



GESTIÓN DE UN PROYECTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICANDO LA METODOLOGÍA SCRUM

**TESINA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN
INFORMÁTICA**

Alumno: Javier Cueto Ferrer

Profesor Guía: Ricardo Cahe Cabach



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Gestión de un proyecto de inteligencia artificial aplicando la metodología Scrum

Nombre del candidato(a): Javier Jesús Cueto Ferrer

Carrera / Grado: Ingeniería Informática

Campus: Vña del Mar Departamento: ELINF

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ricardo Cahe Cabach, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente

DEJO CONSTANCIA que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 26/08/2026 Firma: Ricardo Cahe C.

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 26/08/2026 Firma: Javier Cueto

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



Agradecimientos: A mi familia, sobre todo a mi madre, Olga de Las Nieves Ferrer Roldán, que siempre estuvo presente para apoyarme y levantarme para seguir adelante. A mis hermanos, Rodrigo Ibaceta y Daniela Cueto, que siempre me entregaron un cariño incondicional y paz.

A los miembros del equipo: Alejandro Aros, Yangzi Álvarez, Camilo Bilbao, Juan Vílchez y Bastián López, por su compromiso y entrega al proyecto, y por lo entretenido y grato que fue este proceso junto a ellos.

A mis amigos cercanos, profesores y todos los que fueron parte de este proceso, gracias.

Resumen

El presente informe tiene la finalidad de documentar y exponer los aspectos de gestión de un proyecto de inteligencia artificial que reduzca los tiempos de respuesta o dudas operativas sobre maquinarias a través de un asistente virtual, debido a lo ineficiente y tedioso que resulta el uso de manuales digitales. La propuesta debe ser presentada a fines del presente año, y para ello será necesaria la implementación del marco de trabajo Ágil para la gestión de proyectos con el propósito de lograr los objetivos declarados y entregar un MVP al patrocinador.

Palabras clave: MVP (Producto Mínimo Viable) y Marco de Trabajo Ágil.

Tabla de contenido

1 Introducción	5
----------------------	---



1.1 Contexto.....	5
1.2 Tipo de metodología.....	5
1.3 Problema del patrocinador.....	5
1.4 Objetivos tesina.....	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
2 Marco Teórico.....	6
2.1 Manifiesto ágil.....	6
2.2 Marco de trabajo Scrum y Kanban	7
2.2.1 Kanban	7
2.2.2 Scrum	8
3 Plan de trabajo.....	8
3.1 Primer Semestre.....	9
3.2 Segundo Semestre	11
4 Planificación de Sprints	12
4.1 Sprint	12
4.2 Sprint 1.....	13
4.3 Sprint 2.....	14
4.4 Sprint 3.....	17
4.5 Cronograma de actividades	18
5 Ejecución de reuniones ágiles y tiempos asignados	18
6 Gestión de cambios y mejoras continuas	19
6.1 Cambios solicitados	19
6.2 Mejoras a implementar	19
7 Evaluación del desempeño ágil	19
7.1 Métricas de Evaluación	19
7.2 Análisis de resultados.....	20
8. Desafíos y soluciones.....	21
8.1 Obstáculos de la implementación ágil	21
8.2 Plan de mitigación de OBSTÁCULOS	22
9. Estructura de costos.....	22
10. Conclusión.....	24



Bibliografía.....	25
Anexos.....	26
Anexo A: Repositorio de Manuales Técnicos en Google Drive	26
Anexo B: Gestión de Historias de Usuario en ClickUp	26
Anexo C: Respaldo de Base de Conocimiento Adicional en Google Drive	26
Anexo D: Diagramas de Flujo y Arquitectura en Mermaid Chart	26

Tabla de figuras

Figura 1. Tablero de Kanban.....	7
Figura 2. Modelo de negocio, Canvas.....	10
Figura 3. Roles y Responsabilidades	11
Figura 4. Vista de Inicio de Sesión	13
Figura 5. Vista de página de Inicio.....	14
Figura 6. Vista de módulo para gestionar manuales.....	15
Figura 7. Vista de módulo de trazabilidad	16
Figura 8. Vista principal con implementación de metadatos para referencia.....	16
Figura 9: Carta Gantt del proyecto.....	18

Tabla de tablas

Tabla 1. Matriz de trazabilidad.....	11
Tabla 2. Resultados de métrica tasa de finalización de historias.....	20
Tabla 3. Resultados de métrica cumplimiento del objetivo del Sprint.....	20
Tabla 4. Estimación de esfuerzos	22
Tabla 5. Costos	24

1 Introducción

1.1 CONTEXTO

Para la asignatura de proyecto de software se seleccionó un desafío entre varias empresas, siendo Indemin la elegida, la cual buscaba un asistente virtual (tipo chatbot) para eliminar tiempos muertos y aumentar la eficiencia en la resolución de problemas con respecto a las averías de su flota de maquinaria.

1.2 TIPO DE METODOLOGÍA

Para el proyecto, se implementará un marco de trabajo ágil, ya que permitirá que los equipos se autorregulen y adapten sus procesos a través de las herramientas disponibles para obtener una mejora continua. Los marcos de trabajo como Scrum y Kanban permiten entregar avances en cada etapa completada, una comunicación constante y la adaptabilidad a cada individuo.

1.3 PROBLEMA DEL PATROCINADOR

La problemática principal radica en los tiempos muertos que se dan cuando alguna maquinaria sufre un desperfecto, ya que los manuales de cada maquinaria solo están a disposición de los supervisores. Esto provoca que los técnicos primero tengan que consultar a los supervisores sobre el manual, para después realizar una búsqueda exhaustiva dentro del mismo y continuar con su procedimiento. Además, el supervisor tiene que ir uno a uno solucionando el problema. Esto provoca una demora en las actividades de los técnicos y supervisores.

Esta dificultad fue el motivo de la definición de las Historias de Usuario del proyecto, donde se detectó que la necesidad del técnico es “acceder a la información de los manuales técnicos de manera simple y autónoma”, sin depender de los supervisores. A partir de esta necesidad surge el objetivo del proyecto, donde se busca facilitar el acceso a la información de los manuales, mediante un asistente técnico que facilite la resolución de fallas.

1.4 OBJETIVOS TESINA

Objetivo general

Gestionar el desarrollo de un Proyecto de inteligencia artificial para el área de mantenimiento, aplicando el marco de trabajo Scrum, con el propósito de validar la adaptabilidad del marco de trabajo frente a entornos de incertidumbre.

Objetivos específicos

- Describir el desafío inicial y su planificación bajo el marco de Scrum.
- Documentar la implementación del marco de trabajo de Scrum durante el proyecto.
- Identificar y mitigar los impedimentos surgidos durante el desarrollo del proyecto, respaldando la resolución con evidencia técnica o metodológica.

- Evaluar la eficiencia del marco de trabajo Scrum para la gestión del proyecto, comparando los resultados con los principios del Manifiesto Ágil.

2 Marco Teórico

2.1 MANIFIESTO ÁGIL

En el año 2001, un grupo de expertos en desarrollo de software conformado por Kent Beck y Jeff Sutherland se reunieron en Utah para tratar las deficiencias de los métodos tradicionales.

Durante esta reunión se redactó el Manifiesto Ágil, un documento que representa la consolidación de la filosofía Ágil y marcó el inicio de un enfoque flexible, adaptable y centrado en las personas.

Este documento establecía 4 valores de la filosofía Ágil, estos valores se aterrizan en los 12 principios del Manifiesto Ágil.

