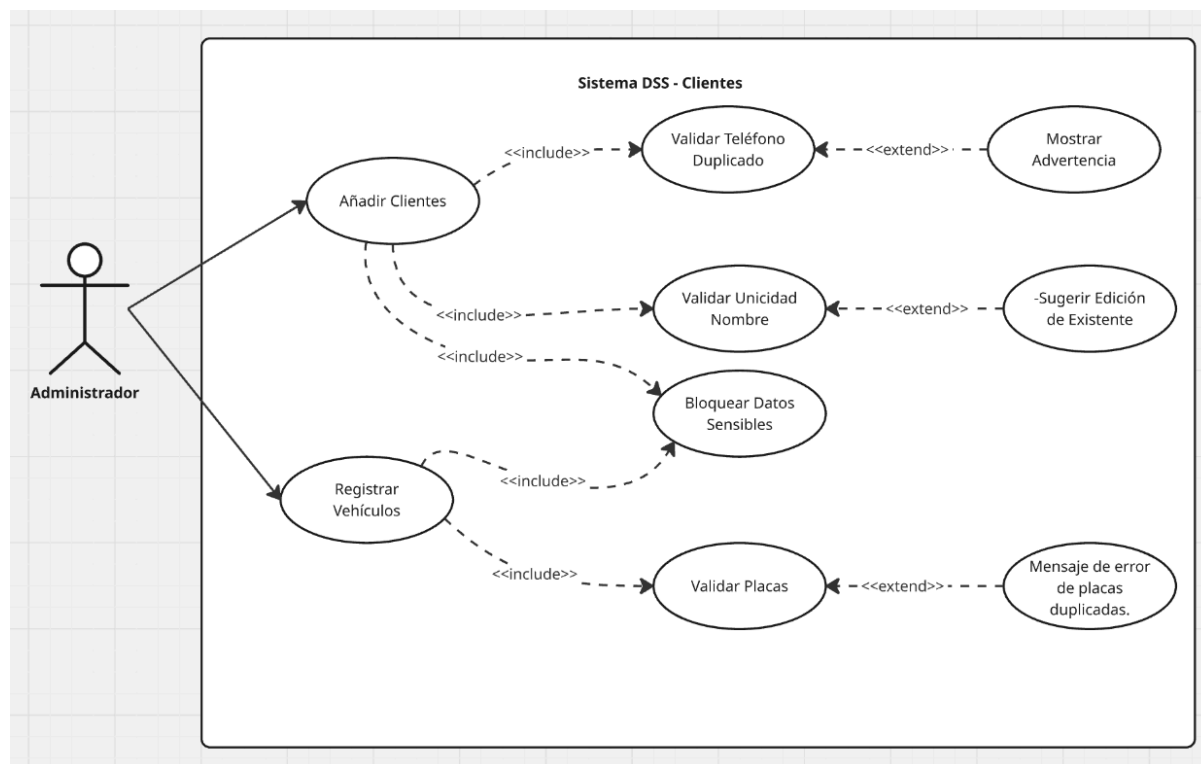
4. Diagrama de Casos de Uso: Inventario y Servicios

Agrupar **Módulo 6 (Inventario)** y **Módulo 7 (Servicios)**. Muestra la ingeniería de precios y validaciones.



5. Diagrama de Casos de Uso: Clientes y Vehículos

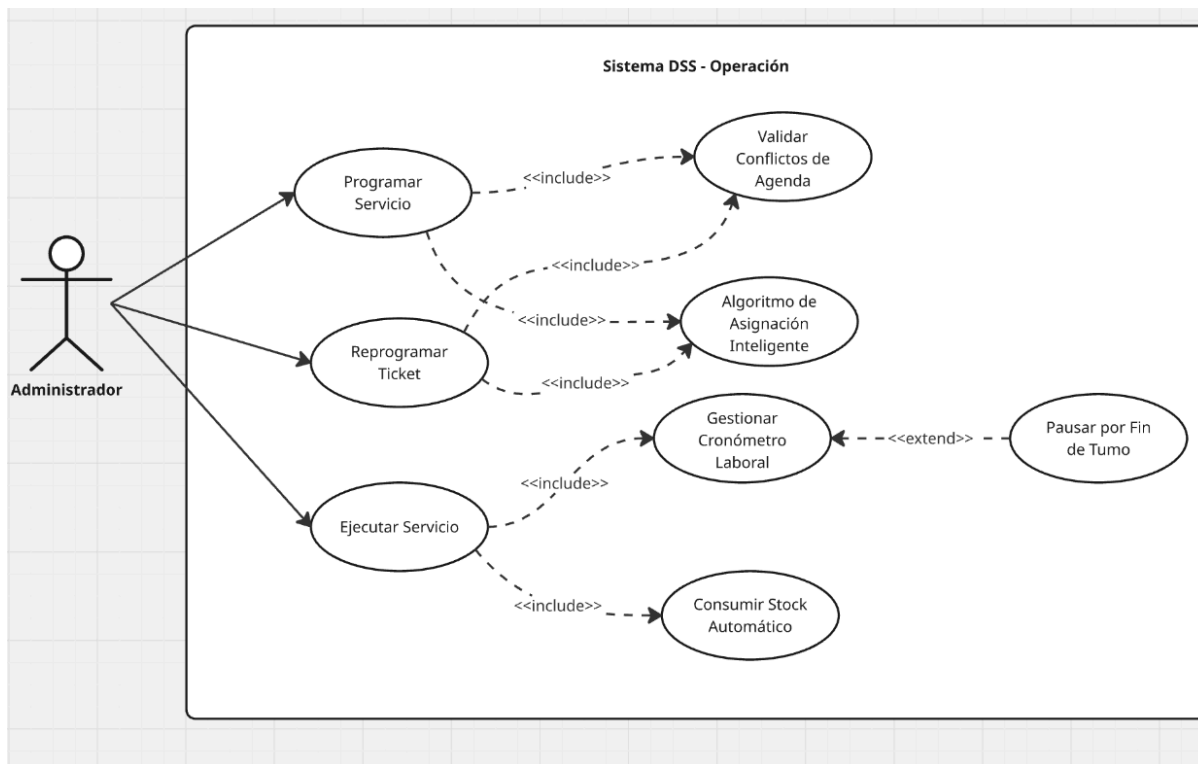
Cubre el **Módulo 4**. Aquí representamos la alerta amarilla de teléfono duplicado.



México, CDMX a 06 de enero de 2026

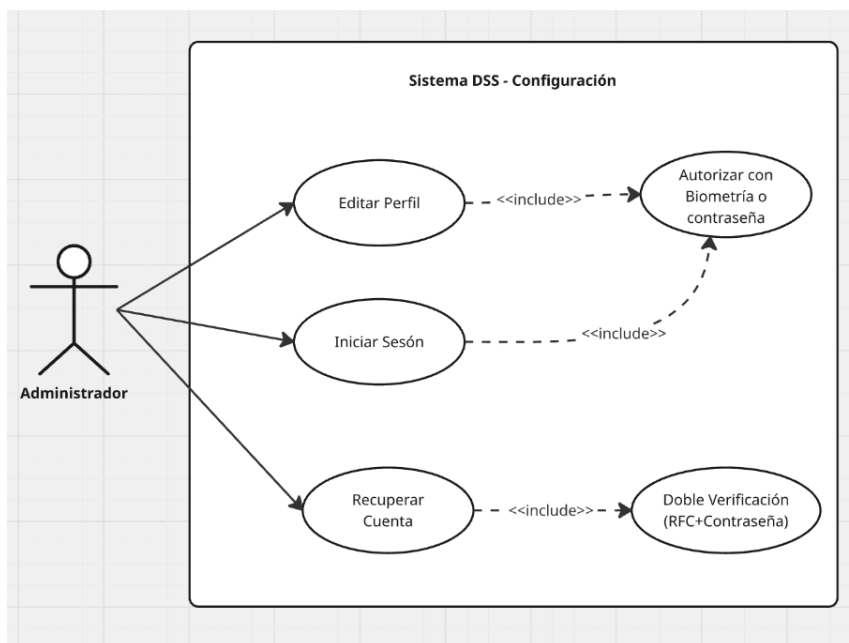
6. Diagrama de Casos de Uso: Operación (Procesos)

Cubre **Módulo 8 (Servicios en Proceso)** y la **Programación**. Es vital mostrar el algoritmo de asignación y el cronómetro.



7. Diagrama de Casos de Uso: Configuración (Cuenta)

Cubre el **Módulo 9**. Enfocado en la seguridad y la "Zona de Peligro".



México, CDMX a 06 de enero de 2026

3.3 Presentación de requerimientos del sistema de información

Esta sección presenta la solución tecnológica diseñada a medida para las necesidades operativas y estratégicas del taller automotriz del Sr. José Manuel Cisneros Torres en Boca del Río, Veracruz.

El sistema **DSS (Decision Support System)** no es solo un programa administrativo; es una herramienta de gestión integral enfocada en optimizar la reparación de vehículos, la venta de refacciones y la eficiencia de su mano de obra.

1. Control Total de Refacciones y Lubricantes

Sabemos que una parte vital de su negocio es la venta y uso de insumos. El sistema le permite:

- **Blindar su Inventario:** Evite fugas de dinero o quedarse sin stock. El sistema gestiona lotes y caducidades (vital para aceites y químicos), alertándole antes de tener pérdidas.
- **Rentabilidad Garantizada:** Al dar de alta una refacción, el sistema calcula automáticamente sus costos, impuestos y márgenes. Usted sabrá exactamente cuánto gana por cada litro de aceite o pieza vendida.
- **Ventas Inteligentes:** Identifique al instante sus "Top 5 productos más vendidos" para asegurar que nunca le falten los insumos de mayor rotación en el taller.

