

Deployment of a web application with Nginx on VPS: performance analysis in a digital medical records system

Freddy Gonzales-Saji, Msc¹ , Lady Concha-Diaz¹ , Lisbeth Ortiz-Huarachi¹ , Ricardo Calienes-Rodríguez¹ , Claudia Cárdenas-Ticona¹ , Rene Nieto-Valencia¹ 

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú

fgonzales@unsa.edu.pe, lconcha@unsa.edu.pe, lortizh@unsa.edu.pe, rcalienesr@unsa.edu.pe, ccardenast@unsa.edu.pe, rnietov@unsa.edu.pe

Abstract The purpose of this study is to document and analyze the deployment of a web application for psychological medical records implemented with Nginx on a virtual private server (VPS), developed as part of the Software Engineering Project course and applied in a real environment. The methodology adopted corresponds to a descriptive study of an applied nature, in which a production environment based on decoupled client-server architecture was configured and its performance was evaluated using load tests with Apache JMeter, considering metrics such as response time, median, standard deviation, and throughput. The results showed stable response times close to 217 ms, no errors during the execution of 1000 concurrent requests, and consistent server behavior under moderate load. It is concluded that the Nginx-based configuration on VPS is a viable and controllable alternative for applied academic projects that require transferring solutions developed in the classroom to real production environments, maintaining adequate stability and performance for small and medium-scale clinical management applications.

Keywords: Web deployment, Nginx, VPS, performance.

Despliegue de una aplicación web con Nginx sobre VPS: análisis de desempeño en un sistema digital de historias clínicas

Freddy Gonzales-Saji, Msc¹, Lady Concha-Díaz¹, Lisbeth Ortiz-Huarachi¹, Ricardo Calienes-Rodríguez¹, Claudia Cárdenas-Ticona¹, Rene Nieto-Valencia¹

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú

fgonzales@unsa.edu.pe, lconcha@unsa.edu.pe, lortizh@unsa.edu.pe, rcalienesr@unsa.edu.pe, ccardenast@unsa.edu.pe, rnietov@unsa.edu.pe

Resumen— El presente estudio tiene como propósito documentar y analizar el despliegue de una aplicación web de historias clínicas psicológicas implementada con Nginx sobre un servidor privado virtual (VPS), desarrollada en el marco del curso Proyecto de Ingeniería de Software y aplicada en un entorno real. La metodología adoptada corresponde a un estudio descriptivo de carácter aplicado, en el cual se configuró un entorno de producción basado en arquitectura cliente-servidor desacoplada y se evaluó su desempeño mediante pruebas de carga con Apache JMeter, considerando métricas como tiempo de respuesta, mediana, desviación estándar y throughput. Los resultados evidenciaron tiempos de respuesta estables cercanos a 217 ms, ausencia de errores durante la ejecución de 1000 solicitudes concurrentes y un comportamiento consistente del servidor bajo carga moderada. Se concluye que la configuración basada en Nginx sobre VPS constituye una alternativa viable y controlable para proyectos académicos aplicados que requieren trasladar soluciones desarrolladas en aula hacia entornos productivos reales, manteniendo estabilidad y desempeño adecuados para aplicaciones de gestión clínica en pequeña y mediana escala.

Palabras clave: Despliegue web, Nginx, VPS, desempeño.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del ciclo de vida del software descrito en la ISO/IEC/IEEE 12207, el proceso de operación incluye las actividades para ejecutar el sistema en un ambiente real, tales como su despliegue, monitoreo y mantenimiento [1]. Por su parte, el SWEBOK v4 define que el despliegue es la instalación de una versión específica del software en un ambiente específico, diferente al lanzamiento (release), que es ponerlo a disposición de los usuarios finales [2]. Estas definiciones hacen notar que el despliegue es una fase importante en la ingeniería de software, porque es el punto donde se pasa de la etapa de desarrollo a la de uso real del sistema.