A continuación, se presentarán los 12 principios y se evaluará cómo se cumplieron durante el desarrollo del proyecto:

1. **Satisfacción del cliente:** Satisfacción del cliente a través de entregas tempranas y continuas, para que este se sienta confortado con el trabajo realizado.
2. **Cambios:** Bienvenida a los cambios en requisitos, incluso en etapas tardías: Durante el desarrollo del proyecto, el patrocinador puede tener nuevos requerimientos y el equipo de trabajo estuvo preparado para trabajar en lo solicitado.
3. **Entrega periódica:** Entrega periódica de software funcional, con preferencia en ciclos cortos. Las entregas ya estaban programadas en el Distrito V21, con la presencia de los patrocinadores.
4. **Colaboración:** Colaboración estrecha y diaria entre el equipo de desarrollo y los clientes. La colaboración entre el equipo y el patrocinador fue fundamental para cumplir con los requerimientos, por lo mismo se utilizaron medios como WhatsApp o Discord para mantener una comunicación efectiva.
5. **Proyectos:** Proyectos contruidos alrededor de individuos motivados, proporcionando el ambiente y apoyo necesario.
6. **Comunicación:** Comunicación cara a cara como el método más eficaz de transmisión de información, a través de las reuniones programadas por el Distrito V21 o planificadas con patrocinador.
7. **Software:** Software funcional como principal medida de progreso, presentándolo al patrocinador durante las visitas al Distrito V21.
8. **Sostenibilidad:** Desarrollo sostenible, manteniendo un ritmo constante. Las reuniones semanales mantuvieron informados al equipo sobre problemas o avances.
9. **Atención continua:** Atención a la excelencia técnica y al buen diseño. La implementación de las funcionalidades y la experiencia del usuario serán el enfoque principal.
10. **Simplicidad:** Simplicidad como arte de priorizar lo esencial y evitar lo innecesario. Cada integrante debe cumplir primordialmente con lo solicitado, antes de cambiar su enfoque a los extras.
11. **Equipos:** Equipos autoorganizados para la mejor arquitectura, requisitos y diseños. Los integrantes deben cumplir con sus tareas, otorgando la libertad de utilizar las herramientas que maximicen su rendimiento.

12. **Reflexión:** Reflexión regular sobre cómo ser más eficaces, ajustando el comportamiento en consecuencia. Las reuniones permitirán realizar retroalimentación, con el fin de resolver las dificultades y conversar sobre lo que sea necesario.

2.2 MARCO DE TRABAJO SCRUM Y KANBAN

Dentro del panorama Ágil, Scrum y Kanban destacan como los marcos de trabajo más populares. Ambos proporcionan soluciones flexibles para la gestión de equipos y proyectos, promoviendo la mejora continua y colaboración.

2.2.1 Kanban

Kanban es un método para gestionar el flujo de trabajo reconocido por su utilidad y simpleza. Este método consiste en la visualización de manera organizada de las tareas.

En su versión más simple esta contendría las siguientes listas: Pendiente, En proceso y Terminado. Esta versión cuenta con la lista de “prioridades”, que facilita el proceso de selección de las tareas que seguirán una vez finalizadas la anteriores.

Kanban propone tres claves a la hora de utilizar este sistema:

- Limitar el trabajo en curso, para evitar abordar más trabajo del que se puede.
- Visualizar los estados, para entender de un vistazo el estado del proyecto.
- Medir la mejora constante, mediante la medición de ciclos de tarea.

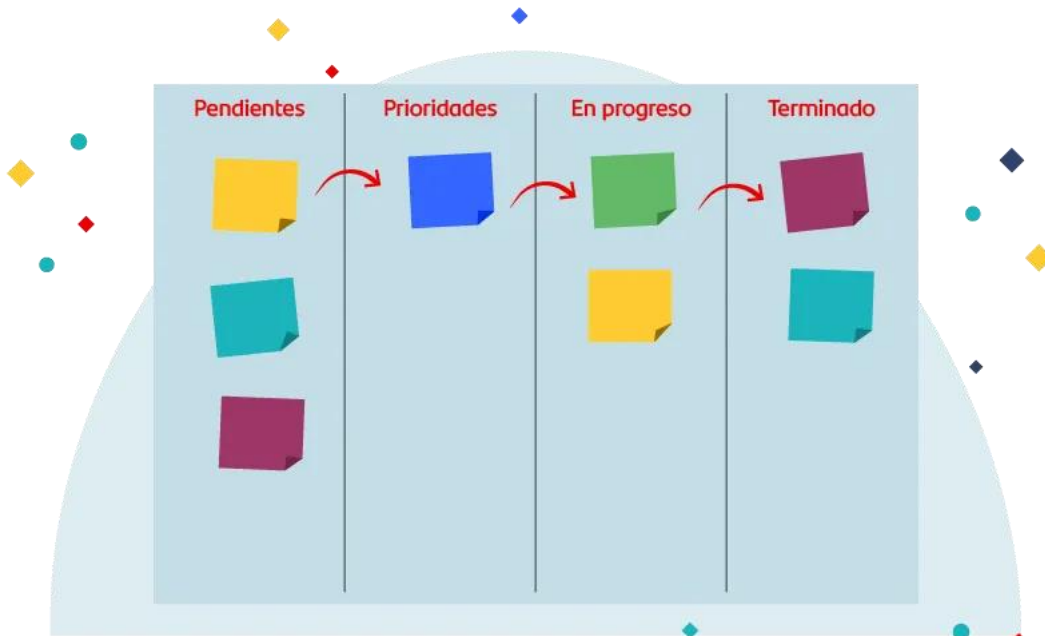


Figura 1. Tablero de Kanban

Fuente: (Santander Open Academy, 2024)

2.2.2 Scrum

SCRUM se aplica a través de un enfoque de proyecto planificado en Sprints o periodos de tiempo fijos de un mes o menos (Schwaber & Sutherland, 2020), donde el equipo trabaja de forma autogestionada y autosuficiente para completar las tareas seleccionadas, con el fin de producir una versión funcional del producto. Entre Sprints, se valida el trabajo con los clientes o Stakeholders para asegurar que el producto se alinea con las necesidades y requerimientos. El desarrollo debe ser iterativo e incremental, para facilitar el aprendizaje y mejora continua.

La guía de SCRUM fue publicada por Ken Schwaber y Jeff Sutherland, con las instrucciones para quienes quieran entenderla e implementarla. El documento abarca los siguientes conceptos básicos:

- **Roles Fundamentales:**
 - **Scrum Master:** Es el mentor y facilitador del equipo. Similar a un director de orquesta.
 - **Product Owner:** Actúa como representante de los intereses del negocio y los usuarios.
 - **Equipo de Desarrollo:** son los artesanos del producto, un equipo autoorganizado y multifuncional.
- **Interacción externa:**
 - **Stakeholders:** Incluye a todos los que tienen interés en el proyecto (usuarios, clientes y patrocinadores) y que su retroalimentación resulta esencial.
- **Herramientas:**
 - **Product Backlog:** Es una lista ordenada de todo lo que se necesita para el producto.
 - **Sprint Backlog:** Consiste en los elementos seleccionados del Product Backlog para el Sprint.
- **Eventos:**
 - **Sprint:** Es el corazón de SCRUM, un periodo de tiempo fijo donde el equipo se enfoca en alcanzar los objetivos establecidos.
 - **Planificación del Sprint:** Se decide qué trabajo se realizará durante el Sprint. Se determina su objetivo y se seleccionan los elementos del Product Backlog para trabajar.
 - **Daily Scrum:** Reunión diaria de 15 minutos cuyo propósito es inspeccionar y revisar el progreso hacia el objetivo del Sprint (Sprint Goal) y adaptar el Sprint Backlog según sea necesario, identificando posibles obstáculos.
 - **Revisión del Sprint:** Al final del Sprint, el equipo y los Stakeholders revisan lo logrado y los próximos pasos, para recibir retroalimentación y hacer ajustes.
 - **Retrospectiva del Sprint:** El equipo se autoevalúa en términos de que ha funcionado bien y que no durante el Sprint. Se buscan maneras de mejorar en base al próximo Sprint.

