



















ORIGINAL

Integration of the Double Diamond Methodology of Design Thinking and DevOps for the Optimization of Software Development Processes

Integración de la Metodología Doble Diamante de Design Thinking y DevOps para la Optimización de Procesos de Desarrollo de Software

Danny Velasco-Silva¹  , Genesis Chafla-Espinoza²  , Lidia Castro-Cepeda¹  , Alex Asitimbay-Chamba³  , Alex Buñay-Yuquilema³  , Fabián Bastidas-Alarcón⁴  , Andrés Noguera-Cundar⁴  , Javier Albuja-Jácome⁴  

¹Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería. Riobamba, Ecuador.

²Investigador Independiente. Riobamba, Ecuador.

³Universidad Nacional de Chimborazo, Dirección de Investigación. Riobamba, Ecuador.

⁴Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba, Ecuador.

Citar como: Velasco-Silva D, Chafla-Espinoza G, Castro-Cepeda L, Asitimbay-Chamba A, Buñay-Yuquilema A, Bastidas-Alarcón F, et al. Integration of the double diamond methodology of design thinking and devops for the optimization of software development processes. Data and Metadata. 2024; 3:.650. <https://doi.org/10.56294/dm2024.650>

Enviado: 14-06-2024

Revisado: 14-09-2024

Aceptado: 23-12-2024

Publicado: 24-12-2024

Editor: Adrián Alejandro Vitón Castillo 

Autor para la correspondencia: Danny Velasco-Silva 

ABSTRACT

The integration of Double Diamond Design Thinking methodologies with DevOps seeks to optimize software development processes. This hybrid approach combines the user-centered design principles of the Double Diamond methodology, which emphasizes understanding and addressing user needs through a structured four-phase process (Discover, Define, Develop, and Deliver), with the collaborative and iterative nature of DevOps, which aims to improve efficiency and value delivery in the software lifecycle, in order to improve development quality by reducing response times, increasing adaptability to changes, and ensuring that final products are functional, scalable, and aligned with user needs and business objectives. A mixed-approach methodology was used. For the qualitative analysis, 120 researchers were surveyed, divided into two groups: control and experimental, to analyze the variables efficiency, product quality, adaptability and user satisfaction. On the other hand, the quantitative variables of system load and performance were analyzed. It was shown that the automated system reduced registration and follow-up times, improved the perception of ease of use and decreased the need for technical support. In addition, its efficiency was validated with 300 simultaneous requests, showing an optimized use of resources and average response times of 200 ms. It was concluded that this methodological integration improves efficiency, quality and user satisfaction, offering a replicable model in other technological contexts.

Keywords: Optimization; Software; DevOps; Innovation; Automation.

RESUMEN

La integración de las metodologías Doble Diamante de Design Thinking con DevOps busca optimizar procesos de desarrollo de software, este enfoque híbrido combina los principios de diseño centrados en el usuario de la metodología Doble Diamante, que enfatiza la comprensión y la atención de las necesidades de los usuarios a través de un proceso estructurado de cuatro fases (Descubrir, Definir, Desarrollar y Entregar), con la naturaleza colaborativa e iterativa de DevOps, cuyo objetivo es mejorar la eficiencia y la entrega de valor en el ciclo de vida del software, con la finalidad de mejorar la calidad del desarrollo, reduciendo los tiempos de respuesta, incrementando la adaptabilidad a los cambios, y asegurando que los productos finales sean

funcionales, escalables y alineados con las necesidades del usuario y los objetivos del negocio. Se utilizó una metodología cuyo enfoque es mixto, para el análisis cualitativo se encuestó a 120 investigadores divididos en dos grupos: de control y experimental con el fin de analizar las variables eficiencia, calidad del producto, adaptabilidad y satisfacción del usuario, por otro lado se analizó las variables cuantitativas de carga y rendimiento del sistema, se evidenció que el sistema automatizado redujo tiempos de registro y seguimiento, mejoró la percepción de facilidad de uso y disminuyó la necesidad de soporte técnico. Además, se validó su eficiencia con 300 solicitudes simultáneas, mostrando un uso optimizado de recursos y tiempos de respuesta promedios de 200 ms. Concluyendo que esta integración metodológica mejora la eficiencia, calidad y satisfacción del usuario, ofreciendo un modelo replicable en otros contextos tecnológicos.

Palabras clave: Optimización; Software; DevOps; Innovación; Automatización.

INTRODUCCIÓN

La automatización de procesos tiene como objetivo fundamental la optimización de las operaciones mediante la sustitución de tareas manuales por procesos automáticos, lo que implica una eficiencia operativa, mejorando la precisión y la consistencia en la ejecución de tareas, garantizando una mayor calidad en los resultados finales.

Aplicar la metodología Doble Diamante de Design Thinking a la automatización de procesos permite abordar esta tarea de manera estructurada y centrada en el usuario. Este enfoque asegura que la automatización no solo sea técnicamente sólida, sino que también satisfagan las necesidades reales de los usuarios y mejoren sus experiencias, mediante soluciones innovadoras y sostenibles que optimicen sus procesos y recursos.⁽¹⁾

La metodología Doble Diamante ha ganado una amplia aceptación y aplicación en diversas industrias y disciplinas desde su introducción por el Design Council del Reino Unido en 2005. Esta metodología ofrece un marco claro y estructurado para abordar problemas complejos de manera creativa. Esta metodología organiza el proceso de diseño en cuatro fases: Descubrir, Definir, Desarrollar y Entregar, facilitando la generación de soluciones innovadoras y efectivas.⁽²⁾