En metodologías ágiles como Scrum, cada sprint debe generar un incremento potencialmente desplegable que satisfaga la definición de hecho (Definition of Done) del equipo [4]. La velocidad de entrega y la retroalimentación temprana con el cliente dependen de la capacidad de hacer despliegues frecuentes, estables y repetibles, un punto reconocido también en investigaciones sobre prácticas ágiles y mejora de procesos [3]. Aquí es donde la adopción de

prácticas DevOps y herramientas de CI/CD fortalece la eficiencia y disminuye los riesgos en entornos cambiantes de desarrollo [5].

El presente trabajo se realiza para el curso Proyecto de Ingeniería de Software de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, donde estudiantes desarrollaron una solución real para un centro psicológico privado bajo la supervisión del docente. Este ambiente posibilitó combinar el aprendizaje académico con la aplicación práctica en un ambiente productivo real, exigiendo que cada sprint finalice con una versión funcional desplegada y disponible para el cliente. La necesidad de presentar resultados operativos en cada iteración requirió un entorno de despliegue estable, controlable y de respuesta.

Durante el proceso se evaluaron distintas alternativas de alojamiento en la nube, incluyendo plataformas con planes gratuitos y servidores privados virtuales (VPS), identificándose limitaciones asociadas al control de configuración y restricciones en servicios críticos como el envío de correos electrónicos mediante SMTP. Ante este escenario, se optó por una arquitectura basada en Nginx como servidor web y proxy inverso desplegado sobre un VPS, buscando garantizar estabilidad, control de infraestructura y desempeño bajo condiciones de carga concurrente.

Si bien existen múltiples publicaciones que analizan el uso de Nginx en distintos contextos tecnológicos, son limitados los trabajos que integran de manera articulada la experiencia de despliegue en entornos académicos aplicados a organizaciones reales, combinando la configuración de infraestructura en VPS, la integración frontend-backend y la evaluación de desempeño mediante pruebas de carga en sistemas operativos en producción.

En este sentido, la principal contribución del presente estudio radica en documentar y validar un enfoque de despliegue replicable en contextos educativos de ingeniería de software, donde se articulan prácticas de desarrollo ágil, configuración de infraestructura real y evaluación de desempeño, facilitando la transferencia de soluciones desarrolladas en el aula hacia entornos productivos.

En este contexto, el artículo describe el proceso de implementación y configuración del entorno de despliegue, así como el análisis de desempeño realizado mediante pruebas de

carga con Apache JMeter en un sistema digital de historias clínicas psicológicas desarrollado para el centro mencionado.

II. METODOLOGÍA

El presente trabajo corresponde a un estudio descriptivo de carácter aplicado, desarrollado en el marco del curso Proyecto de Ingeniería de Software, donde estudiantes implementaron una solución real para un centro psicológico privado bajo la supervisión docente. El enfoque adoptado consistió en documentar el proceso de despliegue en un entorno productivo y evaluar su desempeño técnico bajo condiciones controladas de carga.

2.1. Contexto y enfoque de implementación.

El sistema fue desarrollado bajo una arquitectura cliente-servidor desacoplada. El frontend fue construido con React y TypeScript, utilizando Vite como herramienta de compilación para la generación de archivos estáticos. El backend fue desarrollado con Node.js y Express, gestionando la lógica de negocio y la interacción con la base de datos alojada en Supabase. La ejecución del backend en producción se administró mediante PM2 como gestor de procesos.

El despliegue se realizó en un servidor privado virtual (VPS) con sistema operativo Ubuntu, configurando Nginx como servidor web y proxy inverso. Esta configuración permitió servir los archivos estáticos del frontend y redirigir las solicitudes API hacia el backend en ejecución local, garantizando separación de responsabilidades y control sobre la infraestructura.

2.2. Proceso de despliegue

El procedimiento de despliegue incluyó las siguientes etapas:

- Configuración inicial del VPS y actualización del sistema operativo.
- Instalación y configuración de Nginx como servidor web.
- Compilación del frontend y transferencia de archivos estáticos al servidor.
- Configuración de bloques de servidor en Nginx para servir contenido estático y establecer proxy inverso hacia el backend.
- Despliegue del backend mediante repositorio Git y ejecución persistente utilizando PM2.
- Verificación funcional del acceso público al sistema.

Este procedimiento fue aplicado de manera iterativa en los distintos sprints del proyecto, permitiendo mantener versiones funcionales accesibles para validación con el cliente.