3 Plan de trabajo

Para el proyecto, es esencial tener una estructura de trabajo. Por lo que se utilizarán múltiples herramientas para cumplir con los objetivos propuestos.



Se utilizará el software ClickUp para gestionar todo lo relacionado con el Product Backlog como las historias de usuario, tareas, criterios de aceptación, etc. Además, su versión gratuita brinda lo necesario para trabajar con el Product Backlog.

La utilización de GitHub también será importante, ya que facilitará la colaboración entre los desarrolladores, permitirá tener un control de versiones y facilitará la revisión del código.

Discord es la herramienta que se utilizará para reuniones de equipo, ya que permite la comunicación en tiempo real, organizar por canales la información y su versión gratuita cuenta con las funcionalidades que se requieren.

Como marco de trabajo se implementará SCRUM a través de su guía. Los roles fundamentales, herramientas y eventos serán fundamentales para la organización del proyecto. Debido a las responsabilidades universitarias y horarios dispares del equipo, las Daily Scrum se realizaron de manera asincrónica.

El proyecto fue dividido en dos grandes segmentos, con una duración de aproximadamente 5 meses (duración de los semestres). Durante el primer semestre, el principal objetivo fue la definición de roles y las posibles soluciones, mientras que en el segundo semestre el objetivo fue el desarrollo de la solución elegida.

3.1 PRIMER SEMESTRE

Durante el primer semestre, los esfuerzos fueron dedicados a la selección del desafío adecuado, la propuesta de negocio y el acta kickoff. El trabajo durante este primer semestre fue sin roles confirmados. El Modelo de negocio fue importante, ya que ayudó a identificar el enfoque que se debía tener y para lograr una mejora continua. Se utilizó Canvas como herramienta visual para diseñar, describir y analizar el modelo de negocio.

A continuación, se presentará el Canvas realizado:

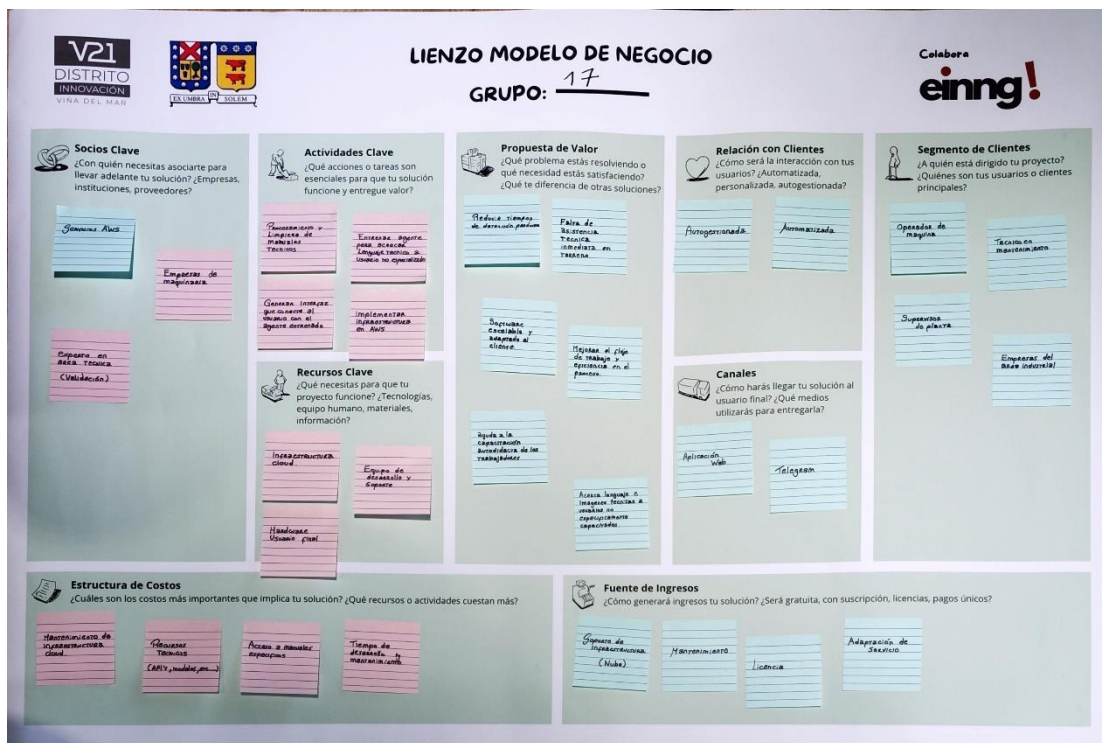


Figura 2. Modelo de negocio, Canvas

Fuente: (Propio, Canvas)

El acta Kickoff es el documento que permitió el inicio del proyecto de manera oficial. Se declaró a Scrum como el marco de trabajo Ágil: Se recopilaron los manuales, provenientes del repositorio de Google Drive del supervisor.

Se identificaron riesgos iniciales, como el idioma de ciertos manuales y si están en formato de imagen, la infraestructura de la empresa y cambios de requerimientos.

Además, se definieron roles y responsabilidades, presentados a continuación:

Rol	Responsabilidades
Data Engineer (PDF / Vectorización)	Ingesta de documentos, procesamiento de PDFs, vectorización y FAISS
Scrum Master / Coordinador	Gestión del proyecto, planificación, seguimiento del backlog
Backend Developer (API / LLM)	Backend API, integración del modelo LLM
Frontend Developer (UI Web)	Interfaz de usuario web y experiencia del usuario
DevOps / Despliegue	Infraestructura, Docker, despliegue en nube o local
Product Owner / Priorizar	Define prioridades de negocio, acepta o rechaza entregables

Figura 3. Roles y Responsabilidades

Fuente: (Propio, Roles y Responsabilidades)

3.2 SEGUNDO SEMESTRE

Durante el segundo semestre, antes de comenzar con los Sprints, se recopiló una lista de requerimientos que debían estar presentes en el MVP. Estos requerimientos son en base a las funcionalidades del producto. A continuación, se presentará una lista de requerimientos a través de una matriz de trazabilidad, estos mismos serán presentados con más detalles durante el desarrollo de los Sprints:

Tabla 1. Matriz de trazabilidad

Fuente: (Cueto, TFH, 2025)

ID	Requerimiento	Historia de Usuario	de	Criterio de Aceptación	de	Evidencia (Figura/Tabla)
----	---------------	---------------------	----	------------------------	----	--------------------------

REQ-01	Inicio de sesión de usuarios	HU-01 (Sprint 1)	Validación de credenciales	Figura 4: Vista de inicio de sesión
REQ-02	CRUD de manuales (Admin)	HU-03 (Sprint 2)	Agregar/Eliminar documentos	Figura 6: Módulo manuales
REQ-03	Gestión de usuarios (Admin)	HU-01 (Sprint 3)	Crear/Eliminar técnicos	Validación QA (Sección 4.4)
REQ-04	Acceso a chats (Admin)	HU-04 (Sprint 2)	Visualizar trazabilidad	Figura 7: Módulo de trazabilidad
REQ-05	Consultas sobre maquinaria	HU-03 (Sprint 1)	Recibir y procesar preguntas	Figura 5: Interfaz de chat
REQ-06	Respuesta basada en manuales	HU-03 (Sprint 1)	Arquitectura RAG funcional	Figura 8: Implementación RAG
REQ-07	Interfaz de fácil uso	HU-02 (Sprint 1)	Navegación intuitiva	Figura 5: Página de inicio
REQ-08	Instrucciones paso a paso	HU-04 (Sprint 3)	Respuestas estructuradas	Validación QA (Sección 4.4)
REQ-09	Referencia de fuentes	HU-02 (Sprint 2)	Uso de metadatos	Figura 8: Metadatos
REQ-10	Alertas según manual	HU-04 (Sprint 3)	Prompt de seguridad	Validación QA (Sección 4.4)

Todos estos requerimientos serán representados en historias de usuario y sus respectivos criterios de aceptación dentro del Product Backlog.

