



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS



TESIS

**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN LA
AUTOMATIZACIÓN DE SERVIDORES: COMPARACIÓN ENTRE
INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y VIRTUALIZADA EN LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO**

PRESENTADA POR:

JESUS DANIEL MALMA MONTAÑO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

PUNO, PERÚ

2024



JESUS DANIEL MALMA MONTAÑO

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE SERVIDORES: COMPARACIÓN ENTRE ...

- 23.- INGENIERÍA DE SISTEMAS
- 23.- INGENIERÍA DE SISTEMAS
- Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:417490656

105 Páginas

Fecha de entrega

19 dic 2024, 9:58 a.m. GMT-5

22,449 Palabras

Fecha de descarga

19 dic 2024, 10:05 a.m. GMT-5

126,552 Caracteres

Nombre de archivo

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE SERVIDORES COMPA....docx

Tamaño de archivo

2.2 MB








6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.


Dr. Adolfo Carlos Jiménez Chura
INGENIERO DE SISTEMAS





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE SERVIDORES: COMPARACIÓN ENTRE INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y VIRTUALIZADA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO



PRESENTADA POR:

JESUS DANIEL MALMA MONTAÑO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE

Dr. ROBERT ANTONIO ROMERO FLORES

PRIMER MIEMBRO

Dra. ZULEMA LILIAN MAMANI HUACANI

SEGUNDO MIEMBRO

M.Sc. LENIN HUAYTA FLORES

ASESOR DE TESIS

Dr. ADOLFO CARLOS JIMENEZ CHURA

Puno, 29 de noviembre de 2024.

ÁREA: Telecomunicaciones y redes de datos.

TEMA: Evaluación de rendimiento y eficiencia en la automatización de servidores.

LÍNEA: Sistemas, Computación e Informática.



DEDICATORIA

A mi amada esposa, por ser mi compañera fiel, mi apoyo incondicional y la razón de ser fuerte en cada paso de este camino que hemos emprendido juntos. A mis hijos, quienes son mi guía para superarme en todo lo que hago y me llenan de felicidad y amor por su sonrisa y abrazos, por brindándome la energía de seguir adelante e ir tras mis objetivos. A mi madre, por su inmenso amor, por su experiencia, y por la sabiduría que me ha impartido que me ha hecho lo que soy hoy. A todos mis familiares, por ser mi hogar, por ser mi fuerza y energía y un ejemplo de mi unidad y amor. Este logro es tanto de ustedes como mío.

Jesus Daniel Malma Montaña.

AGRADECIMIENTOS

concluir esta significativa etapa de mi vida profesional, deseo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han sido parte fundamental de este proceso de crecimiento y aprendizaje.

En primer lugar, a mis distinguidos docentes, quienes, con su invaluable sabiduría, inquebrantable paciencia y extraordinaria dedicación, han sido los artífices de mi formación académica.

A los honorables miembros del jurado, por su minuciosa dedicación en la evaluación de este trabajo. Sus valiosas observaciones, comentarios y sugerencias han enriquecido significativamente esta investigación. Agradezco profundamente el tiempo invertido y la experticia compartida en cada etapa del proceso.

Un reconocimiento especial a mi colega de oficina Fredy, quien ha sido más que un compañero de trabajo, un verdadero mentor y amigo. Su disposición constante para compartir experiencias, conocimientos y consejos ha sido un faro de luz en los momentos más desafiantes de este trayecto. Su respaldo incondicional y palabras de aliento han sido fundamentales para mantener el rumbo y la motivación necesaria para alcanzar esta meta.

Quiero expresar mi más sincera gratitud a mi asesor, pieza angular en la culminación exitosa de este proyecto. Su guía experta, visión crítica y retroalimentación oportuna han sido instrumentales en cada fase de esta investigación.

Este trabajo es el resultado de un esfuerzo colectivo, donde cada una de las personas mencionadas ha aportado de manera única y significativa. Sus contribuciones no solo han enriquecido este proyecto, sino que han dejado una marca imborrable en mi formación personal y profesional. Por ello, este logro también es suyo, pues refleja la dedicación, el compromiso y la pasión que han compartido generosamente conmigo a lo largo de este camino.

A todos ustedes, mi eterno agradecimiento.

Jesus Daniel Malma montaña.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ACRÓNIMOS	ix
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1	Marco teórico	5
1.1.1	Servidor	5
1.1.2	Tipos de Servidores:	6
1.1.3	Componentes Principales:	6
1.1.4	Escalabilidad y Redundancia:	7
1.1.5	Virtualización	7
1.1.6	Tipos de Virtualización	8
1.1.7	VMware ESXi	11
1.1.8	Prometheus	12
1.1.9	¿Qué es Grafana?	14
1.1.10	Consolidación de Servidores y Optimización de Energía	15
1.1.11	Migración a la Nube y Modelos Híbridos	16
1.1.12	Contenedores y Gestión de Dependencias	17
1.1.13	Virtualización y Seguridad en la Nube	17
1.1.14	Impacto del Tiempo de Respuesta y Precisión Temporal	18
1.1.15	Desempeño en Infraestructuras Hiperconvergentes	18
1.1.16	Comparación de Plataformas de Virtualización	18
1.1.17	Evaluación Comparativa de Servidores VPS	19
1.1.18	Implicaciones Futuras y Desarrollo de la Virtualización	19
		iii



1.1.19	Optimización del Uso de Recursos en Infraestructuras Virtualizadas	19
1.1.20	Provisión Dinámica de Recursos en la Nube	19
1.1.21	Análisis Comparativo de Arquitecturas de Servidores Virtuales	20
1.1.22	Desafíos en la Seguridad de Entornos Virtualizados	20
1.1.23	Evaluación de Rendimiento en la Virtualización de Máquinas	20
1.1.24	Consolidación de Servidores y su Impacto en la Escalabilidad	21
1.2	Antecedentes	21
1.2.1	Internacionales	21
1.2.2	Nacionales	28
1.2.3	Locales	30

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	31
2.2	Enunciados del problema	32
2.2.1	Problema general	32
2.2.2	Problemas específicos	33
2.3	Justificación	33
2.4	Objetivos	35
2.4.1	Objetivo general	35
2.4.2	Objetivos específicos	35
2.5	Hipótesis	35
2.5.1	Hipótesis general	35
2.5.2	Hipótesis específicas	35

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	37
3.2	Población	37
3.3	Muestra	38
3.3.1	Representatividad de la muestra	38
3.3.2	Razonabilidad en la selección	39
3.3.3	Suficiencia para análisis estadístico	39
3.4	Método de investigación	39
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	40
3.5.1	Variables para considerar e instrumentos de recolección	40



3.5.2	Descripción detallada del uso de materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros	42
3.5.3	Prueba t de Student (para dos muestras independientes)	45
3.5.4	ANOVA (Análisis de Varianza)	45
3.5.5	Operacionalización de Variables	48
3.5.6	Validación y Confiabilidad de Datos	51

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados	52
4.1.1	Datos obtenidos de los servidores monitoreados	52
4.1.2	Condicionamiento de Datos para Análisis	62
4.1.3	Promedios y Desviación estándar	62
4.1.4	Prueba t de Student por objetivos	66
4.1.5	Prueba ANOVA según objetivos Específicos	71
4.2	Discusión	72
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	77
	BIBLIOGRAFÍA	78
	ANEXOS	84



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Comparación de Recursos en Servidores Físicos y Virtualizados	47
2. Operacionalización de Variables	48
3. Registro de Uso de CPU en Servidor Físico 1	52
4. Registro de Uso de CPU en Servidor Físico 2	53
5. Registro de Uso de CPU en Servidor Físico 3	53
6. Registro de Uso de CPU en Servidor Virtual 1	54
7. Registro de Uso de CPU en Servidor Virtual 2	54
8. Registro de Uso de CPU en Servidor Virtual 3	55
9. Registro de Uso de RAM en Servidor Físico 1	55
10. Registro de Uso de RAM en Servidor Físico 2	56
11. Registro de Uso de RAM en Servidor Físico 3	56
12. Registro de Uso de RAM en Servidor Virtual 1	57
13. Registro de Uso de RAM en Servidor Virtual 2	57
14. Registro de Uso de RAM en Servidor Virtual 3	58
15. Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Físico 1	58
16. Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Físico 2	59
17. Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Físico 3	59
18. Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Virtual 1	60
19. Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Virtual 2	60
20. Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Virtual 3	61
21. Resumen Estadístico CPU	63
22. Resumen Estadístico de Uso RAM	64
23. Resumen Estadístico Tiempos de Respuesta de CPU (ms)	65
24. Resumen de Prueba t de Student Uso de CPU (ms)	66
25. Resumen de Prueba t de Student Uso de RAM	67
26. Resumen de Prueba t de Student Tiempos de Respuesta(ms)	69
27. Resumen de Prueba ANOVA Tiempos de Respuesta (ms)	71



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Servidor Físico	5
2. Pantalla de administración Proxmox	10
3. Pantalla de administración de VMware ESXi	12
4. Pantalla de administración de Prometheus	13
5. Pantalla de administración de Grafana	14
6. Mapa de ubicación de la Universidad Nacional del Altiplano	37
7. Comparación General de Uso de CPU, RAM y Tiempos de Respuesta en Servidores Físicos y Virtuales	61
8. Uso de CPU para servidores Físicos y Virtuales	66
9. Uso de RAM en Servidores Físicos y Virtuales	68
10. Tiempos de Respuesta en Servidores Físicos vs. Virtuales	69
11. Distribución de Tiempos de respuesta (MS) entre servidores Físicos y Virtuales	71



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Matriz de consistencia	84
2. Monitoreo de Objetivos (Targets) en Prometheus	86
3. Dashboard de Monitoreo Básico de Recursos en Grafana	87
4. Pantalla Ejemplo de Monitoreo de Recursos del Sistema en Grafana	89
5. Declaración jurada de autenticidad de tesis	90
6. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional	91



ACRÓNIMOS

EPG	:	Escuela de Posgrado
MEF	:	Ministerio de Economía y Finanzas
MINAM	:	Ministerio del Ambiente
UNA	:	Universidad Nacional del Altiplano
CPU	:	Unidad Central de Procesamiento
TI	:	Tecnología de la Información
AWS	:	Amazon Web Services
KVM	:	Kernel-based Virtual Machine
LXC	:	Linux Containers
ANOVA	:	Análisis de Varianza
CO2	:	Dióxido de Carbono
COVID-19	:	Coronavirus Disease 2019
CT	:	Computed Tomography
DCN	:	Distributed Computer Network
ESXi	:	VMware ESXi
FPGA	:	Field-Programmable Gate Array
FURPS	:	Functionality, Usability, Reliability, Performance, Supportability
GWO	:	Grey Wolf Optimize
I/O	:	Input/Output
IoT	:	Internet of Things
IPS	:	Intrusion Prevention System
IPv4	:	Internet Protocol version 4
IPv6	:	Internet Protocol version 6
KASLR	:	Kernel Address Space Layout Randomization
KPTI	:	Kernel Page Table Isolation
LAN	:	Local Area Network
Mb	:	Megabit
NDLC	:	Network Development Life Cycle
OBI	:	Object of Informatization
OPV	:	Optimización de Plataforma de Virtualización
P2V2C	:	Physical to Virtual to Cloud



PM	:	Physical Machine
Proxmox VE	:	Proxmox Virtual Environment
PYMES	:	Pequeñas y Medianas Empresas
RAM	:	Random Access Memory
RAM GiB	:	Random Access Memory en Gibibytes
SAC	:	Servicios y Aplicaciones Computacionales
SENATI	:	Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial
SIEM	:	Security Information and Event Management
TCP	:	Transmission Control Protocol
TR	:	Tiempos de Respuesta
UDP	:	User Datagram Protocol
VMP	:	Virtual Machine Placement
VMs	:	Virtual Machines
VNFs	:	Virtual Network Functions
VULTR	:	Proveedor de servicios de VPS
VPS	:	Virtual Private Server

RESUMEN

La falta de datos comparativos sobre servidores físicos y virtualizados dificulta la optimización tecnológica y la mejora del servicio en la Universidad Nacional del Altiplano. Este estudio, cuantitativo, experimental y explicativo, evaluó y comparó el rendimiento de servidores físicos y virtualizados en el uso de CPU, memoria y tiempos de respuesta. Se seleccionaron seis servidores (tres físicos y tres virtualizados) mediante muestreo representativo, utilizando herramientas como Prometheus y Grafana para monitorear recursos y analizar los datos con pruebas T y ANOVA. Los servidores virtualizados destacaron en eficiencia bajo cargas bajas y medias, mientras que los físicos fueron superiores en tareas intensivas. Los servidores virtualizados demostraron un promedio de uso de CPU de 3,66 %, significativamente menor al 43,85 % de los físicos ($t = 28,21$, $p < 0.05$; $F = 795,92$, $p < 0,05$). En memoria RAM, utilizaron 9102.36 MB, frente a 577,29 MB de los físicos ($t = 63,84$; $p < 0,05$; $F = 4077,25$; $p < 0,05$). Los tiempos de respuesta en los virtualizados fueron más rápidos, con un promedio de 2,23 ms, comparado con los 17,44 ms de los físicos ($t = 12,54$; $p < 0,05$; $F = 156,69$; $p < 0,05$). Estos resultados confirman que los servidores virtualizados son más eficientes y estables, optimizando recursos y ofreciendo un mejor rendimiento para aplicaciones críticas, mientras que los servidores físicos muestran limitaciones en la mayoría de los escenarios analizados.