2.3. Evaluación de desempeño

Para evaluar el desempeño del entorno de despliegue se realizaron pruebas de carga utilizando Apache JMeter, herramienta ampliamente utilizada en estudios de evaluación de rendimiento de aplicaciones web [10]. La prueba consistió en la ejecución de 1000 solicitudes concurrentes en una única iteración, simulando acceso simultáneo al sistema.

La configuración de la prueba en Apache JMeter se realizó mediante un grupo de hilos (Thread Group) compuesto por 1000 usuarios virtuales ejecutados en una única iteración, simulando accesos concurrentes al sistema. La evaluación se orientó principalmente al acceso simultáneo sobre el endpoint principal de autenticación y carga inicial del sistema, representando un escenario de uso concurrente típico dentro del contexto operativo del centro psicológico. Asimismo, la prueba fue ejecutada bajo condiciones controladas de red y servidor, buscando garantizar consistencia en la medición de tiempos de respuesta y throughput.

Las métricas analizadas fueron:

- Tiempo promedio de respuesta.
- Mediana del tiempo de respuesta.
- Desviación estándar.
- Throughput (solicitudes procesadas por minuto).
- Registro de errores durante la ejecución.

Los resultados permitieron analizar la estabilidad del servidor y la capacidad del entorno Nginx sobre VPS para manejar tráfico concurrente sin degradación significativa del servicio.

El escenario evaluado se definió considerando el contexto operativo real del sistema y el alcance académico del proyecto, priorizando la validación de estabilidad y capacidad de respuesta bajo carga concurrente moderada. Si bien no se incluyeron pruebas escalonadas, de estrés extremo o comparativas con otras infraestructuras de despliegue, la evaluación permitió obtener evidencia funcional sobre el comportamiento del entorno Nginx sobre VPS en condiciones representativas de operación.

Con el fin de sintetizar los principales elementos del diseño metodológico adoptado en el presente estudio, la Tabla 1 resume los componentes tecnológicos, el tipo de enfoque y los criterios de evaluación considerados.

TABLA I.
RESUMEN DEL DISEÑO METODOLÓGICO

Elemento	Descripción
Tipo de estudio	Descriptivo aplicado
Contexto	Proyecto académico aplicado a empresa privada
Arquitectura	Cliente-servidor desacoplada
Servidor web	Nginx
Entorno de despliegue	VPS con Ubuntu
Backend	Node.js + Express
Frontend	React + TypeScript
Evaluación de desempeño	Pruebas de carga con Apache JMeter
Métricas analizadas	Tiempo promedio, mediana, desviación estándar, throughput, errores
Escenario de carga evaluado	1000 solicitudes concurrentes simuladas mediante Apache JMeter

III. DESARROLLO

3.1 Implementación del sistema

El sistema fue implementado en un entorno real correspondiente a un centro psicológico privado, lo que implicó considerar requerimientos operativos asociados a disponibilidad, acceso remoto y envío de notificaciones por correo electrónico. La solución se desarrolló de manera incremental durante los sprints del curso, desplegándose versiones funcionales al finalizar cada iteración.

La Figura 1 muestra la interfaz principal del sistema digital de historias clínicas desplegado en el entorno VPS. En ella se observan indicadores operativos como número de psicólogos, pacientes registrados, horas de trabajo mensuales, casos sociales realizados e internos activos, así como módulos de gestión y visualización de citas. Esta interfaz corresponde a la versión desplegada y accesible en entorno productivo, utilizada por el centro psicológico para la gestión diaria de sus actividades. La implementación fue validada funcionalmente por el personal del centro psicológico durante los sprints del proyecto.

Figura 1. Interfaz principal del sistema



Desde el punto de vista práctico, el frontend fue compilado para generar archivos estáticos optimizados, los cuales fueron transferidos al entorno VPS para su publicación mediante Nginx. Paralelamente, el backend fue configurado para ejecutarse de manera persistente utilizando un gestor de procesos, asegurando continuidad del servicio incluso ante reinicios del sistema.