4 Planificación de Sprints

4.1 SPRINT

Un Sprint, definido anteriormente, es un periodo de tiempo fijo donde el equipo se enfoca en alcanzar los objetivos establecidos. Un Sprint no debe ser demasiado largo, siendo recomendable un periodo de tiempo de entre 2 a 4 semanas de duración, ya que, si un Sprint durara demasiado, se perdería el enfoque del equipo. El proyecto en el que se trabajó consta de 3 Sprints con la duración de 4 semanas cada uno, a excepción del Sprint 3 que dura una semana más:

- ✓ Sprint 1: Entrega de inicio de sesión e implementación de la tecnología RAG (04/08/2025)
- ✓ Sprint 2: Entrega de módulos de manuales, trazabilidad e implementación de un LLM (01/09/2025)
- ✓ Sprint 3: Entrega de un LLM optimizado y entorno en la nube (29/09/2025). La duración de este Sprint se extendió por sobre las cuatro semanas debido a cambios en las fechas de presentación de avances.

Cada uno de estos Sprint será detallado más adelante, para entender a fondo el trabajo realizado.

4.2 SPRINT 1

El primer Sprint fue desde el 04 al 29 de agosto del presente año, donde el objetivo principal fue crear un prototipo con las funcionalidades básicas, como el inicio de sesión, interfaz intuitiva y resolver consultas en base a pequeños documentos.

Objetivo del Sprint (Sprint Goal): Desarrollar un prototipo funcional (MVP) del Asistente Técnico Inteligente que valide las funcionalidades básicas de autenticación de usuarios y consultas de información a través de un Chatbot, sobre una arquitectura inicial y con una interfaz de usuario intuitiva.

Seguidamente, se detallarán las historias de usuario que fueron desarrolladas a lo largo del Sprint:

HU-01: Crear inicio de sesión básico.

- **Descripción:** Como usuario (Técnico o administrador), **quiero** un sistema de inicio de sesión con usuario y contraseña, **para** asegurar que solamente ingrese el personal autorizado a la aplicación.
- **Criterios de aceptación:**
 - Página de inicio de sesión creada.
 - Usuario con credenciales válidas puede acceder a la aplicación.
 - Un usuario sin credenciales recibe un mensaje de error.
- **Evidencia:**



Figura 4. Vista de Inicio de Sesión

Fuente: (Aros, ATLAS, 2025)

HU-03: Responder consultas con arquitectura RAG.

- **Descripción:** Como técnico de Indemin, **quiero** poder realizar consultas en un chat y recibir respuestas generadas a partir de la información almacenada de manuales, **para** resolver problemas operativos de una forma más rápida.
- **Criterios de aceptación:**
 - El sistema recibe una pregunta del usuario.

- La arquitectura RAG busca la información en los manuales.
- El SLM genera la respuesta basada en la información disponible.
- La respuesta se muestra en la interfaz del chat.

HU-02: Diseñar una interfaz (UI) atractiva e intuitiva.

- **Descripción:** Como usuario final, **quiero** una interfaz de usuario atractiva e intuitiva, **para** facilitar mi interacción y navegación dentro de la aplicación.
- **Criterios de aceptación:**
 - La interfaz principal del chat está implementada.
 - Los elementos visuales son consistentes.
 - La navegación es simple y clara.
- **Evidencia:**

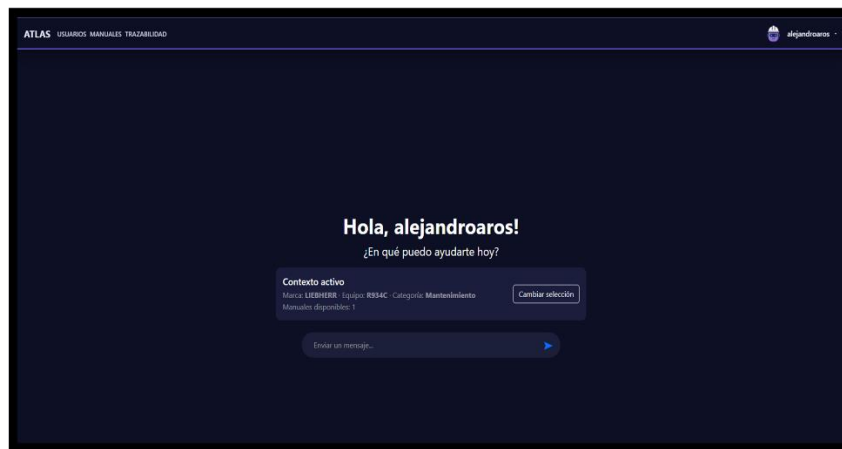


Figura 5. Vista de página de Inicio

Fuente: (Aros, ATLAS, 2025)

4.3 SPRINT 2

El segundo Sprint fue desde el 01 al 26 de septiembre. El enfoque de este Sprint fue hacia la calidad de las respuestas del Chatbot, además de agregar funcionalidades para los administradores.

Objetivo del Sprint (Sprint Goal): Lograr que el Chatbot sea más inteligente y seguro. Para lograrlo, se reemplazará el SLM por un LLM para obtener mejores respuestas, a través de integrar la base de datos con metadatos para referenciar sus fuentes, además de la creación de módulos de gestión de manuales y trazabilidad para los administradores.

Seguidamente, se detallarán las historias de usuario que fueron desarrolladas a lo largo del Sprint:

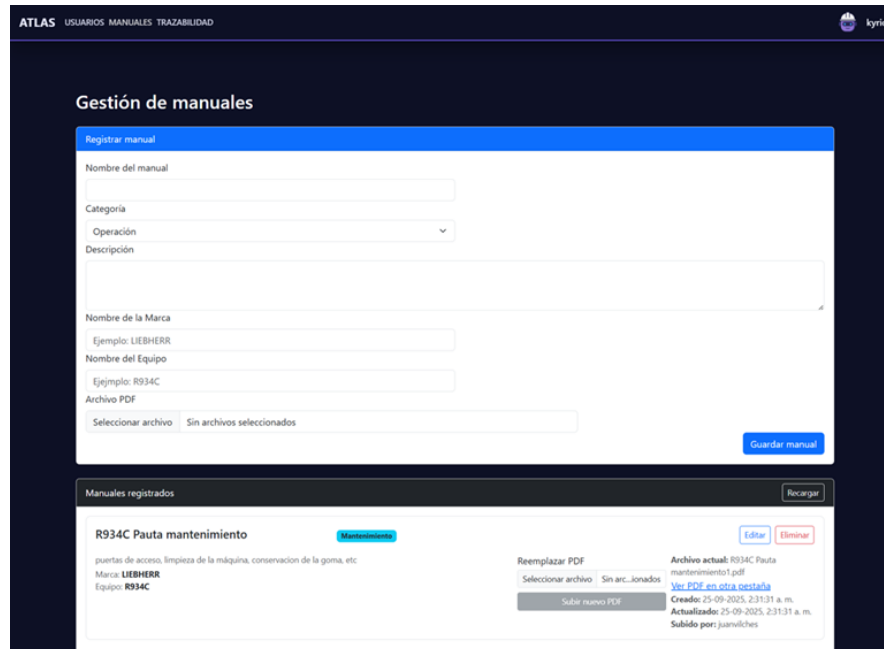
HU-01: Implementación de un LLM.

