



**Desarrollo de aplicativo potenciado con IA para la gestión de reservas y  
asistencia en los laboratorios de la Universidad EAN**

Ana Sofía Beltrán Durán

Cristian Camilo Montealegre Rangel

Santiago Steven Quecan Moreno

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de sistemas

Bogotá D.C, Colombia

2025

**Desarrollo de aplicativo potenciado con IA para la gestión de reservas y  
asistencia en los laboratorios de la Universidad EAN**

Ana Sofía Beltrán Durán

Cristian Camilo Montealegre Rangel

Santiago Steven Quecan Moreno

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniería de sistemas

Director (a):

Marie Jose Chery Leal

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de sistemas

Bogotá, Colombia

2025

## Resumen

Este proyecto propone una solución integral para la gestión de los laboratorios de la Universidad EAN, con el objetivo de superar las limitaciones presentes en los procesos de reserva, control de materiales, registro de asistencia y trazabilidad de prácticas académicas. Actualmente, dichos procesos se apoyan en formularios digitales y comunicación por correo electrónico, lo que ocasiona problemas como cancelaciones tardías de prácticas, desperdicio de insumos, falta de control formal sobre los materiales, registros inexactos de asistencia y ausencia de alertas oportunas para los estudiantes.

Para resolver estas dificultades, se plantea como solución viable el diseño de un sistema integral de gestión de laboratorios, desarrollado mediante tecnologías web y móviles que permitan centralizar la información y automatizar los procesos. El sistema incluye funcionalidades como reserva en línea con validación automática, control de inventario de materiales, registro de asistencia mediante tokens dinámicos, notificaciones automáticas a estudiantes y docentes, así como reportes consolidados para coordinadores.

Adicionalmente, se contempla el uso de Inteligencia Artificial (IA) para sugerir plantillas de insumos y protocolos, reduciendo la carga administrativa de los docentes y mejorando la preparación de las prácticas. Con esta propuesta, se busca optimizar los recursos, incrementar la eficiencia administrativa y elevar la calidad del proceso académico en la Universidad EAN.

**Palabras clave:** Sistema de gestión de laboratorios, inteligencia artificial aplicada, sistemas de información, tecnologías web, desarrollo de software.

### **Abstract**

This project proposes a comprehensive solution for the management of the laboratories at Universidad EAN, aiming to overcome the current limitations in the processes of reservations, material control, attendance registration, and traceability of academic practices. At present, these processes rely on digital forms and email communication, which leads to issues such as late cancellations of practices, waste of supplies, lack of formal control over materials, inaccurate attendance records, and the absence of timely alerts for students.

To address these challenges, the project proposes the design of an integrated laboratory management system, developed using web and mobile technologies to centralize information and automate processes. The system includes features such as online reservations with automatic validation, material inventory control, attendance registration through dynamic tokens, automatic notifications for students and instructors, and consolidated reports for coordinators.

Additionally, the use of artificial intelligence is considered to suggest templates for supplies and protocols, thereby reducing the administrative workload of instructors and improving practice preparation. Through this proposal, the project seeks to optimize resources, increase administrative efficiency, and enhance the quality of the academic process at Universidad EAN.

**Keywords:** Laboratories management system, applied artificial intelligence, information systems, web technologies, software development.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>8</b>
<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>9</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>12</b>
Objetivo general .....	12
Objetivos específicos .....	12
<b>Definición del problema .....</b>	<b>13</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>15</b>
<b>Marco Teórico.....</b>	<b>17</b>
Gestión de laboratorios académicos y de investigación .....	17
<i>Modelos de gestión de recursos, equipos y reservas .....</i>	<i>17</i>
<i>Sistema de Gestión de Información de Laboratorio .....</i>	<i>18</i>
Tecnologías y Estándares Modernos para Desarrollo Web y Móvil .....	19
<i>Desarrollo de Backend con FastAPI .....</i>	<i>20</i>
<i>Frontend moderno con React: Componentización y reusabilidad .....</i>	<i>21</i>
<i>Diseño de APIs REST .....</i>	<i>22</i>
<i>Bases de datos .....</i>	<i>24</i>
Sistema de Gestión de Base de datos .....	24

<i>PostgreSQL</i> .....	25
Contenedores .....	26
<i>Docker</i> .....	27
<i>Docker Compose para orquestación de servicios</i> .....	28
RAG (Retrieval Augmented Generation) .....	28
<b>Análisis de restricciones</b> .....	<b>30</b>
<b>Metodología para la selección y desarrollo de la solución</b> .....	<b>32</b>
Enfoque metodológico.....	32
Justificación del alcance y diseño .....	32
Fases de la metodología .....	33
<i>Fase 1: Análisis y planteamiento de la solución</i> .....	33
<i>Fase 2: Diseño del prototipo</i> .....	34
<i>Fase 3: Validación y retroalimentación del prototipo</i> .....	34
<b>Análisis de Requerimientos</b> .....	<b>35</b>
<b>Desarrollo de la Solución</b> .....	<b>41</b>
Análisis y comprensión del flujo del laboratorio.....	41
Diseño técnico de la solución.....	44
Pruebas Funcionales, Validación y Evidencia por Historias de Usuario.....	46
<b>Análisis de Costos</b> .....	<b>50</b>
Costos directos del proyecto.....	50

Costos indirectos del proyecto .....	51
<b>Conclusiones .....</b>	<b>54</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>56</b>
<b>A. Anexo: Validación automática disponibilidad y recordatorios. ....</b>	<b>59</b>
<b>B. Anexo: Agenda consolidada de prácticas. ....</b>	<b>60</b>
<b>C. Anexo: Plantillas sugeridas por IA con detalles de una práctica. ....</b>	<b>61</b>
<b>D. Anexo: Gestión de materiales de una reserva. ....</b>	<b>62</b>
<b>E. Anexo: Validación antifraude de asistencia. ....</b>	<b>63</b>
<b>F. Anexo: Reportes detallados. ....</b>	<b>64</b>
<b>G. Anexo: Alertas automáticas.....</b>	<b>65</b>
<b>H. Anexo: Agente de IA y entrenamiento personalizado. ....</b>	<b>66</b>
<b>I. Anexo: Seguimiento de reporte de daños. ....</b>	<b>67</b>

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> <i>Arquitectura Three-Tier</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Diagrama de secuencias del proceso actual de gestión de laboratorios</i> .....	42
<b>Figura 3</b> <i>Diagrama de secuencias con el nuevo proceso que ejecutará el sistema digital de gestión de laboratorios</i> .....	44
<b>Figura 4</b> <i>Diagrama de arquitectura del sistema de gestión de laboratorio</i> .....	45

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> <i>Requerimientos funcionales</i> .....	36
<b>Tabla 2</b> <i>Requerimientos no funcionales</i> .....	39
<b>Tabla 3</b> <i>Validación de historias de usuario</i> .....	47
<b>Tabla 4</b> <i>Estimado de costos directos</i> .....	50
<b>Tabla 5</b> <i>Estimado de costos indirectos</i> .....	51
<b>Tabla 6</b> <i>Costo de uso por tokens de diferentes modelos de AI</i> .....	53

## Introducción

El avance tecnológico y la creciente demanda de procesos educativos basados en la investigación han impulsado la necesidad de optimizar la gestión de laboratorios académicos y de investigación dentro de las instituciones de educación superior. Estos espacios, fundamentales para el desarrollo de competencias prácticas, requieren un control riguroso de recursos, equipos y personal para garantizar tanto la calidad de la formación como la eficiencia operativa. En este sentido, la administración de laboratorios ha pasado de depender de métodos manuales a incorporar plataformas digitales que permiten una mejor coordinación, control de accesos, monitoreo de uso y trazabilidad de los recursos (Yao & Yuan, 2025).

Sin embargo, a pesar de los avances, persisten desafíos relacionados con la seguridad, la organización del personal y la gestión integral de los recursos, evidenciando deficiencias en la cultura institucional y en los sistemas de control de riesgos (Xu et al., 2023). Diversos estudios han señalado que se generan problemas recurrentes debido a la falta de modelos integrales de gestión, como el uso ineficiente de equipos, dificultades en la reserva de espacios y riesgos de accidentes, lo cual afecta directamente la calidad de los procesos académicos y de investigación (Goldstein & Avasthi, 2021).

La evidencia muestra que la implementación de plataformas automatizadas y basadas en tecnologías emergentes, como el Internet de las Cosas (IoT), ofrece una oportunidad para mejorar el control de asistencia, la asignación de equipos y el seguimiento de actividades, permitiendo decisiones más informadas y la optimización de recursos en tiempo real (Ishaq & Bibi, 2023). En este contexto, BLE (*Bluetooth Low Energy*) se refiere a una tecnología de bajo consumo utilizada en beacons para detectar proximidad, mientras que RFID (*Radio-Frequency Identification*) emplea ondas de radio para identificar y registrar automáticamente tarjetas o dispositivos; ambos, junto con sistemas híbridos que combinan varias tecnologías, permiten mejorar la precisión del monitoreo de

asistencia y reducir errores en comparación con métodos tradicionales (Naive, 2020; Rajendra, 2025).

En este contexto, la gestión eficiente de los laboratorios académicos constituye un componente esencial para el fortalecimiento de la enseñanza práctica en la educación superior. En instituciones como la Universidad EAN, estos espacios demandan una administración moderna, que garantice la trazabilidad de los recursos, la disponibilidad de equipos y el registro preciso de la asistencia, asegurando así experiencias de aprendizaje de alta calidad. No obstante, los enfoques tradicionales continúan presentando limitaciones para integrar de manera efectiva la seguridad, la gestión de materiales y la generación de datos confiables para la toma de decisiones (Goldstein & Avasthi, 2021; Yao & Yuan, 2025).

Ante esta problemática, el presente proyecto aborda el análisis, diseño y el producto mínimo viable de un sistema integral para la gestión de laboratorios académicos, fundamentado en el uso de tecnologías web y móviles. A lo largo del documento se examinan los procesos actuales, las limitaciones de los enfoques tradicionales y las oportunidades que ofrecen las herramientas tecnológicas para la automatización de tareas como la reserva de recursos, el control de materiales, el registro de asistencia y la trazabilidad de las prácticas académicas. Este enfoque permite comprender de manera integral los requerimientos técnicos, administrativos y operativos asociados a la gestión de laboratorios, estableciendo las bases para el desarrollo de una solución tecnológica coherente con las necesidades institucionales.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Desarrollar un sistema centralizado de gestión de reservas, control de asistencia y administración de materiales en los laboratorios de la Universidad EAN a través de un aplicativo potenciado por IA, con el fin de optimizar la planificación académica, reducir desperdicios y garantizar la trazabilidad en el uso de los recursos.

