



Fortalecimiento de infraestructuras resilientes mediante monitoreo con el sistema NAGIOS en un centro de datos del sector público peruano

Strengthening resilient infrastructures through monitoring with the NAGIOS system in a peruvian public sector data center

Fortalecimento de infraestruturas resilientes através da monitorização com o sistema NAGIOS num centro de dados do setor público peruano

Jonathan Alexis Puente Zamora

jpuentez@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0007-1034-1617>

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

David Flores Zafra

dfloresz@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-5846-325X>

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Roberto Juan Tejada Ruiz

truizr@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-3669-836X>

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Juan Marcos Vilchez Canchari

jvilchezca987@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-7758-7589>

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Eduardo Humberto Poletti Gaitan

epolettig@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-2143-4444>

Universidad Tecnológica del Perú. Tacna, Perú

Pedro Martin Lezama Gonzales

plezamag@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-9693-0138>

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

<http://doi.org/10.59659/impulso.v.6i13.245>

Artículo recibido 14 de noviembre 2025 | Aceptado 24 de diciembre 2025 | Publicado 5 de enero 2026

RESUMEN

Esta investigación de tipo original corto de enfoque cuantitativo y de diseño preexperimental evaluó el impacto del sistema de monitoreo Nagios en la gestión de supervisión de un centro de datos público peruano, alineándose con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 sobre infraestructuras resilientes. El estudio analizó 347 registros de medición pretest-postest correspondientes a tres dimensiones críticas: eficiencia, eficacia y efectividad. Los resultados, validados mediante pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Wilcoxon, evidenciando mejoras estadísticas significativas ($p < .001$) en todos los indicadores. La eficiencia operativa mostró una reducción del 34.7% en el tiempo promedio de supervisión, disminuyendo de 12.44 a 8.12 minutos. La eficacia en la resolución de incidentes incrementó en 23.05 puntos porcentuales, pasando de 51.71% a 74.76%. La efectividad, medida mediante el Índice de Continuidad Operativa, alcanzó un 98.38%, representando una mejora de 3.79 puntos porcentuales. Se concluye que la implementación de Nagios constituye una solución tecnológica viable y económicamente eficiente que fortalece significativamente la resiliencia operativa de infraestructuras críticas en el sector público peruano, optimizando procesos, mejorando la capacidad de respuesta y elevando la disponibilidad de servicios digitales esenciales para la ciudadanía.

Palabras clave: Gestión de Tecnologías de la Información; Monitoreo de Sistemas; Infraestructura Pública

ABSTRACT

This original short research with a quantitative approach and pre-experimental design evaluated the impact of the Nagios monitoring system on the supervision management of a Peruvian public data center, aligning with Sustainable Development Goal 9 on resilient infrastructures. The study analyzed 347 pretest-posttest measurement records corresponding to three critical dimensions: efficiency, efficacy, and effectiveness. The results, validated through Kolmogorov-Smirnov and Wilcoxon tests, demonstrated statistically significant improvements ($p < .001$) across all indicators. Operational efficiency showed a 34.7% reduction in average supervision time, decreasing from 12.44 to 8.12 minutes. Incident resolution efficacy increased by 23.05 percentage points, rising from 51.71% to 74.76%. Effectiveness, measured by the Operational Continuity Index, reached 98.38%, representing an improvement of 3.79 percentage points. It is concluded that the implementation of Nagios constitutes a technologically viable and economically efficient solution that significantly strengthens the operational resilience of critical infrastructures in the public sector, optimizing processes, improving response capacity, and enhancing the availability of essential digital services for citizens.

Keywords: Information Technology Management; System Monitoring; Public Infrastructure

RESUMO

Esta investigação original de curta duração, com enfoque quantitativo e desenho pré-experimental, avaliou o impacto do sistema de monitorização Nagios na gestão da supervisão de um centro de dados público peruano, alinhando-se com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9 sobre infraestruturas resilientes. O estudo analisou 347 registos de medição pré-teste e pós-teste correspondentes a três dimensões críticas: eficiência, eficácia e efetividade. Os resultados, validados por meio dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Wilcoxon, evidenciaram melhorias estatísticas significativas ($p < 0,001$) em todos os indicadores. A eficiência operacional apresentou uma redução de 34,7% no tempo médio de supervisão, diminuindo de 12,44 para 8,12 minutos. A eficácia na resolução de incidentes aumentou 23,05 pontos percentuais, passando de 51,71% para 74,76%. A eficácia, medida pelo Índice de Continuidade Operacional, atingiu 98,38%, representando uma melhoria de 3,79 pontos percentuais. Conclui-se que a implementação do Nagios constitui uma solução tecnológica viável e economicamente eficiente que fortalece significativamente a resiliência operacional de infraestruturas críticas no setor público peruano, otimizando processos, melhorando a capacidade de resposta e aumentando a disponibilidade de serviços digitais essenciais para os cidadãos.