- **Descripción:** Como desarrollador, **quiero** reemplazar el SLM actual por un LLM, **para** obtener respuestas de mayor nivel y precisión.
- **Criterios de aceptación:**

- Se ha seleccionado e integrado un LLM al backend de Django.
- La conexión entre el LLM y la arquitectura RAG es funcional.
- Las pruebas de integración demuestran que el LLM alcanza una tasa de respuestas correctas superior al 90% en base a los manuales entregados.
- Impedimento: Durante esta historia surgió un impedimento, ya que un LLM se obtiene a través de una licencia y, por lo mismo, se tuvo que enviar un presupuesto a Indemin, provocando un atraso en la finalización de esta tarea.

HU-03: Módulo de gestión de manuales.

- **Descripción:** Como administrador, **quiero** un módulo para poder agregar o quitar manuales de la base de conocimiento, **para** mantener la información actualizada.
- **Criterios de aceptación:**
 - En el panel de administración está creada la sección de gestión de manuales.
 - El administrador puede agregar un nuevo manual (PDF, docx, etc).
 - El administrador puede eliminar un manual de la base de conocimiento.
 - El administrador puede observar una lista de los manuales agregados.
- **Evidencia:**



ATLAS USUARIOS MANUALES TRAZABILIDAD

kyrio

Gestión de manuales

Registrar manual

Nombre del manual

Categoría

Operación

Descripción

Nombre de la Marca

Ejemplo: LIEBHERR

Nombre del Equipo

Ejemplo: R934C

Archivo PDF

Seleccionar archivo Sin archivos seleccionados

Guardar manual

Manuales registrados Recargar

R934C Pauta mantenimiento	Mantenimiento	Editar	Eliminar
puertas de acceso, limpieza de la máquina, conservación de la goma, etc			
Marca: LIEBHERR	Reemplazar PDF	Archivo actual: R934C Pauta mantenimiento1.pdf	
Equipo: R934C	Seleccionar archivo Sin archivos seleccionados	Ver PDF en esta pestaña	
	Subir nuevo PDF	Creado: 25-09-2025, 2:31:31 a. m.	
		Actualizado: 25-09-2025, 2:31:31 a. m.	
		Subido por: juanuliches	

Figura 6. Vista de módulo para gestionar manuales

Fuente: (López, 2025)

HU-04: Módulo de Trazabilidad.

- **Descripción:** Como administrador, **quiero** visualizar las conversaciones de los usuarios, **para** identificar problemas y examinar las respuestas.
- **Criterios de aceptación:**
 - En el panel de administrador está creada la sección de trazabilidad.

- El usuario puede ver en una lista las consultas realizadas por los usuarios.
- Al ingresar a una consulta, se puede observar la conversación completa.
- **Evidencia:**

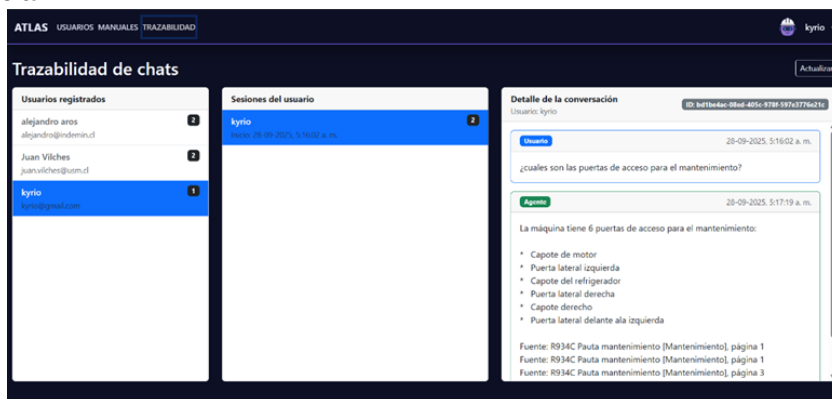


Figura 7. Vista de módulo de trazabilidad

Fuente: (López, 2025)

HU-02: Beneficio de uso de metadatos.

- **Descripción:** Como desarrollador, **quiero** añadir y manejar metadatos en la base de datos vectorial, **para** referenciar la fuente de cada respuesta.
- **Criterios de aceptación:**
 - Se han añadido los campos de metadatos a la base de datos vectorial.
 - Se incluyó y almacenó los metadatos de los documentos.
 - Las respuestas del asistente vienen acompañadas de su fuente original.
- **Evidencia:**

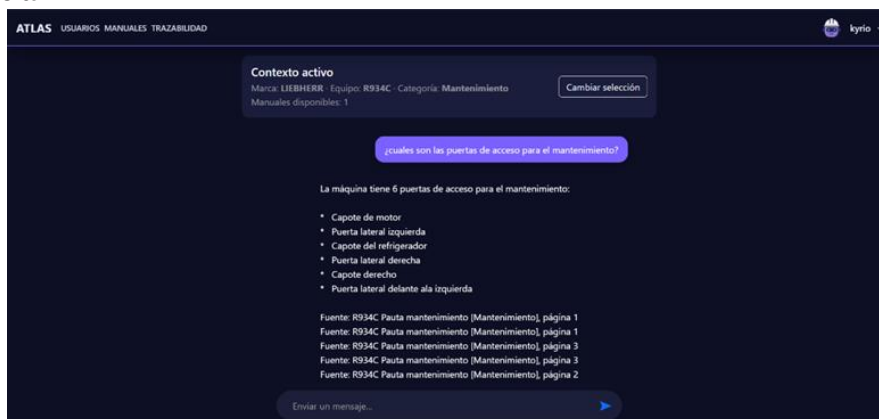


Figura 8. Vista principal con implementación de metadatos para referencia

Fuente: (López, 2025)

4.4 SPRINT 3

El tercer y último Sprint fue desde el 29 de septiembre hasta el 07 de noviembre, donde el objetivo fue transformar el prototipo en un producto listo para ser entregado al cliente.

Objetivo del Sprint (Sprint Goal): El objetivo es transformar el prototipo funcional de ATLAS en una solución de producción robusta y fiable. Para el final de este Sprint, se habrá validado integralmente todo el software, optimizado el rendimiento y la calidad de las respuestas del LLM, y desplegado la aplicación en un entorno en la nube, dejándola completamente operativa y accesible para su uso por parte de Indemin.

Seguidamente, se detallarán las historias de usuario que fueron desarrolladas a lo largo del Sprint:

HU-01: Validación del Software (QA).

- **Descripción:** Como Product Owner, **quiero** realizar una validación de todas las funcionalidades desarrolladas, **para** asegurar que el software cumple con los requisitos.
- **Criterios de aceptación:**
 - **Funcionalidad:** Verificación correcta de Login, CRUD de usuarios y gestión de manuales.
 - **Usabilidad:** Se han realizado sesiones de prueba con al menos un usuario final y se ha recopilado la retroalimentación.
 - **Integración:** La comunicación Frontend-Backend y las respuestas RAG funcionan correctamente.

HU-03: Despliegue en la nube.

- **Descripción:** Como DevOps, **quiero** desplegar la aplicación en un entorno Cloud seguro y escalable, **para** que sea accesible por Indemin.
- **Criterios de aceptación:**
 - Se ha configurado una instancia en la nube segura.
 - La aplicación es accesible desde una URL (pública o privada).
 - La base de datos se migró correctamente al entorno Cloud.

HU-04: Respuestas seguras y estructuradas.

- **Descripción:** Como usuario, **quiero** obtener una respuesta segura y clara, **para** utilizar la información correctamente y evitar accidentes.
- **Criterios de aceptación:**
 - Se ha modificado el *Prompt* del LLM para priorizar la seguridad en las respuestas.
 - El modelo estructura las respuestas en formato de lista cuando es necesario.

Además, se ha logrado terminar la historia de usuario “Implementación del LLM”, que quedó pendiente del anterior Sprint por una solicitud de presupuesto.