2. Estandarización de Servicios Mecánicos

Para sus servicios especializados (reparación de motores, transmisiones, frenos), el sistema elimina la improvisación en los cobros:

- **Ingeniería de Precios:** El sistema le ayuda a construir el precio perfecto sumando: *Mano de obra especializada + Refacciones necesarias + Gastos del taller*. Así garantiza que trabajos complejos, como una reparación de transmisión, sean siempre rentables.
- **Recetas de Servicio:** Puede pre-definir qué insumos lleva una "Afinación Mayor". Al vender el servicio, el sistema descontará automáticamente todo del inventario, ahorrándole tiempo administrativo.

3. Planeación Eficiente de Recursos (Mano de Obra y Tiempo)

El sistema responde a su necesidad crítica de gestionar la disponibilidad del taller:

- **Agenda Inteligente:** Al programar una cita, el software analiza quién está disponible. No asignará un trabajo de "Suspensión" a un ayudante general, sino al especialista adecuado, evitando errores y retrasos.
- **Cronómetros Reales:** Los tiempos de reparación respetan los turnos de trabajo. Si la jornada laboral termina, el cronómetro del servicio se pausa automáticamente y continúa al día siguiente. Esto le da una visión real de la eficiencia de su equipo sin métricas falsas.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

4. Gestión Profesional del Personal

Administre a su equipo técnico con la formalidad que su negocio requiere:

- **Costo Real de Nómina:** Antes de contratar, el sistema calcula el costo real del empleado incluyendo cargas sociales (IMSS, ISR), permitiéndole planear sus finanzas.
- **Productividad:** Mediante el "Top 5 de Personal", usted podrá reconocer y recompensar a los mecánicos que más servicios completan exitosamente.

5. Seguridad y Control Administrativo

Como dueño y administrador único, usted necesita tranquilidad y acceso rápido:

- **Acceso Biométrico:** Olvide las contraseñas complicadas. Acceda a la información financiera de su taller utilizando su huella digital (Touch ID), combinando alta seguridad con rapidez.
- **Protección de Datos:** Acciones delicadas, como eliminar un cliente o ajustar un inventario histórico, requieren una doble autorización. Su información en Boca del Río está segura y respaldada localmente, sin depender de internet.

6. Asistente Estratégico (Inteligencia Artificial)

Lleve la toma de decisiones al siguiente nivel:

- **Análisis de Datos Externos:** ¿Tiene listas de precios de proveedores o historiales antiguos en Excel? Simplemente adjunte el archivo en el sistema y la IA lo analizará para ayudarle a encontrar oportunidades de ahorro o tendencias de venta.
- **Consultor 24/7:** Puede preguntar al sistema sobre cualquier aspecto operativo y recibir respuestas basadas en la realidad financiera de su taller.

Apartado IV Desarrollo del sistema de información

4.1 Desarrollo del Front-end y Back-end del proyecto

El sistema **DSS (Decision Support System)** se ha construido bajo una arquitectura monolítica **nativa para macOS**, optimizada para la arquitectura Apple Silicon. Se utiliza el patrón de diseño **MVVM (Model-View-ViewModel)**, lo que permite una separación limpia entre la lógica de negocio, la persistencia de datos y la interfaz gráfica.

La aplicación sigue el paradigma **"Local-First"**: no existe un backend en la nube. Toda la lógica de servidor, base de datos e inteligencia artificial se ejecuta localmente en el dispositivo del usuario, garantizando velocidad y privacidad absoluta.

4.1.1 Desarrollo del Back-end (Lógica de Negocio y Persistencia)

México, CDMX a 06 de enero de 2026

El "motor" del sistema combina la persistencia moderna de Apple con bibliotecas de Inteligencia Artificial de alto rendimiento.

A. Modelo de Datos y Lógica de Dominio (SwiftData): El sistema no utiliza tablas pasivas. Se implementaron "**Rich Domain Models**" donde las entidades contienen su propia lógica financiera y operativa. Según el análisis del código fuente (`Models.swift`), destacan los siguientes algoritmos:

Motor Financiero de Nómina (Personal):

Se implementó la función `recalcularYActualizarSnapshots()` que automatiza la contabilidad de RH.

Calcula el **SBC (Salario Base de Cotización)** aplicando factores de integración (1.0452).

Desglosa automáticamente las cuotas obrero-patronales del **IMSS** y la retención de **ISR** según el tipo de contrato (Mínimo/Mixto) y frecuencia de pago.

Algoritmos de Tiempo y Agenda (ServicioEnProceso):

Validación de Solapamiento: La función estática `existeSolape` impide matemáticamente que se programen dos servicios al mismo mecánico en el mismo intervalo de tiempo.

Proyección de Término: La función `calcularFechaFin(inicio: duracion:)` utiliza un algoritmo iterativo que proyecta la fecha de entrega saltando automáticamente las horas no laborales (ej. noches) y días de descanso, garantizando compromisos de entrega realistas.

Ingeniería de Costos (Servicio y Producto):

Soporte para estructuras de datos complejas como `Ingrediente (Recetas)`, permitiendo vincular stock físico a servicios intangibles.

Cálculo de márgenes de ganancia y desglose fiscal (IVA/Exento) encapsulado en la clase `Producto`.

B. Inteligencia Artificial Local (Dependencias): El sistema integra un stack tecnológico avanzado para ejecutar IA sin internet:

MLX-Swift (0.29.1) y MLX-Swift-LM: Framework de Apple utilizado para cargar y ejecutar Modelos de Lenguaje (LLMs) optimizados directamente en la GPU/Neural Engine del Mac.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

Swift-Transformers: Tokenización eficiente para procesar las consultas del usuario.

Jinja (2.2.0): Motor de plantillas utilizado para construir dinámicamente el "Prompt del Sistema", inyectando el contexto del negocio (inventario, personal) en la consulta a la IA de manera estructurada.

4.1.2 Desarrollo del Front-end (Interfaz de Usuario)

La interfaz ha sido desarrollada 100% con **SwiftUI**, creando una experiencia de usuario reactiva y adaptada a los estándares de diseño de macOS (Human Interface Guidelines).

Componentes Clave de la Interfaz:

Arquitectura de Navegación:

Uso de `NavigationSplitView` para ofrecer una barra lateral (Sidebar) colapsable y un área de contenido principal, facilitando la multitarea.

Implementación de **Vistas Condicionales** en el Dashboard, que alterna entre un "Modo Onboarding" (guía paso a paso) y un "Modo Métricas" dependiendo de si la base de datos está vacía o poblada.

Interacción Avanzada:

Drag & Drop Nativo: Zonas de caída (`.onDrop`) en el módulo de personal para importar documentos (INE, Contrato, comprobante de estudios o de domicilio.) arrastrándolos desde el Finder.

Seguridad Biométrica en UI: Los botones de acciones destructivas (ej. "Eliminar Cuenta", "Reiniciar IA") están protegidos por modificadores que invocan el contexto de `LocalAuthentication` (Touch ID) antes de ejecutar la acción.

Visualización de Datos:

Diseño en **Modo Oscuro** de alto contraste para entornos de taller.

Uso de colores semánticos (Verde=Disponible/En Tiempo, Rojo=Ocupado/Error, Amarillo=Advertencia) para feedback visual inmediato.

Stack Tecnológico:

México, CDMX a 06 de enero de 2026

Lenguaje: Swift 6.0

UI Framework: SwiftUI

Base de Datos: SwiftData (SQLite encriptado)

IA Engine: MLX (Machine Learning on X) & Llama (Modelo)

Utilidades: Swift-Collections, Swift-Numerics.

4.1.1 Plan de Pruebas del Front-end y Back-end del proyecto

El plan de pruebas para el sistema **DSS** se ha diseñado bajo una estrategia de **Pruebas Integrales de Sistema**, enfocadas en validar tanto la lógica de negocio (Back-end local) como la experiencia de usuario (Front-end). Dado que la aplicación maneja datos financieros y operativos críticos, el enfoque principal es la validación de la integridad de los datos y la seguridad.

Objetivos de las Pruebas:

1. **Validar Funcionalidad:** Asegurar que todos los Requerimientos Funcionales (RF) operen según lo especificado.
2. **Verificar Integridad de Datos:** Confirmar que los cálculos de nómina, inventario y precios sean matemáticamente correctos.
3. **Evaluar Usabilidad:** Garantizar que las validaciones visuales (alertas, colores) guíen correctamente al usuario.
4. **Confirmar Seguridad:** Verificar que los mecanismos de autenticación (Touch ID) y recuperación funcionen sin fallos.

Entorno de Pruebas:

- **Dispositivo:** MacBook Air M1.
- **Sistema Operativo:** macOS Tahoe 26.3.
- **Base de Datos:** Entorno local SwiftData (Producción/Debug).
- **Herramientas:** Simulador de Xcode y Dispositivo Físico.

Tipos de Pruebas Ejecutadas:

- **Pruebas Unitarias (Lógica):** Verificación de algoritmos de cálculo de impuestos y fechas (realizadas internamente en `Models.swift`).

México, CDMX a 06 de enero de 2026

- **Pruebas de Integración:** Validación del flujo de datos entre módulos (ej. al vender un servicio, se descuenta el inventario).
- **Pruebas de Aceptación de Usuario (UAT):** Simulación de flujos reales de operación en el taller.

4.1.2 Realización y documentación de las pruebas

A continuación, se presenta la **Matriz de Casos de Prueba**. Estas pruebas documentan la validación exitosa de los módulos críticos del sistema.

Simbología:


- **ID:** Identificador único del caso de prueba.
- **Resultado:**  Exitoso (El sistema se comportó como se esperaba).