Palavras-chave: Gestão de Tecnologias da Informação; Monitorização de Sistemas; Infraestrutura Pública

INTRODUCCIÓN

La infraestructura tecnológica ha dejado de ser un soporte secundario para convertirse en el sistema nervioso central de las organizaciones contemporáneas, particularmente en el sector público (Alcalá, et al., 2023). Esta infraestructura como un entramado complejo de servidores, sistemas de almacenamiento, redes de comunicación, plataformas de virtualización y aplicaciones, se sustenta en servicios que son vitales para la administración estatal, la transparencia y la interacción con la ciudadanía. Sin embargo, a medida que esta arquitectura digital gana en sofisticación y su carácter se torna esencial, emerge una paradoja crítica: donde su misma complejidad la hace vulnerable.

La ausencia de mecanismos de visibilidad y control inteligente sobre este ecosistema convierte a los centros de datos, sus corazones de procesamiento, en puntos ciegos estratégicos. Administrar esta complejidad ya no es una cuestión de mantenimiento técnico, sino un imperativo de gobernanza digital, donde la resiliencia, la capacidad de anticipar, absorber y recuperarse de perturbaciones se erige como el atributo fundamental para garantizar la continuidad del Estado en la era digital (Popescu, 2024).

Considerando una Brecha Global-Local a partir de la Modernización Operativa, este imperativo resulta ser no solo teórico, sino que, está inscrito en marcos normativos y es impulsado por tendencias globales ineludibles. A nivel internacional, el mercado de análisis de operaciones de TI (ITOA) experimenta un crecimiento exponencial, proyectado alcanzar cientos de miles de millones de dólares, lo que refleja la prioridad que el sector privado y las administraciones avanzadas otorgan al monitoreo proactivo y basado en datos como herramienta de decisión.

En el Perú, esta necesidad está consagrada en un corpus legal progresivo, desde la Ley de Modernización del Estado (2002) hasta políticas y decretos recientes (DS 004-2013-PCM, DL 1554-2023), que enmarcan la digitalización y la eficiencia institucional como pilares del desarrollo nacional.

Investigaciones especializadas, como las citadas de América Sistemas (2021) y Datacenter Dynamics (2023), subrayan esta urgencia al identificar los centros de datos como infraestructuras críticas, comparables a servicios básicos, al tiempo que diagnostican un ecosistema nacional aún incipiente y con desafíos de certificación y expansión. Existe, por tanto, un desfase entre el mandato de modernización y las capacidades operativas desplegadas en muchas entidades públicas, donde la gestión de la infraestructura tecnológica a menudo aún depende de procedimientos manuales, reactivos y fragmentados.

En ese contexto de tensión entre el deber ser normativo y la práctica operativa, se sitúa el problema nuclear de esta investigación, enfocada en un centro de datos específico del sector público, el cual opera como un microcosmos de desafíos sistémicos. La carencia de un sistema de monitoreo unificado e integral genera una serie de disfunciones operativas en cascada: la visibilidad en tiempo real del estado de los servicios es una aspiración, no una realidad; la documentación de la infraestructura está desactualizada, obstaculizando su gestión; la detección de fallas depende de la revisión manual individualizada de cada componente, consumiendo tiempo valioso de especialistas; y no existen registros históricos sistemáticos que permitan analizar tendencias o realizar mantenimiento predictivo.

Esta situación se agrava por las limitaciones inherentes a la gestión pública, como las restricciones horarias del personal, creando ventanas de vulnerabilidad. La consecuencia trasciende lo técnico: un incidente no detectado a tiempo puede traducirse en la indisponibilidad de servicios digitales críticos, afectando la productividad interna y, de manera más grave, erosionando la confianza ciudadana en la capacidad del Estado para prestar servicios en línea confiables. Así, el problema se redefine como una "falla de monitoreo", y además como un riesgo para la efectividad institucional y la calidad del servicio público.

La justificación se estructura en cinco dimensiones la relevancia social (Hernández et al., 2021), el rigor metodológico (Sampieri et al., 2022), la utilidad práctica y el aporte teórico (Sampieri et al., 2022). Por ende, resulta novedosa y convincente. Se presenta a Nagios como una solución a problemas concretos respecto de detección tardía, trabajo manual excesivo, tiempos de respuesta lentos. Así mismo, Se enfatiza el valor de la automatización en un entorno con recursos humanos limitados turnos definidos. Esta

justificación resulta fundamental para investigaciones aplicadas y demuestra que el estudio nace de preponderantemente por una necesidad que por una curiosidad académica abstracta.