4.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se observa la planificación del proyecto, tomando en cuenta lo realizado durante el primer semestre hasta llegar al trabajo realizado durante los Sprints. La carta Gantt resume los hitos principales y las Historias de Usuario desarrolladas en cada iteración.

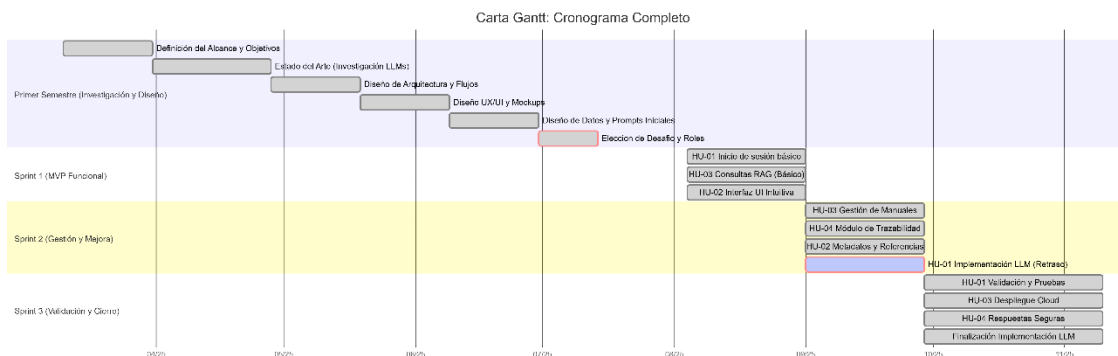


Figura 9: Carta Gantt del proyecto

Fuente: (Cueto Ferrer, 2025)

5 Ejecución de reuniones ágiles y tiempos asignados

En Scrum hay diferentes tipos de reuniones, como la planificación del Sprint que es para definir el objetivo y en qué se trabajará, la Daily Scrum que es una reunión diaria para que el equipo hable sobre lo que hizo y planea hacer; la revisión del Sprint que es para recibir retroalimentación por parte de los Stakeholders y, por último, la retrospectiva del Sprint que tiene un enfoque en la autoevaluación del equipo.

Debido a las responsabilidades universitarias y horarios dispares del equipo, resultó irrealizable ejecutar las Daily Scrum de manera sincrónica. Para no comprometer la metodología ágil, se decidió adoptar esta ceremonia de manera asíncrona mediante canales como Discord o WhatsApp. Estos canales permitieron mantener la transparencia y control continuo del progreso, asegurando que el equipo adapte su trabajo y pueda reportar sus obstáculos o impedimentos sin depender de una reunión presencial.

La planificación del Sprint se trataba al comenzar el Sprint, donde se definían el objetivo y las historias de usuario que serían trabajadas a lo largo del Sprint. La revisión y retrospectiva del Sprint se realizaban de manera simultánea presencialmente en el distrito V21, donde se presentó el MVP a los Stakeholders para recibir su retroalimentación y luego realizar la retrospectiva para autoevaluar el desempeño.

6 Gestión de cambios y mejoras continuas

6.1 CAMBIOS SOLICITADOS

Debido a que Indemin es el patrocinador, se recibieron diferentes tipos de cambios en las funcionalidades implementadas. Los principales cambios solicitados fueron agregar señales de advertencia en ciertas respuestas y el de referenciar la fuente de donde se obtuvo la información, para que, si fuera necesario, el usuario pudiera leer el extracto exacto de donde se extrajo.

Los cambios solicitados anteriormente fueron durante el Sprint 1, ya que para la Revisión del Sprint 2 y 3 no estuvo presente el patrocinador. A este mismo, se le hizo llegar toda la información sobre lo realizado en esos Sprints y no se recibieron más solicitudes de cambio.

6.2 MEJORAS A IMPLEMENTAR

Una de las posibles mejoras que podrían implementarse en un futuro sería la opción de realizar las consultas también por un audio de voz o por imágenes. Estas dos mejoras estuvieron en carpeta para ser funcionalidades importantes, pero el tiempo limitó su desarrollo.

Otra mejora que podría implementarse sería la de ampliar la base de conocimiento, ya que solamente se utilizó una cantidad limitada de manuales y no se determinó la cantidad de estos que pueden estar cargados a la vez. Esto no quiere decir que funcione solo con dos o tres, sino que faltó probar con cientos de estos manuales cargados.

7 Evaluación del desempeño ágil

7.1 MÉTRICAS DE EVALUACIÓN

Para evaluar el desempeño ágil, se utilizaron dos métricas, siendo una de ellas la tasa de finalización de historias (TFH) y el cumplimiento del objetivo del Sprint (Sprint Goal Success).

Tasa de Finalización de Historias (TFH):

Es una métrica cuantitativa que mide el porcentaje de historias de usuario que fueron terminadas al terminar el Sprint. Esta métrica permite medir el ritmo de trabajo del equipo.

Se utiliza la siguiente fórmula: $TFH = \left(\frac{\text{Historias Completadas}}{\text{Historias Planificadas}} \right) \times 100$

El 100% de la TFH en los Sprints 1 y 3 evidencia que el equipo logró completar todas las historias comprometidas. Sin embargo, se aclara que esta métrica trata a todas las historias de usuario con el mismo peso. Esto quiere decir que no se refleja necesariamente que el equipo haya trabajado más rápido, sino que el alcance no sufrió alteraciones durante el Sprint y la estimación de esfuerzo fue precisa.

Cumplimiento del Objetivo del Sprint (Sprint Goal Success):

Es una métrica cualitativa binaria (Sí/No) que permite evaluar si el incremento entregado cumple con el definido al inicio del Sprint. El enfoque de esta métrica no es en base a las tareas

inconclusas, sino más bien en si el MVP satisface las necesidades definidas en el Sprint Goal. Para evaluar el Sprint Goal se definió una escala de dos niveles: Cumplido y No Cumplido

Criterios de evaluación:

- Sí (Cumplido): El MVP es funcional y cumple con el propósito definido en el objetivo del Sprint.
- No (No Cumplido): El MVP no cumple con el propósito definido en el objetivo, ya que contiene errores críticos que impiden su uso o no cumplen con lo solicitado.

7.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se presentará el análisis realizado al desempeño del proyecto durante estos tres Sprints, a través de las métricas definidas:

Tabla 2. Resultados de métrica tasa de finalización de historias

Fuente: (Cueto, TFH, 2025)

Sprint	Planificadas	Completadas	Cálculo	Resultado
Sprint 1	4	4	$\left(\frac{4}{4}\right) * 100$	100%
Sprint 2	4	3	$\left(\frac{3}{4}\right) * 100$	75%
Sprint 3	4	4	$\left(\frac{4}{4}\right) * 100$	100%

Tabla 3. Resultados de métrica cumplimiento del objetivo del Sprint

Fuente: (Cueto, Cumplimiento del objetivo del Sprint, 2025)

Sprint	Objetivo (resumido)	Estado	Justificación
Sprint 1	MVP con Login y RAG básico	Cumplida	Se entregaron las funcionalidades propuestas.
Sprint 2	Implementación de LLM, gestión de manuales y trazabilidad	No Cumplido	Se entregó el módulo de manuales y trazabilidad, pero se retrasó la implementación del LLM por temas de presupuesto.
Sprint 3	Validación, LLM y despliegue	Cumplida	El sistema fue validado a nivel de software y desplegado con éxito, quedando pendiente su pilotaje en terreno.