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar el modelo actual de gestión del laboratorio y comparar sus requerimientos con las funcionalidades a ser implementadas en el aplicativo, para determinar el grado de cumplimiento y pertinencia de la solución propuesta.
- Diseñar un aplicativo integral que incorpore módulos de reserva de laboratorios, gestión asistida por IA de materiales o equipos, y registro de asistencia estudiantil, con el fin de optimizar la planificación, reducir desperdicios y garantizar la confiabilidad de los datos académicos y administrativos.
- Presentar el aplicativo desarrollado ante el equipo de coordinación de laboratorios de la universidad EAN, mediante pruebas de usabilidad y retroalimentación, con el objetivo de verificar su efectividad y potencial de adopción institucional.

### **Definición del problema**

La gestión de laboratorios en la universidad EAN constituye un eje fundamental para garantizar la calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje, especialmente en áreas como Física, Biología, Química, Ingeniería de Materiales, Mecánica, Energías Alternativas, Análisis Químico Instrumental, Automatización y Electrónica, Electroforesis, Investigación Científica, Metalografía, Fundición, Mecánica de Fluidos e Hidráulica, Procesos Industriales y Diseño de Proyectos. Actualmente, la reserva de espacios de laboratorio se realiza mediante formularios digitales y comunicación por correo electrónico, lo que ha permitido mantener cierto orden en la programación de las prácticas, pero con diferentes complicaciones al no estar automatizado y centralizado.

Con el fin de comprender de manera más precisa las dinámicas y dificultades del proceso, se llevó a cabo una reunión con Sandra del Pilar Forero Poveda quien es la encargada de la gestión de los laboratorios y la profesora Marie Chery Leal, quienes manifestaron diversas necesidades y problemáticas que afectan tanto la eficiencia administrativa como la experiencia académica de docentes y estudiantes. Según Forero (2025), una de las principales situaciones identificadas es la cancelación de prácticas por parte de los docentes cuando los materiales ya han sido preparados, lo que genera desperdicio de insumos y sobrecarga en la logística de alistamiento. De igual manera, el sistema de registro de asistencia, el cual está controlado mediante un código QR presenta limitaciones, ya que algunos estudiantes no completan la información correctamente, comparten el enlace o simplemente omiten el registro. Esto conlleva a reportes inexactos sobre la utilización real de los laboratorios, dificultando el control académico y administrativo. Así mismo, el docente carece de herramientas que le permitan verificar en tiempo real la participación y asistencia de los estudiantes, lo que genera vacíos en el seguimiento académico de las prácticas.

Otra dificultad dicha por Forero (2025) corresponde al manejo de los materiales, pues no existe un control formal para registrar el estado en que son entregados y devueltos los equipos, lo que puede ocasionar pérdidas o deterioros, sin una trazabilidad clara de responsabilidades.

En cuanto a la gestión de nuevas prácticas, el sistema actual no contempla la posibilidad de registrar actividades diferentes a las previamente establecidas, lo que limita la innovación académica. Además, el diligenciamiento repetitivo de formularios para prácticas similares genera una carga administrativa innecesaria para los docentes.

Finalmente, no existe un mecanismo automatizado de alertas que notifique a los estudiantes sobre los materiales que deben llevar para cada práctica, lo cual puede afectar la preparación adecuada de las sesiones.

En consecuencia, la ausencia de un sistema integral y flexible para la gestión de laboratorios repercute negativamente en la optimización de recursos, la calidad del proceso académico y la satisfacción de docentes y estudiantes.

Por estas razones, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo desarrollar un aplicativo potenciado por IA para la gestión de laboratorios que permita optimizar el proceso de reservas, garantizar el control de materiales y asistencia de las prácticas académicas en la Universidad EAN?

## Justificación

El desarrollo de un sistema integral de gestión de laboratorios en la Universidad EAN resulta pertinente y necesario debido a las tendencias actuales en el ámbito educativo y tecnológico, donde la digitalización y la automatización de procesos se han convertido en factores clave para garantizar la eficiencia y la calidad académica. La gestión adecuada de recursos, la optimización de reservas y el control de asistencia son aspectos que inciden directamente en la experiencia de estudiantes y docentes, así como en el uso responsable de los insumos y equipos de laboratorio, cuyo valor económico y estratégico es significativo para las instituciones de educación superior.

Desde el punto de vista de la conveniencia, este proyecto responde a la necesidad del sector educativo de implementar soluciones tecnológicas que reduzcan cargas administrativas, minimicen pérdidas materiales y fortalezcan la trazabilidad de los procesos académicos. De manera indirecta, también aporta ventajas competitivas frente a otras instituciones que buscan diferenciarse mediante la innovación en sus servicios educativos y en la optimización de recursos financieros y materiales.

En términos de impacto empresarial y organizacional, la implementación de un sistema de gestión integral permitirá mejorar los procesos internos de la universidad, fomentando prácticas más sostenibles en la administración de recursos. Esto se traduce en reducción de desperdicios, mayor confiabilidad en los registros de uso de laboratorios y una mejor planeación de prácticas académicas. A nivel teórico, el proyecto aporta al campo de la ingeniería y la gestión tecnológica al proponer un modelo de integración que articula reservas, asistencia, control de materiales y comunicación automatizada en un solo sistema, sirviendo como base para estudios futuros en gestión digital de espacios académicos y trazabilidad educativa.

En lo social, el impacto busca la mejora de la experiencia estudiantil y docente, al disponer de un sistema transparente y eficiente que facilite el acceso a los laboratorios,

asegure la disponibilidad de materiales y brinde mayor control sobre la participación en prácticas. Además, la automatización de alertas contribuye a una mejor preparación de los estudiantes, lo que incrementa la calidad de las actividades de enseñanza-aprendizaje.

Las implicaciones prácticas son evidentes en la posibilidad de implementar un prototipo con los recursos disponibles de la universidad, considerando la infraestructura tecnológica existente, el acceso a los laboratorios y la disposición de docentes y estudiantes para participar en pruebas piloto. En cuanto al alcance, este proyecto es factible en términos de tiempo, recursos humanos y financieros, ya que aprovecha el entorno académico y la orientación institucional hacia la innovación y la transformación digital (Salas-Tanchiva, 2022).

De acuerdo con los lineamientos institucionales de la Universidad EAN, este estudio se enmarca en el campo de Ciencia, Tecnología e Innovación, dentro del grupo tecnológico Ontare, en la línea de investigación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), contribuyendo al fortalecimiento de soluciones digitales aplicadas a la educación superior (Salas-Tanchiva, 2022).

## **Marco Teórico**

### **Gestión de laboratorios académicos y de investigación**

La administración de laboratorios universitarios representa un componente esencial para el desarrollo eficaz de las actividades prácticas dentro de la educación superior. Este proceso implica coordinar la planificación de recursos, el mantenimiento de los equipos, la seguridad de las instalaciones y la organización de los espacios, de manera que se garantice un entorno adecuado para la docencia y la investigación. Una gestión efectiva no solo optimiza el uso de los recursos disponibles, sino que también incrementa la calidad de las experiencias formativas y fomenta la innovación científica. Según Yang (2021), la gestión en los laboratorios universitarios debe orientarse a distribuir los recursos de forma óptima, fortalecer las medidas de seguridad y elevar la eficiencia operativa en el uso del equipamiento. Esto resalta la importancia de adoptar sistemas de gestión apoyados en tecnologías digitales que permitan supervisar, registrar y mejorar continuamente los procesos. De esta manera, las universidades pueden lograr un funcionamiento más sostenible, minimizar riesgos y favorecer la cooperación entre los distintos actores del entorno académico y científico.

### ***Modelos de gestión de recursos, equipos y reservas***

Los modelos destinados a la gestión de recursos, equipos y reservas en los laboratorios universitarios tienen como propósito principal racionalizar la planificación y el uso de los activos institucionales. Estas estrategias permiten garantizar la disponibilidad oportuna de materiales y equipos, así como optimizar su utilización mediante procesos estructurados y transparentes. En la actualidad, muchas de estas gestiones se implementan mediante plataformas digitales que centralizan la información sobre reservas, mantenimiento y disponibilidad, lo que facilita una mayor adaptabilidad en la programación de prácticas académicas e investigativas. En este sentido, Wang et al. (2019) señalan que gran parte de los sistemas empleados por las universidades

presentan limitaciones funcionales y carecen de flexibilidad para adaptarse a laboratorios con altos niveles de personalización. De forma complementaria, Ma (2016) explica que los sistemas de reservas favorecen un uso más eficiente de los recursos y simplifican la gestión tanto para docentes como para estudiantes. Estas herramientas, en conjunto, promueven una administración más precisa y transparente, contribuyendo a la reducción de desperdicios, al fortalecimiento de la trazabilidad y a la mejora continua de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el ámbito experimental.

### ***Sistema de Gestión de Información de Laboratorio***

Los Sistemas de Gestión de Información de Laboratorio, por sus siglas en inglés LIMS, se definen como plataformas tecnológicas orientadas a la gestión integral de los procesos y recursos en los laboratorios. Estos sistemas permiten organizar y centralizar la información relacionada con la planificación de actividades, la administración de insumos y equipos, así como la trazabilidad de los datos generados en las prácticas y experimentos (Riswanto et al., 2019).

Riswanto et al. (2019), destacan, que, un LIMS constituye una herramienta que integra la operación práctica del laboratorio con el registro digital de la información, reduciendo los errores humanos derivados de la gestión manual y mejorando la eficiencia global de las actividades en el ámbito académico, ya que han demostrado ser particularmente útiles para la administración de laboratorios universitarios, particularmente en los siguientes aspectos:

- La optimización en la programación de prácticas, facilitando la reserva de espacios y la asignación de recursos.
- La gestión eficiente de materiales y equipos, con validación de disponibilidad y control de reposición.
- El registro confiable de asistencia y participación de estudiantes, lo cual fortalece la trazabilidad de los procesos formativos.

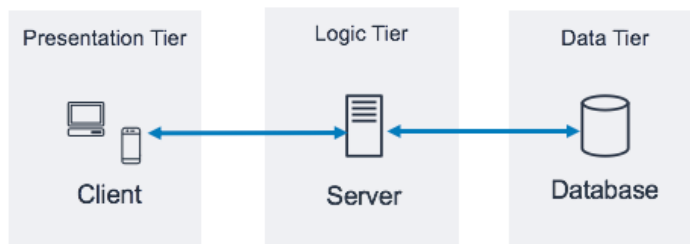
- La generación de reportes analíticos que permiten a las instituciones educativas evaluar el uso de los laboratorios y planificar mejoras estratégicas en su operación.

Teniendo en cuenta las ventajas ofrecidas por este tipo de sistemas, su implementación en universidades contribuye no solo a la modernización de los procesos administrativos, sino también a la calidad del aprendizaje práctico. En efecto, contar con un sistema que centralice reservas, controle inventarios y valide la asistencia de los estudiantes garantiza un mayor grado de organización y reduce el desperdicio de recursos. Asimismo, favorece la recolección de datos que pueden ser utilizados para la toma de decisiones académicas y administrativas, alineándose con las tendencias actuales de digitalización y gestión basada en datos (Riswanto et al., 2019).