3.2 Requerimientos del sistema

El sistema fue diseñado para cubrir las necesidades operativas de un centro psicológico privado, contemplando funcionalidades orientadas a la gestión integral de la información clínica y administrativa. Desde el punto de vista funcional, se incluyeron módulos para la administración de usuarios, pacientes, historias clínicas, programación de citas, evaluaciones, horarios, permisos y analíticas.

En cuanto a los requerimientos no funcionales, se priorizaron aspectos relacionados con el desempeño del sistema, la seguridad de la información clínica, la compatibilidad con distintos navegadores y dispositivos, la capacidad de escalabilidad y la implementación de mecanismos de respaldo ante posibles fallos.

Con el fin de sintetizar estos elementos, la Tabla 2 presenta un resumen general de los requerimientos considerado

TABLA II
RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Tipo	Descripción general
Funcionales	Gestión de usuarios, pacientes, historias clínicas, citas, evaluaciones, horarios, permisos y analíticas
No funcionales	Tiempo de respuesta, seguridad de la información, escalabilidad, compatibilidad y respaldo

3.3 Selección del entorno de despliegue

En el proceso de implementación se evaluaron diferentes opciones de alojamiento en la nube. Las plataformas con planes gratuitos eran fáciles de empezar, pero con control limitado de configuración y restricciones en servicios esenciales, como enviar correos electrónicos a través de SMTP.

Por estas limitaciones y por el hecho de que el sistema se desplegaría en la vida real, se eligió un servidor privado virtual (VPS) que otorga control de puertos, red y procesos. Esta decisión fue fundamental para asegurar la estabilidad y continuidad del servicio.

Experiencias previas en despliegue de aplicaciones web en entornos controlados muestran que la configuración directa del servidor permite mayor flexibilidad y adaptación a necesidades específicas del proyecto [7].

3.4 Configuración del entorno de servidor

Se configuró Nginx como servidor web y proxy inverso en un sistema operativo Ubuntu. Los archivos estáticos del frontend se colocaron en la carpeta adecuada del servidor, y las llamadas a la API se enrutaron al backend local mediante reglas de proxy inverso.

El backend se configuró para ejecutarse de forma continua con un administrador de procesos, lo que garantiza que el servicio se mantenga en funcionamiento incluso después de reinicios del sistema. Esta integración hizo posible que todo punto de entrada al sistema se expusiera bajo una única dirección pública, preservando la separación lógica en capas y optimizando la comunicación interna.

Desde la perspectiva de los requerimientos no funcionales, la configuración implementada permitió incorporar mecanismos básicos de seguridad y escalabilidad acordes al contexto del proyecto. En términos de seguridad, se aplicó separación entre frontend y backend mediante proxy inverso, control de acceso al servidor VPS y administración centralizada de servicios mediante PM2 y Nginx. Respecto a la escalabilidad, la arquitectura desacoplada facilita la ampliación de recursos del servidor y la incorporación de nuevos servicios backend sin afectar la estructura general del sistema, permitiendo adaptar la solución a mayores niveles de demanda operativa.

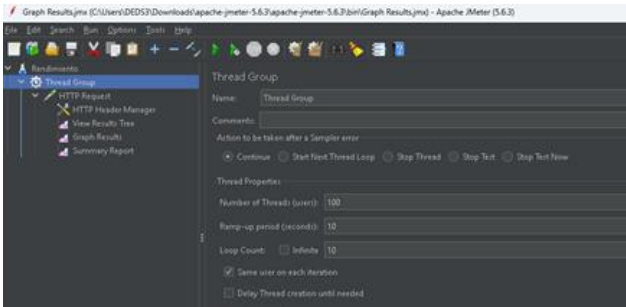
IV. RESULTADOS

Para medir el rendimiento del entorno de despliegue sobre Nginx en VPS, se hicieron pruebas de carga con Apache JMeter. La prueba consistió en realizar 1000 peticiones concurrentes en una sola iteración, simulando accesos simultáneos al sistema.

Las métricas tomadas fueron el tiempo promedio de respuesta, la mediana, la desviación estándar, el throughput (número de peticiones por minuto) y el error log durante la ejecución.