Análisis:

- Durante los Sprint 1 y 3 se obtuvo un TFH del 100%, lo que evidencia una completa adherencia a la planificación y alcance establecido en cada iteración.
- En el Sprint 2 se evidenció una caída al 75% en el cumplimiento de las historias planificadas, debido al impedimento que surgió por la solicitud de un presupuesto. Sin embargo, el equipo supo adaptarse a la situación, enfocándose en las historias de gestión de manuales y trazabilidad para continuar con un flujo de trabajo activo.
- Por otro lado, al analizar el impacto final del producto y el objetivo de reducir los tiempos muertos de reparación, es obligatorio declarar una limitación importante a la validez externa. El análisis sobre los resultados del MVP se sostiene sobre pruebas técnicas y validaciones funcionales. Debido a las limitaciones de tiempo y alcance del proyecto, no se ejecutó una fase de pruebas in-situ con Indemin. Esto implica que no existen métricas que comparen empíricamente el tiempo de búsqueda en los manuales digitales o físicos versus el tiempo de búsqueda en el software dentro de un entorno real. Por lo tanto, aunque el cumplimiento de las historias de usuario confirma una mejora estructural en el acceso a la información, la reducción efectiva de los tiempos muertos se proyecta como una mejora teórica que requerirá una recopilación y análisis de datos en terreno para confirmar su impacto definitivamente.

8. Desafíos y soluciones

8.1 OBSTÁCULOS DE LA IMPLEMENTACIÓN ÁGIL

Durante el desarrollo del proyecto, el equipo sufrió varios contratiempos que pusieron a prueba la aplicación del marco de trabajo ágil. Seguidamente, se detallarán los principales obstáculos y su impacto en el flujo de trabajo.

- 8.1.1** Dependencia de Indemin: El equipo de trabajo sufrió un obstáculo en su autonomía, un principio clave del marco de trabajo ágil, viéndose limitada por un presupuesto no identificado en la planificación.
- **Obstáculo:** A mediados del Sprint 2, la historia de usuario “Implementación de un LLM” sufrió una obstaculización crítica. No se había contemplado la necesidad de contar con una licencia de pago para la utilización de un LLM.
 - **Impacto:** Este impedimento provocó un atraso significativo en lo que se gestionaba el presupuesto con Indemin e incapacitó al equipo para cumplir con el 100% de los objetivos definidos. Esto desplazó el desarrollo de la historia de usuario “implementación de un LLM” hasta el siguiente Sprint y obligó a priorizar la gestión de manuales y trazabilidad.
- 8.1.2** Poca participación de los patrocinadores en las revisiones: El marco de trabajo Scrum define a la revisión del Sprint como la etapa para revisar el incremento junto a los Stakeholders y recibir la retroalimentación correspondiente.
- **Obstáculos:** Durante la revisión programada de los Sprint 2 y 3, el patrocinador no pudo asistir por su carga de trabajo.
 - **Impacto:** La retroalimentación directa con el patrocinador se interrumpió. El equipo tuvo que presentar y validar el incremento de esas iteraciones con los profesores asignados, demorando la validación final del patrocinador. Esto provocó que aumentara el riesgo de implementar funcionalidades técnicamente correctas, pero no necesarias para el cliente.

8.1.3 Tiempo limitado de las reuniones: La reunión diaria de Scrum requiere contar con el tiempo y espacio necesario para evaluar el trabajo completo e incompleto.

- Obstáculos: Debido a la carga académica del equipo (asignaturas y horarios distintos), resultó imposible coordinar una reunión (presencial o virtual) todos los días a una hora fija.
- Impacto: La falta de sincronización diaria disminuyó la visibilidad de impedimentos menores. La comunicación se trasladó a canales asincrónicos, permitiendo mantener la información a disposición de todos, pero redujo la rapidez para resolver dudas más complejas.

8.2 PLAN DE MITIGACIÓN DE OBSTÁCULOS

Luego de haber descrito los obstáculos, se detalla el plan para mitigar los riesgos y asegurar la entrega del MVP.

1. Priorización del Backlog: Ante el incidente del presupuesto para la implementación del LLM en el Sprint 2, se aplicó el principio del “cambio”. El equipo cambió el enfoque del Sprint, siendo las historias de usuario “Gestión de manuales” y “Trazabilidad” las seleccionadas. Esto permitió mantener el flujo de trabajo y la velocidad del desarrollo mientras se resolvía la problemática.
2. Validación diferida: Para mitigar la ausencia del patrocinador en las revisiones del Sprint 1 y 3, se utilizó a los profesores guía como revisores metodológicos y técnicos (proxy de validación). Se reconoce que esta práctica tiene ciertas limitaciones, ya que un perfil académico como un profesor no sustituye la retroalimentación del patrocinador o cliente final.
3. Comunicación asincrónica: Para reemplazar las reuniones diarias y presenciales, se estableció utilizar aplicaciones de comunicación. WhatsApp y Discord fueron las seleccionadas para mantener al equipo informado y mantener una transparencia respecto al progreso.

9. Estructura de costos

Para poder realizar la estimación de costos, es necesario detallar las actividades que ha realizado cada integrante del equipo y su rol dentro del proyecto. La información sobre las actividades ha sido recopilada de las bitácoras de cada Sprint.

Debido a que no se utilizó una herramienta de medición automatizada de tiempo durante las iteraciones, el cálculo de las horas registradas en estas bitácoras se fundamentó metodológicamente con la técnica de Juicio de Experto y Auto-Reporte. Cada miembro del equipo estimó el tiempo efectivo invertido en sus tareas. Seguido, estos valores fueron sumados mediante un enfoque de estimación ascendente para establecer el esfuerzo total.

A continuación, se presentará la estimación de esfuerzos de cada integrante basándose en las actividades que realizó y las estimaciones declaradas.

Tabla 4. Estimación de esfuerzos

Fuente: (ATLAS, 2025)

Integrante / Rol	Actividades Desarrolladas (Sprint 1, 2 y 3)	Horas Estimadas
Juan Vilches (Backend Developer)	- Sprint 1: Creación de API para poder conectar el Frontend con el Backend; integración del modelo SLM y la base de datos relacional; exposición de endpoints. - Sprint 2: Integración de lógica CRUD para manuales; desarrollo del módulo de trazabilidad y su conexión con la BD relacional; Backend para seleccionar contexto en las consultas. - Sprint 3: Implementación de seguridad JWT; optimización de endpoints; documentación de la API; corrección de bugs.	195
Alejandro Aros (Frontend Developer)	- Sprint 1: Integración de Login funcional; desarrollo de interfaz de chat con el LLM; consumo de los endpoints para el panel de administración de usuarios. - Sprint 2: Implementación en el frontend para panel de administración de manuales y trazabilidad; interfaz para selección de contexto previo a la consulta. - Sprint 3: Ajustes visuales y animación (CSS); diseño responsivo; manejo de errores (alertas visuales) y retroalimentación al usuario; consumo final de la API optimizada.	190
Camilo Bilbao (Data Engineer)	- Sprint 1: Integración de base de datos vectorial; extracción de textos de PDFs y transformación a vectores; gestión de eficiencia de los documentos procesados. - Sprint 2: Sincronización de representaciones vectoriales según los manuales activos; filtrado de fragmentos por contexto elegido. - Sprint 3: Sistema de monitorización de la BD vectorial; automatización de limpieza de "chunks" de baja calidad; ajuste de parámetros para la precisión del RAG.	195
Yangzi Álvarez (DevOps Engineer)	- Sprint 1: Investigación de costos y requisitos en nubes (AWS, Azure, GCP); apoyo en la elección de opciones para LLM. - Sprint 2: Diseño de arquitectura para contenedores; revisión de compatibilidad entre dependencias; definición de estrategias para la comunicación entre servicios. - Sprint 3: Dockerización completa; preparación de entorno para despliegue local en infraestructura Indemin; documentación de despliegue.	180
Bastián López (Product Owner / UX)	- Sprint 1: Definición y priorización de historias de usuario; validación de funcionalidades en base al producto; cuidado de la experiencia de usuario. - Sprint 2: Garantizar coherencia entre diseño y funcionalidad; supervisión de investigación UX; alineación del equipo con la visión del producto.	175