Palabras clave: Eficiencia, memoria, rendimiento, recursos, servidores físicos, servidores virtualizados.

ABSTRACT

The lack of comparative data on physical and virtualized servers hinders technological optimization and service improvement at the Universidad Nacional del Altiplano. This quantitative, experimental, and explanatory study evaluated and compared the performance of physical and virtualized servers in CPU usage, memory, and response times. Six servers (three physical and three virtualized) were selected through representative sampling, using tools like Prometheus and Grafana to monitor resources and analyze data with T-tests and ANOVA. Virtualized servers excelled in efficiency under low to medium workloads, while physical servers performed better in intensive tasks. Virtualized servers showed an average CPU usage of 3.66%, significantly lower than 43.85% for physical servers ($t = 28.21$, $p < 0.05$; $F = 795.92$, $p < 0.05$). In RAM usage, virtualized servers used 9102.36 MB, compared to 577.29 MB for physical servers ($t = 63.84$, $p < 0.05$; $F = 4077.25$, $p < 0.05$). Response times were also faster for virtualized servers, averaging 2.23 ms compared to 17.44 ms for physical servers ($t = 12.54$, $p < 0.05$; $F = 156.69$, $p < 0.05$). These results confirm that virtualized servers are more efficient and stable, optimizing resources and offering better performance for critical applications, while physical servers show limitations in most analyzed scenarios.

Keywords: Efficiency, memory, performance, physical servers, resources, virtualized servers.



Juan Marcos Aro Aro, Ph. D.
Ing. AGROINDUSTRIAL
C.I.P. N 52422

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los recursos tecnológicos son difíciles de manejar. Eso se aplica tanto a cualquiera de las universidades que requieren en la actualidad una infraestructura tecnológica robusta como también a la Universidad Nacional del Altiplano que se ha visto también expuesta a estas realidades. Manteniendo esas realidades en mente, la Un láu hace frente a esos desafíos estableciendo una infraestructura mixta compuesta por servidores físicos y virtualizados. Esto es importante porque la virtualización es una estrategia efectiva en la que el funcionamiento de la CPU y los tiempos de respuesta son mucho más eficaces, pero no se sabe si la operación es mucho más eficiente ya que no ha sido evaluada en esas específicas circunstancias. Es por eso que resulta necesario por parte de los universitarios estudiar las ventajas y los puntos malos de la virtualización en esa electrónica porque sino no sería eficiente mejorar las infraestructuras tecnológicas de esa universidad.

Esta investigación se ubica en la línea de Sistemas, Computación e Informática, y dentro de la sub línea de Investigación Ingeniería Computacional y Sistemas, y corresponde con el tema que trata la evaluación del rendimiento y la eficiencia en el trabajo de la automatización de servidores. Presentándose en las circunstancias donde el software crítico debe ser de alto rendimiento y tener gran tiempo de disponibilidad, es necesario para las empresas entender de qué forma la virtualización puede abaratar esta optimización de los recursos tecnológicos. Igualmente, es necesario establecer hasta qué punto la virtualización propicia la eliminación de barreras e impedimentos para la distribución de los recursos en computadora, en comparación con la infraestructura física clásica, y qué efectos tiene esto en los tiempos de reacción de las aplicaciones que funcionan en la Universidad.

El objetivo de esta investigación es determinar el rendimiento y la eficacia, así como la comparación entre servidores físicos y virtualizados, en este caso, dentro de la Universidad Nacional del Altiplano. En el caso de la metodología, se trabajó con un diseño cuantitativo y experimental, haciendo uso de herramientas de monitoreo como Prometheus y Grafana, que permitan recolectar información específica sobre la utilización de CPU, memoria y tiempos de respuesta a diferentes estaciones de carga. El presente estudio busca dar bases firmes que servirán en la toma de decisiones estratégicas

en la relación de la infraestructura tecnológica de la universidad con el propósito de aumentar la calidad del servicio y la eficacia operativa.

La metodología de esta disertación se basa en el levantamiento de información que se realizó utilizando físicos y servidores virtualizados, los cuales fueron sometidos a pruebas en distintos entornos de carga. Se hará uso de diversas herramientas de monitoreo el comportamiento de los recursos tecnológicos pudo ser estudiado con mayor sistematicidad. Con análisis estadísticos como la comparación de promedios de dos grupos mediante pruebas t, y la comparación de más de dos grupos mediante ANOVA se podrá establecer el logro, eficacia y rendimiento de ambas tipologías de infraestructura. Lo que ayudará a identificar fortalezas y debilidades en la distribución de los recursos y recomendar ciertos cambios que van a mejorar la eficiencia que tiene la infraestructura de TI de la universidad.

La investigación sigue una estructura organizada en capítulos. El primer capítulo se concentra en la revisión de literatura que hace posible desarrollar un marco teórico así como antecedentes relacionados a la virtualización y rendimiento de servidores. En el segundo capítulo se plantea el problema de la investigación, así como los objetivos y las hipótesis. En el tercer capítulo, se detallan los materiales y métodos utilizados, incluyendo el diseño de la muestra, así como la descripción de las herramientas de monitoreo. El cuarto capítulo exposición los resultados obtenidos, después que viene una discusión que compara los hallazgos con las obras precedentes. Por último, La Investigación termina con recomendaciones destacando los logrados, además de la bibliografía y los anexos que son necesarias para el complemento del análisis.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

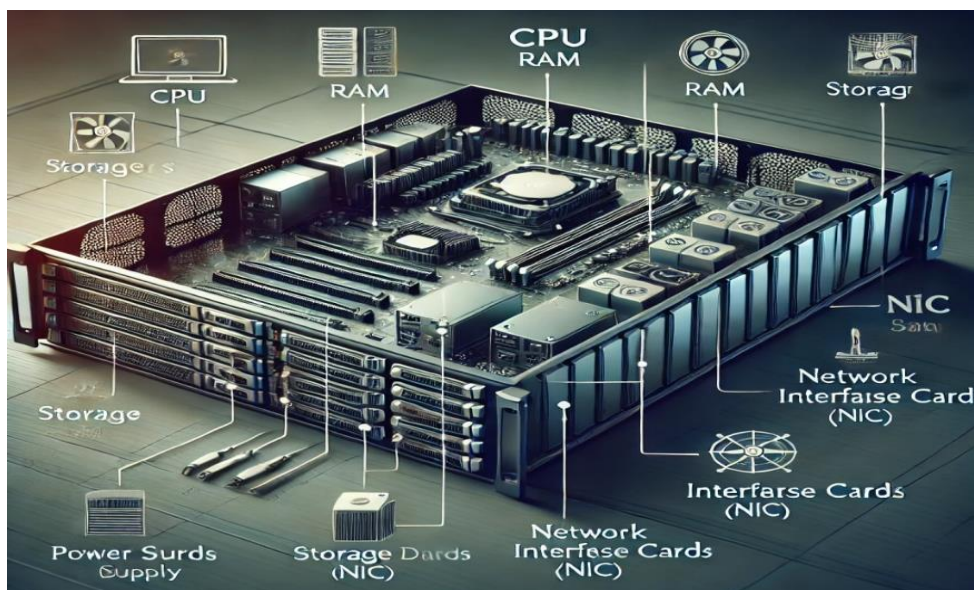
1.1.1 Servidor

Un **servidor** es un sistema informático compuesto por hardware y software especializado, cuya principal función es gestionar, almacenar y distribuir datos o servicios a otros dispositivos, denominados clientes, a través de una red. Los servidores pueden funcionar como puntos centrales para almacenar información, ejecutar aplicaciones o gestionar la comunicación entre diversos dispositivos. Están diseñados para operar con alto rendimiento, seguridad y disponibilidad, lo que los hace esenciales en infraestructuras de redes empresariales y de centros de datos.

Además, la virtualización ha permitido que un único servidor físico aloje múltiples máquinas virtuales, optimizando el uso de recursos como el CPU, la memoria RAM, y el almacenamiento, reduciendo costos y mejorando la eficiencia. Dependiendo de su función, los servidores pueden ofrecer diferentes tipos de servicios, como servidores de archivos, servidores web, de bases de datos, de correo, entre otros. (VMware. 2024)

Figura 1

Servidor Físico



1.1.2 Tipos de Servidores:

A. Servidor de Archivos

Almacena y gestiona archivos de forma centralizada para que los usuarios puedan acceder, compartir y administrar documentos en un único lugar. (Lifeder 2023)

B. Servidor Web

Alojar sitios web y servir contenido utilizando tácticas como HTTP o HTTPS. (Techopedia 2023)

C. Servidor de Correo

Gestiona el envío y recepción de correos electrónicos entre usuarios y dominios. (Lifeder 2023)

D. Servidor de Base de Datos

Almacena, administra y facilita el acceso a bases de datos para aplicaciones y usuarios. Techopedia (2023)

E. Servidor DNS

Traduce nombres de dominio en direcciones IP, facilitando la navegación en Internet. (Tecno-Simple, 2023)

1.1.3 Componentes Principales:

A. Unidad Central de Procesamiento (CPU)

Ejecuta instrucciones y procesa datos.

B. Memoria de Acceso Aleatorio (RAM)

Almacena datos temporales para acceso rápido.

C. Almacenamiento

Discos duros o unidades de estado sólido que guardan datos y aplicaciones.

D. Interfaces de Red

Permiten la comunicación con otros dispositivos que están conectados a la red. (Techopedia, 2023)

1.1.4 Escalabilidad y Redundancia:

A. Escalabilidad

Capacidad del servidor para aumentar sus recursos (como CPU, memoria y almacenamiento) para hacer frente al aumento del estrés. (Techopedia, 2023)

B. Redundancia

Despliegue de componentes duplicados para garantizar la continuidad del servicio en caso de fallos, aumentando la tolerancia a fallos y la disponibilidad del sistema. (Lib, 2022).

1.1.5 Virtualización

La virtualización es un proceso tecnológico clave que permite la creación de representaciones virtuales de componentes físicos como servidores, redes, almacenamiento y más. En lugar de ejecutar una sola aplicación o sistema operativo en un servidor físico, la virtualización permite que múltiples sistemas operativos y aplicaciones compartan un único hardware físico, lo que maximiza la eficiencia y el uso de los recursos. Este enfoque no solo optimiza el procesamiento y almacenamiento, sino que también reduce costos operativos al disminuir la cantidad de hardware necesario.

Además, la virtualización juega un papel esencial en la computación en la nube, donde permite la escalabilidad dinámica. Esto significa que los recursos pueden ajustarse automáticamente de acuerdo con las necesidades de carga de trabajo, mejorando la flexibilidad y capacidad de respuesta de los sistemas. Por ejemplo, si una aplicación requiere más capacidad de procesamiento durante picos de uso, la virtualización permite la asignación rápida de recursos adicionales sin la necesidad de adquirir más hardware físico (Amazon Web Services, 2024).