Tabla 1: Matriz de Pruebas de Seguridad y Acceso

ID	Módulo	Caso de Prueba (Escenario)	Datos de Entrada	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Estado
CP-01	Registro	Registro con contraseñas diferentes	Pass: 1 2 3 4 5 / Confirm: 1 2 3 4 5 6	Mostrar alerta "Las contraseñas no coinciden".	El sistema mostró la alerta roja y bloqueó el botón "Registrar se".	
CP-02	Registro	Validación de RFC inválido	RFC: MOMM770 1(Incompleto)	Mostrar alerta de formato inválido.	Alerta: "El RFC no es válido. Verifica estructura"	
CP-03	Login	Inicio de sesión biométrico	Huella digital válida (Touch ID)	Acceso inmediato al Dashboard	Acceso concedido correctame	

México, CDMX a 06 de enero de 2026

				sin escribir contraseña.	n te mediante Touch ID.	
CP-04	Cuenta	Intento de eliminación de cuenta	Clic en "Eliminar Cuenta"	Solicitar doble verificación (RFC + Contraseña).	Se desplegó modal "Zona de Peligro" pidiendo credenciales.	✓

Tabla 2: Matriz de Pruebas de Recursos Humanos (Nómina)

ID	Módulo	Caso de Prueba (Escenario)	Datos de Entrada	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Estado
CP-05	Personal	Cálculo automático de nómina	Salario Diario: \$248.93	Calcular SBC, IMSS, ISR y Neto automáticamente.	SBC: \$238.16, IMSS: \$553.67, Neto: \$7,409.28. Cálculo correcto.	✓
CP-06	Personal	Registro de RFC duplicado	RFC: RAGF630503EW7(Existente)	Bloquear registro y sugerir edición.	Error: "Este RFC ya se ha registrado". Botón de "Editar existente" apareció.	✓
CP-07	Personal	Carga de documentos	Archivo PDF arrastrado a la zona "INE"	El archivo debe guardarse en la carpeta local de la app.	Documento aceptado e icono de carga exitosa mostrado.	✓

Tabla 3: Matriz de Pruebas de Inventario y Servicios

ID	Módulo	Caso de Prueba (Escenario)	Datos de Entrada	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Estado
CP-08	Inventario	Cálculo de precio de venta	Costo: \$100.00, Margen: 30%, Gastos: 10%	Precio final debe incluir IVA y cubrir costos.	Precio sugerido calculado: \$150.80. Desglose fiscal mostrado correctamente.	✓
CP-09	Inventario	Validación de nombre duplicado	Nombre: "Aceite 5W-30 Sintético"	Error "Este nombre ya está en uso".	El sistema bloqueó el guardado y mostró la alerta de duplicidad.	✓
CP-10	Servicios	Creación de servicio con insumos	MO: \$330, Ganancia: \$200, Gastos: \$150	Precio final debe sumar todo + IVA.	Precio Final calculado: \$788.80. Ganancia Neta proyectada: \$196.00.	✓
CP-11	Servicios	Programación con conflicto	Cita para Cadillac LYRIQ a las 18:09 (Ya tiene cita)	Alerta crítica de conflicto de horario.	Alerta mostrada: "Este vehículo tiene Cambio de Aceite programado...".	✓

Tabla 4: Matriz de Pruebas de Operación e Inteligencia

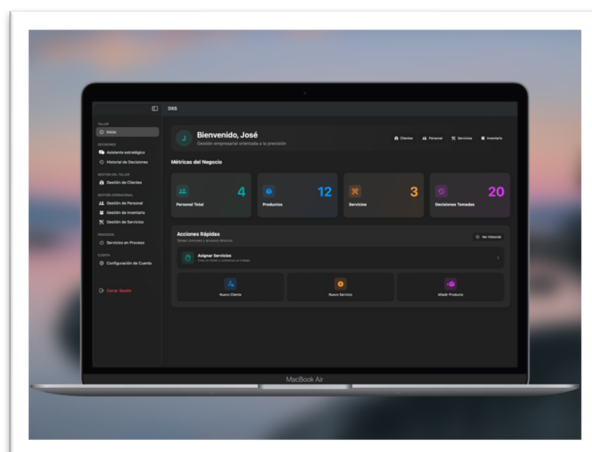
ID	Módulo	Caso de Prueba (Escenario)	Datos de Entrada	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Estado
CP-12	Procesos	Cronómetro en horario laboral	Inicio de servicio dentro de turno (15:15 PM)	Cuenta regresiva activa.	Cronómetro corriendo: 00:44:48 restantes. Etiqueta "En tiempo".	✓
CP-13	IA	Consulta de ayuda sobre interfaz	Pregunta: "¿Cómo puedo usar este sistema?"	Respuesta contextual explicando los botones.	La IA respondió con pasos numerados indicando dónde están los botones "Editar" y "Eliminar".	✓
CP-14	IA	Reinicio de contexto seguro	Clic en "Limpiar Contexto (Reiniciar)"	Solicitar autorización biométrica.	Modal "Autorización Requerida" desplegado correctamente antes de borrar memoria.	✓

4.1.3 Presentación del Front-end y del Back-end

En esta sección se documenta el resultado final de la codificación, presentando la interfaz gráfica de usuario (Front-end) tal como será operada por el administrador, así como la estructura interna de datos y lógica de negocio (Back-end) que soporta la operación.

A. Presentación del Front-end (Interfaz de Usuario)

La interfaz gráfica ha sido diseñada siguiendo los lineamientos de **macOS Human Interface Guidelines**, priorizando la legibilidad en modo oscuro y la navegación intuitiva mediante una barra lateral. A continuación, se muestran los módulos principales del sistema en ejecución.



México, CDMX a 06 de enero de 2026

1. Módulo de Acceso y Seguridad El sistema implementa un control de acceso robusto desde el primer inicio.

Figura 4.1: Pantalla de Inicio de Sesión con soporte biométrico.

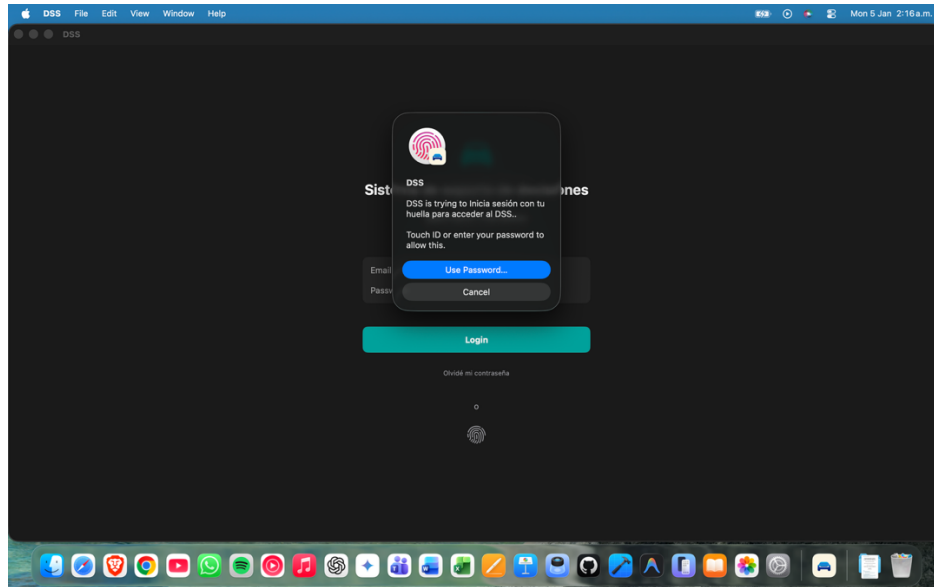
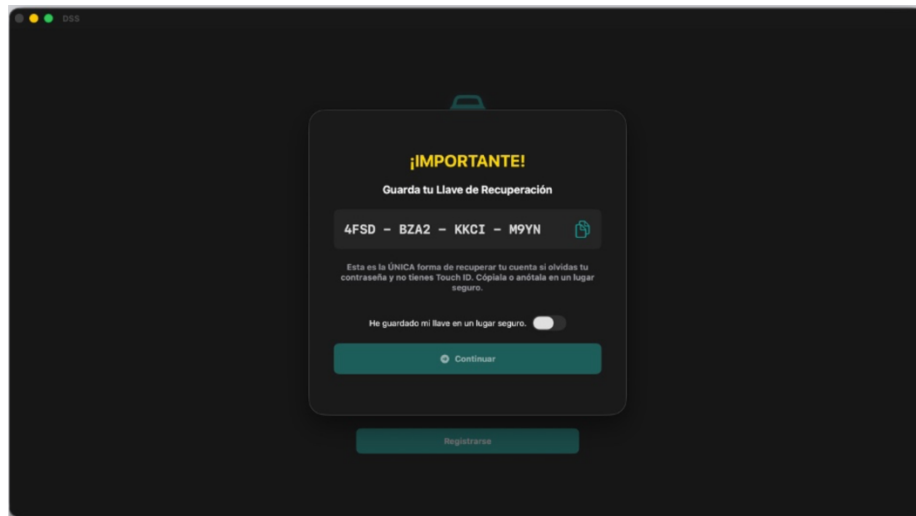


Figura 4.2: Formulario de Registro de Administrador con validación de RFC.

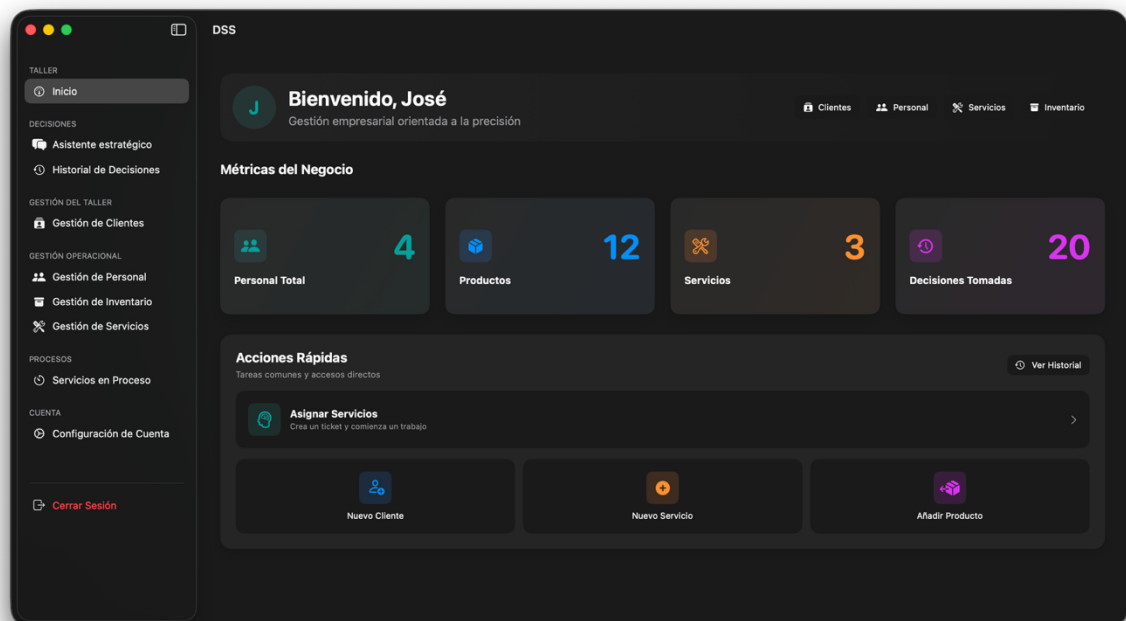
México, CDMX a 06 de enero de 2026

Figura 4.3: Generación de Llave de Recuperación (Zero-Knowledge).