	Sprint 3: Coordinación con patrocinador (Indemin) para la retroalimentación final; elaboración de guion para feria de software; priorización de requerimientos críticos para la presentación.	
Javier Cueto (Scrum Master)	- Sprint 1: Gestión y organización del Product Backlog; coordinación de reuniones Scrum; seguimiento de métricas de equipo. - Sprint 2: Mantenimiento y actualización de historias de usuario (HU) con el fin de asegurar su claridad y transparencia; gestión de impedimentos. - Sprint 3: Planificación y coordinación del Sprint final; monitoreo de cumplimiento de tareas; control final de criterios de aceptación para el MVP.	175
Total Horas		1.110

Como resultado de la estimación ascendente, se obtuvo un esfuerzo base estimado de 1110 horas entre todos los integrantes. A este cálculo se le deben adicionar 30 horas dedicadas a reuniones y ceremonias ágiles a lo largo del proyecto, lo que aumenta la estimación de esfuerzo a un total de 1140 horas consolidadas.

En cuanto a los costos del proyecto, se utilizará el esfuerzo total (1140 horas) multiplicado por un valor de \$15.000 CLP por hora para cada integrante.

Tabla 5. Costos

Fuente: (ATLAS, 2025)

Concepto	Descripción	Costo total (CLP)
Recursos Humanos	1.140 horas x \$15.000	\$17.100.000
Infraestructura	Infraestructura Cloud y Tokens LLM	\$210.000
Costo Neto		\$17.310.000
Utilidad (25%)	Margen para ganancia	\$4.327.500
Precio Final	Valor comercial	\$21.637.500

La estimación realizada otorgó un valor comercial de \$21.637.500 CLP para el proyecto, donde se consideraron los recursos humanos, la infraestructura y la utilidad de un 25% al costo neto.

10. Conclusión

El presente proyecto de título permitió cumplir con los objetivos propuestos y lograr la construcción del Producto Mínimo Viable (MVP), validando la eficiencia de la gestión ágil en un entorno real con alta incertidumbre. Sin embargo, es necesario puntualizar el nivel de cumplimiento del objetivo general propuesto. Pese a que el proyecto planteaba la reducción de los tiempos muertos para la reparación de maquinaria, es obligatorio establecer como limitación que no se recabó evidencia cuantitativa en terreno que evidencie empíricamente dicha reducción. Por lo tanto, se diferencia que el desarrollo funcional del software es un objetivo demostrado empíricamente, mientras que la reducción de tiempos muertos se mantiene como un objetivo parcialmente validado a nivel de prototipo.

En cuanto al trabajo realizado, se obtuvieron las siguientes conclusiones principales:

1. **La elección del marco de trabajo ágil resultó indispensable para el éxito del proyecto.** La implementación de tecnologías emergentes como RAG (Retrieval-Augmented Generation) y LLM conlleva una alta incertidumbre técnica, pero gracias a la estructura iterativa de Sprints fue posible realizar pruebas tempranas y ajustar el enfoque rápidamente. Esto quedó demostrado en el Sprint 2, donde la flexibilidad del marco de trabajo permitió un reenfoque en el Sprint Backlog ante el bloqueo presupuestario, manteniendo la continuidad del flujo de trabajo.
2. La experiencia a lo largo del proyecto demostró que la aplicación del "Manifiesto Ágil" afronta importantes retos en entornos reales y académicos. La baja participación del patrocinador y la dificultad para realizar las Daily Scrum obligaron a adaptar el marco de trabajo. Se concluyó que el valor de la agilidad no reside en seguir al pie de la letra sus ceremonias, sino en la capacidad de adaptarse para mantener la entrega de valor incremental.
3. En cuanto al producto, el MVP final cumple con las necesidades detectadas y expresadas por el patrocinador. El cambio de realizar las búsquedas en manuales digitales y físicos a un sistema automatizado de respuestas técnicas se posiciona como una expectativa de diseño y una mejora teórica a nivel de arquitectura de software. Al carecer de una medición exhaustiva que compare el tiempo promedio de búsqueda manual versus el tiempo promedio de respuesta del software en terreno, la reducción efectiva de los tiempos se establece como un fuerte indicio, aunque aún requiere comprobación. Teniendo en cuenta lo anterior, el patrocinador quedó conforme con el trabajo realizado y la solución prototipada.
4. A pesar de que la aplicación es funcional, se deja establecido como amenaza a la validez externa y como principal trabajo futuro la necesidad de ejecutar una prueba piloto. Esta falta de validación en un entorno real productivo, con una base de usuarios más amplia dentro del ecosistema industrial de Indemin, afecta la comprobación definitiva del impacto del producto y su capacidad total para reducir tiempos muertos. Además, la aplicación podría integrar en un futuro un sistema de consultas por imágenes o audios, ampliando sus capacidades.

Finalmente, esta tesina documenta el desafío que conlleva la teoría a la práctica, tanto en la solución técnica como en el marco de trabajo utilizado. A medida que avanzaba el proyecto, se demostró reiteradamente lo importante que es contar con una alta capacidad de respuesta frente al cambio.

Bibliografía

Santander Open Academy. (2024). *Gestión de Proyectos y Fundamentos de metodología Agile*. Obtenido de Santander Open Academy:
<https://lms.santanderopenacademy.com/courses/171>



Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). The Scrum Guide. *The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*.

Scrum.org. (s.f.). *Usar métricas es importante*. Obtenido de Scrum.org:
<https://www.scrum.org/resources/blog/usar-metricas-es-importante>

TheServerSide. (s.f.). *Key Agile metrics to ensure effective measurement*. TechTarget.
Obtenido de TheServerSide: <https://www.theserverside.com/tip/Key-Agile-metrics-to-ensure-effective-measurement>

Anexos

ANEXO A: REPOSITORIO DE MANUALES TÉCNICOS EN GOOGLE DRIVE

Carpeta digital compartida que contiene los manuales técnicos originales en formato PDF provistos por el patrocinador Indemin, los cuales fueron utilizados como base de conocimiento para la ingesta y el entrenamiento del modelo.

Enlace de acceso:

<https://drive.google.com/drive/folders/1BW5pf7lhestKFFcey5f095ExubO9kcqp?usp=sharing>

ANEXO B: GESTIÓN DE HISTORIAS DE USUARIO EN CLICKUP

Espacio de trabajo del proyecto ATLAS donde se administró el Product Backlog, la priorización de Historias de Usuario, el desglose de tareas, los criterios de aceptación y el monitoreo del progreso durante cada Sprint.

Enlace de acceso: <https://app.clickup.com/90132152156/v/s/90139917829>

ANEXO C: RESPALDO DE BASE DE CONOCIMIENTO ADICIONAL EN GOOGLE DRIVE

Repositorio complementario con documentos de soporte técnico, pautas de mantenimiento y manuales adicionales utilizados en las fases de experimentación, vectorización de datos (Embeddings) e ingeniería de contexto.

Enlace de acceso:

<https://drive.google.com/drive/folders/1PplByJ32v0ThkuYOoWCo7bBlc723kEzP?usp=sharing>

ANEXO D: DIAGRAMAS DE FLUJO Y ARQUITECTURA EN MERMAID CHART

Representación visual interactiva y editable que detalla la arquitectura de software del MVP, enfocándose en el flujo de consulta del usuario, el proceso de búsqueda en la base de datos vectorial (RAG) y la interfaz de chat.



Enlace de acceso:

<https://www.mermaidchart.com/play#pako:eNqrVkrOT0IVsIJSggUAFW4DVg>