### **Tecnologías y Estándares Modernos para Desarrollo Web y Móvil**

Chusho (2016) afirma que, en la actualidad, la arquitectura de tres capas, conocida como *Three-Tier Architecture*, constituye uno de los modelos más utilizados en el desarrollo de aplicaciones empresariales y sistemas de gestión, gracias a que esta arquitectura facilita el mantenimiento del software, mejora su escalabilidad y separa responsabilidades, ya que divide la aplicación en tres niveles principales, como se muestra en la Figura 1 y se describen a continuación:

- Capa de presentación: se encarga de la interacción con el usuario, proporcionando la interfaz gráfica y las herramientas necesarias para acceder a la información.
- Capa de lógica de negocio: concentra los procesos y reglas que determinan el funcionamiento del sistema, actuando como intermediaria entre la interfaz y los datos.
- Capa de datos: gestiona el almacenamiento, recuperación y manipulación de la información en las bases de datos.

**Figura 1***Arquitectura Three-Tier*

*Nota: Tomado de CDK VPC 3-Tier, CloudBytes, s.f.,*

*<https://cloudbytes.dev/images/aws/50003000-01-cdk-vpc-3-tier.png>. Derechos reservados al autor original.*

Esta división modular favorece el desarrollo colaborativo, ya que cada capa puede ser trabajada de manera relativamente independiente, además de facilitar el reemplazo o mejora de una de las capas sin alterar significativamente a las demás. En el contexto de aplicaciones modernas, la arquitectura de tres capas puede articularse de manera eficaz con tecnologías emergentes (Chusho, 2016).

***Desarrollo de Backend con FastAPI***

El desarrollo *backend* constituye un componente esencial en la arquitectura de las aplicaciones modernas, ya que se encarga de gestionar la lógica de negocio, la comunicación con las bases de datos y la interacción entre los distintos módulos del sistema. En este contexto, destaca FastAPI un *framework* desarrollado por Sebastián Ramírez, que destaca como una de las dependencias más innovadores y eficientes para la construcción de aplicaciones web y APIs en la actualidad (Lathkar, 2023).

Lathkar (2023) señala que FastAPI es un *framework* web asincrónico de Python que aprovecha las capacidades modernas del lenguaje, como las anotaciones de tipo y la

programación asíncrona, ofreciendo una alternativa eficiente y veloz frente a otros *frameworks* tradicionales ofreciendo varias ventajas, entre las que se pueden destacar:

- **Velocidad y rendimiento:** FastAPI está construido sobre Starlette, un microframework ligero y asíncrono que proporciona las bases para el manejo eficiente de peticiones HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), *WebSockets* y *middleware*. Gracias a ASGI (*Asynchronous Server Gateway Interface*), puede procesar múltiples solicitudes de manera concurrente sin bloquear la ejecución del servidor. Esta arquitectura asíncrona optimiza el uso de recursos del sistema y permite un rendimiento comparable al de otros *frameworks*, como Express en Node.js.
- **Tipado fuerte y validación automática:** integra el uso de *Pydantic*, lo que asegura validaciones automáticas de los datos de entrada y salida, además de ofrecer autocompletado en entornos de desarrollo.
- **Documentación automática:** genera documentación interactiva en tiempo real mediante OpenAPI y Swagger UI, lo que facilita la comprensión y uso de la API por parte de los desarrolladores y usuarios finales.
- **Simplicidad en la sintaxis:** su diseño intuitivo permite definir *endpoints* con pocas líneas de código, reduciendo la curva de aprendizaje para desarrolladores con experiencia en Python.

### ***Frontend moderno con React: Componentización y reusabilidad***

En el ámbito del desarrollo *frontend*, que corresponde a la capa encargada de la presentación visual y la interacción con el usuario, el uso de bibliotecas modernas como React ha permitido consolidar un modelo basado en la creación de componentes reutilizables. Este enfoque consiste en descomponer la interfaz en elementos independientes que integran tanto la lógica funcional como la apariencia, posibilitando su

combinación modular para construir sistemas más complejos. La adopción de esta metodología favorece la mantenibilidad, la escalabilidad y la consistencia de las aplicaciones, ya que cada componente puede desarrollarse y actualizarse de manera aislada, reduciendo el riesgo de afectar el comportamiento global del sistema. Rajala (2024) plantea que el uso de bibliotecas y componentes reutilizables demanda estrategias efectivas de estilización que garanticen una mejor experiencia para el desarrollador y un mantenimiento más ágil del código. Esto demuestra que la componentización va más allá de la simple reutilización, implicando también el diseño de estructuras sostenibles y de fácil evolución.

Por su parte, el paradigma conocido como Component-Driven Development (CDD) amplía esta perspectiva al promover la construcción de los componentes de interfaz de usuario de manera aislada antes de su integración total en una aplicación. De acuerdo con Jain y Mittal (2024), las arquitecturas centradas en componentes fomentan la modularidad, la reutilización y la mantenibilidad de las interfaces gráficas. Este tipo de arquitectura permite que los equipos de desarrollo trabajen con mayor eficiencia, optimizando tiempos de implementación y elevando la calidad del producto final. En este contexto, la creación de componentes genéricos y flexibles se convierte en un elemento clave, ya que posibilita su adaptación a distintos escenarios sin comprometer el rendimiento ni la coherencia del diseño. En suma, la aplicación de la componentización en React constituye una estrategia robusta para el desarrollo de interfaces modernas, escalables y coherentes, aportando una base sólida para proyectos tecnológicos de gran alcance en entornos educativos y corporativos.

### ***Diseño de APIs REST***

Una API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) REST es un estilo arquitectónico para servicios web que permite que la comunicación entre cliente y servidor sea simple, escalable y uniforme permitiendo comunicar la capa de presentación, con la capa de

lógica. En este modelo, los recursos son identificados mediante URIs (*Uniform Resource Identifier*), los métodos HTTP (*GET, POST, PUT, DELETE, etc.*) expresan la acción sobre dichos recursos, y las respuestas usan formatos como JSON o XML, manteniendo al servidor sin estado para cada petición. Según Kotstein et al. (2021), diversas reglas de diseño propuestas para las API REST son consideradas de alta relevancia, dado que influyen de manera significativa en la calidad del software y en la forma en que los sistemas mantienen su coherencia, escalabilidad y facilidad de mantenimiento, lo que evidencia que, aunque no todos los diseñadores de API priorizan las mismas reglas REST, existe consenso en prácticas críticas como la consistencia, el uso correcto de los verbos HTTP y el manejo adecuado de los errores.

El diseño REST también exige respetar todas las restricciones definidas originalmente en REST para garantizar interoperabilidad, extensibilidad y escalabilidad. El trabajo *Design and Describe REST API without Violating REST* de plantea que es frecuente encontrar servicios que se autodenominan REST, pero que no cumplen plenamente con las restricciones del modelo, especialmente aquellas relacionadas con mantener una interfaz uniforme o con incorporar hipertexto para describir las posibles transiciones. (Li & Chou, 2011) y propone un lenguaje de modelado REST-Chart para describir APIs respetando dichas restricciones. Por otra parte, Marii & Zholubak (2022) señalan que para que un sistema pueda clasificarse como REST, debe adherirse a ciertos principios esenciales, como identificar claramente los recursos, utilizar de manera consistente los métodos HTTP y mantener un diseño de URIs que sea lógico, estructurado y coherente., lo cual refuerza que el diseño de rutas, los nombres de los recursos y la claridad semántica son esenciales.

Finalmente, en aplicaciones académicas, como el sistema de información universitaria desarrollado por Prayogi et al. (2020), se demuestra que una API REST bien implementada es capaz de manejar una alta concurrencia, respondiendo de forma rápida

y eficiente incluso cuando muchos usuarios utilizan el sistema al mismo tiempo, lo que es crucial en entornos donde muchos estudiantes y docentes interactúan al mismo tiempo con los sistemas administrativos o de reservas. Este tipo de evidencia empírica permite sustentar que un diseño REST bien hecho no solo mejora la mantenibilidad y la claridad, sino también el rendimiento bajo condiciones de uso real.

### ***Bases de datos***

En esta sección se presenta el tratamiento de los datos y las herramientas empleadas para su gestión y almacenamiento.

La capa de datos se administra a través de bases de datos, las cuales agrupan información estructurada y organizada de manera coherente. En lugar de conservar los datos en archivos separados y duplicados, estos se almacenan de forma centralizada en un único sistema, lo que permite que múltiples usuarios y aplicaciones los utilicen al mismo tiempo. Esta organización ayuda a reducir la redundancia y a simplificar la administración de la información (Hueso Ibañez, 2014).

La base de datos no es propiedad de un solo equipo, sino que es un recurso compartido en toda la organización. En ella no solo se guardan los datos como tal, sino también información que los describe, conocida como metadatos. Estos metadatos se almacenan en un diccionario de datos o catálogo, que muchas veces se organiza como una base de datos independiente. La relevancia de este enfoque está en que asegura que la información se mantenga completa, consistente y con un historial verificable, lo que a su vez simplifica su gestión y permite un acceso confiable y protegido a los datos necesarios para fundamentar las decisiones (Hueso Ibañez, 2014).

### **Sistema de Gestión de Base de datos**

El Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) es una aplicación que facilita a los usuarios la definición, creación y administración de una base de datos, además de ofrecer un acceso controlado y seguro a la información almacenada. En otras palabras,

actúa como un intermediario entre el usuario y la base de datos, permitiendo interactuar con ella de manera eficiente y organizada (Hueso Ibañez, 2014).

Sus funciones principales incluyen:

- Administrar metadatos mediante un diccionario de datos.
- Garantizar la integridad y consistencia en las transacciones.
- Permitir el acceso concurrente de múltiples usuarios.
- Recuperar información ante fallos.
- Integrarse con otros sistemas de comunicación.
- Cumplir restricciones de seguridad e integridad.
- Ofrecer herramientas de administración para optimizar su funcionamiento.

La importancia de un SGBD radica en que permite gestionar grandes volúmenes de información de forma eficiente, garantizando su calidad, seguridad y disponibilidad.

Centraliza los datos, facilita decisiones confiables, evita errores y permite el acceso simultáneo de múltiples usuarios de manera segura y coherente (Hueso Ibañez, 2014).

### ***PostgreSQL***

Según Juba et al. (2015), PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos de nivel empresarial que se destaca por su rendimiento, escalabilidad y características avanzadas. Cuenta con una comunidad activa, amplia documentación y su nombre proviene del proyecto post-Ingres.

PostgreSQL presenta diversas características que lo hacen adecuado para proyectos de desarrollo de software. Se trata de un sistema de gestión de bases de datos libre y de código abierto, distribuido bajo una licencia permisiva que permite su uso, modificación y despliegue sin restricciones asociadas a licencias propietarias. Este modelo facilita su adopción en diferentes entornos y reduce barreras económicas para su implementación (Juba et al., 2015).