2. Dashboard y Control Estratégico El centro de mando ofrece una visión inmediata del estado del taller.

Figura 4.4: Dashboard Principal mostrando KPIs (Personal, Productos, Servicios).



México, CDMX a 06 de enero de 2026

Figura 4.5: Asistente Estratégico (IA) respondiendo consultas operativas.

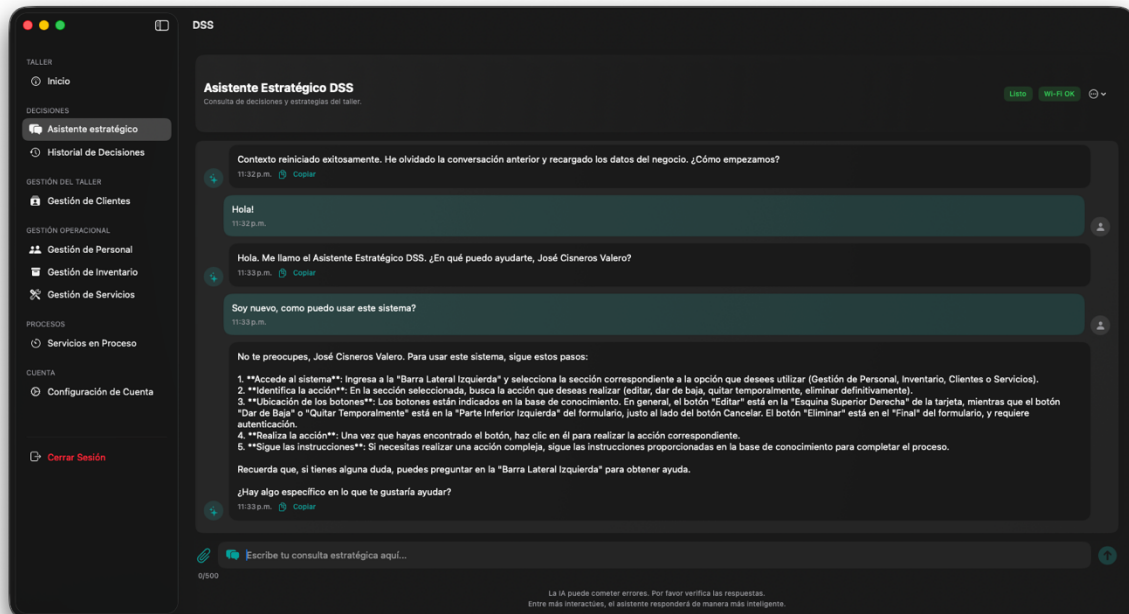
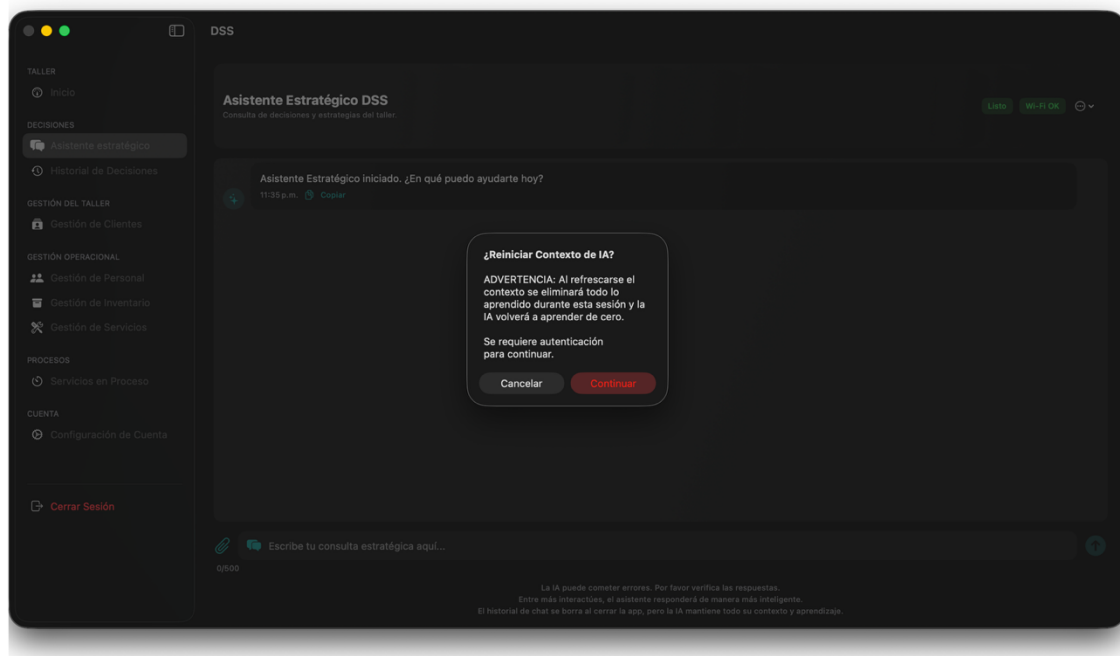


Figura 4.6: Mecanismo de seguridad para reiniciar el contexto de la IA.



3. Gestión de Recursos Humanos (Nómina) Interfaz para la administración completa del ciclo de vida del empleado. *(Insertar aquí las capturas de: Lista de personal, Modal de Nómina y Documentos)*

México, CDMX a 06 de enero de 2026

Figura 4.7: Directorio de Personal con indicadores de estado (Disponible/Baja).