El método doble diamante produce una mejor comunicación entre equipos y contribuye a la transparencia del proceso, de tal forma que el usuario y otros expertos forman parte de todo el proceso,⁽³⁾ este modelo no solo busca ser una forma de gestionar proyectos de diseño, sino que busca ser aplicable a cualquier campo.⁽⁴⁾

La cultura DevOps representa un enfoque colaborativo y ágil para el desarrollo de software que integra a los equipos de desarrollo y operaciones en todo el ciclo de vida del desarrollo y despliegue de aplicaciones. Este enfoque tiene como objetivo principal mejorar la colaboración entre los equipos y automatizar los procesos de entrega de software, con el fin de lograr despliegues más rápidos, frecuentes y confiables.⁽⁵⁾

LISTADO DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES			
RF	Nombre del requerimiento	Descripción	Prioridad
RF01	Registro centralizado	Permitir a los investigadores y autores, postular y gestionar sus publicaciones científicas en un sistema centralizado.	Alta
RF02	Metadatos completos	Recopilar y almacenar metadatos completos de las publicaciones, como título, autores, afiliaciones, resumen, palabras clave, entre otros.	Alta
RF03	Búsqueda y recuperación	Permitir al departamento de la GCDI buscar las postulaciones según criterios como autor, tema, palabras clave.	Alta
RF04	Integración con otros sistemas	Integrar el registro de publicaciones científicas con otros sistemas relevantes, como repositorios institucionales, bases de datos académicas, perfiles de investigadores, entre otros.	Alta
RF05	Interfaz intuitiva y amigable	Proporcionar una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar, que permita a los usuarios navegar y utilizar el sistema de manera eficiente, sin requerir conocimientos técnicos avanzados.	Alta
RF06	Seguridad y privacidad	Garantizar la seguridad de los datos y la privacidad de los usuarios mediante medidas de protección y autenticación, como cifrado de datos, acceso restringido, gestión de permisos, entre otros.	Alta

Figura 1. Listado de requerimientos funcionales

La combinación de la metodología Doble Diamante de Design Thinking con la cultura DevOps ofrece una aproximación integral para el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras y eficientes. Ambas metodologías, aunque diferentes en su enfoque, comparten principios comunes de colaboración, iteración y centrado en el usuario, lo cual las hace complementarias en la búsqueda de la excelencia operativa y la innovación continua.

En general, la integración de la metodología Double Diamond y DevOps está cambiando el panorama del desarrollo de software al promover un marco más ágil y receptivo que fomenta la retroalimentación continua y la mejora iterativa, mejorando en última instancia las experiencias de los usuarios y las eficiencias operativas en un entorno de mercado competitivo.

El objetivo principal del artículo es proponer y validar una estrategia en el desarrollo de software, que combine las fortalezas del Doble Diamante de Design Thinking y DevOps para la optimización de los procesos de desarrollo de software. Esta propuesta aprovecha las capacidades de análisis, diseño centrado en el usuario y creatividad del Doble Diamante, junto con la automatización, colaboración y entrega continua de DevOps. Busca mejorar la eficiencia y calidad del desarrollo, reduciendo los tiempos, incrementando la adaptabilidad a los cambios, y asegurando que los productos finales sean funcionales, escalables y alineados con las necesidades del usuario y los objetivos del negocio.

Para el desarrollo del sistema de registro de publicaciones científicas en la Universidad Nacional de Chimborazo los requerimientos funcionales fueron elaborados en base a las peticiones por parte de la Dirección de Investigación que maneja el proceso de registro de publicaciones científicas.

En la figura 1, se observa el listado de los requerimientos funcionales del sistema.

Por otro lado, los requerimientos no funcionales describen el funcionamiento en general del sistema establecido por categorías de compatibilidad, rendimientos, extensibilidad y mantenibilidad. A continuación, en la figura 2, se observa los requerimientos no funcionales del sistema.

LISTADO DE REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES			
RF	Nombre del requerimiento	Descripción	Categoría
RF01	El sistema debe ser capaz de manejar un volumen creciente de postulaciones.	El sistema debe ser capaz de manejar un gran volumen de datos a medida que aumente la actividad del sistema.	Escalabilidad
RF02	El sistema debe ser eficiente	El sistema debe ser eficiente y ofrecer un rendimiento rápido al realizar búsquedas, recuperar postulaciones y ejecutar otras operaciones relacionadas.	Rendimiento
RF03	Se deben implementar medidas de seguridad	Se deben implementar medidas de seguridad sólidas para proteger los datos almacenados en el registro y garantizar la confidencialidad e integridad de la información.	Seguridad
RF04	El sistema debe ser capaz de interoperar	El sistema debe ser capaz de interoperar con otros sistemas y plataformas utilizados en la universidad, permitiendo la transferencia de datos de manera fluida y segura.	Interoperabilidad
RF05	La interfaz de usuario del sistema debe ser intuitiva	La interfaz de usuario del sistema debe ser intuitiva, fácil de usar y accesible para usuarios con diferentes niveles de experiencia y habilidades tecnológicas.	Usabilidad
RF06	El sistema debe ser fácil de mantener y actualizar	El sistema debe ser fácil de mantener y actualizar, permitiendo realizar mejoras, correcciones y ajustes de manera eficiente sin interrupciones significativas.	Mantenibilidad
RF07	El sistema debe admitir la integración	El sistema debe admitir la integración con sistemas externos, como bases de datos bibliográficas, servicios de identidad, sistemas de correo electrónico, entre otros.	Integración

Figura 2. Listado de requerimientos no funcionales

MÉTODO

Para abordar este estudio de investigación, se utiliza una metodología basada en un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). Este enfoque permite validar la eficiencia de la integración de estas metodologías en un contexto práctico.