Desde el punto de vista técnico, PostgreSQL es un sistema multiplataforma y compatible con la mayoría de los lenguajes de programación a través de sus controladores oficiales y comunitarios. Además, es reconocido por su estabilidad, confiabilidad y capacidad de escalamiento, lo que permite su uso en aplicaciones de diversa complejidad. Su proceso de desarrollo continuó sustentado en actualizaciones periódicas, documentación amplia y una comunidad activa contribuye a su madurez y a la disponibilidad de soluciones para distintos casos de uso. (Juba et al., 2015).

Un estudio realizado por Makris et al. (2021) ha demostrado que PostgreSQL presenta un rendimiento superior en comparación con otros sistemas de gestión de bases de datos. En particular, se ha evidenciado que PostgreSQL supera a MongoDB, otro gestor de base de datos, en la mayoría de los casos en términos de tiempo de respuesta. Aunque el uso de índices mejora significativamente el desempeño de MongoDB, en PostgreSQL el impacto es menor debido a que su rendimiento base ya es más eficiente.

Además, el tamaño de los datos almacenados en PostgreSQL puede llegar a ser hasta cuatro veces menor, lo que contribuye a optimizar recursos y almacenamiento. Estos resultados consolidan a PostgreSQL como una solución robusta y eficiente para aplicaciones empresariales y académicas que requieren confiabilidad, escalabilidad y alto desempeño (Makris et al., 2021).

### **Contenedores**

En esta sección se aborda el uso de tecnologías que permiten optimizar la implementación y gestión de aplicaciones en entornos modernos.

Los contenedores de software solucionan los problemas que ocurren cuando un programa funciona en desarrollo, pero falla en producción por diferencias en configuraciones o librerías.

Según Jangla (2018), un contenedor incluye todo lo necesario para ejecutar una aplicación: código, librerías, configuraciones y dependencias, reunidos en un solo

paquete. Esto elimina las diferencias entre sistemas operativos e infraestructuras, permitiendo mover y ejecutar el software fácilmente en servidores o en la nube. Además, acelera las pruebas y facilita la creación de aplicaciones escalables, motivo por el cual su uso ha crecido con la expansión de Linux y la computación en la nube.

Un contenedor es comparado con una máquina virtual (VM) que es un programa, conocido como hipervisor, que permite emular un sistema operativo completo. Cada VM funciona como un “computador falso”, con todas las funciones del sistema operativo que imita, pero consumiendo muchos recursos ya que incluye tanto el OS como el hardware virtualizado (Jangla, 2018).

También, Jangla (2018) sugiere que los contenedores son más ligeros y rápidos que las máquinas virtuales, ya que ocupan menos espacio, consumen menos recursos y no necesitan un sistema operativo completo. Esto permite ejecutar más aplicaciones en un mismo servidor, moverlas con facilidad y evitar conflictos de configuración. Además, reducen costos y aceleran el desarrollo, las pruebas y el despliegue, siendo ideales para microservicios y DevOps.

### ***Docker***

Docker es una tecnología de virtualización a nivel de sistema operativo que permite crear y usar contenedores. Surgió de la empresa dotCloud, fundada en 2010 por Solomon Hykes (Bhat, 2021).

Antes de Docker, configurar estaciones de trabajo para desarrolladores era complejo debido a la variedad de sistemas operativos, versiones de librerías y lenguajes. Esto generaba inconsistencias tanto en desarrollo como en producción, especialmente al actualizar aplicaciones. Cada cambio implicaba modificar el sistema operativo, instalar dependencias adicionales o recurrir a soluciones poco eficientes. Docker resuelve este problema al empaquetar la aplicación junto con sus dependencias en un contenedor independiente del sistema base (Bhat, 2021).

Docker gestiona las versiones de las aplicaciones mediante paquetes independientes. Gracias a este enfoque, las actualizaciones no requieren modificar el sistema completo, sino crear una nueva imagen que incorpore los cambios. En caso de fallo, se puede volver a una versión previa sin afectar otros servicios, lo que facilita la recuperación y estabilidad en los procesos de despliegue (Bhat, 2021).

### ***Docker Compose para orquestación de servicios***

A medida que las aplicaciones se vuelven más complejas y se adopta la arquitectura, aumenta el número de componentes que deben desplegarse y coordinarse. Docker permite encapsular cada servicio en un contenedor, pero gestionarlos manualmente puede ser tedioso. Docker Compose simplifica esta tarea mediante un archivo YAML donde se definen los contenedores y sus relaciones, permitiendo levantar todo el entorno con un solo comando. (Bhat, 2021)

Todo esto, facilita construir, iniciar o detener contenedores, revisar sus registros y consultar su estado, por lo que lo convierte en una herramienta clave para el desarrollo local y la integración continua, ya que permite crear entornos reproducibles, ejecutar pruebas de manera aislada y eliminarlos fácilmente al terminar (Bhat, 2021).

### **RAG (Retrieval Augmented Generation)**

Según Sub & Huang (2025), el enfoque RAG (*Retrieval-Augmented Generation*) resulta especialmente útil en sistemas de información porque permite integrar conocimiento externo y mejorar la calidad de las decisiones a través de técnicas de *embeddings*, las cuales son como una traducción de un texto a números que una computadora puede entender. Gracias a esta técnica, documentos, solicitudes o registros pueden transformarse en vectores y almacenarse en bases de datos vectoriales, lo que permite búsquedas rápidas y precisas por similitud.

El uso de RAG aporta múltiples ventajas. Al obtener de manera dinámica información relevante desde fuentes externas, el modelo puede integrar datos actualizados y

adecuados al contexto dentro de su análisis. El proceso de representación y recuperación asegura que tanto las consultas como los archivos de información se transformen a un formato compatible con el modelo, facilitando una integración eficiente. De igual manera, su capacidad para procesar grandes volúmenes de información permite reducir el ruido y la carga computacional, enfocando el análisis en los aspectos más significativos (Sub & Huang, 2025).

### **Análisis de restricciones**

Para el desarrollo e implementación del prototipo digital de gestión de laboratorios, fue fundamental considerar las restricciones que pueden influir en su viabilidad técnica, económica y social. En primer lugar, se identificaron las restricciones legales y normativas, entre las que destacaron el cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales, las políticas internas de la universidad en relación con la seguridad de la información y el uso de software, así como el respeto a las condiciones de las licencias de las herramientas seleccionadas.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto depende de la infraestructura tecnológica disponible en la universidad, como servidores, redes y almacenamiento. También surgió una curva de aprendizaje del equipo del proyecto en el manejo de herramientas específicas, especialmente en la integración de módulos con Docker Compose y el uso de técnicas basadas en RAG para la recuperación inteligente de información.

En cuanto a las restricciones económicas y financieras, no se contemplaron gastos directos por parte de los desarrolladores, ya que se utilizaron tecnologías de código abierto como FastAPI, React, Docker y PostgreSQL, las cuales no requieren licencias de pago. Además, los aspectos relacionados con infraestructura, despliegue y escalabilidad serán gestionados directamente por la universidad, por lo que el proyecto se centró únicamente en la construcción del MVP.

El componente ambiental no representó riesgos directos, dado que se trató de un sistema de software; sin embargo, de manera indirecta el sistema contribuyó a reducir impactos negativos al evitar el desperdicio de insumos de laboratorio y al mejorar el control de materiales peligrosos.

Desde el ámbito social y cultural, una posible restricción es la resistencia al cambio por parte de los docentes que están acostumbrados al uso de formularios tradicionales.

Para superar esta barrera, es necesario implementar estrategias de capacitación y acompañamiento que faciliten la adopción del sistema.

A nivel político e institucional, la continuidad del proyecto dependerá de la alineación con los planes de desarrollo académico y con la visión de transformación digital de la universidad.

Finalmente, se consideraron las limitaciones propias del equipo de trabajo, ya que, al tratarse de estudiantes, la disponibilidad de tiempo pudo verse afectada por compromisos académicos en otras asignaturas y, en algunos casos, por responsabilidades laborales. Esto pudo ocasionar retrasos en el desarrollo, por lo que fue necesario planificar adecuadamente las fases del proyecto y priorizar funcionalidades clave para asegurar la entrega de un prototipo funcional dentro de los plazos establecidos.

## **Metodología para la selección y desarrollo de la solución**

La metodología constituye el eje central que orienta el proceso de selección y desarrollo de la solución tecnológica propuesta. Su diseño se basó en los objetivos generales y específicos del proyecto, garantizando que cada uno pudiera alcanzarse mediante actividades sistemáticas, medibles y verificables. Para tal fin, se adoptó un enfoque mixto, con un alcance exploratorio y un diseño no experimental, lo que permitió integrar la fase investigativa inicial con el proceso de construcción de un producto mínimo viable (MVP) orientado a la gestión integral de laboratorios.

### **Enfoque metodológico**

Se optó por un enfoque cualitativo, mediante el cual se realizaron sesiones de levantamiento de información con la coordinadora de laboratorios y, posteriormente, pruebas con un grupo focal conformado por docentes, la coordinadora y el personal de apoyo. Este proceso permitió comprender en profundidad las necesidades reales de los usuarios, identificar las falencias del modelo vigente y validar si el sistema desarrollado respondía adecuadamente a los requerimientos funcionales y no funcionales definidos desde la primera sesión de trabajo.

### **Justificación del alcance y diseño**

El proyecto adoptó un alcance exploratorio ya que su objetivo principal fue indagar, comprender y caracterizar las condiciones actuales del modelo de gestión de laboratorios de la Universidad EAN, más que comprobar hipótesis causales. Se buscó explorar alternativas tecnológicas viables que respondieran a las necesidades detectadas, analizando cómo una herramienta digital moderna podría mejorar los procesos de reserva, gestión de materiales y registro de asistencia.

Asimismo, el diseño fue no experimental debido a que no se manipularon variables ni se establecieron grupos de control. En su lugar, se observó y analizó el comportamiento del modelo actual y de los usuarios frente al nuevo prototipo en su contexto real de uso,

evaluando su funcionalidad, aceptación y eficiencia sin alterar las condiciones naturales del entorno operativo.

### **Fases de la metodología**

El diseño metodológico se organizó en tres fases principales, alineadas con los objetivos específicos del proyecto. A continuación, se detalla el proceso paso a paso de cada una.

#### ***Fase 1: Análisis y planteamiento de la solución***

La primera fase tuvo como propósito diagnosticar el modelo de gestión vigente de los laboratorios y definir las necesidades del nuevo sistema. Desde la sesión inicial con la coordinadora de laboratorios se estableció un conjunto preliminar de requerimientos funcionales y no funcionales, que se encuentran en la Tabla 1 y Tabla 2, los cuales sirvieron como base para el análisis posterior.

Posteriormente, se realizó un estudio detallado de los flujos administrativos, los pasos de reserva de espacios, el préstamo de materiales y los protocolos operativos. Este análisis permitió comprender el funcionamiento real de los laboratorios, identificar tareas redundantes o manuales, y precisar aquellos aspectos susceptibles de digitalización o automatización.