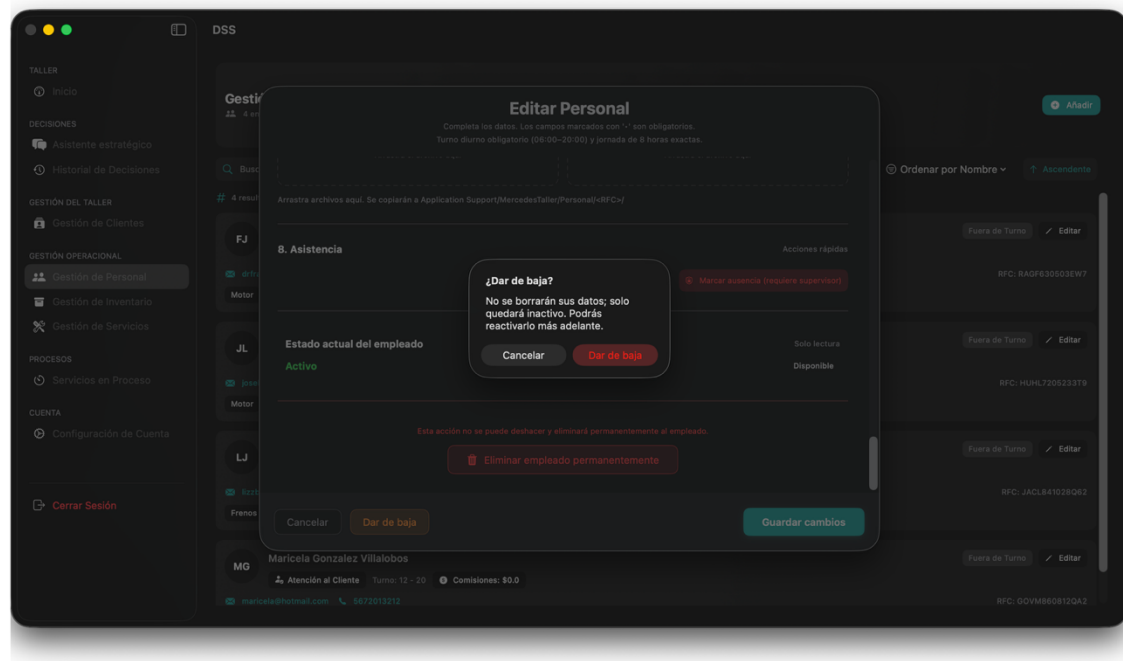
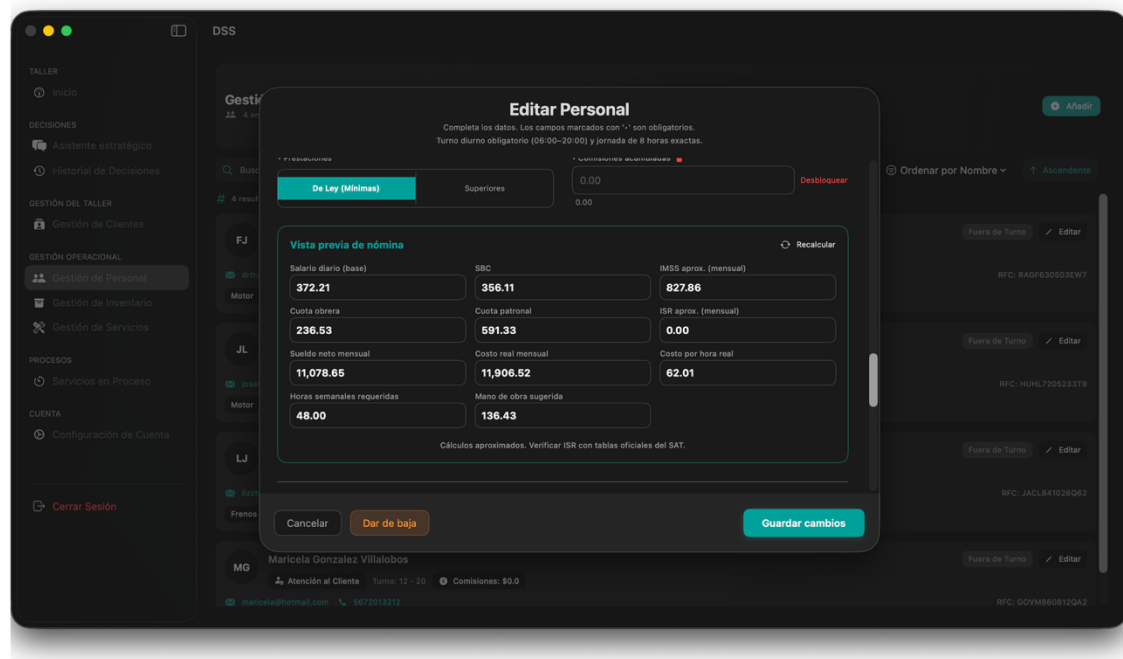
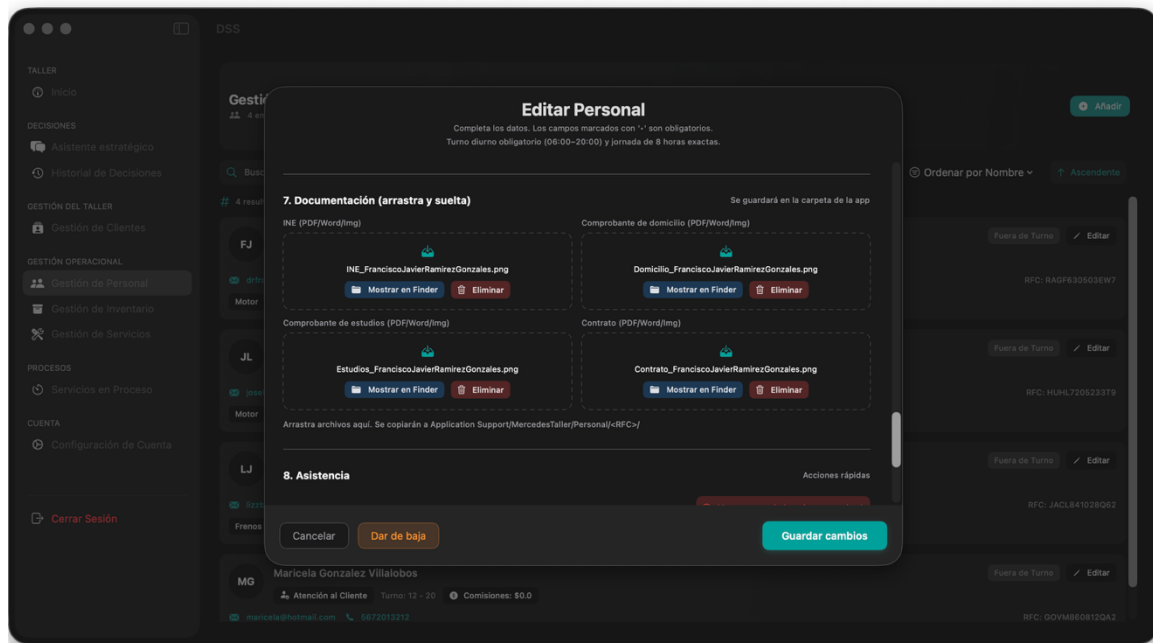


Figura 4.8: Calculadora de Nómina integrada (Cálculo automático de ISR/IMSS).



México, CDMX a 06 de enero de 2026

Figura 4.9: Expediente Digital con zona de "Arrastrar y Soltar" documentos.



4. Gestión de Inventario y Servicios Módulos encargados de la ingeniería de precios y control de stock.

Figura 4.10: Catálogo de Inventario con visualización de márgenes de ganancia.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

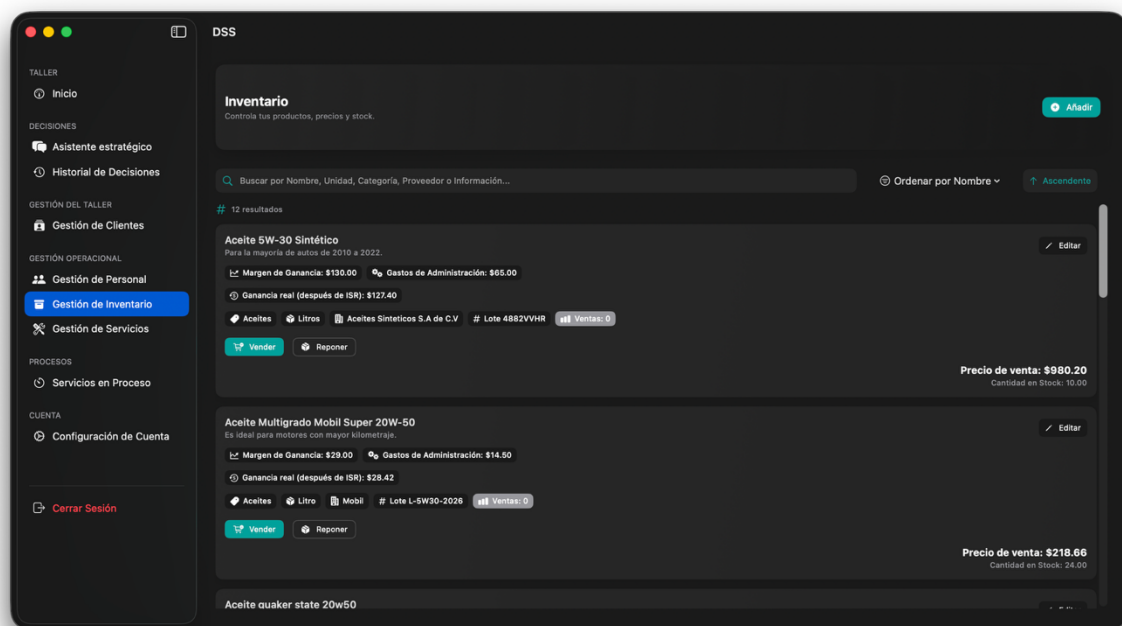
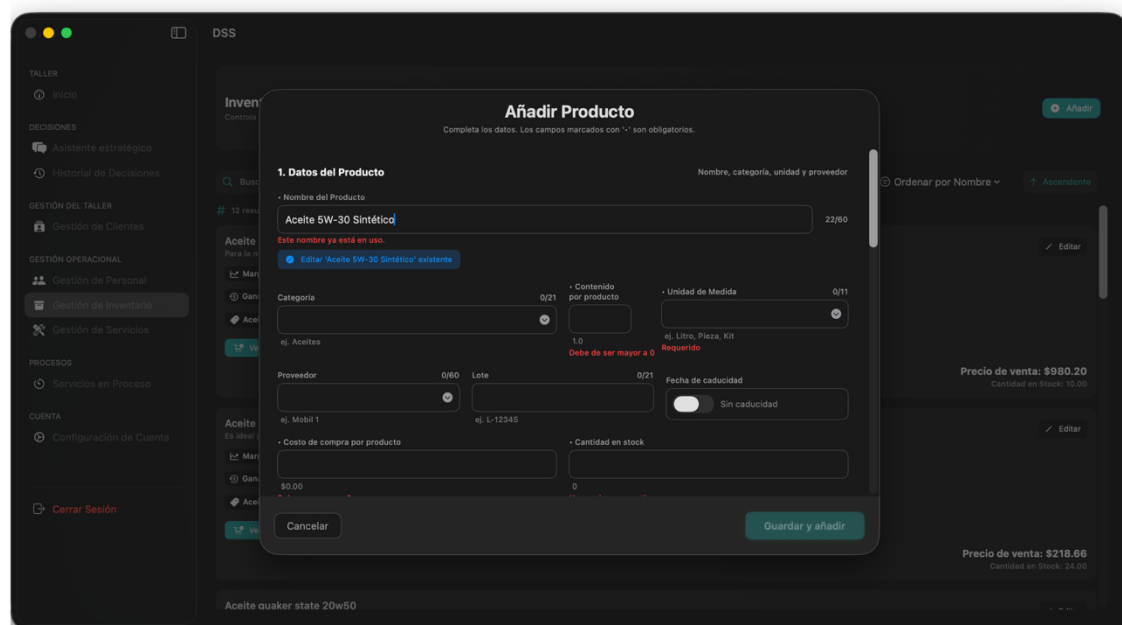


Figura 4.11: Formulario de Alta de Producto con validación de duplicados.



México, CDMX a 06 de enero de 2026

Figura 4.12: Configuración de Servicios con desglose financiero (Mano de obra + Insumos).

Editar Servicio
Completa los datos. Los campos marcados con * son obligatorios.

4. Impuestos IVA e ISR
Aplicar IVA (16%) ☐ Aplicar ISR ☐
El ISR se calcula solo sobre la ganancia deseada y NO se suma al precio final (es gasto interno).

Desglose de Precio Cálculo automático

Costos Directos	Ganancia Real	Gastos Administrativos
2,007.65	100.00	200.00
Subtotal (Sin IVA)	IVA (16%)	Precio Final
2,307.65	0.00	2,307.65
ISR (Gasto Interno)	Ganancia Neta (Post-ISR)	
0.00	100.00	

Precio Final al Cliente Ajustable
Precio final al cliente
2307.65
El precio calculado se mantiene como referencia si editas el precio final.