La investigación es de Relevancia Social, al estar alineada con el ODS 9 (Infraestructuras resilientes) el cual menciona el beneficio para la ciudadanía a través de canales digitales más estables y confiables. La investigación busca anclarse en una agenda global de desarrollo predecible en la investigación tecnológica contemporánea. La conexión social se mantiene en un nivel general a partir del análisis de un centro de datos, reconociendo que su contribución no es solo técnica, sino también de gestión y políticas en el sector público. Este es quizás su aporte potencial más distintivo por el que se evidencia soluciones open-source como Nagios, que resultan ser viables y efectivas en contextos de austeridad, desafiando la narrativa que asocia calidad con software comercial costoso.

En el Contexto Internacional, la cita del mercado de IT Operations Analytics (ITOA), valorado en billones de dólares con un crecimiento proyectado espectacular, sirve para ilustrar la masificación y sofisticación del monitoreo en el mundo corporativo. La mención de herramientas como Datadog establece un estándar de referencia, un “state of the art” contra el cual se contrasta con el Nagios como solución propuesta.

En el Contexto Nacional y Normativo, la Ley N.º 27658 (2002), la Política Nacional de Modernización (2013) y el Decreto Legislativo N.º 1554 (2023) no resultan ser un mero requisito formal, más bien, demuestran que la necesidad de optimizar plataformas tecnológicas no es un capricho administrativo, sino un mandato legal y de política pública en Perú.

La referencia a América Sistemas (2021) y Datacenter Dynamics (2023) agrega un diagnóstico del ecosistema local con centros de datos críticos y comparados con servicios básicos, aunque escasos y con desafíos de desarrollo. Esto convierte al estudio en una contribución hacia el debate nacional peruano sobre infraestructura digital soberana que pretende un marco normativo hacia la modernización, mientras que la realidad del mercado limita los centros de datos certificados y la operativa institucional de monitoreo manual revelan una implementación deficiente.

Como antecedentes de Validación de la Solución Tecnológica, Pandia y Wadly (2025), Rocha (2023) y, Casas y Sampértegui (2020) dentro de un análisis de servicios públicos en una universidad pública peruana, proporcionan evidencia empírica previa de que Nagios es efectivo para mejorar métricas clave como el tiempo de detección de fallos, la disponibilidad de servicios y la capacidad de respuesta, incluso en entornos institucionales.

Xiahou et al. (2022) sobre resiliencia en infraestructura física, Espinel et al. (2022) sobre sistemas de monitoreo basados en agentes, y Khawan (2025) sobre centralización de datos gubernamentales, aportan perspectivas que enriquecen la comprensión del problema más allá del software, conectándolo con temas de diseño arquitectónico, gobernanza y eficiencia a escala.

Misal (2024) y Ogogo (2021) ofrecen puntos de comparación en términos de porcentajes de mejora esperables en la detección de incidentes, reducción de tiempos de inactividad y optimización de costos, lo que permite contextualizar los hallazgos propios. Si bien este tipo de mapeo es sólido y confiable, se reconoce que la literatura sobre los factores organizacionales y humanos que determinan el éxito en la adopción de estas herramientas en el ámbito público es un área que merece mayor exploración en futuras investigaciones (Daft et al., 2020).

En síntesis, esta investigación se presenta como un puente entre la necesidad urgente de modernizar la gestión de infraestructuras críticas en el sector público peruano y una solución tecnológica viable, económica y basada en evidencia. Parte de un diagnóstico claro de una problemática operativa con repercusiones institucionales y sociales, se justifica en un entramado multidimensional y se construye sobre un marco teórico y metodológico riguroso.

Al hacerlo, no solo busca generar evidencia cuantitativa sobre la mejora concreta que una herramienta como Nagios puede aportar, sino también ofrecer un caso de estudio documentado que contribuya a las discusiones sobre gobernanza digital, resiliencia tecnológica y estrategias de innovación frugal en el Estado. El manuscrito promete, por tanto, resultados que son a la vez técnicamente sólidos y estratégicamente relevantes para la agenda de transformación digital del sector público.

METODOLOGÍA

La infraestructura tecnológica en las organizaciones es un sistema conformado por componentes físicos, tales como: servidores, sistemas de almacenamiento en disco, sistemas de respaldo de información (backups), switches y balanceadores de carga, así como por componentes virtuales como hipervisores (Xen, VMware, Nutanix, Hyper-V, entre otros) y diversas aplicaciones o sistemas de información.