En resumen, la virtualización es una tecnología fundamental para optimizar los entornos de TI, reducir costos, mejorar la escalabilidad y ofrecer flexibilidad en la gestión de recursos, haciendo que sea ampliamente adoptada tanto en entornos empresariales como académicos.

1.1.6 Tipos de Virtualización

A. Virtualización de Servidores

Una vez activado, un sistema operativo invitado es independiente de la máquina host, lo que permite que múltiples máquinas virtuales residan en un único servidor físico, cada una ejecutando su propio sistema operativo y aplicaciones. (Barraza, 2022).

B. Virtualización de Escritorios

Hace posible acceder de forma remota a entornos de escritorio completos desde diferentes dispositivos (Appvizer, 2023).

C. Virtualización de Almacenamiento

Combine múltiples dispositivos de almacenamiento en un solo almacenamiento virtual con facilidad de gestión. (Splashtop, 2023)

D. Virtualización de Redes

Crea redes virtuales que sean independientes entre sí sobre una infraestructura física común, aumentando así la flexibilidad y eficiencia de la red. (Appvizer, 2023).

E. Beneficios de la Virtualización

E.1 Reducción de Costos

Reduce la demanda de hardware físico, lo que se traduce en ahorros en términos de adquisición y mantenimiento. (Barraza, 2022)

E.2 Mejora de la Eficiencia

Optimiza el uso de recursos, permitiendo una mayor aplicación y densidad de servicio. (Splashtop, 2023).

E.3 Flexibilidad y Escalabilidad

Facilita la rápida adaptación a los cambios en la demanda y hace más fácil la introducción de nuevos servicios (Appvizer, 2023).

E.4 Simplificación de la Gestión

Concentración de la administración de recursos, facilitando su control y monitoreo. (Splashtop, 2023).

F. Limitaciones y Desafíos

F.1 Sobrecarga de Rendimiento

La capa adicional de virtualización puede introducir una sobrecarga que afecte el rendimiento (Barraza, 2022).

F.2 Punto Único de Falla

Si el servidor físico falla, todas las máquinas virtuales en él se ven afectadas (Splashtop, 2023).

F.3 Complejidad en la Gestión

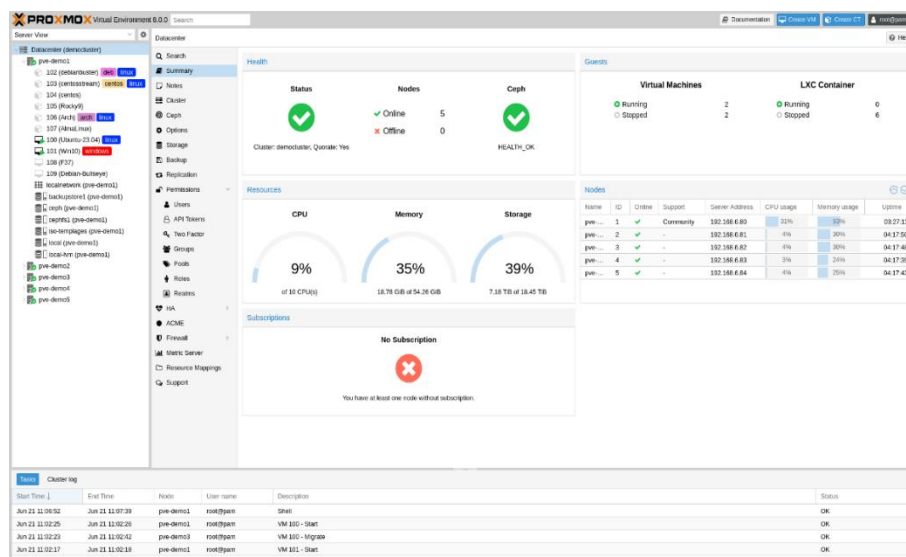
Requiere habilidades especializadas para administrar entornos virtualizados de manera efectiva (Appvizer, 2023).

G. Proxmox

La Proxmox Virtual Environment (Proxmox VE) es una plataforma de virtualización de código abierto que permite a sus usuarios administrar ambientes de virtualización para máquinas virtuales (VMs) y contenedores en una sola plataforma. Este tipo de solución es apropiada para los negocios que buscan virtualizar sus infraestructuras, ya que incluye un portal web para la administración de sistemas Linux y Windows con hipervisores basados en KVM y contenedores LXC, todos de forma centralizada. Proxmox también incluye almacenamiento definido por software y permite la creación de clústeres de alta disponibilidad, lo que agrega un alto poder al Proxmox ante ambientes que necesitan flexibilidad y escalabilidad.

Figura 2

Pantalla de administración Proxmox



H. Características clave de Proxmox:

H.1 Virtualización completa

KVM, una tecnología de virtualización de kernel de linux, es capaz de virtualizar por completo sistemas operativos como linux y windows. Lo anterior permite lograr un rendimiento casi nativo en el hardware subyacente.

H.2 Contenedores LXC

Ofrecen una opción más ligera a las máquinas virtuales completas al compartir el kernel del sistema operativo anfitrión y permitir que varios entornos Linux puedan ser creados y ejecutados de manera aislada en un solo host.

H.3 Interfaz de administración web

Facilita la gestión centralizada de VMs, contenedores, almacenamiento y redes a través de una interfaz poderosa que se puede acceder desde cualquier navegador.

H.4 Alta disponibilidad

Proxmox VE permite la creación de clústeres de alta disponibilidad que aseguran la continuidad operativa en caso de fallos del sistema. La migración en vivo también permite mover máquinas virtuales entre nodos sin interrupción del servicio.

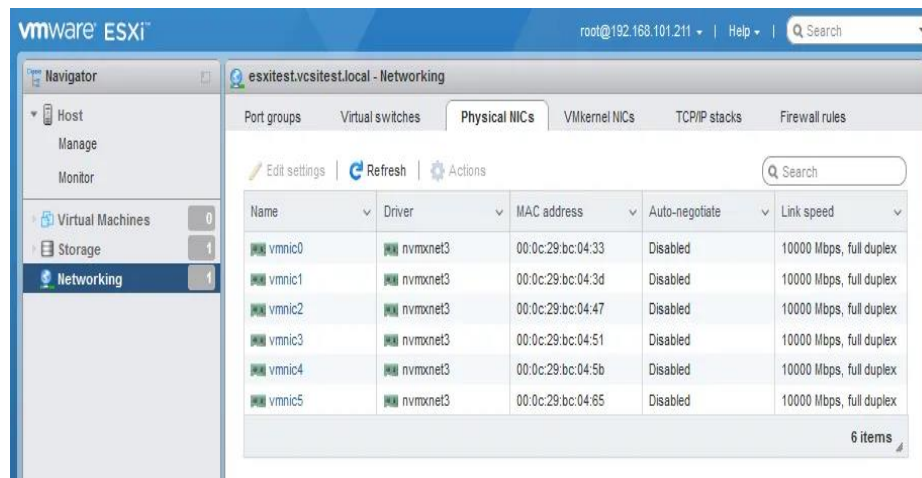
Esta plataforma es ideal para optimizar el uso de recursos y reducir costos en infraestructuras empresariales o académicas que requieren un manejo eficiente de aplicaciones y servidores virtualizados. Además, su enfoque en el software de código abierto garantiza una solución flexible y adaptable sin los altos costos de licencias asociados a otras plataformas(Proxmox. 2024).

1.1.7 VMware ESXi

VMware ESXi: es un hipervisor de tipo bare-metal que permite a las organizaciones ejecutar múltiples máquinas virtuales en un solo servidor físico, optimizando el uso de recursos como CPU, memoria y almacenamiento. Esta tecnología facilita la consolidación de servidores y es fundamental para mejorar la eficiencia operativa al reducir la necesidad de hardware físico adicional. ESXi es una pieza clave de la plataforma VMware vSphere, que ofrece características avanzadas como alta disponibilidad, migración en vivo y recuperación ante desastres, haciendo que sea una solución popular en entornos empresariales de alta demanda (VMware. 2024)

Figura 3

Pantalla de administración de VMware ESXi



VMware ESXi es un hipervisor de tipo 1 que se instala directamente en el hardware del servidor, permitiendo la creación y gestión de múltiples máquinas virtuales en una sola máquina física. Esta arquitectura elimina la necesidad de un sistema operativo subyacente, lo que mejora la eficiencia y el rendimiento en entornos de virtualización. ESXi forma parte integral de la suite VMware vSphere, proporcionando una plataforma robusta y escalable para la consolidación de servidores y la optimización de recursos en centros de datos. (IONOS, 2021)

Entre las ventajas de utilizar VMware ESXi se destacan la reducción de costos operativos al consolidar múltiples servidores físicos en máquinas virtuales, la mejora en la eficiencia energética y la simplificación en la gestión de recursos. Además, su arquitectura ligera y su capacidad para integrarse con otras herramientas de VMware facilitan la administración y el monitoreo de la infraestructura virtualizada. Sin embargo, es importante considerar que la implementación de ESXi requiere una planificación adecuada y personal capacitado para maximizar sus beneficios y minimizar posibles desventajas. (JMG Virtual Consulting, 2016)

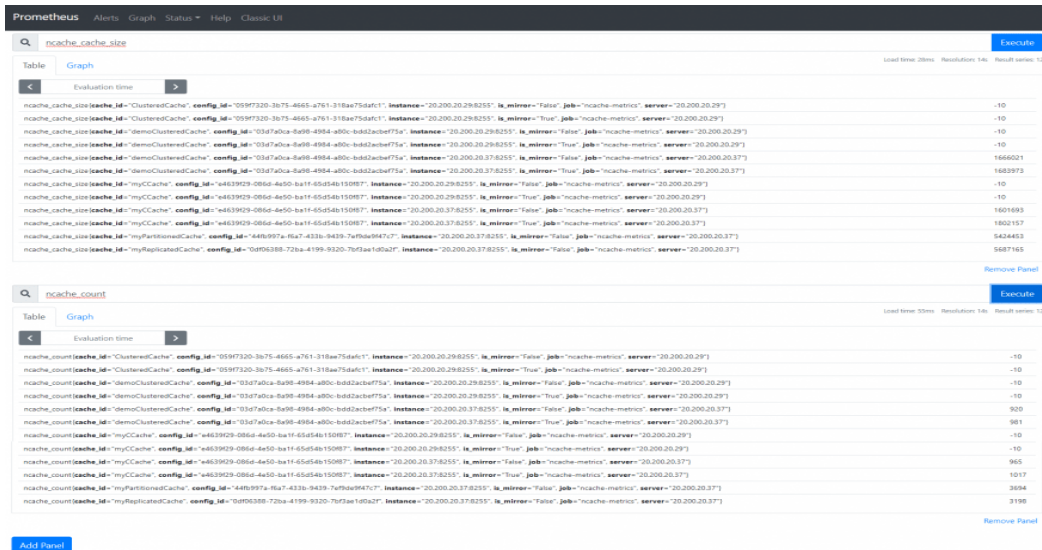
1.1.8 Prometheus

Prometheus es una herramienta de monitoreo y alertas de sistemas diseñada para recopilar métricas de diversas fuentes y almacenarlas como series temporales, lo que permite realizar consultas y generar gráficos para el análisis de estas métricas. Fue desarrollado originalmente en SoundCloud en 2012 y ahora es

un proyecto de código abierto bajo la Cloud Native Computing Foundation (Cloud Native Computing Foundation. 2012)

Figura 4

Pantalla de administración de Prometheus



A. Componentes y Funcionalidades Clave de Prometheus:

A.1 Prometheus Server

Es el núcleo del sistema, responsable de la recolección y almacenamiento de métricas. Utiliza un modelo de datos basado en series temporales etiquetadas, lo que facilita consultas flexibles y eficientes.

A.2 Exporters

Son componentes que extraen métricas de servicios o sistemas y las exponen en un formato que Prometheus puede recolectar. Existen exporters para diversos servicios, como bases de datos, sistemas operativos y hardware.

A.3 Alertmanager

Gestiona las alertas generadas por Prometheus, permitiendo la agrupación, inhibición y envío de notificaciones a diferentes canales, como correo electrónico o sistemas de mensajería.

A.4 PromQL (Prometheus Query Language)

Es un lenguaje de consulta potente y flexible que permite extraer y manipular datos almacenados en Prometheus para análisis y visualización.

1.1.9 ¿Qué es Grafana?