Tipo de estudio

El estudio adopta un enfoque cuasi-experimental, comparando un grupo que utiliza un sistema basado en la metodología de Doble Diamante con otro que sigue procesos manuales, para evaluar eficiencia, calidad, adaptabilidad y satisfacción. Además, se realizan pruebas de carga y rendimiento para analizar el desempeño del sistema, garantizando validez interna y reconociendo las limitaciones de variables externas no controladas.

Población

El tamaño de la muestra corresponde a los docentes investigadores de la Universidad Nacional de Chimborazo que presentan proyectos de investigación, cuyo número corresponde a 174 usuarios del sistema.

Muestra

Para la elección del tamaño de la muestra se utilizar las siguientes fórmulas:

$$n = \frac{z^2 * p * (p - 1)}{e^2}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

Z= valor crítico asociado al nivel del confianza

p= proporción esperada de la población

e= margen de error

$$n_{ajustada} = \frac{n}{1 + \frac{n - 1}{N}}$$

Para la presente investigación se utilizaron los siguientes parámetros:

Z=1,96, para un nivel de confianza del 95 %

p=0,5

e=5 % (0,05)

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * (0,5 - 1)}{0,05^2} = 384,16$$

Es necesario ajustar para la población finita porque N es conocida:

$$n_{ajustada} = \frac{384,16}{1 + \frac{348,16 - 1}{174}} = 119,97$$

Por lo tanto, se asume una muestra de 120 investigadores a quienes se les aplico el instrumento para validar la eficiencia del sistema.

Variables

- La variable independiente incluye la implementación de las fases del Doble Diamante (Descubrir, Definir, Desarrollar y Entregar) y las prácticas de DevOps (automatización, integración continua, entrega continua y colaboración).
- Las variables dependientes se centran en los resultados esperados, como la eficiencia y desempeño del software y la satisfacción del usuario.

Recolección de datos

Se utiliza una estrategia basada en técnicas mixtas para abordar tanto las variables cualitativas como cuantitativas. Los datos cualitativos se recogen mediante entrevistas estructuradas desarrolladas por los miembros del equipo, y aplicadas a los usuarios finales, que evidenciarán la percepción de dichos usuarios.

En cuanto a los datos cuantitativos, se utiliza *Blazer Meter* para realizar pruebas de carga y rendimiento que permiten evaluar la respuesta del sistema bajo condiciones de alta demanda.

Todo ello para evaluar cambios en eficiencia, calidad y adaptabilidad, triangulando los datos obtenidos para garantizar la validez y la profundidad del análisis.

RESULTADOS

Se contó con una muestra final de 120 docentes investigadores de la UNACH, seleccionados mediante un procedimiento basado en el cálculo del tamaño muestral para poblaciones finitas. Para la aplicación del instrumento fue necesario dividir a la muestra en 2 grupos: el grupo de control (uso proceso manual) y el grupo experimental (uso del proceso automático), cada uno formado por 60 individuos. Para evitar sesgos en la investigación se garantizó la homogeneidad de los grupos midiendo el nivel de estudios, se usó la prueba χ^2 con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, cuya hipótesis es:

- H_0 : no hay diferencias significativas en la distribución del nivel educativo entre los grupos.
- H_1 : hay diferencias significativas en la distribución.

Lo que dio como resultado:

- $p_{valor} = 0,1124$
- $p_{valor} > \alpha$

Se concluye que ambos grupos son homogéneos en términos de nivel educativo.

Además, la muestra estuvo equilibrada en cuanto a las características demográficas relevantes para el estudio, asegurando representatividad en las observaciones realizadas.

Luego de haber aplicado el instrumento al grupo de control y al grupo experimental se obtienen los siguientes resultados:

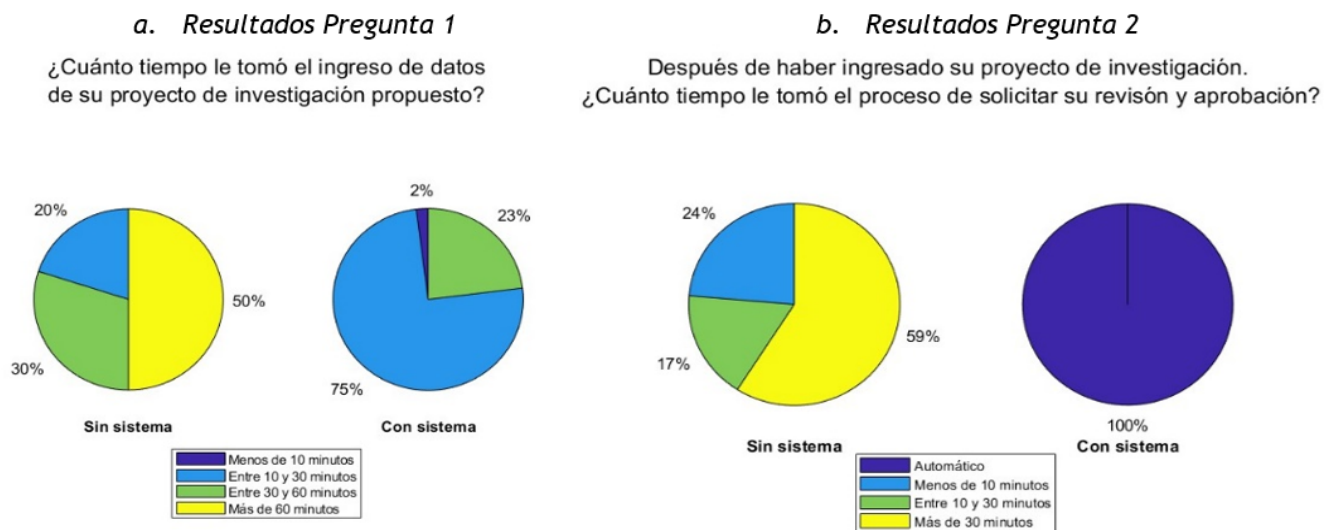


Figura 3. Resultados Pregunta 1 y 2

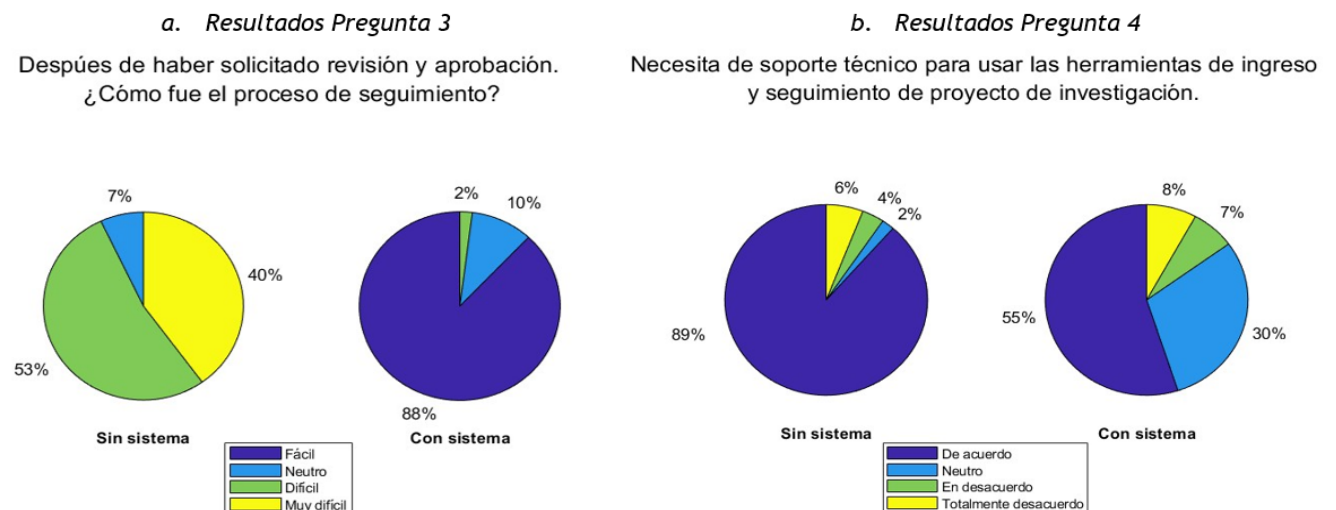


Figura 4. Resultados Pregunta 3 y 4

La figura 3-a muestra que el sistema automatizado permite subir la información del proyecto con mayor agilidad: el 75 % de los usuarios completaron la tarea en 10-30 minutos, mientras que el 80 % de los usuarios manuales tardaron más de 30 minutos.

La figura 3-b evidencia que la revisión y aprobación, realizada manualmente, tomaba más de 30 minutos en el 59 % de los casos. En cambio, con el sistema automatizado, este procedimiento fue completamente automático para el 100 % de los usuarios, optimizando tiempo y recursos.

La figura 4-a revela que el 83 % de los usuarios del método manual percibieron el seguimiento como “difícil” o “muy difícil”, mientras que el 88 % de quienes usaron el sistema automatizado lo consideraron “fácil”, destacando la facilidad y eficiencia del sistema.

La figura 4-b muestra que el 89 % de los usuarios manuales necesitaron soporte técnico, frente al 55 % de los usuarios del sistema automatizado, lo que evidencia la mayor intuición y facilidad de uso del sistema. Se recomienda implementar capacitaciones para reducir aún más la necesidad de soporte técnico.

El proceso de postulación, seguimiento y aprobación lo considera:

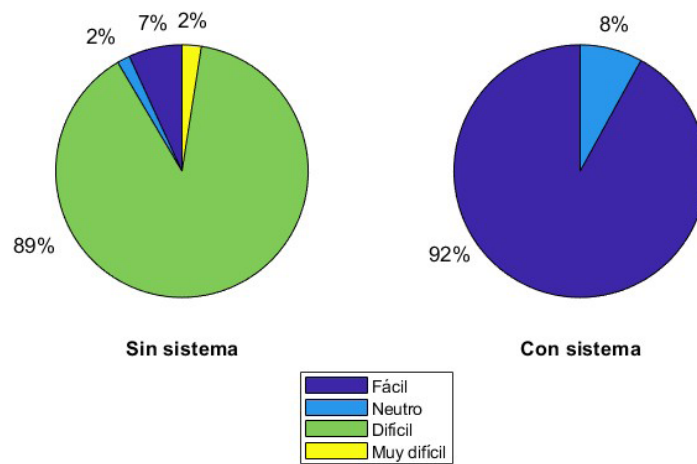


Figura 5. Resultados Pregunta 5

La figura 5 muestra que el 89 % de los usuarios del sistema manual calificaron el proceso de postulación, seguimiento y aprobación como “difícil”, mientras que el 92 % de los usuarios del sistema automatizado lo consideraron “relativamente fácil”. Esto evidencia una alta aceptación y efectividad del sistema automatizado para simplificar y optimizar la gestión de procesos de investigación.

a. Resultados Pregunta 6

El proceso le brinda confianza al utilizarlo.

b. Resultados Pregunta 7

El proceso le brinda seguridad al utilizarlo.