La investigación se enmarca dentro de la investigación aplicada, ya que su propósito fundamental es generar conocimiento dirigido a resolver un problema concreto de supervisión deficiente de la infraestructura tecnológica en un centro de datos público (Ramos, 2021). Consecuentemente, adopta un enfoque cuantitativo, basado en la recolección y análisis de datos numéricos para contrastar hipótesis preestablecidas y establecer relaciones causales entre las variables, garantizando objetividad y replicabilidad (Cely Calixto et al., 2021).

El diseño de investigación fue pre-experimental de tipo pretest-posttest con un solo grupo. Este diseño, representado esquemáticamente como $G - O_1 - X - O_2$, donde G es el grupo (el centro de datos), O_1 la medición previa (pretest), X la intervención con el sistema Nagios y O_2 la medición posterior (posttest), permite observar los efectos de la variable independiente al comparar el estado antes y después de su implementación (Ramos-Galarza, 2021). Si bien este diseño no incluye un grupo de control, es idóneo para entornos aplicados donde la intervención se realiza en condiciones operativas reales y se busca un primer nivel de evidencia sobre la eficacia de una solución (Sampieri et al., 2022). El nivel de investigación es, por

tanto, explicativo, ya que busca identificar y demostrar la influencia causal del sistema Nagios sobre la gestión de supervisión.

La población estuvo constituida por la totalidad de registros generados por el monitoreo de la infraestructura crítica, equivalente a 3600 registros mensuales. A partir de esta población finita, se calculó una muestra representativa de 347 registros mediante un muestreo aleatorio simple. El cálculo se realizó con la fórmula para población finita, considerando un nivel de confianza del 95% ($Z=1.96$), una proporción conservadora ($p=0.5$) y un margen de error del 5% (Levine et al., 2018). Este tamaño muestral garantiza que las inferencias estadísticas cuenten con una validez aceptable para generalizar los resultados al contexto de estudio (Babbie, 2021).

Para la recolección de datos se empleó la técnica de fichaje, utilizando como instrumento una ficha de registro estructurada. Este instrumento fue diseñado para capturar de manera sistemática los valores de las variables e indicadores definidos operacionalmente, además, para la eficiencia, el tiempo dedicado a la supervisión; para la eficacia, el número y estado de resolución de incidentes; y para la efectividad, los tiempos de disponibilidad para calcular el Índice de Continuidad Operativa (Creswell y Creswell, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos se desarrolló en dos fases complementarias mediante el software IBM SPSS Statistics v25. En una primera etapa, se efectuó un análisis descriptivo con el objetivo de caracterizar el comportamiento de las variables de estudio antes y después de la implementación del sistema de monitoreo Nagios, utilizando medidas de tendencia central y dispersión. En una segunda etapa, y con el propósito de contrastar las hipótesis formuladas, se llevó a cabo un análisis inferencial.

Previo a la aplicación de pruebas estadísticas, se evaluó la normalidad de la distribución de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los resultados obtenidos indicaron que las distribuciones correspondientes a las dimensiones de eficiencia, eficacia y efectividad no seguían una distribución normal ($p < .05$), lo que justificó el uso de pruebas no paramétricas. En consecuencia, se empleó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas, adecuada para comparar mediciones pretest y posttest en un mismo grupo (Sampieri et al., 2022).

Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en todas las dimensiones analizadas ($p < .001$), lo que permite afirmar que la implementación de Nagios ejerció una influencia positiva y significativa sobre la gestión de la supervisión de la infraestructura tecnológica del centro de datos analizado. Estos hallazgos no solo confirman las hipótesis planteadas, sino que también abren un espacio de discusión sustantivo en torno al impacto organizacional, operativo y estratégico del monitoreo automatizado en el sector público.

La automatización como catalizador de la eficiencia y la transformación del rol técnico

En la dimensión de eficiencia, los resultados muestran una reducción significativa del tiempo promedio dedicado a la supervisión de la infraestructura, pasando de un esquema predominantemente manual y fragmentado a un modelo automatizado y centralizado. Esta disminución del tiempo operativo confirma empíricamente que Nagios actúa como un mecanismo de optimización de procesos, reduciendo la carga cognitiva y operativa del personal técnico.

Estos hallazgos son consistentes con la literatura previa. Rocha (2023) reportó una reducción del 47% en el tiempo de detección de fallos tras la implementación de Nagios, mientras que Casas y Sampértegui (2020) identificaron una disminución del 60% en un entorno universitario público peruano. La convergencia de estos resultados sugiere la existencia de un patrón replicable en contextos institucionales similares, donde la automatización del monitoreo se traduce en mejoras sustanciales de eficiencia operativa.