La información obtenida fue organizada y contrastada mediante un proceso de triangulación con documentos existentes proporcionados por la coordinadora y observaciones del flujo operativo, lo que permitió consolidar los requerimientos previamente identificados. Con esta base, se definió el alcance del producto mínimo viable (MVP), centrado en las funcionalidades esenciales: la reserva digital de espacios, la gestión de materiales e insumos, el registro automatizado de asistencia mediante mecanismos antifraude y el reporte de daños. Esta fase permitió establecer con claridad las necesidades del sistema y los criterios que guiarían su implementación.

### ***Fase 2: Diseño del prototipo***

La segunda fase se centró en la construcción del prototipo funcional, haciendo uso de tecnologías modernas y principios de modularidad y escalabilidad. En primer lugar, se definió la arquitectura del sistema, la cual debía garantizar la modularidad e integridad en la gestión de los datos que contendría el sistema.

Además, para asegurar portabilidad y escalabilidad, se implementó un entorno basado en Docker, que facilitó la orquestación de contenedores y el despliegue uniforme del sistema. El desarrollo siguió un enfoque modular, donde cada componente fue construido y validado antes de integrarse en el sistema.

Durante esta fase se presentó una curva de aprendizaje debido a la introducción de herramientas de IA, lo que implicó sesiones internas de capacitación y ajustes iterativos al proceso de desarrollo.

### ***Fase 3: Validación y retroalimentación del prototipo***

La tercera fase se dedicó a la validación funcional, técnica y de usabilidad del prototipo. Para ello, se realizaron pruebas piloto con un grupo focal conformado por docentes, la coordinadora y un asistente de laboratorio, quienes interactuaron con el sistema en condiciones similares a las operativas reales.

Durante la sesión de validación se recopilaron datos cualitativos, evaluando la estabilidad del sistema, facilidad de uso, errores de navegación y nivel de satisfacción de los usuarios. Además, se obtuvo la retroalimentación de los participantes en la que expresaron las percepciones sobre la utilidad del sistema y sugirieron mejoras puntuales, en el módulo de reservas y aspectos identificados en la interfaz de usuario.

Con base en esta retroalimentación, se realizaron ajustes iterativos de baja escala y se elaboró la documentación del proceso metodológico, las pruebas realizadas y los resultados obtenidos, conformando una base sólida para la futura implementación e institucionalización del sistema.

## **Análisis de Requerimientos**

El análisis de requerimientos constituye una etapa fundamental en el proceso de desarrollo de un proyecto, dado que permite establecer con claridad las funcionalidades que debe cumplir, así como las restricciones y condiciones bajo las cuales operará. Este proceso busca garantizar que el producto mínimo viable (MVP) responda de manera precisa a las necesidades de los usuarios y a los objetivos planteados.

En este estudio, se realizó un levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales para el MVP, orientados a la gestión integral de los laboratorios de la Universidad EAN. Los requerimientos funcionales describen las acciones específicas que el sistema debe ejecutar, tales como la reserva de laboratorios, la gestión de materiales y equipos, y el registro de asistencia estudiantil mediante mecanismos digitales confiables. Por su parte, los requerimientos no funcionales definen las características de calidad y desempeño esperadas, incluyendo aspectos como seguridad, escalabilidad, usabilidad, disponibilidad y rendimiento.

Con el fin de estructurar estos requerimientos de manera clara y comprensible, se adoptó el enfoque de historias de usuario, el cual permite expresar las necesidades desde la perspectiva de los actores involucrados, promoviendo la trazabilidad y la validación temprana del diseño. Esta metodología posibilitó diferenciar los requerimientos esenciales de aquellos que, aunque no definen directamente una función, resultan determinantes para la aceptación y sostenibilidad de la solución en el contexto académico.

El resultado de este análisis se presenta en la tabla 1, que contiene los requerimientos funcionales, y en la tabla 2, que contiene los requerimientos no funcionales, los cuales constituyen la base para el diseño, desarrollo y posterior evaluación del sistema propuesto.

**Tabla 1***Requerimientos funcionales*

ID	Actor	Historia de Usuario (HU)	Criterio de Aceptación / Intención del Producto
HU-01	Docente / Estudiante	Como docente o estudiante, quiero reservar un laboratorio con al menos una semana de anticipación, indicando fecha, franja horaria y asignatura, para asegurar disponibilidad y evitar conflictos de programación.	El sistema debe permitir reservar con validación automática de disponibilidad y enviar confirmación una vez esté aprobada.
HU-02	Coordinador de laboratorio	Como coordinador, necesito visualizar todas las reservas y evitar sobreposiciones en la programación. Además, el sistema debe permitir rechazar las reservas si los espacios solicitados están destinados a capacitaciones u otras actividades institucionales.	El sistema debe mostrar una agenda consolidada y bloquear automáticamente los horarios ya asignados y permitir rechazar una reserva de ser necesario.

HU-03	Docente	Como docente, deseo registrar en la reserva los materiales e insumos que necesito para la práctica, para que el laboratorio pueda preparar el alistamiento con antelación.	El sistema debe ofrecer plantillas con información previa, sugeridas por IA según práctica y número de estudiantes, modificables por el docente.
HU-04	Coordinador de laboratorio	Como coordinador, necesito sugerir insumos alternativos, para garantizar seguridad y disponibilidad de materiales.	El sistema debe permitir al coordinador gestionar los materiales que serán utilizados en una práctica de laboratorio.
HU-05	Estudiante	Como estudiante, quiero registrar mi asistencia para certificar mi participación en la práctica de forma rápida.	El sistema debe generar tokens temporales únicos antifraude por sesión y validar que no se repitan registros.
HU-06	Coordinador de laboratorio / Docente	Como coordinador o docente, necesito un reporte de asistencia por grupo y práctica, para verificar la participación real de los estudiantes.	El sistema debe permitir exportar reportes con datos confiables.

HU-07	Estudiante	Como estudiante, deseo recibir notificaciones recordándome la práctica y los materiales que debo llevar, para evitar olvidos y retrasos en la actividad.	El sistema debe enviar alertas automáticas vía correo/app.
HU-08	Docente	Como docente, necesito sugerencias acerca de las prácticas de laboratorios establecidas, de forma que tenga acceso de forma sencilla a información sobre las prácticas, para reducir la carga de consultas al personal.	El aplicativo, puede sugerir materiales e instrucciones de las prácticas basado en la documentación existente, ya sea a través de la solicitud de reservas con guías precargadas o un chat libre potenciado por IA.
HU-09	Docente / Coordinador de laboratorio	Como docente, deseo registrar incidentes o materiales dañados durante las prácticas, para que el coordinador pueda llevar un control formal de reposición y cuidado de equipos.	El sistema debe habilitar registro de incidentes con opción de seguimiento.

---

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 2***Requerimientos no funcionales*

ID	Actor	Historia de Usuario (HU)	Criterio de Aceptación / Intención del Producto
HU-10	Estudiante / Docente	Como usuario del sistema, quiero acceder desde cualquier dispositivo (web o móvil), para facilitar el uso en cualquier sede de la universidad.	El sistema debe ser seguro y accesible desde dispositivos móviles y de escritorio.
HU-11	Administrador del sistema	Como administrador, necesito que el sistema sea escalable para soportar el uso en las tres sedes y múltiples laboratorios simultáneamente, para garantizar continuidad del servicio a medida que crece la demanda.	El sistema debe manejar múltiples sedes sin pérdida de rendimiento.
HU-12	Usuario (cualquier rol)	Como usuario, quiero que la plataforma asegure una experiencia	El sistema debe cumplir con tiempos de respuesta óptimos bajo carga promedio.

		fluida y sin interrupciones.	
HU-13	Coordinador de laboratorio	Como coordinador, necesito que los datos de reservas, materiales y asistencia estén protegidos bajo protocolos de seguridad, para garantizar la confidencialidad e integridad de la información.	Implementación de cifrado, autenticación segura y control de accesos.
HU-14	Administrador del sistema	Como administrador, quiero que el sistema mantenga un registro de auditoría de todas las acciones relevantes, para asegurar trazabilidad y facilitar la gestión en caso de incidentes.	El sistema debe generar logs y reportes de auditoría accesibles para la administración.
HU-15	Usuario (general)	Como usuario, deseo que la interfaz sea intuitiva y amigable.	Diseño con buenas prácticas, que implemente navegación simple y lenguaje claro.

---

*Nota.* Elaboración propia.

## **Desarrollo de la Solución**

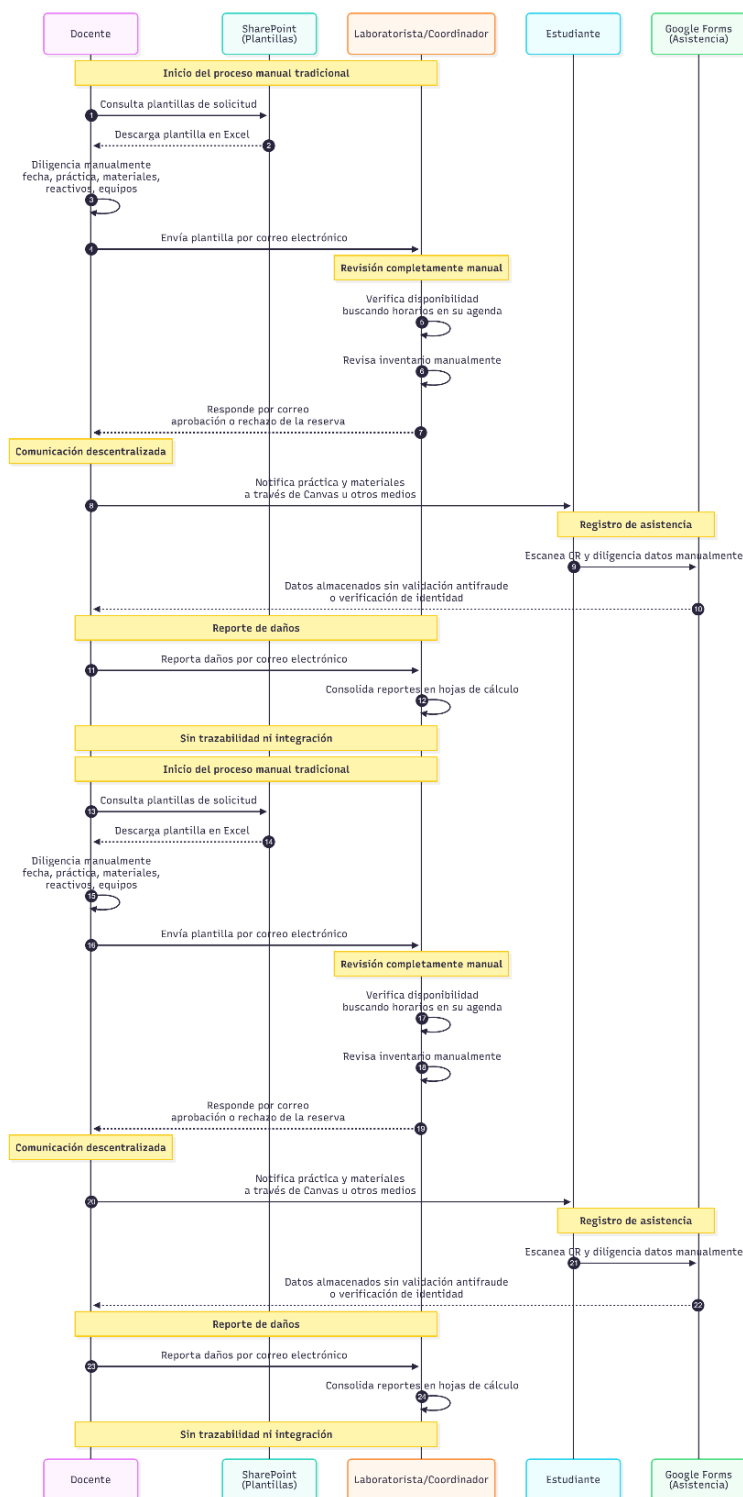
El desarrollo de la solución se llevó a cabo siguiendo de manera rigurosa la metodología establecida en el apartado anterior, garantizando que cada actividad desde el análisis inicial hasta la validación final respondiera directamente a los objetivos del proyecto. En esta sección se documentan las evidencias del proceso de construcción del sistema, incluyendo los diagramas, artefactos técnicos, configuraciones de entorno, casos de prueba y resultados obtenidos durante la implementación. Cada elemento presentado refleja la evolución progresiva del prototipo, mostrando cómo las decisiones técnicas y funcionales se integraron para dar forma a un sistema coherente, escalable y alineado con las necesidades reales de los laboratorios. Esta documentación no solo demuestra el proceso seguido, sino que sustenta la pertinencia y viabilidad de la solución propuesta.