Grafana es una plataforma de visualización de datos y observabilidad de código abierto que permite a los usuarios crear, explorar y compartir paneles interactivos que combinan datos de diversas fuentes, como Prometheus, Elasticsearch, Graphite, entre otros. Su principal fortaleza radica en su capacidad para centralizar datos de múltiples orígenes en un solo panel de control, sin necesidad de mover o migrar los datos a un único lugar.

Grafana facilita la creación de paneles personalizados y visualizaciones en tiempo real, permitiendo una toma de decisiones basada en datos y mejorando la colaboración entre equipos. Además, Grafana incluye un robusto sistema de alertas y se integra con Prometheus para la monitorización de métricas, logs, y trazas en infraestructuras tanto físicas como en la nube Grafana Labs. (2024).

Figura 5

Pantalla de administración de Grafana



A. Componentes y Funcionalidades Clave de Grafana:

A.1 Integración de Fuentes de Datos

Grafana permite conectarse con una multitud de fuentes de datos que incluyen, Prometheus, InfluxDB, MySQL y Elasticsearch, centralizando así la información de diferentes sistemas en un solo panel.

A.2 Paneles y Dashboards Personalizables

Ofrece la capacidad de crear paneles interactivos con varios tipos de visualizaciones como gráficos, tablas y mapas de calor adaptados a los requisitos específicos del usuario.

A.3 Alertas y Notificaciones

Permite configurar alertas basadas en condiciones de usuario establecidas que envían notificaciones a través de canales específicos como correo electrónico o mensajeros al cumplir algunas condiciones específicas.

A.4 Gestión de Usuarios y Permisos

Facilita la gestión de usuarios con varios niveles de acceso de tal manera que solo las personas autorizadas pueden hacer cambios o ver paneles designados.

1.1.10 Consolidación de Servidores y Optimización de Energía

El principal beneficio que se destaca de la virtualización es el poder de la consolidación de servidores, lo que a su vez conlleva a un menor consumo energético y costos operativos en los centros de datos. Uddin et al. (2021) propusieron aplicar un modelo de consolidación de servidores en la nube para mejorar la utilización energética. En su trabajo, muestran que el uso de tecnologías de consolidación de servidores que agrupan muchos servidores físicos en unas pocas máquinas virtuales o incluso en una sola VM no solo mejora el aprovechamiento de los recursos, sino que también minimiza el consumo de energía y las emisiones de CO₂ de los centros de datos. Los autores comprueban que utilizando un algoritmo eficaz de planificación de tareas, es posible

incrementar la densidad de centros de datos haciendo que se reduzca el número de servidores físicos en el mismo hasta en un 50% y el uso efectivo de estos aumente hasta un 30%.

Además, Ariyanto (2023) fue otro que llevó a cabo un análisis comparativo de arquitecturas de un solo servidor y la virtualización de múltiples servidores en sistemas de e-learning. Su estudio demostró que cuentan con la infraestructura de múltiples servidores virtuales, la cual se basa en reverse proxy y técnicas de clustering de almacenamiento, la disponibilidad del sistema mejora y se soporta un mayor número de usuarios concurrentes, ambos aspectos son críticos para aplicaciones de e-learning. Al implantar servidores virtuales, la arquitectura se optimiza en el uso de sus recursos y presenta un menor tiempo de respuesta lo que se traduce en un mejor desempeño.

1.1.11 Migración a la Nube y Modelos Híbridos

Perumal et al. (2022) presentan un modelo de migración que parte de servidores físicos los cuales son virtualizados en una primera instancia y posteriormente llevados a la nube en un segundo momento, este modelo se denomina P2V2C (Physical to Virtual to Cloud) y utiliza la plataforma Azure de Microsoft. Este modelo proporciona una migración en dos etapas: en la primera etapa se crean instancias virtuales de los servidores físicos y en la segunda etapa esas instancias son subidas a la nube. Este trabajo destaca que este tipo de migración por etapas hace que la gestión de recursos sea más eficiente, permite que los recursos se aprovisionen dinámicamente con más flexibilidad y reduce los gastos operativos. Los resultados experimentales indican que la migración de P2V2C es ventajosa frente a la migración directa a la nube, al permitir controlar y administrar de forma más segura y flexible las soluciones y los Juiz y Bermejo (2024).

Con su trabajo, Juiz y Bermejo (2024) tomaron en cuenta que el despliegue y el coste adicional generado por la virtualización de servidores en el contexto de un datacenter se pueden llegar a medir en términos de escalabilidad. Su estudio presenta una clase de métricas tendentes a medir que la globalización afecta a la escalabilidad y a la eficiencia de los servidores físicos y virtuales. Si bien la globalización permite un mejor aprovechamiento de los recursos, los autores

establecen un punto crítico en el cual el simple hecho de tener muchas VMs por servidor comienza a degradar más que racionalizar a la virtualización. Para tal efecto, se proponen métodos gráficos que permiten determinar cuantas máquinas virtuales configuran un límite de rendimiento que no puede ser sobrepasado sin incurrir en incrementos considerables en el coste.

1.1.12 Contenedores y Gestión de Dependencias

Chillarón et al. (2017) han estudiado el rendimiento de los contenedores Docker junto con la computación en Grid con el propósito de la parametrización de la reconstrucción de imágenes en el ámbito de las tomografías computarizadas (TC). Este estudio es especialmente interesante debido a que, aunque está centrado en aplicaciones médicas, los resultados obtenidos contribuyen de manera significativa a la mejora de la eficiencia de los recursos computacionales en entornos virtualizados. El uso de contenedores Docker mejoró el rendimiento y la gestión de trabajos sobre las plataformas Grid y, a su vez, permitió abordar configuraciones complejas con numerosas ejecuciones paralelas. Este enfoque permitió una disminución en la cantidad de radiación necesaria para obtener imágenes médicas de calidad, ilustrando así las ventajas de la virtualización y los contenedores en el ahorro de recursos.

1.1.13 Virtualización y Seguridad en la Nube

La adopción de la virtualización tiene otro aspecto crítico que es la seguridad, sostiene Brooks et al. (2012) quienes además analizan las vulnerabilidades de seguridad que existen en los entornos de computación virtualizados. Esta costumbre, a pesar de mejorar la eficiencia y el rendimiento de los sistemas, también plantea nuevos problemas de seguridad. Las principales vulnerabilidades son las siguientes: ataques de inyección de código y de botnets virtualizadas que explotan la capacidad de conseguir múltiples sistemas - operativos y aplicaciones- funcionando en un solo servidor. Apuesta del estudio es la necesidad de aplicar más medidas de seguridad que pueden disminuir dichos riesgos en los sistemas virtualizados.

1.1.14 Impacto del Tiempo de Respuesta y Precisión Temporal

Korniichuk et al. (2018) investigaron el impacto de la virtualización en la precisión temporal en condiciones de alta carga en entornos de virtualización Xen y VirtualBox. Encontraron que el aspecto más obvio del fenómeno de las máquinas virtuales es la volatilidad del tiempo que ocurre cuando hay un reparto de recursos físicos entre instancias virtuales en comparación con el acceso directo al hardware. Los resultados indican que, aunque Xen funciona con muy baja sobrecarga, VirtualBox tiene una sobrecarga mucho mayor, lo que lo hace menos adecuado para aplicaciones sensibles al tiempo.

1.1.15 Desempeño en Infraestructuras Hiperconvergentes

Leite et al. (2019) evaluaron el rendimiento de las infraestructuras hiperconvergentes desplegadas con contenedores Docker y el sistema de archivos distribuido GlusterFS. Su estudio evaluó el rendimiento de almacenamiento de un sistema hiperconvergente en comparación con el de un modelo más convencional, en el que los datos se almacenan en discos internos de servidores. Los hallazgos mostraron que, aunque las infraestructuras hiperconvergentes tienen características como escalabilidad y tolerancia a fallos, su rendimiento puede degradarse al manejar grandes cantidades de archivos pequeños, particularmente en ciertas configuraciones de disco. La hiperconvergencia es una propuesta atractiva para requisitos de alta disponibilidad; sin embargo, durante la fase de implementación, debe desplegarse con una cuidadosa consideración del tipo de carga de trabajo.

1.1.16 Comparación de Plataformas de Virtualización

Yaqub (2012a) analizó los resultados obtenidos con dos infraestructuras virtuales, VMware ESXi y KVM, en términos de operaciones individuales de CPU, memoria y disco I/O. A partir de su investigación, se dedujo que VMware ESXi tiene un mejor rendimiento que KVM en términos de operaciones de I/O de disco, aunque las diferencias de rendimiento de CPU fueron mínimas. Estos resultados significan que en entornos virtualizados que demandan una gestión eficiente de recursos, VMware incurre en menos sobrecarga que KVM, y por lo tanto es más eficiente en la gestión de recursos.

1.1.17 Evaluación Comparativa de Servidores VPS

Balen et al. (2020) llevaron a cabo un estudio comparativo sobre los problemas de rendimiento de los servidores privados virtuales de Digital Ocean, Linode y VULTR. El estudio involucró la evaluación del rendimiento de la CPU, la gestión de memoria y la programación de tareas en sistemas Unix, concluyendo que VULTR es el más adecuado para usuarios de gama baja en la mayoría de las circunstancias, mientras que Digital Ocean presenta lo contrario. En cuanto a Linode, se ubicó en algún lugar intermedio, desempeñándose bien en ciertos casos muy estrictamente definidos.

1.1.18 Implicaciones Futuras y Desarrollo de la Virtualización

Para el final, el estudio presentado por Huber et al. (2011) sobre la utilización de la capacidad adicional en el cloud computing se evidencia como a pesar de la importancia de la virtualización, hay sobrecostos sustanciales, particularmente en recursos de memoria y I/O de red. Estos costos adicionales pueden llegar hasta un 40% en términos de memoria y 30% en la red, lo que hace que la virtualización no sea la solución más coste-efectiva en términos generales y mucho menos en escenarios donde se requieran niveles de desempeño superiores en tiempo real.

1.1.19 Optimización del Uso de Recursos en Infraestructuras Virtualizadas

Leite et al. (2019) realizaron un análisis de infraestructuras hiperconvergentes con la implementación de GlusterFS y Docker para fines de almacenamiento distribuido, enfatizando que dichas infraestructuras proporcionan ahorros en recursos computacionales y de almacenamiento. El uso de tecnologías de contenedorización, así como de sistemas de archivos distribuidos, mejora la eficiencia en la gestión de grandes cantidades de conjuntos de datos de una manera que logra alta escalabilidad y tolerancia a fallos.

1.1.20 Provisión Dinámica de Recursos en la Nube

Perumal et al. (2022) presentaron un modelo de migración basado en P2V2C (Físico a Virtual a Nube) que facilita la provisión óptima del uso de recursos a través de la plataforma Azure. Este modelo fomenta una transición

gradual del uso de servidores físicos a servidores virtuales y, posteriormente, a servidores en la nube, lo que aumenta la eficiencia y reduce los costos operativos. Los resultados muestran que una migración en etapas es más efectiva que cambiar directamente a la nube en términos de control de recursos debido a la mayor seguridad y mejor adaptabilidad a las modificaciones.

1.1.21 Análisis Comparativo de Arquitecturas de Servidores Virtuales

Ariyanto (2023) también ha comparado una arquitectura de servidor único con múltiples implementaciones de servidores virtuales dentro de un entorno orientado al aprendizaje en línea alojado en Proxmox VE, se ha observado que tener múltiples servidores virtuales mejora la disponibilidad del sistema así como el número de usuarios concurrentes, lo cual es crítico para propósitos educativos en línea. Esta arquitectura también mejora la utilización del hardware a través del uso de técnicas de proxy inverso y agrupamiento de almacenamiento.

1.1.22 Desafíos en la Seguridad de Entornos Virtualizados

De acuerdo con la investigación de Brooks et al. (2012) existen algunas debilidades de seguridad en ambientes virtualizados, tales como ataques de inyección de código o la creación de botnets virtualizadas. Aunque la virtualización es una técnica que optimiza recursos y mejora el rendimiento, es igualmente importante que se tomen medidas de seguridad adecuadas que reduzcan estos riesgos, especialmente en las granjas de servidores que están albergando múltiples instancias de máquinas virtuales que corren en un mismo hardware.