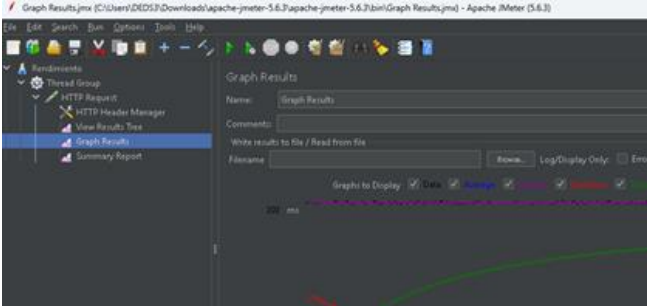
La Figura 2 muestra la configuración general de la prueba de carga realizada con Apache JMeter.

Figura 2. Configuración de la prueba de carga en Apache JMeter.



La Figura 3 presenta los resultados obtenidos durante la ejecución de la prueba de carga, mostrando las métricas de tiempo de respuesta, throughput y registro de errores generadas por Apache JMeter.

Figura 3. Resultados de desempeño obtenidos



El análisis de los resultados evidencia que el entorno de despliegue mantuvo un comportamiento estable durante la ejecución de la prueba de carga. El tiempo promedio de respuesta cercano a 217 ms y una mediana aproximada de 198 ms sugieren consistencia en el procesamiento de solicitudes concurrentes, reduciendo variaciones significativas entre respuestas individuales.

Asimismo, la reducción progresiva de la desviación estándar luego de las primeras solicitudes indica estabilización del servidor conforme avanzó la ejecución de la prueba, comportamiento asociado a procesos de inicialización y gestión de caché presentes en entornos web basados en Nginx.

En relación con el throughput, el sistema superó las 4000 solicitudes por minuto sin registrar errores durante la ejecución, lo que evidencia capacidad adecuada para manejar escenarios de concurrencia moderada dentro del contexto operativo del sistema evaluado. Estos resultados sugieren que la configuración implementada permite mantener estabilidad funcional y continuidad del servicio bajo condiciones representativas de uso concurrente.

Previo al análisis detallado, la Tabla 3 sintetiza las principales métricas obtenidas durante la prueba de carga realizada con Apache JMeter. Estos valores permiten apreciar de manera resumida el comportamiento del sistema bajo condiciones de acceso concurrente.

TABLA III
RESUMEN DE MÉTRICAS DE DESEMPEÑO

Métrica	Valor aproximado
Tiempo promedio	217 ms
Mediana	198 ms
Throughput	> 4000 solicitudes/min
Errores	0

V. LIMITACIONES

Si bien los resultados obtenidos evidencian un desempeño estable del entorno de despliegue basado en Nginx sobre VPS, el presente estudio presenta ciertas limitaciones que deben considerarse.

En primer lugar, la evaluación de desempeño se realizó en un único entorno de servidor privado virtual y bajo una configuración específica, por lo que los resultados podrían variar en función de la infraestructura, capacidad de hardware o proveedor seleccionado.

En segundo lugar, la prueba de carga se limitó a la ejecución de 1000 solicitudes concurrentes en una única iteración, sin realizar análisis comparativos con otras plataformas de despliegue ni evaluar escenarios de carga progresiva o estrés extremo.

Asimismo, no se efectuó un análisis detallado del consumo de recursos del servidor, como uso de CPU, memoria o ancho de banda, centrándose el estudio únicamente en métricas de tiempo de respuesta y throughput.

Asimismo, no se incorporaron pruebas comparativas con otras configuraciones de despliegue o proveedores de infraestructura, por lo que los resultados deben interpretarse dentro del contexto específico evaluado.

Finalmente, el estudio se desarrolló en el contexto de un proyecto académico aplicado, lo cual implica que las decisiones técnicas estuvieron condicionadas por el alcance del curso y los recursos disponibles durante el período de desarrollo.

Estas limitaciones no invalidan los resultados obtenidos, pero delimitan el alcance de las conclusiones y abren oportunidades para trabajos futuros orientados a evaluaciones comparativas más amplias y análisis de escalabilidad avanzada.