### **Análisis y comprensión del flujo del laboratorio**

Para comprender de manera integral la dinámica operativa entre docentes, estudiantes y personal de laboratorio, se elaboró un diagrama de secuencia presentado en la Figura 2 que representa el flujo completo del proceso manual actualmente utilizado para la gestión de prácticas. Este diagrama permite identificar las interacciones directas entre los actores, los puntos de fricción operativa y las dependencias que surgen debido al uso de canales y herramientas dispersas como plantillas en SharePoint, comunicación por correo electrónico y formularios externos para el registro de asistencia.

Figura 2

Diagrama de secuencias del proceso actual de gestión de laboratorios



Nota: Elaboración propia.

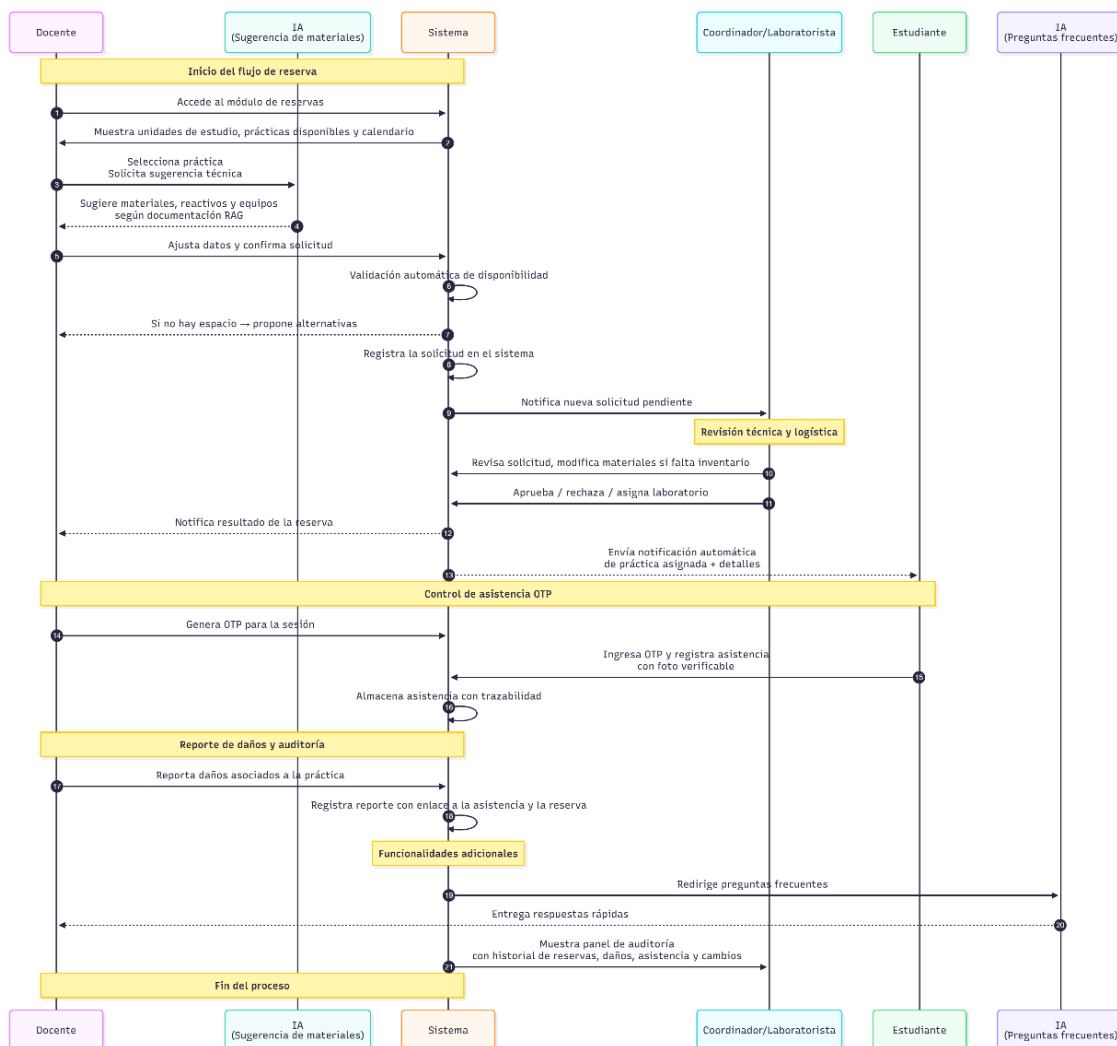
El análisis del flujo reveló diversas problemáticas estructurales, entre ellas: la ausencia de trazabilidad centralizada, la dependencia de validaciones manuales por parte del laboratorista, la duplicación de tareas administrativas, el riesgo elevado de error humano y la falta de mecanismos confiables para validar la asistencia o reportar daños. Estas limitaciones justificaron la necesidad de una solución tecnológica que automatizara los puntos críticos del proceso y redujera la carga operativa sobre docentes y coordinadores.

Con base en estos hallazgos se definió el alcance del Producto Mínimo Viable (MVP), orientado exclusivamente a resolver las funciones esenciales del ciclo de laboratorio: la reserva digital con validación automática de disponibilidad, la aprobación o rechazo por parte del laboratorista, la notificación automatizada a docentes y estudiantes, la verificación de asistencia mediante códigos *One Time Password* (OTP) y el registro centralizado de auditoría y reportes de incidentes. Este MVP permitió avanzar hacia un desarrollo iterativo y controlado, priorizando las funcionalidades de mayor impacto y facilitando la transición hacia un modelo más eficiente y confiable.

La Figura 3 presenta el nuevo diagrama de secuencia correspondiente al flujo automatizado propuesto, el cual evidencia cómo la solución tecnológica integra los distintos módulos del sistema y elimina las tareas manuales previamente detectadas, fortaleciendo la trazabilidad, la eficiencia y la toma de decisiones basada en información consolidada.

Figura 3

Diagrama de secuencias con el nuevo proceso que ejecutará el sistema digital de gestión de laboratorios



Nota: Elaboración propia.

### Diseño técnico de la solución

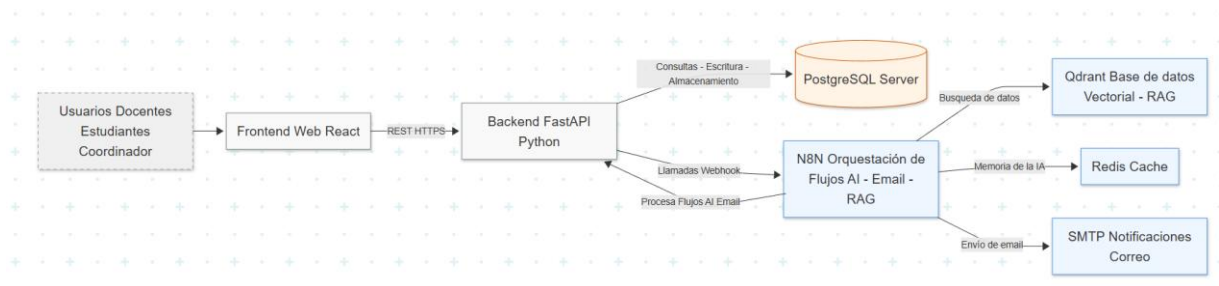
Con base en el análisis funcional y en los requerimientos identificados para optimizar el proceso de gestión de laboratorios, se definió una arquitectura técnica modular y escalable que soporta el nuevo sistema de gestión de laboratorios. La solución se estructura bajo un modelo *three-tier*, que separa claramente la capa de presentación

(React), la capa lógica de negocio (FastAPI) y la capa de datos (PostgreSQL, Qdrant y Redis), garantizando mantenibilidad y crecimiento futuro.

En esta sección se presenta el diagrama de arquitectura del sistema en la Figura 4, donde se ilustran los componentes principales y los flujos de interacción entre ellos. La capa frontend está compuesta por un aplicativo React que se comunican con una API REST central desarrollada en FastAPI. Este backend actúa como orquestador de la lógica de negocio, gestionando las reservas, validación de OTP, control de asistencia, manejo de usuarios, registro de auditoría e interconexión con los flujos de AI con n8n.

**Figura 4**

*Diagrama de arquitectura del sistema de gestión de laboratorio*



*Nota: Elaboración propia.*

El sistema incorpora servicios complementarios que fortalecen su funcionalidad:

- N8N, herramienta de código abierto responsable de flujos automatizados de IA, envío de correos y procesamiento de documentos para RAG.
- Qdrant, utilizado como base vectorial para las búsquedas semánticas de prácticas y respuestas generadas por el agente de IA.
- Redis, empleado para manejar en caché la ventana de contexto de la IA.
- PostgreSQL, base de datos principal que almacena la información estructurada del sistema.

En conjunto, esta arquitectura proporciona una plataforma sólida, segura y flexible para la gestión integral de laboratorios, habilitando futuras extensiones como analítica avanzada, integración con sistemas institucionales y nuevos servicios basados en IA.