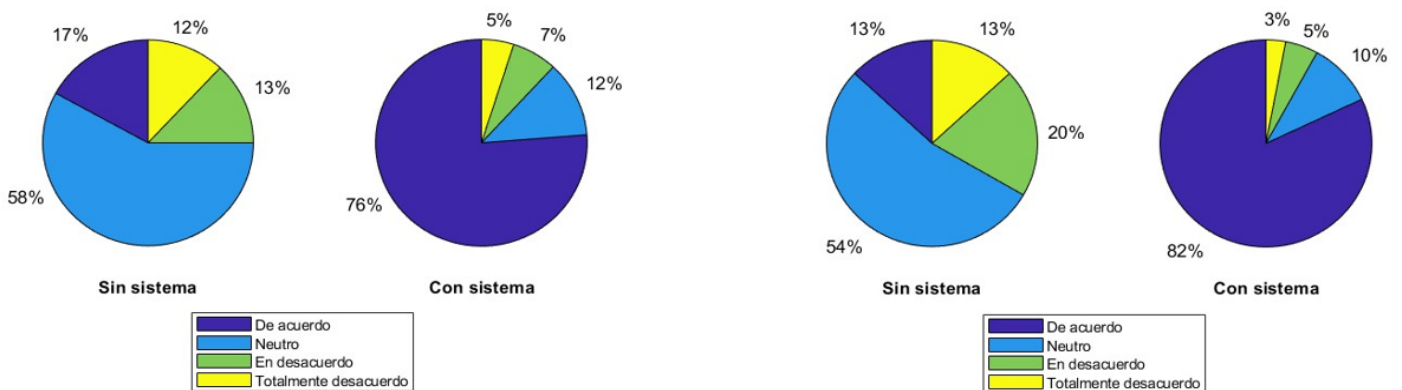


Figura 6. Resultados Preguntas 6 y 7

Las figuras 6, a y b, analizan la percepción de los usuarios respecto a la confianza y seguridad del proceso. Los resultados muestran que más del 50 % de los usuarios del sistema manual consideran la seguridad y confianza como aspectos “indiferentes”. En contraste, más del 75 % de los usuarios del sistema automatizado están “de acuerdo” y perciben el sistema como seguro y confiable. Estos hallazgos reflejan un alto nivel de satisfacción entre los usuarios del sistema automatizado, destacando su efectividad en transmitir confianza durante el proceso.

El proceso mejora la productividad o facilita sus tareas habituales.

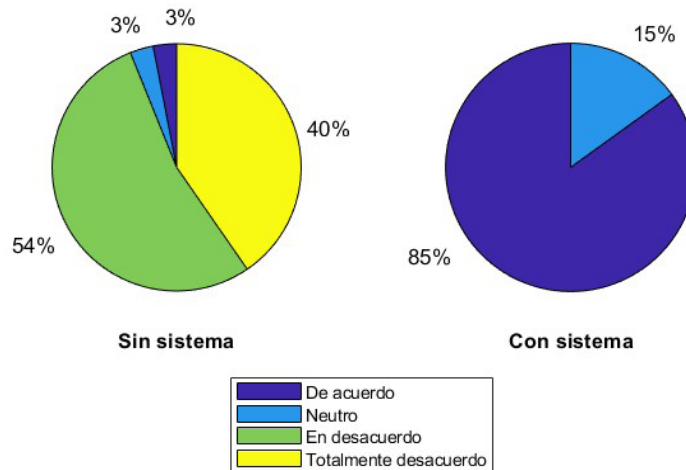


Figura 7. Resultados Pregunta 8

La figura 7 muestra que el 54 % de los usuarios del sistema manual consideran que este no mejora su productividad debido a su complejidad y consumo de tiempo. En contraste, la mayoría de los usuarios del sistema automatizado está de acuerdo en que facilita sus tareas y mejora la productividad, destacando los beneficios de la automatización para optimizar sistemas y mejorar la experiencia de los usuarios.

Los resultados cualitativos derivados de las entrevistas estructuradas evidenciaron que el grupo experimental reportó mayores niveles de satisfacción con el sistema en comparación con el grupo de control. Los aspectos más valorados incluyeron la facilidad de uso, la adaptabilidad a cambios en los requisitos y la percepción de una mejora en la calidad del producto final.

La implementación de la sistematización y automatización de los procesos aplicando la metodología Doble Diamante de Design Thinking y la cultura DevOps en el desarrollo del sistema de registro de publicaciones científicas en la Universidad Nacional de Chimborazo, arrojó resultados significativos utilizando *Blazer Meter*⁽⁶⁾ que es una herramienta versátil para pruebas de carga y rendimiento que permite evaluar la respuesta del sistema bajo condiciones de alta demanda. Se configura y se ejecuta una prueba con 300 solicitudes simultáneas con los parámetros de configuración que se muestran en la figura 8.

<p>Parámetros principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de usuarios simultáneos: 300. - Duración: 5 minutos. - Intervalo entre solicitudes: 0.5 segundos. 	<p>Monitoreo habilitado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memoria RAM. - Uso de CPU. - Network I/O (entrada y salida de datos). - Tiempos de respuesta.
--	--

Figura 8. Configuración de la prueba

Uso de Memoria RAM y CPU

La figura 9-a muestra el uso de memoria RAM, que se mantuvo estable en torno al 65 %, mostrando una capacidad suficiente para manejar la carga sin picos significativos.

En la figura 9-b se observa que la CPU alcanzó un máximo del 75 % durante el pico de carga. El promedio de uso se mantuvo en 60 %, indicando un buen manejo del procesamiento y los picos de CPU coinciden con los momentos de mayor concurrencia en las solicitudes.