Cancelar

5. Operación en Tiempo Real (Procesos) El "Kitchen Display System" del taller para el seguimiento de trabajos.

Figura 4.13: Monitor de Servicios en Proceso con cronómetro laboral activo.

Servicios en Proceso
1 en proceso 0 programados Próximo fin: 44m

Buscar por Placa, Cliente, Servicio o Mecánico...

1 resultado

Programados (0)

No hay servicios programados.

En Proceso (1)

Cambio de Aceite José Manuel Cienfuegos Valero
Fin: 4 Jan 2026 at 4:00 p.m.
Cliente: Sergio Checo Pérez

Tiempo restante (Laboral)

00:44:31

Ordenamiento
✓ Hora de Inicio
Fin Estimado
Cliente
Servicio

Filtrar por Mecánica
✓ Todos

Tiempo / Estado
✓ Todos
< 30 min
Vencidos
Hoy

México, CDMX a 06 de enero de 2026

Figura 4.14: Modal de Programación de Citas con validación de conflictos de agenda.

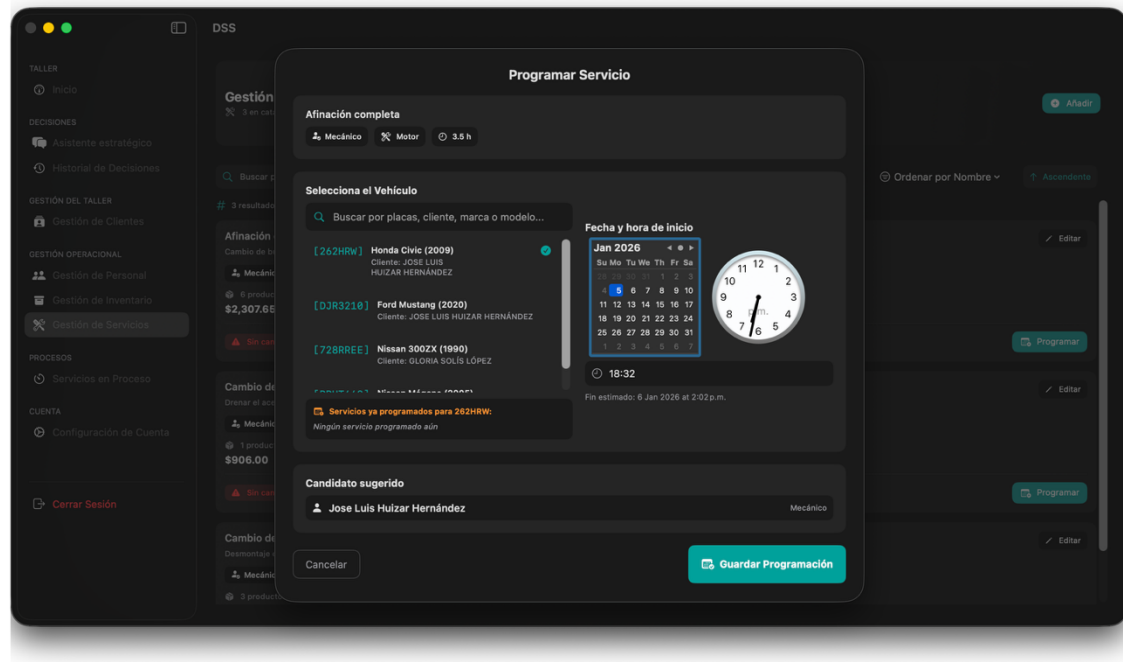
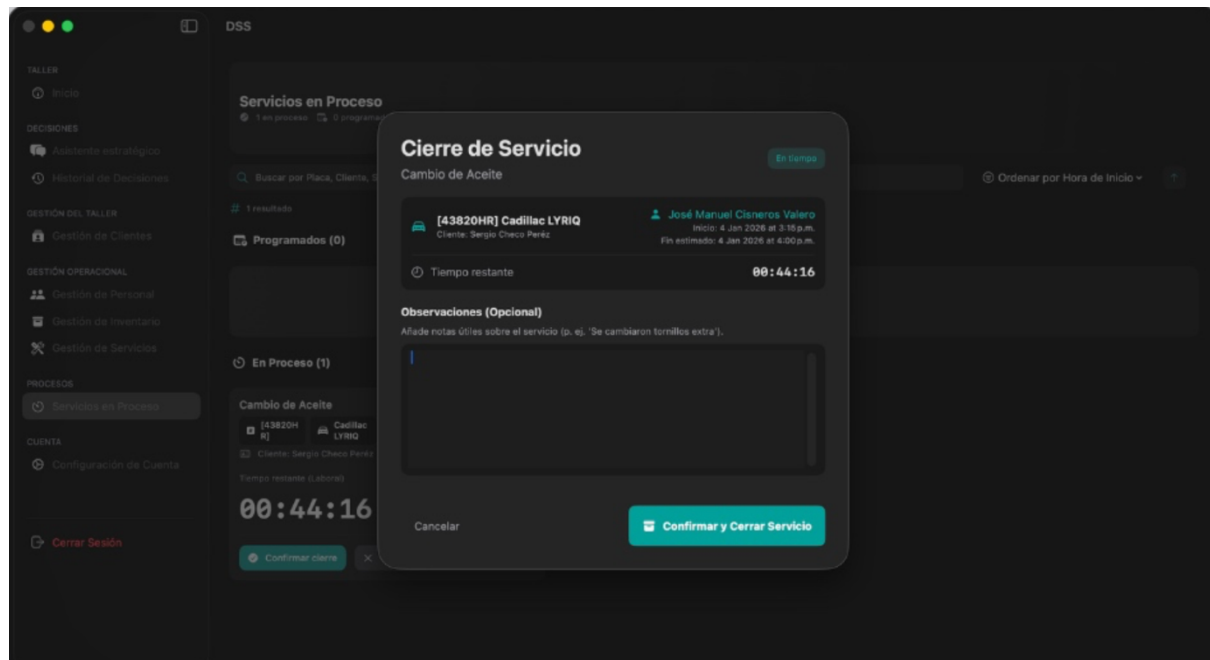


Figura 4.15: Cierre de Servicio con registro de observaciones finales.



B. Presentación del Back-end (Estructura de Código)

El Back-end del sistema no reside en un servidor externo, sino que está embebido en la aplicación (Arquitectura Local-First) utilizando **SwiftData** para la persistencia y lógica de negocio.

Estructura del Modelo de Dominio (`Models.swift`) El núcleo del sistema se basa en entidades relacionales ricas (`@Model`) que encapsulan la lógica financiera y operativa. A continuación se presenta la definición de las clases principales implementadas:

1. Entidad `Personal` (Lógica de Nómina) Esta clase gestiona no solo los datos del empleado, sino los algoritmos de cálculo fiscal.

`@Model`

```
class Personal {

    @Attribute(.unique) var rfc: String

    var nombre: String

    // ... (Propiedades de contacto y rol)

    // Lógica de Negocio Encapsulada:

    func recalcularYActualizarSnapshots() {

        // Cálculo automático de Salario Base de Cotización (SBC)

        let sbcCalc = Personal.calcularSBC(
            salarioDiario: salarioMinimoReferencia,
            factorIntegracion: 1.0452
        )

        // Proyección de retenciones fiscales

        let (obrera, patronal, _) = Personal.calcularIMSS(...)

        self.sueldoNetoMensual = ingresoMensualBruto - isr - obrera
    }
}
```

México, CDMX a 06 de enero de 2026

```
}
}
```

2. Entidad ServicioEnProceso (Lógica de Agenda) Controla la ejecución de los trabajos y previene errores de asignación mediante validaciones matemáticas de tiempo.

@Model

```
class ServicioEnProceso {
    var horaInicio: Date
    var horaFinEstimada: Date
    var estado: EstadoServicio

    // Algoritmo de Prevención de Conflictos:
    static func existeSolape(paraRFC rfc: String, inicio: Date, fin:
Date, tickets: [ServicioEnProceso]) -> Bool {
        // Valida si el mecánico ya tiene un servicio asignado en el
rango de tiempo solicitado
        for t in tickets {
            if inicio < t.horaFinEstimada && fin > t.horaInicio {
return true }
        }
        return false
    }
}
```

3. Integración de Inteligencia Artificial (MLX) El sistema integra librerías de bajo nivel para la ejecución local de modelos de lenguaje.

- **Framework:** `MLX-Swift` (Optimizado para Apple Silicon).
- **Motor de Plantillas:** `Jinja` (Utilizado para inyectar el contexto del taller en los prompts del sistema).

México, CDMX a 06 de enero de 2026

Esta estructura de código demuestra que el sistema cumple con los requerimientos de **integridad de datos** (validaciones en el modelo) y **seguridad** (lógica encapsulada y tipada), sin depender de conexiones a internet para su funcionamiento crítico.

4.1.4 Pruebas

Tras la ejecución de la Matriz de Pruebas definida en el apartado 4.1.2, se presentan los resultados finales y la evidencia visual que certifica la robustez del sistema. El objetivo de esta sección es demostrar que el software no solo funciona en el "camino feliz" (cuando todo sale bien), sino que es capaz de manejar errores y proteger la integridad de los datos ante equivocaciones del usuario.