### **Pruebas Funcionales, Validación y Evidencia por Historias de Usuario**

Con base en el flujo operativo diseñado y los requerimientos funcionales definidos para el MVP en la Tabla 1, se desarrolló un conjunto de pruebas funcionales orientadas a validar el comportamiento del sistema frente a los escenarios de uso reales. Cada prueba se relaciona explícitamente con una historia de usuario y se acompaña de evidencia visual tomada directamente de la aplicativo de software desarrollado, permitiendo demostrar el cumplimiento de los criterios de aceptación establecidos.

Como se puede evidenciar, en la Tabla 3, las pruebas abarcan todas las etapas críticas del proceso: creación de reservas por parte del docente, aprobación o ajuste por el laboratorista, generación y validación del OTP de asistencia, notificaciones automáticas, y registro de reportes de daño y auditoría. Este enfoque asegura trazabilidad completa entre requisitos, implementación y funcionamiento observable, garantizando que el sistema se alinea con las funcionalidades planteadas en el nuevo flujo propuesto en la Figura 3.

**Tabla 3***Validación de historias de usuario*

ID	Evidencia	Estado
HU-01	Ver Anexo A	Se valida efectivamente que el sistema no permite sobreposición de programaciones y se recibe un correo una vez la reserva es aprobada.
HU-02	Ver Anexo B	El sistema entrega un calendario que le permite al coordinador de laboratorio filtrar por tipo de práctica y tener una visión general de las solicitudes de laboratorio.
HU-03	Ver Anexo C	El sistema de acuerdo con la práctica escogida al solicitar una reserva sugiere efectivamente los materiales, equipo y reactivos necesarios para realizar la práctica.
HU-04	Ver Anexo D	El sistema permite al coordinador de laboratorio gestionar los diferentes

---

		materiales, equipos y reactivos solicitados para una reserva.
HU-05	Ver Anexo E	El sistema genera OTP para validar la asistencia de un estudiante al laboratorio, además de solicitar una foto como segunda evidencia.
HU-06	Ver Anexo F	El sistema brinda reportes detallados de asistencia y reservas, para garantizar un histórico persistente centralizado y trazabilidad.
HU-07	Ver Anexo G	El sistema genera alertas automatizadas para recordar las reservas que se encuentran próximas y eventos importantes como el reporte de un daño.
HU-08	Ver Anexo H	El aplicativo permite entrenar sus modelos de IA con documentación personalizada a través de la base de conocimiento

---

---

		disponible en el panel de administración.
HU-09	Ver Anexo I	El sistema permite crear reportes de daños en un laboratorio y almacena el histórico para seguimiento posterior.

---

*Nota: Elaboración propia.*

### Análisis de Costos

Aunque el desarrollo del MVP no generó costos, al realizarse en el marco de un proyecto académico de grado que no implicó contratación externa ni adquisición de software propietario, desde la perspectiva de un análisis formal es necesario identificar y estimar los recursos involucrados para determinar la viabilidad económica del proyecto.

#### Costos directos del proyecto

Los costos directos asociados corresponden a las horas de trabajo necesarias para diseñar, implementar y probar el sistema. Para efectos de estimación, se emplearon valores promedio del mercado colombiano para roles junior e intermedios como se puede evidenciar en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Estimado de costos directos*

Rubro / Rol	Horas estimadas	Costo por hora (COP)	Costo total (COP)	Descripción
Programador	120 h	\$35,000	\$4,200,000	Implementación del backend, APIs y lógica funcional
Diseñador de Interfaz	20 h	\$30,000	\$600,000	Diseño de interfaces y flujos de interacción
Arquitecto de software (asesoría)	10 h	\$45,000	\$450,000	Revisión y validación de arquitectura
Tester funcional	25 h	\$25,000	\$625,000	Pruebas, validación y reporte de errores

---

<b>Total costos</b>	
<b>directos</b>	<b>\$5,875,000</b>
<b>estimados</b>	

---

*Nota. Elaboración propia.*

### **Costos indirectos del proyecto**

Los costos indirectos asociados corresponden al uso de infraestructura tecnológica necesaria para la operación del sistema. En este análisis se estiman como si la solución fuera desplegada sobre proveedores de nube pública (Amazon Web Services, Azure o Google Cloud Platform), expresados en COP a continuación en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Estimado de costos indirectos*

Rubro	Cantidad estimada	Costo unitario mensual (COP)	Costo mensual estimado (COP)	Descripción
Máquina virtual básica (2 vCPU, 4 GB RAM)	1 instancia	\$85,000	\$85,000	Instancia equivalente a AWS t2.medium / GCP e2- medium

---

Almacenamiento				Volumen
SSD en bloque	20 GB	\$700 / GB	\$14,000	asignado para logs y archivos
Base de datos				Instancia
administrada	1 instancia	\$120,000	\$120,000	mínima
PostgreSQL				administrada
Transferencia de				Tráfico
datos (50 GB/mes)	50 GB	\$350 / GB	\$17,500	estimado de API y panel administrativo
<b>Costo indirecto</b>				
<b>total mensual</b>			<b>\$236,500</b>	

*Nota. Elaboración propia.*

Adicionalmente, se estima el costo indirecto que corresponde al uso de servicios de inteligencia artificial basados en consumo por tokens. Su valor depende del volumen de consultas mensuales y del modelo seleccionado.

Para un escenario moderado de uso, el gasto estimado oscila entre 1 y 2 USD mensuales utilizando modelos optimizados de bajo costo, pudiendo incrementarse en caso de emplear modelos avanzados de mayor capacidad, tal como se evidencia en la Tabla 6.

**Tabla 6***Costo de uso por tokens de diferentes modelos de AI*

Modelo sugerido	Costo por millón de tokens (USD)	Tokens estimados por mes	Costo mensual estimado (USD)
<hr/>			
Modelo liviano / económico (GPT-4o-mini o equivalente)	~0.15 USD	~7.2 M	1 – 2 USD
<hr/>			
Modelo intermedio (Claude 3.5 Sonnet o equivalente)	~3.00 USD	~7.2 M	~ 21.6 USD
<hr/>			
Modelo avanzado (GPT-4o o equivalente)	~5.00 USD	~7.2 M	~ 36 USD
<hr/>			

*Nota. Elaboración propia.*

El análisis presentado parte de una hipótesis de implementación y desarrollo en un contexto externo al ámbito académico, lo que permite estimar el valor formal de la solución en \$5.875.000 COP, correspondiente a 175 horas/hombre de programación, diseño y gestión del proyecto. Asimismo, los costos indirectos mensuales considerando infraestructura en la nube y servicios básicos de IA se proyectan entre \$237.500 y \$241.500 COP, valores necesarios para garantizar su funcionamiento continuo y estable bajo condiciones reales de operación por lo que se considera un proyecto económicamente viable.

## Conclusiones

A partir del desarrollo del sistema propuesto y del análisis integral de su diseño, implementación y validación operativa, se consolidan las conclusiones que dan respuesta directa al problema planteado y a los objetivos del proyecto. La evaluación comparativa entre el modelo actual de gestión de laboratorios y la solución tecnológica desarrollada permitió identificar el impacto de la centralización, la automatización y la incorporación de inteligencia artificial en la optimización de los procesos académicos y administrativos. Las conclusiones presentadas a continuación sintetizan los resultados obtenidos, evidenciando la pertinencia, eficacia y viabilidad del sistema frente a las necesidades institucionales de la Universidad EAN.

- El diagnóstico del modelo actual de gestión evidenció ineficiencias, falta de trazabilidad y una alta dependencia de procesos manuales, especialmente en la asignación de reservas, control de asistencia y solicitud de materiales. Al comparar dichos hallazgos con las funcionalidades implementadas en el aplicativo desarrollado, se determinó un alto grado de cumplimiento respecto a los requerimientos institucionales. El sistema responde adecuadamente a las necesidades identificadas, particularmente en la centralización de información, la automatización de tareas repetitivas y la disponibilidad de reportes confiables.
- El diseño del aplicativo integral demostró ser pertinente y funcional para los procesos del laboratorio, al incorporar componentes modulares para reservas, asistencia estudiantil, inventario de materiales y gestión automatizada mediante IA. La arquitectura propuesta permitió construir una solución escalable, segura y coherente con los estándares modernos de desarrollo. Este diseño contribuye directamente a optimizar la planificación académica,

disminuir desperdicios operativos y asegurar la integridad de los datos administrativos y académicos.

- La integración de IA en los módulos de materiales, atención al usuario y generación de reportes aportó mejoras significativas en eficiencia operativa, permitiendo automatizar tareas como identificación de inconsistencias, sugerencias de inventario, análisis de daños y apoyo al proceso de reserva. La incorporación de funciones cognitivas demostró ser una ventaja competitiva frente al modelo tradicional, abriendo el camino para futuros módulos predictivos (como proyección de demanda o alertas tempranas).
- Las pruebas de usabilidad realizadas con el equipo de coordinación de laboratorios confirmaron la efectividad del sistema y su potencial adopción institucional.

## Referencias

- Bhat, S. (2021a). Practical docker with python: Build, release, and distribute your python app with docker. In *Practical Docker with Python: Build, Release, and Distribute Your Python App with Docker*. Apress Media LLC. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7815-4>
- Bhat, S. (2021b). Practical docker with python: Build, release, and distribute your python app with docker. In *Practical Docker with Python: Build, Release, and Distribute Your Python App with Docker*. Apress Media LLC. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7815-4>
- Chusho, T. (2016). The User View and the System View of Matching Sites for End-User-Initiative Development. In G.-C. Yang, S.-I. Ao, X. Huang, & O. Castillo (Eds.), *Transactions on Engineering Technologies* (pp. 109–122). Springer Singapore.
- Forero, S. (2025, August 21). *Entendimiento necesidades de laboratorios EAN*.
- Hueso Ibañez, Luis. (2000). *Gestión de bases de datos (2a. ed.)*. RA-MA Editorial.
- Jain, V., & Mittal, A. (2024). The Rise of Component-Driven Development in Modern Frontend Frameworks. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i05.40772>
- Jangla, K. (2018). Accelerating Development Velocity Using Docker: Docker Across Microservices. In *Accelerating Development Velocity Using Docker: Docker across Microservices*. Apress Media LLC. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3936-0>
- Juba, Salahaldin., Volkov, Andrey., & Vannahme, Achim. (2015). *Learning PostgreSQL : create, develop, and manage relational databases in real-world applications using PostgreSQL*. Packt Publishing.
- Kotstein, S., Bogner, J., & Barzen, J. (2021). *Which RESTful API Design Rules Are Important and How Do They Improve Software Quality? A Delphi Study with Industry*