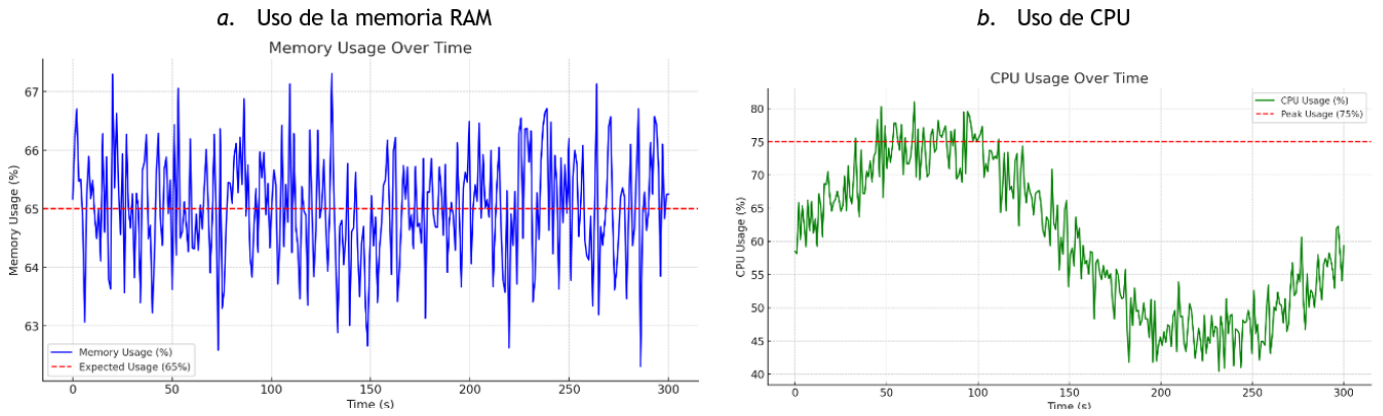


Figura 9. Resultados Preguntas 6 y 7

Network I/O y Tiempos de Respuesta

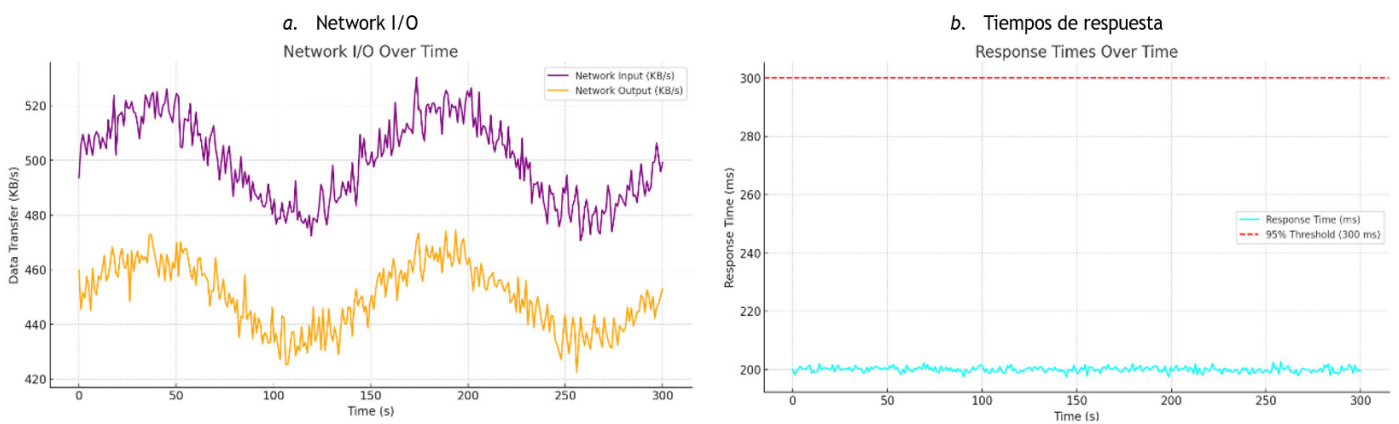


Figura 10. Network I/O y Tiempos de Respuesta

En la figura 10-a se verifica que la red manejó una entrada promedio de 500 KB/s y una salida de 450 KB/s y se observa además que no se registraron latencias elevadas o pérdidas de paquetes. Mientras que en la figura 10-b se identifica que el tiempo de respuesta promedio que fue de 200 ms. El 95 % de las solicitudes fueron procesadas en menos de 300 ms, con un tiempo máximo registrado de 350 ms.

DISCUSIÓN

Uso de Memoria RAM

El comportamiento de la memoria RAM indica un manejo eficiente, lo cual es esencial para garantizar la estabilidad del sistema bajo carga constante, según el estudio de Tanenbaum et al.⁽⁷⁾, la estabilidad bajo carga es directamente correlacionada con la eficiencia de los recursos.

La ausencia de incrementos graduales sugiere que no hay fugas de memoria o procesos que consuman memoria innecesaria a medida que avanza la prueba. El sistema está dimensionado de forma correcta en términos de memoria para soportar la carga de 300 solicitudes simultáneas, según Barroso et al.⁽⁸⁾ sobre el trabajo de sistemas escalables, el número de solicitudes concurrentes es un factor crítico en el diseño y pruebas de sistemas, si se planifica un aumento en la carga de usuarios, es posible que el uso de memoria siga siendo adecuado, sería prudente realizar pruebas adicionales para verificarlo, aunque el estudio realizado por Humble et al.⁽⁹⁾, refuerzan la idea de pruebas iterativas con incrementos progresivos en la carga bajo diversas condiciones.