Resumen Ejecutivo de QA (Quality Assurance)

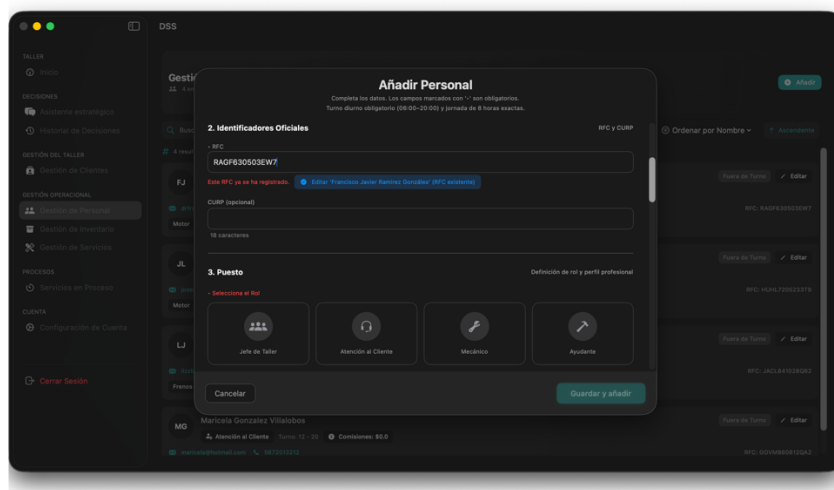
- **Total de Pruebas Ejecutadas:** 14 Casos Críticos.
- **Tasa de Éxito:** 100% (Tras la corrección de incidencias detectadas en el desarrollo).
- **Cobertura:** Se validaron los módulos de Seguridad, Recursos Humanos, Inventario y Operaciones.

Evidencia Visual de Validaciones (Manejo de Errores)

A continuación, se muestra cómo el sistema responde visualmente ante intentos de ingresar datos incorrectos o duplicados, cumpliendo con los requisitos de confiabilidad.

1. Validación de Unicidad en Base de Datos El sistema impide la corrupción de datos detectando duplicados en tiempo real. *(Insertar aquí captura de RFC duplicado)*

Figura 4.16: El sistema detecta que el RFC ingresado ya existe y bloquea el registro, ofreciendo la opción de editar al empleado existente.



México, CDMX a 06 de enero de 2026

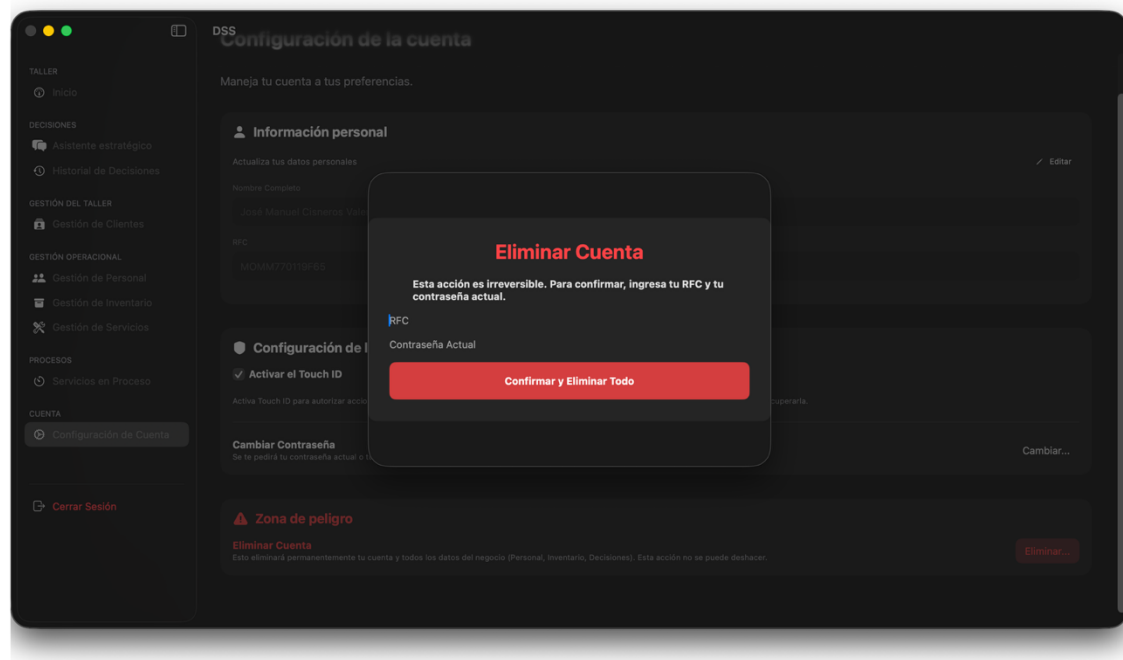
Figura 4.17: Protección contra duplicidad en el Inventario. No se permite crear dos productos con el mismo nombre comercial.

2. Validación de Seguridad y Acceso Se verificó que las credenciales y la integridad de la cuenta estén protegidas.

Figura 4.18: El formulario de registro valida que la confirmación de la contraseña coincida antes de habilitar el botón de "Registrarse".

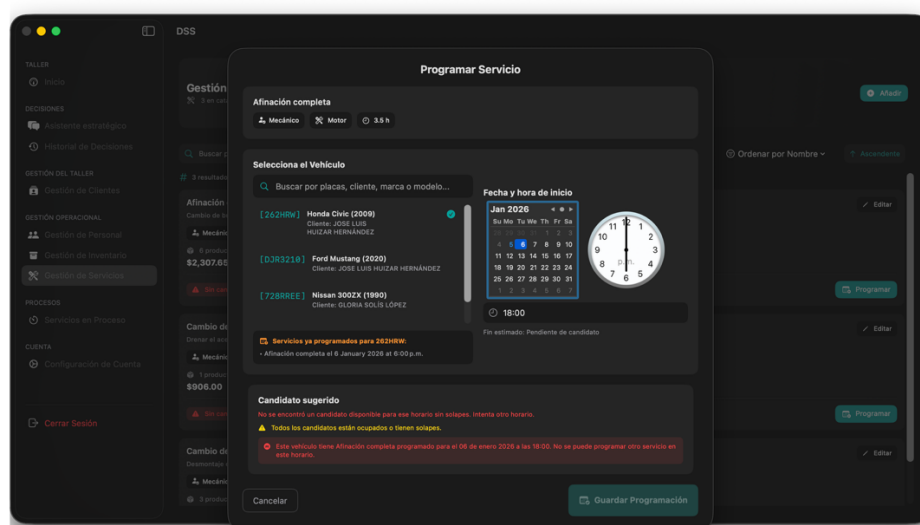
México, CDMX a 06 de enero de 2026

Figura 4.19: Validación estricta para procesos destructivos. Se requiere ingresar manualmente las credenciales para confirmar la eliminación de datos.



3. Validación Lógica de Negocio (Agenda y Horarios) El sistema previene errores operativos que costarían dinero o tiempo al taller. *(Insertar aquí captura de Conflicto de Programación)*

Figura 4.20: El algoritmo de agenda detecta conflictos de solapamiento. Al intentar asignar un servicio a un mecánico o vehículo ya ocupado en ese horario, se muestra una alerta crítica.



México, CDMX a 06 de enero de 2026

4. Validación de Integridad de Contacto

Figura 4.21: Advertencia informativa (no bloqueante) al detectar que un número de teléfono ya pertenece a otro cliente, permitiendo gestionar familias con múltiples autos.

Conclusión de las Pruebas

El sistema ha superado satisfactoriamente las pruebas de aceptación. Las validaciones implementadas actúan como una barrera efectiva contra errores humanos, garantizando que la información almacenada en la base de datos SwiftData sea siempre consistente y confiable para la toma de decisiones.

Apartado V Puesta en producción del sistema de información

5.1 Integración

La integración del sistema **DSS** se realizó siguiendo un enfoque de arquitectura monolítica modular. Al tratarse de una aplicación nativa para macOS, la integración no consistió en conectar servicios externos dispersos, sino en la orquestación interna de los diferentes contextos de datos y hardware bajo un mismo ciclo de ejecución.

Se validaron tres niveles de integración crítica para asegurar la coherencia del sistema:

México, CDMX a 06 de enero de 2026

1. Integración de Datos (Single Source of Truth) Todos los módulos (Personal, Inventario, Ventas) fueron integrados bajo un **Contexto de Persistencia Unificado** (`ModelContext` de `SwiftData`).

- **Resultado:** Esto garantiza la consistencia inmediata. Por ejemplo, cuando el módulo de *Servicios* consume un litro de aceite, el módulo de *Inventario* refleja la baja instantáneamente y el *Dashboard* actualiza las métricas financieras sin necesidad de procesos de sincronización manuales.

2. Integración Lógica Inter-Modular Se establecieron "puentes" de lógica de negocio entre los módulos que anteriormente operaban de forma aislada:

- **Servicios Inventario:** Se integró la lógica de "Recetas". Al iniciar un servicio, el sistema verifica automáticamente la existencia de insumos en el almacén.
- **Operaciones Recursos Humanos:** El módulo de agenda consulta en tiempo real los horarios definidos en el módulo de personal, impidiendo asignar tareas fuera del turno laboral o a empleados dados de baja.

3. Integración del Motor de Inteligencia Artificial (MLX) El desafío técnico más complejo fue integrar el motor de inferencia `MLX-Swift` dentro del ciclo de vida de la aplicación.

- **Carga de Modelos:** Se configuró el sistema para cargar el modelo de lenguaje (Llama) en la memoria unificada del chip Apple Silicon al iniciar la app, manteniéndolo en estado "latente" para responder consultas en milisegundos.
- **Inyección de Contexto:** Se integró el motor de plantillas `Jinja` para que la IA pueda "leer" la base de datos de `SwiftData`, permitiéndole responder preguntas sobre el estado real del taller (ej. "¿Cuánto vendimos hoy?") en lugar de dar respuestas genéricas.

4. Integración con Hardware y Sistema Operativo La aplicación se vinculó con las APIs nativas de macOS para funcionar como una extensión natural del sistema operativo:

- **Biometría:** Integración con el framework `LocalAuthentication` para delegar la seguridad al sensor Touch ID del Mac.
- **Sistema de Archivos:** Integración con `FileManager` para gestionar el almacenamiento seguro de los expedientes digitales (PDFs e imágenes) dentro del contenedor de la aplicación.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

Conclusión de la Integración: El sistema opera ahora como una unidad cohesiva. La eliminación de barreras entre módulos permite que la información fluya libremente, cumpliendo con el objetivo de ser un Sistema de Soporte a la Decisión (DSS) integral y no solo un conjunto de herramientas aisladas.