1.1.23 Evaluación de Rendimiento en la Virtualización de Máquinas

En su estudio de arquitectura, comparativo, promueve el uso de KVM, en este pues midió el uso de recursos de VMware ESXi y KVM y KVM, recurriendo a sus operaciones de entrada/salida de disco (I/O) para tal fin, le pareció más eficiente a VMware” Yaqub (2012b) Sin embargo, se observó que las diferencias en el rendimiento de la CPU entre las dos plataformas fueron prácticamente del mismo orden, lo que lleva a la conclusión de que en base a un uso determinado cualquiera de las dos tecnologías es válida.

1.1.24 Consolidación de Servidores y su Impacto en la Escalabilidad

Juiz y Bermejo (2024) afirman que la consolidación de servidores, aunque optimiza el uso de recursos, puede llevar a una sobre provisión cuando existe un número crítico de máquinas virtuales por servidor. Para resolver tales problemas, los autores proponen una técnica gráfica para determinar el número óptimo de VMs que un servidor puede soportar sin incurrir en costos de rendimiento sustanciales.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

Sharma et al. (2016) una investigación secundaria entre dos tecnologías de virtualización, que se utilizan a mayor calibre en los centros de datos y nubes: la virtualización a nivel físico y la virtualización a nivel de sistema operativo (OS), la que hace uso de contenedores y de VMs. El estudio se enfocó en las áreas de desempeño, capacidad de manejo y en el desarrollo del software en los entornos multiusuario. Los resultados indicaron que hasta el momento no se han terminado los estudios del centro, si bien los contenedores parecen ofrecer un rendimiento comparable, siendo utilizados en escenarios con elevada cantidad de usuarios, se percibe que los mismos son más interferidos a diferencia de las VMs las cuales dispersan los recursos y controlan en mejor manera el centro de los usuarios. En este sentido, las dos tecnologías mostraron promesas que pueden integrarse para el desarrollo de aparatos más potentes, sugiriendo que se debió aplicar una arquitectura híbrida para la construcción del centro.

En una de las investigaciones realizadas por Djordjevic et al. (2021a) se llevó a cabo una evaluación comparativa del rendimiento de los sistemas de archivos en condiciones de virtualización completa con cuatro tipos de hipervisores: ESXi, KVM, Hyper-V y Xen. La investigación empleó el software Filebench para determinar el nivel de rendimiento en varios escenarios, como el manejo de servidores web, servidores de correo electrónico, servidores de archivos y acceso aleatorio a archivos, y todos los hipervisores fueron probados en el mismo entorno. Sin embargo, se observó una diferencia de rendimiento más pronunciada en el tipo de hipervisor y el sistema de archivos utilizado; se notó

que ESXi era el hipervisor de mejor rendimiento en la mayoría de los casos, mientras que KVM y Xen tenían ventajas de rendimiento en ciertos escenarios. La conclusión a la que se llegó en la investigación es que no hay un hipervisor "mejor", porque el dominio de la aplicación influye en gran medida en las propiedades de la carga de trabajo y los sistemas de archivos que deben ser empleados.

Uddin et al. (2021) investigaron la introducción de la virtualización de servidores como una estrategia para crear centros de datos energéticamente eficientes. Se centra, por ejemplo, en cómo el aumento en el número de servidores en los centros de datos incrementó exponencialmente la carga de datos y, por lo tanto, el consumo de energía, así como la emisión de gases de efecto invernadero. La técnica propuesta busca consolidar servidores infrautilizados en una menor cantidad de servidores físicos, lo que eleva la utilización de los servidores hasta un cincuenta por ciento y casi mantiene un consumo de energía constante. Además, se logró una reducción significativa de los costos operativos y del impacto ambiental de las instalaciones de los centros de datos.

Arias et al. (2019) elaboraron un proyecto de capacitación en cuanto al uso de Proxmox y pfSense en centros de salud relacionados, de forma más específica, a la virtualización y la seguridad perimetral. El trabajo se realizó en la provincia Santiago de Cuba, donde se constataron deficiencias en el uso de estas herramientas por los administradores de red. La estrategia se concretó en un taller que fue útil para que se mejorara la comprensión de las prácticas teóricas por parte de los participantes, lo que en su momento permitió la normalización de servidores y de servicios brindados en las universidades de salud, de esta forma aumentaron el control al uso del internet y la protección de la información. Como resultado, se formó una red de especialistas en Proxmox y pfSense, lo que permitió su efectiva utilización en la esfera de la salud.

Kolahi et al. (2020) llevaron a cabo una investigación sobre la comparación de dos de los principales software de virtualización en el mercado, como Microsoft Hyper-V y VMware vSphere. El propósito de la investigación se centró en la medición del rendimiento de la red, mediante el uso de los protocolos TCP y UDP sobre IPv4 e IPv6 en el contexto de la virtualización en la nube. Según

los resultados, la solución VMware vSphere proporcionó un mejor rendimiento de la red que Hyper-V, especialmente sobre el rendimiento de: throughput y latencia mínima. Sobre estas diferencias en la latencia, en este caso fueron casi insignificantes, y en la práctica sí fueron muy visibles, y precisó que VMware fue más efectivo en la utilización de recursos de CPU y administración de tráfico de red. Por lo que es razonable pensar que es la más adecuada para aplicaciones en la nube y para IoT.

Petrov et al. (2022) desarrollaron un algoritmo que puede ser de importancia porque puede proporcionar una migración automatizada de clústeres ESXi entre diferentes servidores de vCenter, con la opción de regresar a la configuración original en caso de que se tomen medidas no adaptativas. El enfoque del artículo se centra en el tema de la discontinuación de las provisiones del servidor vCenter, ya que parte o la totalidad del software necesitará ser reconfigurada y esos recursos también necesitarían ser reubicados. También se creó un módulo que proporciona un proceso automático de almacenamiento de datos para la migración de clústeres ESXi, reduciendo el tiempo total de migración respecto al clúster de sesenta y cinco minutos a aproximadamente tres, al tiempo que proporciona el manejo de errores requerido y mantiene la integridad del sistema durante la mudanza.

Abraham et al. (2021) han estudiado la implementación de contenedores dentro de instalaciones de computación de alto rendimiento (HPC) y los requisitos de rendimiento junto con los cuellos de botella de E/S que el uso de los contenedores trae a dichos entornos. Analizaron soluciones de contenedores como Docker, Podman, Singularity y Charliecloud junto con el sistema de archivos Lustre, que es común en HPC. La investigación mostró que Charliecloud ofrece el menor tiempo de inicio, mientras que Singularity y Charliecloud son equivalentes en términos de rendimiento de E/S. Sin embargo, Charliecloud incurre en un mayor volumen de metadatos y operaciones de E/S en el sistema de archivos Lustre que, a su vez, podría resultar en problemas de escalabilidad en entornos altamente paralelizados. La investigación que han efectuado plantea aspectos importantes que contribuirán a mejorar la eficiencia de los sistemas de contenedores que, a su vez, favorecerán más aún los entornos HPC en el caso de aplicaciones de machine learning o de procesamiento de datos.

Šimon et al. (2023) realizaron un análisis comparativo de soluciones de alta disponibilidad en la infraestructura de contenedores de Linux, evaluando plataformas como Docker, Kubernetes y Proxmox. La investigación a fondo se enfocó en el análisis de varios informes en relación a su desempeño, tales como el tiempo medio de restauración del servicio tras la recuperación, el throughput y la cantidad total de intentos de llamadas fallidas. Se estableció en este estudio que si uno busca alta disponibilidad en la ejecución de contenedores de Linux, entonces usar Docker con Docker Swarm es prácticamente lo más efectivo, especialmente con respecto a la rápida restauración de servicios y la recuperación ante fallos. Sin embargo, respecto a escenarios que requerían tasas de transferencia de datos, Proxmox fue capaz de destacar; sin embargo, no había de manera abstracta carga balanceada que ayudara en su output en relación a las otras plataformas.

Khaji et al. (2021) llevaron a cabo un análisis comparativo del rendimiento de servidores de correo virtualizados alojados en hipervisores KVM, Oracle VirtualBox y VMware de Tipo 2. El objetivo del estudio era determinar la mejor eficiencia del uso de una red de área local para la transferencia de correo electrónico de varios tamaños especificados (1 kb, 3 kb y 10 kb). Los resultados de las pruebas revelaron que KVM obtuvo una calificación mucho más alta que los otros dos en cada prueba; por ejemplo, KVM fue aproximadamente un 40 por ciento mejor que VirtualBox y un 25 por ciento mejor que VMware, particularmente en términos de rendimiento en transferencias de datos pequeñas. Se puede ver a partir de este análisis que la elección del hipervisor tiene una fuerte influencia en el rendimiento de los servidores de correo virtualizados y, en este ámbito, KVM es el hipervisor más eficiente.

Djordjevic et al. (2021b) realizaron un análisis comparativo del rendimiento del sistema de archivos en entornos de virtualización completa con cuatro hipervisores de tipo 1. El estudio se centró en la evaluación del rendimiento en varios escenarios, incluyendo servidores web, de correo, de archivos y acceso aleatorio a archivos, utilizando la herramienta de evaluación Filebench. Los resultados mostraron que ESXi superó a los otros hipervisores en la mayoría de los casos, especialmente en cargas de trabajo de servidor web y acceso aleatorio a archivos. Sin embargo, se descubrió que KVM proporcionaba un mejor

rendimiento en lo que respecta a los servidores de archivos. La investigación concluye que no existe un hipervisor mejor que proporcione un mejor rendimiento en todos los aspectos y que la elección de un hipervisor óptimo depende en gran medida de las características de la carga de trabajo y del sistema de archivos en uso.

Manandhar y Sharma (2021) resaltan que la virtualización en sistemas distribuidos presenta varias ventajas como mejorar la eficiencia, la escalabilidad y la tolerancia a fallos. El estudio explica diversas técnicas de virtualización, incluyendo granjas de servidores, almacenamiento, redes y aplicaciones virtualizadas; y cómo ayudan en la reducción de costos y optimización de los recursos en los entornos distribuidos. El artículo también aclara las ventajas de la virtualización relacionadas con la gestión de la infraestructura de TI, estas son: entornos simplificados, menores costos operativos y mejora de la seguridad y gestión de la red.

Lakhno et al. (2023) se propuso una metodología para el desarrollo de un Sistema de Seguridad Informática, que consiste en la seguridad de la información en redes de computación distribuidas (DCN) mediante modelado matemático y simulación como medio para evaluar los indicadores del nivel de vulnerabilidad. El estudio se centró en determinar el coeficiente de vulnerabilidad que ha obstaculizado el cálculo del estado de seguridad dentro de la red de un objeto masivo de computerización (MOC). Además, se realizó una implementación de una arquitectura de seguridad que incluye la virtualización de componentes de red basada en Proxmox VE, y sistemas de detección de intrusiones y gestión de amenazas basados en IPS Suricata y SIEM Splunk. Los resultados de la mayoría de los estudios experimentales confirmaron que el enfoque propuesto permite realizar una evaluación cuantitativa de las vulnerabilidades así como la efectividad de las contramedidas tomadas en la red.

Espinosa Tigre et al. (2022) realizaron un análisis comparativo entre hipervisores nativos propietarios y de código abierto, considerando su eficiencia en cuanto al almacenamiento de datos en el caso de pequeñas y medianas empresas (PYMES) que no pueden permitirse infraestructuras de centros de datos costosas. Utilizando el modelo FURPS, se tomaron métricas como el rendimiento

en el procesamiento de datos, el tiempo de respuesta y el consumo de recursos. A partir de los resultados, se mostró que el hipervisor propietario VMware superaba a las opciones de código abierto como CentOS y Proxmox en velocidad y eficiencia, aunque la diferencia en eficiencia general fue solo leve. Se concluyó que, si bien VMware ofrecía el mejor rendimiento general, el uso de virtualización a través de hipervisores de código abierto podría ser una alternativa razonable para las PYMES con recursos limitados.