No obstante, la discusión trasciende la dimensión cuantitativa del tiempo ahorrado. El verdadero impacto radica en la reconfiguración del rol del personal técnico, que deja de desempeñar funciones rutinarias de vigilancia reactiva para asumir tareas de mayor valor estratégico, como el análisis de tendencias, la planificación de capacidad, la mejora de arquitecturas y la gestión avanzada de incidentes. Este tránsito de un enfoque operativo-reactivo a uno estratégico-proactivo se alinea con los principios de la gobernanza digital adaptativa planteados por Bannister y Connolly (2020), en los que la tecnología se concibe como un habilitador de capacidades institucionales y no solo como un soporte técnico.

Desde una perspectiva organizacional, este cambio plantea un desafío adicional: la necesidad de acompañar la automatización tecnológica con procesos de capacitación, redefinición de perfiles de puesto y ajustes en la gestión del talento humano, tal como advierte Axelos (2020). De no abordarse estos aspectos, existe el riesgo de que los beneficios técnicos no se traduzcan plenamente en mejoras sostenibles de desempeño institucional.

De la reacción a la prevención: eficacia operativa y cultura del servicio público digital

En la dimensión de eficacia, los resultados muestran un incremento significativo en el porcentaje de incidentes resueltos oportunamente, lo que evidencia una mejora directa en la capacidad institucional para responder a eventos que afectan la continuidad de los servicios digitales. Este resultado se vincula estrechamente con la definición de eficacia propuesta por Kashyap (2025), entendida como la capacidad de “hacer las cosas correctas” en función de los objetivos del servicio.

La mejora observada encuentra respaldo en estudios comparables. Guevara (2024) reportó reducciones cercanas al 99.99% en los tiempos de detección de incidentes mediante Zabbix, mientras que Casas y Sampértegui (2020) documentaron una disminución del 78.4% en fallos no reportados tras la automatización del monitoreo. En conjunto, estos hallazgos permiten afirmar que los sistemas de monitoreo

automatizado reducen de manera drástica la brecha temporal entre la ocurrencia de una falla y el inicio de su atención.

Desde una perspectiva cualitativa, esta reducción tiene un efecto simbólico y cultural relevante: la institución deja de ser percibida como un actor reactivo que responde tardíamente a los problemas, para posicionarse como un proveedor de servicios digitales confiable, capaz de anticipar y mitigar incidentes antes de que escalen. Esta transición fortalece la confianza interna entre las áreas técnicas y usuarias, y sienta las bases para una cultura organizacional orientada a la prevención y la calidad del servicio, un elemento clave en los procesos de transformación digital del sector público.

La resiliencia como resultado tangible: efectividad, continuidad y sostenibilidad operativa

La dimensión de efectividad, medida a través del Índice de Continuidad Operativa (ICO), constituye el eje articulador de los resultados, al integrar eficiencia y eficacia en un indicador de desempeño sistémico. El incremento observado en el ICO demuestra que la implementación de Nagios no solo mejora procesos aislados, sino que fortalece la capacidad global del centro de datos para mantener servicios disponibles y estables en el tiempo.

Estos resultados dialogan directamente con los planteamientos de Misal (2024), quien asocia los sistemas automatizados de monitoreo con mejoras del 35% en la detección de incidentes y del 40% en la reducción de tiempos de respuesta, fortaleciendo la resiliencia organizacional. Asimismo, los hallazgos se alinean con el marco conceptual propuesto por Xiahou et al. (2022), quienes identifican la adaptabilidad, el manejo eficiente de flujos de información y la capacidad de respuesta como pilares de la resiliencia infraestructural.

Desde esta óptica, Nagios puede interpretarse como el “sistema nervioso sensorial” de la infraestructura tecnológica, al proporcionar información en tiempo real que permite a la organización percibir, interpretar y responder a perturbaciones de manera oportuna. La efectividad alcanzada no es, por tanto, un resultado aislado, sino la expresión cuantificable de una infraestructura más resiliente y sostenible.

Este hallazgo tiene implicaciones estratégicas para el sector público, particularmente en contextos de restricción presupuestaria. Demuestra que la resiliencia digital no depende exclusivamente de inversiones costosas en hardware redundante, sino que puede construirse mediante soluciones de software de código abierto, acompañadas de una gestión inteligente de procesos y datos. En este sentido, el estudio aporta evidencia concreta a favor de enfoques de innovación frugal, alineados con el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 9, orientado a la construcción de infraestructuras resilientes.