5.2 Puesta en producción

El proceso de puesta en producción consistió en la compilación final del código fuente, el empaquetado del instalador y la implementación de un canal de distribución digital seguro.

El despliegue se realizó siguiendo el flujo estándar de distribución de aplicaciones para macOS:

1. Compilación y Archivado (Build & Archive) Se utilizó el entorno de desarrollo integrado **Xcode** para generar la versión final del ejecutable.

- Se configuró el esquema de compilación en modo **"Release"** para optimizar el rendimiento del código y eliminar símbolos de depuración.
- Se ejecutó el comando `Product > Archive` para compilar código, modelos y recursos en un paquete unificado libre de errores.

2. Exportación del Binario (.app)

- Se seleccionó la opción de distribución directa ("Copy App"), generando el ejecutable **DSS.app**.
- Este paquete es autocontenido e incluye las librerías de Inteligencia Artificial (MLX) necesarias para ejecutarse en la arquitectura Apple Silicon.

3. Creación de Imagen de Disco (.DMG) Para profesionalizar la entrega, se utilizó la **Utilidad de Discos (Disk Utility)**:

- Se creó una estructura de carpetas conteniendo la App y un enlace simbólico a `/Applications`.
- Se generó el archivo **Instalador_DSS.dmg**, una imagen de disco comprimida y de solo lectura que garantiza la integridad del software.

4. Despliegue Web (Canal de Distribución) Para facilitar la descarga remota y las actualizaciones, se desarrolló y desplegó una **Landing Page** dedicada.

- **Plataforma:** Se utilizó **Netlify** por su alta disponibilidad y velocidad de entrega (CDN).

México, CDMX a 06 de enero de 2026

- **Funcionalidad:** El sitio permite al usuario descargar la última versión segura del instalador .dmg desde cualquier ubicación.
- **Enlace de Descarga:** <https://resplendent-crumble-dcd475.netlify.app/>
- **Resultado Final:** El sistema se encuentra en producción y accesible globalmente a través de su portal web, listo para ser instalado por el cliente final.

5.3 Validación del usuario

La validación final del sistema se llevó a cabo mediante una sesión de **Pruebas de Aceptación de Usuario (UAT)** realizada directamente con el cliente, el Sr. José Manuel Cisneros Torres, propietario del taller mecánico.

El objetivo de esta fase fue confirmar que el software **DSS** cumple con las expectativas del negocio y resuelve las necesidades planteadas en la especificación de requisitos.

Protocolo de Validación: La sesión se estructuró en tres etapas clave:

1. Instalación y Configuración Asistida:

- Se realizó la descarga del instalador .dmg desde el portal web oficial.
- Se procedió a la instalación en el equipo de cómputo del taller (MacBook), validando que el proceso fuera intuitivo y sin errores técnicos.
- Se configuró la cuenta de administrador y se generó la Llave de Recuperación, confirmando que el usuario comprendió el mecanismo de seguridad.

2. Simulación de Escenarios Reales: El usuario operó el sistema de manera autónoma para ejecutar los flujos críticos del negocio:

- **Escenario A (Gestión de Personal):** Se dio de alta a un mecánico real del taller, ingresando su sueldo diario. El usuario validó que el cálculo de la nómina y las retenciones (IMSS/ISR) coincidieran con sus costos reales actuales.
- **Escenario B (Inventario y Ventas):** Se registró una refacción y se simuló la venta de un servicio de "Afinación". El usuario verificó que el precio final sugerido por el sistema garantizara el margen de ganancia deseado.
- **Escenario C (Consulta a la IA):** El usuario interactuó con el Asistente Estratégico, realizando preguntas sobre la operación. Se confirmó que las respuestas de la IA eran coherentes y útiles para la toma de decisiones.

3. Cierre y Aceptación: Tras completar los escenarios, se confirmó la **Aceptación del Sistema**. El cliente manifestó que la interfaz es amigable ("Usabilidad") y que la

México, CDMX a 06 de enero de 2026

funcionalidad de "Costo Real de Nómina" y "Alertas de Inventario" representa una mejora significativa respecto a su gestión anterior.

Resultado de la Validación: El sistema fue **APROBADO** para su uso en producción, al no encontrarse bloqueos críticos ni discrepancias con los requerimientos originales.

Declaración de Conformidad: *"Por medio de la presente, valido que el Sistema de Soporte de Decisiones (DSS) ha sido instalado y probado, cumpliendo satisfactoriamente con las funciones de administración, control de inventario y nómina requeridas para la operación de mi taller."*

Aprobado por: José Manuel Cisneros Torres **Fecha:** Enero 2026

5.4 Presentación ejecutiva

Como parte del cierre del proyecto, se ha diseñado una Presentación Ejecutiva dirigida a los *stakeholders* (cliente y evaluadores académicos). El objetivo de esta presentación es comunicar de manera concisa el valor del negocio, la solución técnica implementada y los resultados operativos, dejando de lado la complejidad del código para centrarse en el impacto.

La presentación se estructura en los siguientes cinco bloques estratégicos:

1. Diagnóstico y Problemática Se expone la situación inicial del taller mecánico "Cisneros", identificando los puntos de dolor que motivaron el desarrollo:

- Gestión empírica de costos y nómina.
- Falta de control centralizado en el inventario.
- Necesidad de digitalizar la toma de decisiones sin depender de internet.

2. La Solución: DSS (Decision Support System) Se introduce el software no como una simple base de datos, sino como un **Sistema de Soporte a la Decisión**. Se destacan sus pilares fundamentales:

- **Arquitectura:** Nativa macOS (Local-First).
- **Seguridad:** Integración biométrica y encriptación de datos.
- **Inteligencia:** Asistente estratégico basado en IA Local (MLX).

3. Demostración de Valor (Live Demo) El núcleo de la presentación consiste en un recorrido por los flujos críticos validados:

México, CDMX a 06 de enero de 2026

- **Finanzas:** Cálculo automático del costo real de un empleado (Nómina/IMSS).
- **Operación:** Programación de una cita evitando conflictos de agenda.
- **Estrategia:** Consulta al asistente de IA sobre el rendimiento del negocio y lectura de archivos externos.

4. Impacto en el Negocio Se presentan los beneficios tangibles para el cliente tras la implementación:

- Reducción de errores administrativos (duplicidad de RFCs/Productos).
- Claridad fiscal en cada servicio vendido (Desglose de IVA/ISR).
- Protección de la información sensible del negocio.

5. Conclusiones y Cierre Se finaliza reafirmando que el sistema es una solución robusta, escalable y lista para producción, que transforma la administración del taller de un proceso manual a uno digital y automatizado.

5.5 Entrega del sistema y documentación

Como fase final del ciclo de desarrollo, se realiza la entrega formal de todos los artefactos del proyecto. Este paquete de entrega garantiza que el cliente (Taller Mecánico Cisneros) cuente con el software funcional, y que los evaluadores académicos tengan la evidencia completa del proceso de ingeniería.

El paquete de entrega consta de los siguientes **5 elementos clave**:

1. Software Ejecutable (Sistema DSS) Se entrega la versión final de producción de la aplicación.

- **Formato:** Archivo instalador `Instalador_DSS.dmg` (macOS).
- **Acceso:** Disponible para descarga directa a través del portal de distribución: <https://resplendent-crumble-dcd475.netlify.app/>

2. Documentación Técnica del Proyecto (Memoria Técnica) El presente documento, que detalla exhaustivamente el ciclo de vida del software:

- Especificación de requerimientos (RF y RNF).
- Modelado del sistema (Diagramas UML).
- Arquitectura de desarrollo (Front-end/Back-end).
- Estrategia de integración.

México, CDMX a 06 de enero de 2026

3. Documentación de Pruebas (QA) Un documento independiente que respalda la calidad del software. Incluye:

- La Matriz de Pruebas (Test Matrix) con los casos de uso validados.
- Evidencia visual (capturas de pantalla) de la gestión de errores y validaciones de seguridad.
- Reporte de incidencias corregidas durante la fase de desarrollo.

4. Manual de Usuario Una guía didáctica diseñada para el operador del sistema (Administrador del Taller). Contiene:

- Guía de instalación paso a paso.
- Instructivos gráficos para las tareas comunes: Registrar un empleado, dar de alta un producto, consultar a la IA y cerrar un servicio.
- Solución de problemas frecuentes.

5. Evidencia de Gestión (Metodología Scrum) Acceso transparente al historial de gestión del proyecto, demostrando el cumplimiento de los *Sprints* y la evolución del *Backlog*.

- **Plataforma:** Trello.
- **Enlace de Auditoría:** [Tablero Trello - Sistema de Soporte de Decisiones](#)

6. Presentación Ejecutiva Material visual (diapositivas) diseñado para la defensa del proyecto ante los *stakeholders*. Resume la problemática, la solución tecnológica, la demostración de valor y las conclusiones del desarrollo.

Conclusiones

El desarrollo del **Sistema de Soporte de Decisiones (DSS)** ha cumplido con el objetivo de profesionalizar la gestión del taller mecánico. La transición de procesos manuales a una solución tecnológica nativa, segura y potenciada por Inteligencia Artificial Local, dota al negocio de una ventaja competitiva real. El sistema no solo registra datos, sino que asiste activamente en la rentabilidad y eficiencia operativa, cumpliendo con los estándares de ingeniería de software modernos.

Anexos

- Link de Github: <https://github.com/Lstrappare/DSS-taller-mecanico.git>
- Link de descarga de la aplicación: <https://resplendent-crumble-dcd475.netlify.app/>

México, CDMX a 06 de enero de 2026

- Link de Trello: <https://trello.com/b/DoApVxTi/scrum-board-sistema-de-soporte-de-decisiones>
- Link de Diagramas de casos de uso:
https://miro.com/app/board/uXjVGUiem8s=?share_link_id=536550584686
- Manual de usuario: [Manual de usuario.docx](#)
- Plan de pruebas: [Plan de pruebas.docx](#)
- Presentación ejecutiva: [Presentación ejecutiva.pdf](#)