Según Baek et al. (2010) indican que su objetivo era crear un sistema de virtualización de servidores usando los conceptos de infraestructura de servicios en red, para así optimizar el funcionamiento del sistema y facilitar el mantenimiento dentro del entorno de la nube. En vez de añadir servidores de alto rendimiento, el sistema usa servidores ya existentes, virtualizándolos en nodos pasivos y nodos activos que se encienden cuando se necesitan. El enfoque incorpora técnicas de gestión de energía con base a estándares ACPI, de modo que se logra un importante nivel de ahorro en la energía al tener los servidores en modo de espera, cuando no se encuentran en uso. Este también incluye algoritmos de programación con el fin de reducir el empleo de recursos que están disponibles en red, con el objetivo de optimizar el rendimiento de la CPU y la red..

El KASLR en entornos virtuales se puede eludir a través de un ataque de deduplicación de memoria, dicho ataque es un concepto destacado por Kim et al. (2021) quienes se enfocaron en la característica de deduplicación de memoria existente en hipervisores como KVM o VMware ESXi, para obtener información sensible sobre la dirección del kernel de una máquina virtual en particular. Mediante experimentos lograron corroborar que incluso en sistemas con las últimas versiones del kernel linux que incorporan funciones de protección como KPTI, este ataque es relativamente breve al conseguir la dirección del kernel. Deshabilitar la deduplicación de memoria en hipervisores fue 'la primera idea que se presentaron los autores para mitigar estos ataques'.

El artículo de Kommeri et al. (2020) se dirigió a investigar el consumo energético en la virtualización de los servidores, pero desde el aspecto de la consolidación de servidores como forma de reducir el consumo al nivel de los centros de datos. Mediante unos simuladores de pruebas y unos casos de uso

practicado en el mundo real, los autores examinaron el consumo y rendimiento energético de dos soluciones de virtualización de software libre, KVM y Xen. En el caso presentado por los autores, la eficiencia del sistema y del proceso, de los servicios virtualizados o del número de servidores virtualizados, están interrelacionadas en una forma Gregarious. Considerando que el problema de los servidores virtuales es aquellos no utilizados que no superan el límite de eficiencia. Sin embargo, si hay alta carga requerida, es mejor dar acceso a un borde bajo de máquinas virtuales para compartir el hardware.

Hamdi et al. (2019) Clarke planteó una solución que involucra una metaheurística de optimización de intelecto de enjambre llamada Optimización del Lobo Gris (GWO) para resolver el problema de la colocación de máquinas virtuales (VMP) consciente de la interferencia en entornos de computación en la nube. Por lo tanto, este enfoque está destinado a mitigar la interferencia entre las máquinas virtuales que están colocadas en la misma máquina física (PM), lo que la mayoría de las veces resulta en una degradación del rendimiento debido al uso compartido de recursos como CPU, memoria, disco y red. Los autores colocaron una comparación de su solución con otras disponibles, probando su razonamiento de que su enfoque no solo aumenta la eficiencia en la colocación de VM, sino que también reduce considerablemente el uso de energía en servidores con más de una VM hospedada.

Verma et al. (2014) realizaron un estudio comparativo de sistemas operativos de código abierto para virtualización, probando el rendimiento de dos problemas clásicos: el problema de las N-reinas y el problema de las Torres de Hanói. Usando VMware Workstation como el entorno virtualizado, los autores instalaron distribuciones de Fedora, Ubuntu y Red Hat Linux y midieron la cantidad de tiempo que tardaron las aplicaciones en ejecutarse en cada sistema. Los hallazgos indicaron que Red Hat 6 tuvo el mejor rendimiento en los dos problemas, con Ubuntu y Fedora muy cerca. Llegaron a la conclusión de que, en entornos virtualizados, el sistema operativo puede determinar qué tan bien se desempeñan las aplicaciones.

Chaudhry et al. (2022) realizaron una investigación sobre el despliegue de funciones de red virtuales (VNFs) en servidores de borde con FPGA, con el fin

de mejorar el rendimiento en aplicaciones sensibles a la latencia. El enfoque consistía en utilizar servidores de borde equipados con FPGA para descargar la función de VNFs, especialmente para aplicaciones de transmisión de video en tiempo real. Las pruebas demostraron que este enfoque puede optimizar la latencia de ejecución de los VNFs en hasta un 44% y el consumo de energía en hasta un 76% en comparación con un despliegue puramente basado en software en la nube. La investigación también señaló posibles barreras que deben superarse para que este conjunto de tecnologías sea aplicable en la práctica.

Mochalov et al. (2021) las restricciones de congruencia componentes salientes más resonantes ujtah nuestra atención se centró en la virtualización de la infraestructura de servidores en centros de datos con el objetivo de aumentar la eficiencia de los sistemas de clústeres virtualizados. En el último apartado se da un enfoque a un nuevo método racional dirigido a la distribución de las máquinas virtuales (VM) sobre los elementos físicos de los centros de datos, utilizando un algoritmo voraz iterativo y un procedimiento de enumeración limitada. Este enfoque intenta optimizar el rendimiento de los entornos virtualizados a través de la gestión inteligente de datos. Para ello se construyó un modelo de simulación para el funcionamiento del sistema virtualizado, y el trabajo se realizó de forma experimental para evaluar la efectividad del modelo para cargas impredecibles y para diversos niveles de recursos solicitados por las VM.

1.2.2 Nacionales

Livise Aguilar (2022) desarrolla una plataforma de virtualización en el contexto específico de los laboratorios académicos de SENATI, utilizando la metodología OPV para mejorar la gestión de recursos tecnológicos durante la pandemia de COVID-19. En términos de mejorar el tiempo de mantenimiento, esta investigación reduce el tiempo de mantenimiento en un 79.82%, incrementa el número de estudiantes en los laboratorios en un 74.29% y mejora la satisfacción de los estudiantes en un 56.15%. Se ha demostrado que la virtualización es un medio efectivo para mejorar el rendimiento y los indicadores de gestión de la infraestructura en entornos educativos, lo cual es consistente con los objetivos de su proyecto en relación con la comparación de servidores físicos y virtuales.

Yactayo Sanchez et al. (2023) examinaron cómo se virtualiza la infraestructura del servidor dentro de una empresa pública peruana para reducir costos y mejorar la escalabilidad del sistema. El estudio se centra en la construcción de un prototipo de arquitectura virtual que permite un uso eficiente de los recursos mediante el empleo de la metodología en cascada. Los autores tenían como objetivo aumentar la efectividad operacional en entornos con recursos restringidos, empleando un sistema de alta disponibilidad. Se desarrolló y se probó una infraestructura virtualizada, reportando avances significativos en la disminución de costos operativos y la cobertura de demanda de recursos que experimenta cambios.

Siregar y Ramadan Siregar (2020) se centran en la virtualización de los servidores usando la herramienta del Proxmox Virtual Environment, para integrar varios sistemas operativos dentro del mismo servidor. El uso de la metodología Network Development Life Cycle (NDLC) muestra en el estudio como la virtualización separa el hardware y reduce costes optimizando la operatividad en el uso de los recursos. En el caso de Proxmox, este permite la creación y administración de las máquinas virtuales apoyado en contenedores LXC, así como en virtualización completa KVM lo que maximiza los recursos del servidor al permitir operar con múltiples sistemas operativos en un mismo servidor de forma no interferente.

En un intento por mejorar la infraestructura de servidores en Autoespar, una empresa automotriz peruana Medina Solis (2021) pionero un proyecto que tenía como objetivo construir un centro de datos virtual. El objetivo del estudio es explicar el impacto de la virtualización en los servicios de administración, el aumento de la disponibilidad y la reducción del tiempo de inactividad a través de las mejores prácticas de Vmware. Utilizando un plan de pruebas y un laboratorio experimental, el proyecto busca validar las suposiciones sobre el uso práctico y la gestión de recursos del centro virtual.

Castillo et al. (2021) llevaron a cabo una investigación sobre la virtualización de servidores a través de VMware vSphere 6.5. Esto es con el fin de optimizar los procesos organizacionales de automatización dentro de la firma TIC Integrity G & V SAC. El proyecto tiene como objetivo reducir los costos



operativos y aumentar la productividad al consolidar servidores en un entorno virtualizado que permite una monitorización remota eficiente y un ahorro energético significativo. La virtualización proporciona a la empresa una infraestructura más flexible y eficiente que reduce los inconvenientes logísticos de los servidores físicos tradicionales y simplifica la gestión.

1.2.3 Locales

A nivel local no se hallaron estudios específicamente enfocados en la comparación de la eficiencia y el rendimiento de servidores físicos y virtualizados en instituciones educativas. Se hizo una revisión muy completa en el repositorio de la región Puno y tampoco se hallaron trabajos que hubiera abordado esa particularidad del enfoque de la virtualización y optimización de recursos en la educación. Para la región esto constituye una falta que le permite aportar un nuevo conocimiento más sobre el área y en este caso, sobre la literatura regional acerca de la virtualización de la infraestructura en las universidades.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

La Universidad Nacional del Altiplano (UNA), ubicada en una región clave del sur del Perú, se enfrenta al reto de garantizar la eficiencia de su infraestructura tecnológica en un entorno en constante evolución. Dado que las instituciones educativas contemporáneas dependen de servicios digitales para gestionar procesos académicos, administrativos y de investigación, es crucial que la infraestructura de servidores de la universidad mantenga un rendimiento óptimo y una alta disponibilidad. La UNA, como muchas otras universidades, ha experimentado un crecimiento sostenido en la demanda de recursos tecnológicos, debido al aumento de estudiantes, la digitalización de procesos educativos, y la adopción de plataformas de enseñanza virtual, especialmente a raíz de la pandemia del COVID-19. Estos factores han intensificado la presión sobre la infraestructura de TI de la universidad, destacando la necesidad de maximizar el uso de sus recursos tecnológicos.

Actualmente, la UNA cuenta con una infraestructura mixta que combina servidores físicos y servidores virtualizados para gestionar sus aplicaciones críticas. Mientras que los servidores físicos se destinan a manejar aplicaciones con mayor demanda de recursos, los servidores virtualizados se emplean para aplicaciones menos intensivas. Sin embargo, no se dispone de estudios locales que comparen el rendimiento y la eficiencia entre ambas infraestructuras, lo que limita la capacidad de tomar decisiones informadas sobre cómo optimizar estos recursos. Esta carencia de datos específicos impacta directamente en la capacidad de la universidad para escalar sus servicios, mejorar la experiencia de usuarios (estudiantes, personal académico y administrativo), y reducir costos operativos a largo plazo.

En un contexto donde las universidades juegan un papel crucial en la generación y difusión del conocimiento, el rendimiento y la disponibilidad de la infraestructura tecnológica son aspectos esenciales que afectan tanto la calidad educativa como la eficiencia de la administración interna. La ausencia de estudios comparativos que analicen la eficacia de los servidores físicos y virtualizados en la UNA impide la identificación de mejores prácticas para la gestión de infraestructura tecnológica. En este

sentido, el problema central radica en la necesidad de evaluar y comparar el rendimiento de los servidores físicos y virtualizados en términos de uso de CPU, memoria y tiempos de respuesta de las aplicaciones críticas.

2.2 Enunciados del problema

En la Universidad Nacional del Altiplano (UNA), el creciente aumento en la demanda de recursos tecnológicos y el uso intensivo de aplicaciones críticas han generado la necesidad de contar con una infraestructura de servidores que sea eficiente y escalable. Actualmente, la institución emplea una infraestructura mixta que incluye servidores físicos y servidores virtualizados, los cuales gestionan diversas cargas de trabajo. Sin embargo, la universidad carece de una evaluación comparativa que permita determinar cuál de estas infraestructuras ofrece un rendimiento más eficiente en términos de uso de recursos de CPU, memoria y tiempos de respuesta de las aplicaciones críticas.

El problema central de esta investigación radica en la necesidad de comparar el rendimiento y la eficiencia operativa entre los servidores físicos y virtualizados en la UNA. Esto permitirá identificar cuál de estas infraestructuras optimiza mejor el uso de los recursos tecnológicos, mejora los tiempos de respuesta y contribuye a la reducción de costos operativos. La ausencia de estudios que aborden esta problemática limita la capacidad de la universidad para tomar decisiones informadas que impulsen la calidad del servicio tecnológico ofrecido a la comunidad académica y administrativa, así como la sostenibilidad a largo plazo de su infraestructura tecnológica.