VI DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten analizar no solo el desempeño técnico del entorno de despliegue implementado, sino también su viabilidad como estrategia de integración entre formación académica y aplicación en contextos reales de operación. El tiempo promedio de respuesta cercano a 217 ms y la ausencia de errores durante la prueba de carga evidencian que la configuración basada en Nginx sobre VPS fue adecuada para el nivel de concurrencia evaluado, manteniendo estabilidad funcional bajo condiciones representativas de uso concurrente.

A diferencia de estudios centrados exclusivamente en evaluaciones técnicas de infraestructura, el presente trabajo incorpora el despliegue como parte de una experiencia formativa aplicada, donde estudiantes desarrollaron, implementaron y validaron una solución operativa en un entorno real. Esta integración entre prácticas de desarrollo ágil, configuración de infraestructura y validación funcional constituye uno de los principales aportes del estudio, al

demostrar la viabilidad de trasladar proyectos académicos hacia ambientes productivos controlados.

El comportamiento observado es consistente con reportes previos donde el uso de Nginx como proxy inverso contribuye a la centralización del acceso y a la redistribución eficiente de solicitudes en despliegues web, facilitando la estabilidad operativa en entornos de implementación práctica [8].

Asimismo, el uso de Nginx como proxy inverso facilitó la integración entre el frontend y backend bajo una misma dirección pública, permitiendo centralizar la gestión del tráfico y simplificar el acceso del usuario final, estrategia también documentada en otros contextos de despliegue web [8]. En el caso desarrollado, esta configuración resultó fundamental para mantener una arquitectura desacoplada sin comprometer simplicidad de acceso para el usuario final.

Este enfoque de integración entre componentes frontend y backend en entornos web también ha sido aplicado en otros desarrollos tecnológicos donde la implementación en infraestructura controlada permitió optimizar el comportamiento del sistema en producción [6].

Desde la perspectiva académica, la experiencia permitió a los estudiantes enfrentar desafíos reales asociados al despliegue en producción, tales como restricciones de red, configuración de puertos y gestión de servicios persistentes. Este proceso evidenció que el despliegue no constituye únicamente una actividad técnica final, sino una etapa crítica dentro del ciclo de vida del software, alineada con lo establecido por la ISO/IEC/IEEE 12207 y el SWEBOK [1], [2].

Sin embargo, es importante señalar que el análisis realizado se centró en un entorno específico y bajo condiciones de carga moderada, por lo que los resultados deben interpretarse dentro de ese contexto. Aun así, la experiencia documentada demuestra que una configuración basada en Nginx sobre VPS representa una alternativa viable y controlable para proyectos académicos que requieren trasladar soluciones desarrolladas en aula hacia entornos productivos reales.

De manera similar, otras aplicaciones científicas y de visualización web han requerido configuraciones específicas de servidor para garantizar estabilidad y acceso remoto eficiente [9].

Si bien los resultados corresponden a un entorno específico y bajo condiciones de carga moderada, la experiencia documentada proporciona evidencia útil para proyectos académicos y organizacionales de pequeña y mediana escala que requieran implementar entornos de despliegue controlados utilizando tecnologías web ampliamente adoptadas en la industria.

VII CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió documentar y analizar el despliegue de una aplicación web basada en Nginx sobre un servidor privado virtual (VPS), desarrollada en el marco del

curso Proyecto de Ingeniería de Software y aplicada en un entorno real correspondiente a un centro psicológico privado.

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas de carga realizadas con Apache JMeter evidencian que la configuración implementada ofrece tiempos de respuesta estables, ausencia de errores y capacidad para gestionar solicitudes concurrentes dentro del nivel de carga evaluado. Esto confirma que la combinación Nginx-VPS constituye una alternativa técnicamente viable para proyectos académicos aplicados que requieren trasladar soluciones desarrolladas en aula hacia entornos productivos reales, permitiendo además fortalecer competencias relacionadas con despliegue, configuración de infraestructura y validación de desempeño en estudiantes de ingeniería de software.

Asimismo, la experiencia permitió evidenciar que el despliegue representa una fase crítica dentro del ciclo de vida del software, no solo desde el punto de vista técnico, sino también formativo. La implementación en un entorno real expuso a los estudiantes a desafíos asociados a configuración de infraestructura, gestión de servicios y validación de desempeño, fortaleciendo la articulación entre teoría y práctica.