- Experts* (pp. 154–173). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-87568-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-87568-8_10)
- Lathkar, M. (2023). Introduction to FastAPI. In M. Lathkar (Ed.), *High-Performance Web Apps with FastAPI: The Asynchronous Web Framework Based on Modern Python* (pp. 1–28). Apress. [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9178-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9178-8_1)
- Li, L., & Chou, W. (2011). Design and Describe REST API without Violating REST: A Petri Net Based Approach. *2011 IEEE International Conference on Web Services*, 508–515. <https://doi.org/10.1109/ICWS.2011.54>
- Ma, X. (2016). The Research of the Opening System of University Laboratory and the Design of the Laboratory Reservation System. *Proceedings of the 2016 International Conference on Computational Science and Engineering (ICCSE 2016)*, 113–117. <https://doi.org/10.2991/iccse-16.2016.19>
- Makris, A., Tserpes, K., Spiliopoulos, G., Zissis, D., & Anagnostopoulos, D. (2021). MongoDB Vs PostgreSQL: A comparative study on performance aspects. *Geoinformatica*, 25(2), 243–268. <https://doi.org/10.1007/s10707-020-00407-w>
- Marii, B., & Zholubak, I. (2022). Features of Development and Analysis of REST Systems. *Advances in Cyber-Physical Systems*, 7(2), 121–129. <https://doi.org/10.23939/acps2022.02.121>
- Prayogi, A. A., Niswar, M., Indrabayu, & Rijal, M. (2020). Design and Implementation of REST API for Academic Information System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 875(1), 12047. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/875/1/012047>
- Rajala, O. (2024). *Impact of React component libraries on developer experience - An empirical study on component libraries' styling approaches*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18504.33282>

- Riswanto, Suseno, N., Partono, Harjati, P., & Dedy, H. A. (2019). School Laboratory Management Information System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1361(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1361/1/012068>
- Salas-Tanchiva, C. (2022). Impact and importance of the automation of the documentary process in public institutions. *Revista Científica de Sistemas e Informática*, 2(1). <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.266>
- Sub, P., & Huang, S. (2025). *Finance and Large Language Models* (P. M. S. Choi & S. H. Huang, Eds.). Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-96-5833-6>
- Wang, Y., Wei, Z., Cao, J., & Liu, Z. (2019). Research and Implementation of Big Data Technology Laboratory Equipment Reservation Management System. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 252(4), 42072. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/252/4/042072>
- Yang, B. (2021). Research on the Laboratory Management Mode Based on the Optimal Allocation of Resources. *OALib*, 08(01), 1–8. <https://doi.org/10.4236/oalib.1107119>

## A. Anexo: Validación automática disponibilidad y recordatorios.

### Reserva de laboratorio y materiales

#### 1. Información sobre la práctica

Tipo de reserva:

Práctica dirigida

Práctica a realizar:

Reconocimiento de Material

Fecha:

25/11/2025

Hora inicio:

10:00 a. m.

Hora fin:

12:00 p. m.

Unidad de estudio:

Química General (C4G1)

No. estudiantes

12

Grupos

3

Ya existe una reserva con la misma practica en este horario.

Continuar

#### Practica de Laboratorio

Tienes una práctica programada para el 23/11/2025 a las 09:00 AM en el laboratorio: Biología en la sede: Calle 74. Por favor, llega a tiempo, lleva tu bata, carné institucional y cualquier material requerido para tu actividad.

Consultar detalles

Este es un correo automatizado. No responder.

## B. Anexo: Agenda consolidada de prácticas.

Calendario de reservas

Filtrar por práctica: Todas

Hoy **noviembre de 2025** Mes Semana Día

























lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7

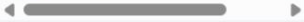
● 10 Reconocimiento  
● 12 Reactivo Límite

## C. Anexo: Plantillas sugeridas por IA con detalles de una práctica.



### Reserva de laboratorio y materiales





#### 2. Lista de materiales, equipos y reactivos

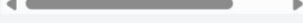
Materiales		
Materiales	Cantidad	
  Tubos de Ensayo - Me...	10 Unidad	
  Gradilla para tubos	1 Unidad	
  Pipeta 10 mL	2 Unidad	
  Pipeteador	1 Unidad	
  Vaso de precipitado de...	2 Unidad	
  Cinta	1 Unidad	
  Tijeras	1 Unidad	
  Regla	1 Unidad	
  Papel de filtro	1 Unidad	
  Vidrio de reloj o caja p...	1 Unidad	
  Erlenmeyer Kitasato	1 Unidad	
  Embudo	1 Unidad	



[Agregar fila](#)

Equipos		
Equipos	Cantidad	
  Bomba de vacío	1 Unidad	

Reactivos			
Reactivo	Concentr...	Ca	
  Cloruro férrico	0,2	50	
  Hidróxido d...	0,2	1 l	



## D. Anexo: Gestión de materiales de una reserva.

### Materiales

Nombre	Cantidad	Estado
Tubos de Ensayo - Medianos con tapa	10	Aprobado
Gradilla para tubos	1	Aprobado
Pipeta 10 mL	2	Aprobado
Pipeteador	1	Aprobado
Vaso de precipitado de 250 mL	2	Aprobado
Cinta	1	Aprobado
Tijeras	1	Aprobado
Regla	1	Aprobado
Papel de filtro	1	Aprobado
Vidrio de reloj o caja petri	1	Aprobado

Filas por página 10 1-10 de 12 |< < > >|

### Equipos

Nombre	Cantidad	Estado
Bomba de vacío	1	Aprobado

Filas por página 10 1-1 de 1 |< < > >|

### Reactivos

Nombre	Concentración	Cantidad	Estado
Hidróxido de Sodio	0,2	1 L	Aprobado
Cloruro férrico	0,2	500 mL	Aprobado

Filas por página 10 1-2 de 2 |< < > >|

## E. Anexo: Validación antifraude de asistencia.

Laboratorios						
Laboratorio	sede	Fecha inicio	Unidad de estudio	Tipo de práctica	Estado	Acciones
Química	Calle 74	25/11/2025, 12:00	Química General	Reactivo Límite	Aprobado	<a href="#">Ver más</a> <a href="#">Reportar</a> <a href="#">Generar token</a>

**Token generado**

Tu token es:

**339411**

Recuerda indicar a los estudiantes una pose o gesto específico para su foto al momento de registrar asistencia.

Filas por página: 10 1-1 de 1

**Daños reportados**

## Registra tu asistencia



\*A continuación, sube una foto tuya en la práctica de laboratorio, con la indicación dada por el profesor.

Token:

339411|

Enviar

## F. Anexo: Reportes detallados.

### Laboratorios realizados

**Reactivo Límite**  
Química General (C4G1)  
23 nov 2025, 12:00

### Reactivo Límite — Química General (C4G1)

#### Asistentes:

Ana Sofía Beltran Duran — abeltra1928@universidadean.edu.co

#### No Asistentes:

Cristian Camilo Montealegre Rangel — cmontea0935@universidadean.edu.co

### Reserva #1

RECHAZADO

**Tipo de reserva:** Práctica dirigida

**Docente:** Marie Jose Chery Leal

**Grupo:** C4G2

**Hora inicio:** 10:00:00 a. m.

**Práctica:** Reconocimiento de Material

**Unidad de estudio:** Química General

**Fecha:** 25/11/2025

**Hora fin:** 12:00:00 p. m.

### Materiales

Nombre	Cantidad	Estado
Pinzas para tubos, para crisol	1	Aprobado
Bureta con pinza y soporte	1	Aprobado
Balones de vidrio - picnómetro	1	Aprobado
Tubos de ensayo con y sin desprendimiento	1	Aprobado
Probetas vidrio y plástico	1	Aprobado
Vaso de precipitado	1	Aprobado
Caja de petri - Vidrio de reloj	1	Aprobado
Erlenmeyer con y sin desprendimiento	1	Aprobado
Embudo de vidrio y de porcelana	1	Aprobado
Agitador de vidrio	1	Aprobado

Filas por página 10 1-10 de 15 |< < > >|

Por favor, especifique la razón de la aprobación o desaprobación

El laboratorio de esta practica esta en mantenimiento


Aprobar

Rechazar

Volver

Laboratorio	Fecha inicio	Fecha fin	Docente	Unidad	Estado	Acciones
Sin nombre	25/11/2025, 10:00 a. m.	25/11/2025, 12:00 p. m.	Marie Jose Chery Leal	Química General	Rechazado	Ver más

## G. Anexo: Alertas automáticas.

 **Recordatorio de práctica de laboratorio**

Este es un recordatorio automático de tu práctica programada. 📅 Fecha: 11/11/2025 a las 02:00 AM ✍️  
Laboratorio: Física - Laboratorio 1 📍  
Sede: Legacy Por favor, llega puntualmente con tu bata, carné institucional y el material necesario.

[Consultar detalles](#)

---

Este es un correo automatizado. No responder.

**Se ha creado un reporte del material: Pipeta 10 mL**

Se ha creado un reporte de la reserva numero 2. La fecha de la reserva corresponde al 25/11/2025 a las 12:00 PM.

[Consultar detalles](#)

---

Este es un correo automatizado. No responder.

## H. Anexo: Agente de IA y entrenamiento personalizado.

+ Nueva sesión

Conversación #1 TU/16/25 10:09:28 PM

Today

Conversación #1

**Que horarios tienen los laboratorios de la universidad?**

Los laboratorios de la Universidad EAN operan de lunes a viernes de 6:00 am a 10:00 pm. Además, se ofrece servicio en horarios adicionales durante sábados y domingos, según las solicitudes de las facultades y de acuerdo con las necesidades de las actividades de formación, investigación, extensión y proyección.

Si tienes alguna otra pregunta sobre los laboratorios o sus recursos, no dudes en preguntar.

Escribe tu mensaje...

### Base de Conocimientos

#### Base de Conocimientos

Sube un archivo y selecciona a qué bases de conocimiento deseas enviarlo.

Selecciona un archivo:

Seleccionar archivo Practicas de Laboratorio - EAN.pdf

- Cargar a base de conocimiento de la IA
- Cargar a base de conocimientos de prácticas de laboratorio

Cargar archivo

## I. Anexo: Seguimiento de reporte de daños.

### Reporte de incidencias y daños de materiales de laboratorio

Reserva:

Laboratorio - Reactivo Límite

Nombre del material / equipo:

Pipeta 10 mL

Gravedad del daño:

Moderado

Descripción:

El mecanismo de succión y dispensación no responde de manera adecuada

Enviar

#### Reportes de Daños

Filtrar por: Día

ID	Material	Severidad	Descripción	Estado	Fecha de reporte	Acciones
1	Pipeta 10 mL	Moderado	El mecanismo de succi...	Pendiente	16/11/2025, 10:15 p. m.	<a href="#">Ver más</a>

Rows per page: 10 1-1 of 1

#### Detalle del Reporte

##### Detalle del daño

Material/Equipo: Pipeta 10 mL

Gravedad: Moderado

Fecha del reporte: 16/11/2025, 10:15:11 p. m.

Estado: Pendiente

##### Descripción

El mecanismo de succión y dispensación no responde de manera adecuada.

##### Retroalimentación

Aún no hay retroalimentación del administrador.