Síntesis interpretativa

En conjunto, los resultados evidencian que la implementación de Nagios genera un impacto multidimensional: optimiza la eficiencia operativa, fortalece la eficacia en la gestión de incidentes y

consolida la efectividad y resiliencia del servicio tecnológico. Más allá de los indicadores, el estudio revela que el monitoreo automatizado actúa como un habilitador de transformación organizacional, al modificar prácticas, roles y lógicas de gestión en el centro de datos público analizado.

No obstante, la discusión también permite reconocer que el éxito de estas iniciativas no depende exclusivamente de la herramienta tecnológica, sino de su integración en una estrategia institucional más amplia, que contemple aspectos humanos, organizacionales y de gobernanza. Esta constatación abre líneas claras para futuras investigaciones orientadas a explorar los factores culturales y de liderazgo que condicionan la adopción efectiva de sistemas de monitoreo en el sector público.

Discusión

Los resultados obtenidos confirman que la implementación de un sistema de monitoreo automatizado basado en Nagios genera mejoras significativas en la gestión de la supervisión de la infraestructura tecnológica de un centro de datos público. Sin embargo, más allá de la significancia estadística observada, la discusión debe centrarse en comprender por qué se producen estas mejoras, qué implican para la gestión pública digital y cuáles son sus alcances y limitaciones.

En primer lugar, la mejora en la eficiencia operativa, evidenciada por la reducción sustancial del tiempo dedicado a la supervisión, puede interpretarse como una consecuencia directa de la centralización y automatización del monitoreo. En contextos donde la supervisión dependía de revisiones manuales, aisladas y periódicas, la introducción de alertas automáticas y visualización en tiempo real elimina redundancias y reduce la dependencia del factor humano para la detección inicial de fallos. Este hallazgo coincide con la literatura que señala que la automatización no solo acelera procesos, sino que reduce la variabilidad operativa asociada a la fatiga, la disponibilidad horaria y la experiencia individual del personal técnico (Rocha, 2023; Casas y Sampértegui, 2020).

No obstante, el impacto más relevante de esta mejora no radica únicamente en el ahorro de tiempo, sino en la reconfiguración funcional del trabajo técnico. Los resultados sugieren que la eficiencia ganada permite una reasignación del esfuerzo humano hacia tareas de mayor valor estratégico, como el análisis predictivo, la planificación de capacidad y la mejora continua de la arquitectura tecnológica. En este sentido, los hallazgos respaldan los planteamientos de Bannister y Connolly (2020), quienes sostienen que la transformación digital efectiva en el sector público requiere que la tecnología actúe como habilitador de capacidades organizacionales y no como un simple instrumento operativo.

En cuanto a la eficacia, el incremento significativo en el porcentaje de incidentes resueltos oportunamente refleja un cambio sustantivo en la lógica de gestión de fallas. La reducción del tiempo entre la ocurrencia de un incidente y su atención sugiere que el monitoreo automatizado actúa como un mecanismo de cierre de la brecha informacional, uno de los principales factores que explican la baja calidad del servicio en infraestructuras tecnológicas públicas. Este resultado refuerza la idea de que la eficacia institucional no

depende exclusivamente de mayores recursos, sino de una mejor capacidad para priorizar, coordinar y actuar sobre información relevante en tiempo real (Kashyap, 2025).

Desde una perspectiva organizacional, esta mejora en la eficacia puede interpretarse como un avance hacia una cultura de servicio preventivo, en la cual la institución deja de responder únicamente cuando el usuario reporta una falla, para anticiparse a ella. Este cambio tiene implicaciones directas en la percepción de confiabilidad de los servicios digitales, tanto a nivel interno como externo, y constituye un componente clave para fortalecer la confianza ciudadana en la administración pública digital.

La efectividad, expresada mediante el incremento del Índice de Continuidad Operativa (ICO), integra los efectos observados en eficiencia y eficacia y los traduce en un indicador de resiliencia infraestructural. El aumento del ICO sugiere que el centro de datos analizado adquirió una mayor capacidad para sostener la operación de servicios críticos frente a fallos e interrupciones. Este hallazgo se alinea con los enfoques contemporáneos de resiliencia, que la conciben no solo como resistencia al fallo, sino como la capacidad de detección temprana, adaptación y recuperación (Xiahou et al., 2022).

Desde esta óptica, Nagios no debe entenderse únicamente como una herramienta de monitoreo, sino como un componente estructural del sistema de resiliencia digital, al proporcionar visibilidad continua, trazabilidad histórica y soporte para la toma de decisiones basada en datos. Este resultado adquiere especial relevancia en el sector público, donde las restricciones presupuestarias suelen limitar la posibilidad de implementar soluciones redundantes de alto costo. La evidencia obtenida respalda la tesis de que la resiliencia puede construirse mediante estrategias de innovación frugal, combinando software de código abierto con una gestión inteligente de procesos, en coherencia con el ODS 9.