Uso de CPU

Aunque los picos de CPU llegaron al 75 %, están dentro de los límites seguros para un sistema que procesa 300 solicitudes simultáneas. Los datos sugieren que el sistema tiene capacidad para manejar una carga adicional, pero podría requerir un monitoreo continuo bajo condiciones de carga más altas para evitar un cuello de botella, estudios recientes respaldan este comportamiento en sistemas de procesamiento paralelo. Por ejemplo, investigaciones como la de Jones et al.⁽¹⁰⁾ sobre la escalabilidad en máquinas de múltiples núcleos, muestran que una adecuada distribución de tareas permite mantener la utilización de la CPU en niveles seguros. Estos hallazgos confirman que los sistemas pueden manejar picos de carga sin comprometer su estabilidad, siempre

que se empleen metodologías de asignación y optimización adecuadas. Además, Patterson et al.⁽¹¹⁾ en *Computer Organization and Design* enfatizan que un uso promedio de CPU por debajo del 80 % en sistemas multitarea garantiza reservas para manejar aumentos temporales en la carga.

El uso de CPU está dentro de un rango aceptable, indicando que el sistema tiene capacidad para procesar las solicitudes sin saturarse.

Network I/O

La estabilidad en las tasas de entrada y salida de la red refleja un uso eficiente de la infraestructura de comunicación. Según Kurose et al.⁽¹²⁾, en *Computer Networking: A Top-Down Approach*, explican que la estabilidad en las tasas de entrada y salida indica que el sistema opera dentro de su capacidad máxima, evitando saturaciones en enlaces.

Este resultado es crucial para garantizar que los usuarios finales no experimenten interrupciones o demoras. Además, la ausencia de pérdidas de paquetes valida la calidad de la configuración de red actual. Según Bonald et al.⁽¹³⁾ en su libro *Network Performance Analysis*, destaca que las tasas estables en la comunicación de red reducen la latencia y mejoran la experiencia del usuario final.

El tráfico de red es consistente con las solicitudes procesadas, lo que indica que el sistema tiene una buena infraestructura de red para manejar este nivel de carga.

Tiempos de Respuesta

Los tiempos de respuesta bajos y consistentes son indicativos de un sistema bien optimizado. El tiempo promedio de 200 ms asegura una buena experiencia para el usuario final, y la distribución de los tiempos sugiere que no hay procesos que introduzcan retrasos significativos. Según Echeverría⁽¹⁴⁾ en su estudio experimental, analiza cómo los tiempos de respuesta del sistema afectan la experiencia del usuario, observa que tiempos de respuesta más cortos conducen a una interacción más eficiente y satisfactoria, destacando la importancia de la optimización para mejorar la percepción del usuario. El sistema es adecuado para aplicaciones que requieren respuestas rápidas y consistentes, como servicios en tiempo real.

CONCLUSIONES

La propuesta de integración entre las metodologías Doble Diamante de Design Thinking y DevOps demostró ser una estrategia eficaz para la optimización de los procesos de desarrollo de software. Esta combinación logró articular un enfoque creativo, centrado en el usuario, permitiendo una mejora significativa en la eficiencia y calidad del desarrollo.

La implementación de esta estrategia mostró resultados concretos en varios aspectos clave:

- La estructura iterativa y colaborativa de las metodologías permitió acelerar las fases de diseño y desarrollo, minimizando los tiempos de entrega sin comprometer la calidad del producto.
- La integración de estas metodologías garantizó que los productos desarrollados fueran funcionales, escalables y totalmente alineados con las expectativas de los usuarios y los objetivos del negocio.

En el caso práctico del sistema de registro de publicaciones científicas, los resultados respaldaron la eficacia de la estrategia. Se comprobó que el sistema gestiona 300 solicitudes simultáneas de manera eficiente, con un uso optimizado de memoria, CPU, networking y tiempos de respuesta consistentes, lo que evidencia la viabilidad del modelo propuesto para aplicaciones críticas, ofreciendo un marco innovador para mejorar la productividad y la calidad en entornos altamente dinámicos y competitivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Saad E, Elekyaby MS, Ali EO, Hassan SFAE. Double Diamond Strategy Saves Time of the Design Process. *International Design Journal* [Internet]. el 1 de julio de 2020 [citado el 25 de diciembre de 2024];10(3):211-22. Disponible en: https://idj.journals.ekb.eg/article_96345.html

2. West J, Fusari G, Raby E, Alwani R, Meldaiyte G, Wojdecka A, et al. Developing the Double Diamond Process for Implementation. Deidre B, Kurt S, editores. *Design4Health, Melbourne Proceedings of the Fourth International Conference on Design4Health 2017* [Internet]. el 7 de junio de 2018 [citado el 25 de diciembre de 2024];310-3. Disponible en: <https://research.shu.ac.uk/design4health/wp-content/uploads/2018/06/D4H2017-Proceedings-Master-File-low-res.pdf>

3. INFINITIA INDUSTRIAL C. Design thinking y método de Doble Diamante para procesos de diseño e innovación [Internet]. 2021 [citado el 25 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/design-thinking-y-metodo-de-doble-diamante-para-procesos-de-diseno-e-innovacion/>