En conjunto, el estudio demuestra que un entorno controlado basado en Nginx sobre VPS puede proporcionar estabilidad y desempeño adecuados para aplicaciones web de gestión clínica en contextos de pequeña y mediana escala, siempre que se consideren adecuadamente los requerimientos de infraestructura y configuración.

Como línea futura de trabajo, se recomienda ampliar la evaluación mediante pruebas comparativas con distintos proveedores de infraestructura y escenarios de carga progresiva, así como incorporar métricas adicionales relacionadas con consumo de recursos del servidor (CPU, memoria y ancho de banda). Asimismo, podría explorarse la integración de herramientas de monitoreo continuo y automatización de despliegue para fortalecer la robustez operativa y analizar el comportamiento del sistema en contextos de mayor escala.

VIII AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al centro psicológico que colaboró en la implementación y validación del sistema desarrollado. Por razones de seguridad y confidencialidad de la información clínica gestionada, el nombre de la institución no se consigna en el presente estudio. Su disposición para permitir la aplicación de la solución en un entorno real fue fundamental para el desarrollo de esta experiencia académica.

Asimismo, se agradece a los estudiantes del curso Proyecto de Ingeniería de Software por su compromiso, dedicación y responsabilidad durante las fases de desarrollo y despliegue del sistema. De igual manera, se reconoce la labor

de los docentes asesores, quienes brindaron orientación técnica y académica durante todo el proceso.

Finalmente, se extiende el agradecimiento a todas las personas que participaron en la documentación y redacción de esta experiencia, contribuyendo a la sistematización y análisis del trabajo realizado.

REFERENCES

- [1] ISO/IEC 12207. Ciclo de vida del software. España. Disponible en: <https://www.bureauveritas.es/certificacion/certificacion-de-equipos-e-instalaciones/isoiec-12207-ciclo-de-vida-del-software>
- [2] IEEE Computer Society. *Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)*. IEEE Computer Society, Sep. 26, 2025. Disponible en: <https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering>
- [3] D. Pashchenko, "Excellence practices in scrum paradigm in software development," *Journal of Data Science and Intelligent Systems*, Jan. 2024, doi: 10.47852/bonviewjdsis42023645.
- [4] K. Schwaber and J. Sutherland, *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*, Scrum.org, Nov. 2020. Disponible en: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf>
- [5] I. Dias, R. Wickramarachchi, and S. Jayasinghe, "Key Success Factors for Adoption of CI/CD with Agile Project Management - Systematic Literature Review," *International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering (SCSE)*, pp. 1–7, Apr. 2025, doi: 10.1109/scse65633.2025.11031019.
- [6] Z. Dosbayev, A. Tuleshov, A. Osmanov, B. Sadykova, N. Smailov, and A. Sabibolda, "Development of a literacy enhancement system based on IoT and web technologies: integration of ESP8266 and Laravel," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 4, no. 9 (136), pp. 51–60, Aug. 2025, doi: 10.15587/1729-4061.2025.337999.
- [7] R. Ren, X.-E. Sun, and L. Hu, "A new method for hosting and sharing MATLAB Web App," *Scientific Reports*, vol. 12, no. 1, p. 21645, Dec. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-26165-3.
- [8] Z. Lei, H. Zhou, S. Ye, W. Hu, and G.-P. Liu, "Cost-Effective server-side re-deployment for web-based online laboratories using NGINX reverse Proxy," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 53, no. 2, pp. 17204–17209, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.ifacol.2020.12.1748.
- [9] S. Hayashi, A. Gopu, R. Kotulla, and M. D. Young, "ImageX: new and improved image explorer for astronomical images and beyond," *Proceedings of SPIE*, vol. 9913, p. 99134E, Aug. 2016, doi: 10.1117/12.2233425.
- [10] Indrianto, I. "Performance Testing on Web Information System Using Apache JMeter and BlazeMeter," *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 138–149, Dec. 2023, doi:10.22437/jiituj.v7i2.28440