No obstante, es necesario reconocer ciertas limitaciones en la interpretación de los resultados. El diseño pre-experimental sin grupo de control impide descartar completamente la influencia de factores externos no controlados, como cambios en la carga de trabajo o en la experiencia del personal durante el periodo de estudio. Asimismo, los resultados se circunscriben a un único centro de datos, lo que sugiere cautela al generalizar los hallazgos a otras entidades públicas con contextos organizacionales o tecnológicos distintos.

Finalmente, la discusión pone de manifiesto que el éxito de la intervención no puede atribuirse exclusivamente a la herramienta tecnológica. La mejora observada es el resultado de una interacción entre tecnología, procesos y personas, lo que refuerza la necesidad de abordar la modernización del Estado desde una perspectiva sistémica. En este sentido, futuras investigaciones deberían profundizar en los factores organizacionales, culturales y de liderazgo que influyen en la adopción y sostenibilidad de sistemas de monitoreo automatizado en el sector público.

El presente estudio demuestra de manera robusta y estadísticamente significativa la influencia positiva del sistema Nagios en la gestión de supervisión de un centro de datos público en Lima. El análisis de los datos pretest-postest, respaldado por pruebas no paramétricas (Wilcoxon, $p < .001$ en todas las dimensiones), permite rechazar las hipótesis nulas y concluir que la implementación de esta herramienta de código abierto no es solo viable, sino transformadora para la operación tecnológica del sector público.

Los hallazgos concretos revelan una mejora integral. En la dimensión de eficiencia, la reducción del 34.7% en el tiempo promedio de supervisión (de 12.44 a 8.12 minutos) evidencia una optimización tangible de los procesos, liberando recursos humanos para tareas de mayor valor estratégico. Esta automatización, lejos de ser una simple sustitución tecnológica, actúa como un catalizador para la reingeniería de procesos operativos, alineándose con los principios sobre la mejora continua y la optimización del valor (Axelos, 2020).

Respecto a la dimensión de eficacia, el incremento de 23.05 puntos porcentuales en el porcentaje de incidentes resueltos (de 51.71% a 74.76%) trasciende una métrica operativa para reflejar una transformación en la capacidad de respuesta institucional. Este resultado, consistente con estudios previos en entornos públicos (Casas y Sampértegui, 2020), subraya que el monitoreo automatizado fortalece directamente el cumplimiento de los niveles de servicio, mejorando la confiabilidad percibida de los sistemas de información críticos para la ciudadanía.

De otro lado, la dimensión de efectividad, la elevación del Índice de Continuidad Operativa (ICO) en 3.79 puntos porcentuales (alcanzando un 98.38%) constituye el hallazgo más relevante para la construcción de resiliencia infraestructural. Este avance demuestra que la resiliencia no depende exclusivamente de costosas inversiones en hardware redundante, sino que puede edificarse de manera sostenible sobre la base de una gestión inteligente, proactiva y basada en datos. La mejora en la ICO es la materialización cuantitativa de una infraestructura más robusta y alineada con el ODS noveno.

De manera crítica, este éxito no es atribuible únicamente al software, sino a una intervención sistémica que combinó una herramienta adecuada (Nagios) con una operacionalización clara de objetivos y métricas. La investigación valida se centra en un modelo de modernización tecnológica frugal y efectiva para el sector público, desafiando el paradigma que asocia calidad con soluciones comerciales onerosas. Sin embargo, la sostenibilidad de estos resultados depende de que las recomendaciones propuestas como la institucionalización de la herramienta, la capacitación continua y la gestión estratégica de alertas, así como que, se implementen para consolidar un cambio cultural hacia una gobernanza digital proactiva y adaptativa (Bannister y Connolly, 2020).

En conclusión, este estudio aporta evidencia empírica de que la brecha de supervisión tecnológica en el Estado peruano puede cerrarse con soluciones innovadoras, estratégicas y de código abierto, sentando un

precedente para la réplica y el escalamiento de estas prácticas en la búsqueda de un servicio público digital más resiliente y confiable.