Este problema se deriva de la creciente necesidad de garantizar un uso eficiente de los recursos tecnológicos, permitiendo a la universidad brindar un servicio de calidad a estudiantes, docentes y personal administrativo, al mismo tiempo que se reducen los costos asociados a la gestión de su infraestructura de servidores.

2.2.1 Problema general

- El problema general que aborda esta investigación es la carencia de información detallada y comparativa sobre el rendimiento de los servidores físicos y virtualizados en la Universidad Nacional del Altiplano (UNA). Esta situación dificulta la toma de decisiones estratégicas orientadas a optimizar la infraestructura tecnológica de la institución. La

principal interrogante planteada es: ¿en qué medida afecta la virtualización el rendimiento y la eficiencia operativa de los servidores en la UNA, considerando el uso de CPU, la utilización de memoria y los tiempos de respuesta de las aplicaciones críticas?: El objetivo de esta investigación es analizar el impacto de la virtualización en la utilización eficiente de recursos tecnológicos, como la CPU y la memoria, así como en los tiempos de respuesta de aplicaciones críticas, en comparación con los servidores físicos. La obtención de esta información permitirá a la universidad optimizar la gestión de su infraestructura tecnológica, garantizando un mejor rendimiento y un servicio de calidad tanto para la comunidad educativa como para las áreas administrativas.

2.2.2 Problemas específicos

- ¿En qué medida afecta la virtualización al uso de la CPU en comparación con los servidores físicos en la UNA, considerando las diversas cargas de trabajo que manejan las aplicaciones críticas y administrativas?
- ¿Qué diferencias se observan en la eficiencia del uso de memoria entre servidores físicos y virtualizados, particularmente en aplicaciones de alto y bajo consumo de recursos en la universidad?
- ¿En qué medida la virtualización afecta los tiempos de respuesta de las aplicaciones críticas de la universidad, tales como los sistemas de gestión académica y de investigación?

2.3 Justificación

La Universidad Nacional del Altiplano, como institución educativa de referencia en la región sur del Perú, tiene la responsabilidad de proporcionar servicios tecnológicos eficientes que garanticen la continuidad de sus operaciones académicas y administrativas. En este contexto, la adopción de tecnologías avanzadas, como la virtualización, ha demostrado ser una estrategia clave para la optimización de la infraestructura de TI en diversas universidades y empresas a nivel mundial. Sin embargo, la implementación de la virtualización en la UNA se ha realizado de manera parcial y sin una evaluación comparativa detallada que permita medir su impacto en la eficiencia operativa y en la utilización de los recursos tecnológicos.

La justificación de este estudio radica en la necesidad de abordar este vacío de conocimiento y proporcionar datos concretos que permitan mejorar la toma de decisiones respecto a la gestión de los servidores en la universidad. La investigación contribuirá a resolver problemas críticos, como el uso ineficiente de recursos de TI, la sobrecarga de los servidores físicos y los tiempos de respuesta elevados en las aplicaciones que son fundamentales para la gestión académica y administrativa.

Además de mejorar la eficiencia de los recursos tecnológicos, este estudio tiene una importancia significativa para el futuro desarrollo de la infraestructura de la UNA. Los resultados permitirán identificar si la virtualización proporciona un rendimiento superior o comparable a los servidores físicos, lo que podría influir en futuras inversiones tecnológicas de la universidad. Al optimizar el uso de recursos como la CPU y la memoria, se espera una reducción en los costos operativos y una mejora en la calidad del servicio brindado a estudiantes, docentes y personal administrativo. Asimismo, la implementación de soluciones más eficientes contribuirá a la sostenibilidad a largo plazo de la infraestructura de TI de la universidad, lo cual es crucial en un entorno donde la demanda de servicios tecnológicos continúa en aumento.

Desde una perspectiva más amplia, esta investigación también tendrá implicaciones para otras instituciones educativas en la región, que podrían enfrentar retos similares en la gestión de su infraestructura tecnológica. Al proporcionar una evaluación rigurosa y basada en datos, este estudio podría servir como una referencia valiosa para universidades que deseen implementar o mejorar sus sistemas de virtualización. Además, el enfoque académico del estudio llenará un vacío en la literatura científica sobre la virtualización de servidores en instituciones educativas de países en desarrollo, donde los recursos limitados y las necesidades tecnológicas complejas son una constante.

Finalmente, el estudio no solo abordará aspectos técnicos de la infraestructura de TI, sino que también contribuirá a mejorar la experiencia educativa de los estudiantes, quienes dependen cada vez más de servicios en línea para acceder a recursos académicos, realizar gestiones administrativas y participar en actividades de aprendizaje virtual. Al garantizar una infraestructura tecnológica robusta y eficiente, la universidad podrá ofrecer un entorno académico más competitivo y alineado con los estándares de calidad globales, lo que fortalecerá su posición como referente educativo en la región sur del Perú.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Evaluar y comparar el rendimiento y la eficiencia operativa de los servidores físicos y virtualizados en la Universidad Nacional del Altiplano, con un enfoque específico en el uso de CPU, la utilización de memoria y los tiempos de respuesta.

2.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el uso de CPU en servidores físicos y virtualizados bajo diferentes cargas de trabajo críticas y administrativas
- Analizar las diferencias en la eficiencia del uso de memoria entre servidores físicos y virtualizados, enfocándose en aplicaciones de alto y bajo consumo de recursos
- Medir los tiempos de respuesta de las aplicaciones ejecutadas en servidores físicos y virtualizados para identificar posibles variaciones en el rendimiento.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- La infraestructura virtualizada en la Universidad Nacional del Altiplano ofrece un rendimiento y eficiencia operativa equivalentes o superiores a los servidores físicos al gestionar aplicaciones menos intensivas en recursos.

2.5.2 Hipótesis específicas

- La virtualización permite una utilización más eficiente de la CPU en comparación con los servidores físicos para aplicaciones con menor demanda.
- El uso de memoria es más eficiente en un entorno virtualizado que en servidores físicos para aplicaciones con bajas demandas de recursos.



- Los tiempos de respuesta de aplicaciones menos intensivas son iguales o más rápidos en entornos virtualizados, debido a la optimización dinámica de los recursos.

CAPÍTULO III

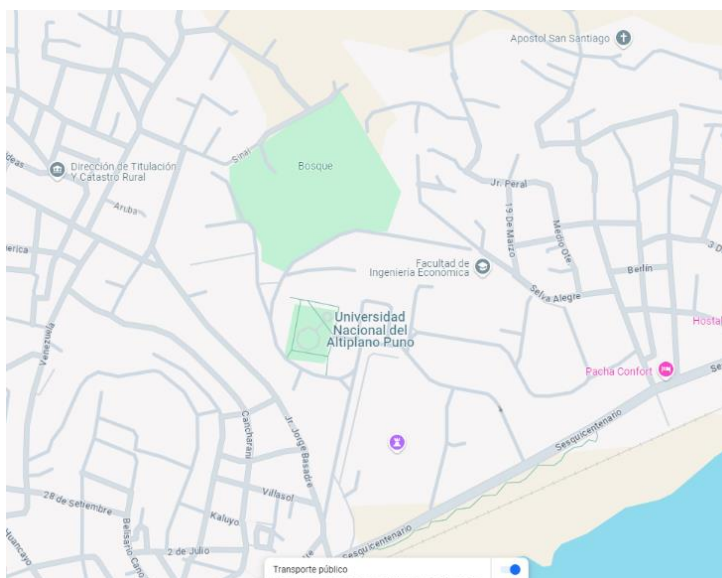
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La investigación fue desarrollada en la infraestructura de servidores de la Universidad Nacional del Altiplano en donde se contaba con medios de servidores físicos y también virtualizados. De este estudio se realizó una evaluación del desempeño y la eficiencia en el uso de recursos tales como el procesador, la memoria y los tiempos de respuesta de las aplicaciones al realizar la comparación entre las dos infraestructuras. Los resultados permitieron determinar las mejoras en el control de la virtualización, estableciendo datos que son importantes para maximizar el rendimiento de los servidores y el uso más eficiente de los recursos tecnológicos existentes.

Figura 6

Mapa de ubicación de la Universidad Nacional del Altiplano



Nota. Fuente de: Google Maps.

3.2 Población

La población que resulta objeto de este estudio está conformada por todos los servidores físicos y virtualizados que integran la infraestructura tecnológica de la Universidad Nacional del Altiplano. Estos servidores abarcan un conjunto diverso de equipos utilizados para soportar las operaciones académicas, administrativas y de investigación de la universidad. Los servidores físicos se encuentran asociados a

aplicaciones donde se tiene un control estricto y constante del hardware; tales como los sistemas de bases de datos, gestión académica entre otros servicios imprescindibles para el desarrollo de la institución. A la vez, los servidores virtualizados optimizan el uso de los recursos físicos al trabajar múltiples entornos y aplicaciones en una sola infraestructura, mejorando la escalabilidad y la gestión del servicio. Esta combinación de servidores permite disponerse de un contexto amplio y variado en el que se da un entorno adecuado para la evaluación de la eficiencia y el rendimiento de las diferentes configuraciones tecnológicas que se utilizan en la universidad.

3.3 Muestra

La selección de la muestra se llevó a cabo de forma tal que se abarque todas las características que son importantes en la infraestructura tecnológica de la Universidad Nacional del Altiplano tanto de los servidores físicos como de los virtualizados. Aunque el presente estudio no incursiona en el uso de un muestreo estratificado clásico, en el que formalmente se divide a la población en zonas o estratos específicos, se ha encontrado necesario el uso de un muestreo estratificado modificado con el fin de representar la diversidad de aplicaciones y cargas que esta infraestructura soporta.

Para ello, se escogieron seis servidores (tres físicos y tres virtuales) en función de criterios de disponibilidad y representatividad. Esta selección garantiza que los servidores elegidos representan con exactitud las cargas críticas que soportan los servidores físicos y en los entornos computacionales distribuidos. Este enfoque permite realizar un análisis tanto global como comparativo entre las infraestructuras físicas y virtuales sin ampliar la muestra sin necesidad.

El muestreo estratificado adaptado utilizado en esta investigación se fundamenta en la siguiente serie de puntos clave que buscan asegurar su validez y confiabilidad.

3.3.1 Representatividad de la muestra

La selección de los tres servidores físicos y los tres virtuales se permite cubrir adecuadamente toda la gama de aplicaciones y los entornos operativos. Esto hace que los resultados obtenidos sean generalizables a los dos tipos de infraestructura y entornos mencionados anteriormente en la universidad.

3.3.2 Razonabilidad en la selección

En lugar de una selección exhaustiva o la técnica de muestreo clásico, este enfoque modificado garantiza que la muestra sea práctica sin ser necesariamente abrumadora, teniendo en cuenta la necesidad de combinar representatividad y las limitaciones en los recursos que deben invertirse en el análisis.

3.3.3 Suficiencia para análisis estadístico

El hecho de contar con tres servidores de cada tipo nos facilita la realización de análisis estadísticos como el test de Student o el ANOVA del uso de CPU, memoria y tiempos de respuesta, con un buen nivel de confianza para este tipo de trabajo.

Por lo tanto, el muestreo estratificado adaptado logra el objetivo de recoger las principales características del conjunto tecnológico de la universidad, y permite realizar las pruebas de rendimiento de modo que se complementan dos modos de utilización de las fuentes en vez de una mayor. Esta metodología, que no se basa en fórmulas de muestreo clásicas, se justifica por la representatividad y relevancia de los servidores seleccionados para los objetivos de este estudio.

3.4 Método de investigación

El método de investigación seleccionado para dicho estudio es de carácter cuantitativo, explicativo y experimental. Se puede considerar apropiado el enfoque cuantitativo, ya que en esta investigación se hace énfasis en la medición de variables objetivas que son el desempeño de servidores físicos y de servidores virtualizados, en el uso del CPU, de RAM y en tiempos de respuesta. Aun así, la recolección y análisis de sus datos numéricos mostrará que este enfoque logrará resultados tangibles que cuantitativamente mostrarán las diferencias en el desempeño de ambas plataformas tecnológicas. De esta manera, se busca obtener conclusiones en lo que se ha basado en la lógica de la ciencia, en este caso, en datos que son verificables y que son reproducibles. Esto es muy característico de estudios cuantitativos.