4. Daniel Torres Burriel. Modelo Doble Diamante Design Council [Internet]. 2022 [citado el 25 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://torresburriel.com/weblog/modelo-del-doble-diamante-del-design-council/>
5. Rajkumar M, Pole AK, Adige VS, Mahanta P. DevOps culture and its impact on cloud delivery and software development. Proceedings - 2016 International Conference on Advances in Computing, Communication and Automation, ICACCA 2016. el 27 de septiembre de 2016;
6. Memon P, Hafiz T, Bhatti S, Qureshi SS. COMPARATIVE STUDY OF TESTING TOOLS BLAZEMETER AND APACHE JMETER. Sukkur IBA Journal of Computing and Mathematical Sciences [Internet]. el 26 de junio de 2018 [citado el 25 de diciembre de 2024];2(1):70-6. Disponible en: <https://journal.iba-suk.edu.pk:8089/SIBAJournals/index.php/sjcms/article/view/66>
7. Tanenbaum AS, Bos Herbert. MODERN OPERATING SYSTEMS FOURTH EDITION. Pearson Education. 2015.
8. Barroso Landr, Clidas Jimmy. The Datacenter as a Computer. 2022.
9. Humble J, Farley D. Continuous delivery: reliable software releases through build, test, and deployment automation. 2010 [citado el 9 de enero de 2025]; Disponible en: [https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=6ADDuzere-YC&oi=fnd&pg=PT34&dq=%E2%80%A2%09Humble,+J.,+%26+Farley,+D.+\(2010\).+Continuous+delivery:+reliable+software+releases+through+build,+test,+and+deployment+automation.+Pears+on+Education.&ots=-xrtQLJbob&sig=lYnOyWYDcX_10YJgLQpGopX-Ufg](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=6ADDuzere-YC&oi=fnd&pg=PT34&dq=%E2%80%A2%09Humble,+J.,+%26+Farley,+D.+(2010).+Continuous+delivery:+reliable+software+releases+through+build,+test,+and+deployment+automation.+Pears+on+Education.&ots=-xrtQLJbob&sig=lYnOyWYDcX_10YJgLQpGopX-Ufg)
10. Jones C, Conferences PGEW of, 2024 undefined. CMSSW Scaling Limits on Many-Core Machines. epj-conferences.orgC Jones, P GartungEPJ Web of Conferences, 2024•epj-conferences.org [Internet]. [citado el 9 de enero de 2025]; Disponible en: https://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/abs/2024/05/epjconf_chep2024_03008/epjconf_chep2024_03008.html
11. Patterson D, Hennessy J. Computer organization and design ARM edition: the hardware software interface. 2016 [citado el 9 de enero de 2025]; Disponible en: [https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=Pz-XCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=%E2%80%A2%09Patterson,+D.+A.,+%26+Hennessy,+J.+L.+\(2016\).+Computer+organization+and+design+ARM+edition:+the+hardware+software+interface.+Morgan+kaufmann.&ots=GcNb0hvO8Q&sig=atrJzn3N1pM9XdGB_T3VKx_uvMg](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=Pz-XCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=%E2%80%A2%09Patterson,+D.+A.,+%26+Hennessy,+J.+L.+(2016).+Computer+organization+and+design+ARM+edition:+the+hardware+software+interface.+Morgan+kaufmann.&ots=GcNb0hvO8Q&sig=atrJzn3N1pM9XdGB_T3VKx_uvMg)
12. Kurose J, Wesley KRA, 2007 undefined. Computer networking: A top-down approach edition. cs.uga.edu [Internet]. [citado el 9 de enero de 2025]; Disponible en: https://www.cs.uga.edu/sites/default/files/CIS_CSCI_4760.pdf
13. Bonald T, Feuillet M. Network performance analysis. 2013 [citado el 9 de enero de 2025]; Disponible en: [https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=4rxWS-5OJ60C&oi=fnd&pg=PP9&dq=Bonald,+T.,+%26+Feuillet,+M.+\(2013\).+Network+performance+analysis.+John+Wiley+%26+Sons.&ots=heOa-6CpCdo&sig=z7Jlle2i8cZ7m4fHM_Hj60y8zzM](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=4rxWS-5OJ60C&oi=fnd&pg=PP9&dq=Bonald,+T.,+%26+Feuillet,+M.+(2013).+Network+performance+analysis.+John+Wiley+%26+Sons.&ots=heOa-6CpCdo&sig=z7Jlle2i8cZ7m4fHM_Hj60y8zzM)
14. de DEA de la RL, 2016 undefined. Tiempo de respuestas y experiencia de usuario estudio experimental. revistas.unla.edu.arD EcheverriaArchivo de la Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software, 2016•revistas.unla.edu.ar [Internet]. [citado el 9 de enero de 2025]; Disponible en: <https://revistas.unla.edu.ar/software/article/view/1280>

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Danny Velasco-Silva, Genesis Chafla-Espinoza, Alex Asitimbay-Chamba, Alex Buñay-Yuquilema, Lidia Castro-Cepeda, Fabián Bastidas-Alarcón, Andrés Noguera-Cundar, Javier Albuja-Jácome.

Curación de datos: Danny Velasco-Silva, Genesis Chafla-Espinoza, Lidia Castro-Cepeda, Fabián Bastidas-Alarcón.

Análisis formal: Danny Velasco-Silva, Genesis Chafla-Espinoza, Andrés Noguera-Cundar.

Investigación: Alex Asitimbay-Chamba, Alex Buñay-Yuquilema, Javier Albuja-Jácome.

Metodología: Danny Velasco-Silva, Genesis Chafla-Espinoza, Alex Asitimbay-Chamba, Alex Buñay-Yuquilema.

Administración del proyecto: Danny Velasco-Silva.

Recursos: Danny Velasco-Silva.

Software: Genesis Chafla-Espinoza.

Supervisión: Danny Velasco-Silva.

Validación: Danny Velasco-Silva, Alex Asitimbay-Chamba.

Visualización: Danny Velasco-Silva, Alex Buñay-Yuquilema.

Redacción - borrador original: Danny Velasco-Silva.

Redacción - revisión y edición: Lidia Castro-Cepeda.