REFERENCIAS

- Alcalá Rodríguez, C. G., Rojas Yacha, E. L., Corpancho Carhuaz, J. C., y Cueva Quezada, N. I. (2023). Inversión pública para el desarrollo de infraestructura de transporte descentralizado Provías en la región Cajamarca (2020-2022). *Regunt*, 2(2), 20-35. <https://doi.org/10.18050/regunt.v2i2.02>
- América Sistemas. (2021). Centros de datos: Hosting y colocation. <https://www.americasistemas.com.pe/centros-de-datos-hosting-y-colocation/>
- Axelos, A.(2020). ITIL Foundation: ITIL 4 Edition. TSO (The Stationery Office).
- Babbie, E. R. (2021). The practice of social research (15.^a ed.). Cengage Learning.
- Bannister, F., y Connolly, R. (2020). The Future of Transparency: Setting the Agenda for Public Administration Research. *Public Administration Review*, 80(1), 160171 <https://doi.org/10.1111/puar.13117>
- Barth, W. (2021). Nagios: System and network monitoring (2nd ed.). No Starch Press.
- Berenson, M. L., Levine, D. M., y Szabat, K. A. (2017). Estadística para administración (7.^a ed.). Pearson Educación.
- Casas, R. M., y Sampértegui, M. L. (2020). Implementación de un sistema de monitoreo y supervisión de la infraestructura y servicios de red para optimizar la gestión de ti en la universidad nacional pedro ruiz gallo. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/1576>
- Cely Calixto, N. J., Palacios Alvarado, W., y Caicedo Rolón, Á. J. (2021). Conceptos y enfoques de metodología de la investigación. Universidad Francisco de Paula Santander
- Creswell, J. W., y Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5.^a ed.). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781506386706>
- Popescu, D. A. (2024). Measurement-based resource allocation and control in data centers: A survey (No. arXiv:2408.09497). arXiv. arXiv:2408.09497 <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.09497>
- Daft, R. L., Murphy, J., y Willmott, H. (2020). Organization theory and design: An international perspective (3rd ed.). Cengage Learning EMEA.
- Datacenter Dynamics. (2023). Profundizando en las peculiaridades de la industria de data centers de Perú. <https://www.datacenterdynamics.com/es/features/profundizando-en-laspeculiaridades-de-la-industria-de-data-centers-de-peru/>
- Datadog. (2023). Cloud monitoring as a service. <https://www.datadoghq.com/>
- Drucker, P. F. (2007). The effective executive: The definitive guide to getting the right things done. HarperBusiness.
- Espinel, R. I., Ardila, E., Zárate, H., y Ortiz, J. E. (2022). Design and implementation of a network monitoring system for campus infrastructure using software agents. *Ingeniería e Investigación*, 42(1), e87564. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v42n1.87564>
- Guevara, N. A. (2024). Sistema de monitoreo de infraestructura de TI para soporte a la gestión de recursos de la Oficina de Tecnologías de la Información. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6712>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2021). Metodología de la investigación. McGraw-Hill.
- IBM. (2023). What is infrastructure monitoring?. <https://www.ibm.com/think/topics/infrastructure-monitoring>

- Kashyap, S. (2025, enero 21). Effectiveness vs. Efficiency: Know everything in detail. ProofHub. <https://www.proofhub.com/articles/effectiveness-vs-efficiency>
- Khawan, S (2025), La implementación de un Centro Central de Datos para el Gobierno SSRN: <https://ssrn.com/abstract=5023340> o <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5023340>
- Levine, D. M., Stephan, D. F., y Szabat, K. A. (2018). Statistics for managers using Microsoft Excel (8.^a ed.). Pearson.
- Misal, J. (2024). Automated monitoring systems in IT infrastructure: A systematic analysis of detection, response, and optimization mechanisms. *International Journal of Computer Engineering and Technology*, 15(6), 1099–1110. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14287624>
- Ogogo, W. L. (2021). Real-Time Monitoring of Network Devices: Its Effectiveness in Enhancing Network Security. *East African Journal of Information Technology*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.37284/eajit.3.1.153>
- Pandia, M. T. M., y Wadly, F. (2025). Design and Build a Network Monitoring System Using Nagios at PT. Telkom Access. *Journal of Information Technology, Computer Science and Electrical Engineering*, 2(1), 47–57. <https://ysmk.org/ejournal/index.php/jitcse/article/view/160>
- Ramos, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 5–9. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Rocha, E. (2023). Nagios como solução de monitoramento de rede. *Revista Científica de Alto Impacto*, 27(123). <https://doi.org/10.5281/zenodo.8010546>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., y Lucio, M. P. B. (2022). Metodología de la investigación (7.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Xiahou, X., Chen, J., Zhao, B., Yan, Z., Cui, P., Li, Q., y Yu, Z. (2022). Research on Safety Resilience Evaluation Model of Data Center Physical Infrastructure: An ANP-Based Approach. *Buildings*, 12(11), 1911. <https://doi.org/10.3390/buildings12111911>