El enfoque experimental será el centro del estudio, ya que permitirá la manipulación de las variables independientes (tipo de infraestructura: servidores físicos frente a servidores virtualizados) para observar sus impactos directos en las variables

dependientes (uso de recursos, tiempos de respuesta, eficiencia operativa). Del diseño, los investigadores podrán controlar la naturaleza experimental de la misma, lo que a su vez permitirá un estricto control de las condiciones de prueba, de tal forma que las observaciones sean deducibles de las diferencias en la infraestructura empleada, al reducir el efecto de otras variables externas. Este enfoque es importante porque ayuda a investigar la relación causa-efecto entre la virtualización de servidores y el uso efectivo de recursos tecnológicos.

Con respecto a la jerarquía de investigación, se trata de una investigación de tipo explicativo, en tal sentido no se limitarán al enunciado de las diferencias de la investigación, sino que se trata de proporcionar las bases que expliquen los porqués de esas diferencias. El objetivo es averiguar a qué grado la virtualización afecta el funcionamiento de los servidores, es decir, tasas de utilización de CPU, memoria y tiempos de respuesta. Este nivel de investigación se ocupa de determinar las razones más profundas de los efectos que ya se han observado y tiene un efecto en los procesos subyacentes involucrados.

Por último, el diseño de la investigación es comparativo porque se van a comparar dos grupos de servidores: los físicos y los servidores virtualizados. Este plan experimental comparativo permitirá determinar cuál de los dos tipos de infraestructura opera mejor en el uso de recursos tecnológicos como CPU, memoria y tiempos de respuesta. Al hacer esta comparación, se podrá no solo medir la brecha de rendimiento de los dos tipos genéricos de servidores tecnológicos, sino también qué atributos de cada tipo de servidores permitieron su desempeño a un nivel de aplicación particular en la Universidad Nacional del Altiplano.

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

El objetivo de este estudio es el de explorar el rendimiento físico y el virtualizado de servidores, en cuestiones de uso de recursos y tiempos de respuestas, mediante técnicas estadísticas para monitorear las variables en análisis. El siguiente paso será la observación y medida de las siguientes variables para plantear esta comparativa:

3.5.1 Variables para considerar e instrumentos de recolección

La utilización de CPU indica el porcentaje del procesamiento del servidor correspondiente a la ejecución de las aplicaciones. Esta métrica se utilizara a

efectos de comparar el desempeño del servidor físico, el cual aloja una sola aplicación con recursos, controlados, por el servidor virtualizado que alberga muchas aplicaciones en paralelo.

Recolección de datos: El uso de la herramienta Prometheus servirá para monitorear en tiempo real el uso de CPU en los dos tipos de servidores.

A. Unidad de medida: Porcentaje (%).

Propósito del análisis: El objetivo de la medición del uso del procesador es ver de qué manera la virtualización distribuye la carga de procesamiento entre varias aplicaciones en comparación a un servidor físico que tiene una sola aplicación controlada.

Presentación de datos: Se presentará a continuación gráficos que utilizarán series de líneas como medios de comunicación para ilustrar el uso de CPU en las series temporal de los servidores físicos y virtuales.

B. Uso de Memoria (MB)

El uso de memoria mide cuántos megabytes (MB) son utilizados por las aplicaciones que se encuentran activas en los servidores. Este análisis es importante ya que nos permite comprobar si los recursos de memoria son bien aprovechados.

El Instrumento de recolección será la herramienta Prometheus que se usará para supervisar el uso de memoria en ambos entornos a tiempo real.

C. Unidad de medida: Megabytes (MB).

Para opiniones de tipo descriptivo el fin de este estudio es tratar de evaluar la repartición de los recursos de memoria en un servidor físico dedicado a la ejecución de una sola aplicación y luego contrastarlo instantáneamente con un servidor virtual que opera en un clúster de aplicaciones.

Presentación de datos: Se emplearán gráficos de tablas, gráficos de barras apiladas en los que la proporción de memoria atribuible a

aplicaciones individuales que se ejecutan en servidores virtualizados se comparará con el consumo de memoria en el servidor físico.

D. Tiempos de Respuesta (ms)

Los tiempos de respuesta miden el tiempo que demora en contestar una solicitud un servidor. Esta variable se torna importante en el momento de decidir la eficiencia de los servidores en diferentes niveles de carga.

Para los tiempos de respuesta, la recolección de datos será mediante Prometheus, el cual facilitará el registro de la latencia de las aplicaciones que se encuentran en servidores físicos y virtualizados.

E. Unidad de medida: Milisegundos (ms).

El propósito de este análisis es el de conocer si los tiempos de respuesta son más cortos o largos en los servidores virtuales en relación a las condiciones de respuesta de un servidor físico, ateniendo a diferentes niveles de carga que se puedan presentar.

La información será presentada utilizando gráficas de caja (boxplot), en las que se podrá observar la dispersión de los tiempos de respuesta en los dos entornos, lo que facilita la comparación en cuanto a dispersión entre el servidor físico y el servidor virtual.

3.5.2 Descripción detallada del uso de materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros

Para llevar a cabo este estudio en particular, se utilizarán diversas herramientas y equipos que ayudarán en la recopilación más fácil de datos, así como en la comparación entre servidores físicos y virtualizados.

A. Servidor Físico

Se utilizarán tres servidores físicos. Estos servidores ejecutarán solo una aplicación crítica (por ejemplo, un sistema académico, bases de datos, etc.) para medir el rendimiento en términos de uso de CPU y memoria, y tiempos de respuesta.

La recopilación de datos de rendimiento será proporcionada por Prometheus y Grafana, que son herramientas de monitoreo que permitirán observar los parámetros de uso de CPU, uso de memoria y tiempos de respuesta en tiempo real.

Este servidor se utilizará para facilitar la comparación entre un entorno virtualizado y uno físico bajo una carga controlada, con el fin de medir la efectividad del servidor virtual.

B. Servidores Virtualizados

Se emplearán tres servidores virtualizados, esta vez comience con la utilización de la plataforma Proxmox VE en la misma infraestructura física del servidor físico. Cada servidor virtualizado soportará de manera simultánea varias aplicaciones críticas (sistema académico, sistema de biblioteca, sistema administrativo).

Para los instrumentos que recolecten la información, estos servidores virtualizados también serán monitoreados utilizando los gráficos mostrados por medio de Prometheus y Grafana, que junto al Prometheus estará capturando toda la información en tiempo real relacionada con el uso de CPU, memoria y tiempos de respuesta.

El objetivo de los servidores virtualizados, así como del sistema operativo de los servidores, en este caso el Windows Server 2003, será ver cómo la virtualización de los servidores distribuye los recursos de hardware a distintas aplicaciones y al AVAA, ponérselo de manera sencilla como afecta la buena repartición de recursos en cuanto a tiempos de respuesta y reaprovechamiento de recursos.

Aplicaciones en ejecución. Se enfoca de esta manera a cada servidor virtualizado en correr varios sistemas críticos, estos de los cuales son el sistema académico, la biblioteca e incluso el sistema administrativo, lo que procederá a hacer una gran simulación con gran demanda.

C. Aplicación de pruebas estadísticas inferenciales

Para analizar los datos recolectados, se aplicarán las siguientes pruebas estadísticas inferenciales:

D. Cálculo de Promedios y Desviaciones Estándar

El promedio o media se utiliza para obtener un valor representativo del uso de CPU, uso de memoria y tiempos de respuesta en los servidores, tanto físicos como virtualizados. Para abordar el promedio frente a la dispersión de los datos, se hará el cálculo de la desviación estándar, que me permite tener una medición o una imagen global de la dispersión del uso de CPU, memoria y tiempos de respuesta en cada uno de los grupos.

Fórmula

Promedio (Media):

$$Media = \frac{\sum X}{n}$$

Donde:

- X es cada valor individual en el conjunto de datos
- n es el número total de observaciones.

Fórmula

Desviación estándar:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde:

- X es cada valor individual.
- \bar{X} es la media del conjunto de datos.
- n es el número total de observaciones.

Los promedios son el valor tipo relacionado con el uso del CPU, uso del RAM y los tiempos de espera, en los servidores, mientras que la mediación de baja se encarga de mostrar el carácter de descuentos o el cuánto se disperse esos valores. Por ejemplo, la diversidad en el comportamiento de los servidores será mayor si la desviación estándar es mayor. Esto es particularmente relevante en la comparación de servidores físicos con servidores virtualizados porque se puede establecer qué infraestructura tiene mejor rendimiento consistente.

3.5.3 Prueba t de Student (para dos muestras independientes)

Para la comparación de los promedios del uso del CPU, uso de memoria y tiempos de respuesta entre servidores físicos y virtualizados, se utilizara esta prueba. La prueba t hace posible determinar si las diferencias entre estos dos tipos de servidores son significativas a nivel estadístico.

Fórmula

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

- \bar{x}_1 y \bar{x}_2 Son las medias de las muestras.
- s_1^2 y s_2^2 Son las medias de las muestras.
- n_1 y n_2 Son las medias de las muestras.

Si el valor de t obtenido es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula, indicando que hay diferencias significativas entre los servidores físicos y virtualizados.

3.5.4 ANOVA (Análisis de Varianza)

Se utilizará ANOVA para comparar más de dos grupos, como diferentes niveles de carga en el servidor virtualizado. Esta prueba permite evaluar si las diferencias entre varios grupos son estadísticamente significativas.

Fórmula

$$F = \frac{\text{Varianza entre grupos}}{\text{Varianza dentro de los grupos}}$$

donde:

La Varianza entre grupos mide la variabilidad debida a las diferencias en las medias de los grupos (en este caso, niveles de carga: baja, media y alta).

La Varianza dentro de los grupos mide la variabilidad dentro de cada grupo de datos, indicando cuánta variación hay entre los valores en cada nivel de carga.

Ejemplo: Si comparamos el uso de CPU bajo tres niveles de carga (baja, media, alta) en los servidores virtualizados:

- Varianza entre grupos: 50.
- Varianza dentro de los grupos: 10.
- Aplicando la fórmula:
- Fórmula

$$F = \frac{50}{10} = 5$$

Interpretación: Un valor de $F=5$ indica que existen diferencias en el uso de CPU, uso de memoria y tiempos de respuesta entre los diferentes niveles de carga o entre servidores físicos y virtualizados. Si el valor de F es mayor que el valor crítico de F para el nivel de significancia seleccionado (por ejemplo, 0.05), podemos concluir que estas diferencias no son debidas al azar, y que factores como el tipo de servidor o el nivel de carga están afectando significativamente el comportamiento de los servidores.

Cuadro resumen de especificaciones de servidores: Especificaciones de comparación entre servidor físico y servidores virtualizados

Tabla 1

Comparación de Recursos en Servidores Físicos y Virtualizados

Variable Analizada	Servidor Físico	Servidor Virtualizado (Proxmox VE)
Número de Aplicaciones	1 aplicación	Múltiples aplicaciones
Uso de CPU	<p>Instrumento de recolección: Prometheus</p> <p>Unidad de medida: Porcentaje (%)</p> <p>Propósito: Evaluar la eficiencia del uso de CPU en un entorno físico.</p>	<p>Instrumento de recolección: Prometheus</p> <p>Unidad de medida: Porcentaje (%)</p> <p>Propósito: Evaluar la distribución de la CPU entre múltiples aplicaciones en un entorno virtualizado.</p>
Uso de Memoria	<p>Instrumento de recolección: Prometheus</p> <p>Unidad de medida: Megabytes (MB)</p> <p>Propósito: Medir la cantidad de memoria utilizada por una sola aplicación.</p>	<p>Instrumento de recolección: Prometheus</p> <p>Unidad de medida: Megabytes (MB)</p> <p>Propósito: Analizar la eficiencia en la distribución de la memoria entre múltiples aplicaciones.</p>
Tiempos de Respuesta	<p>Instrumento de recolección: Prometheus</p>	<p>Instrumento de recolección: Prometheus</p>

Variable Analizada	Servidor Físico	Servidor Virtualizado (Proxmox VE)
	Unidad de medida: Milisegundos (ms)	Unidad de medida: Milisegundos (ms)
	Propósito: Medir la rapidez de respuesta del servidor con una sola aplicación.	Propósito: Comparar los tiempos de respuesta en un entorno con múltiples aplicaciones.

3.5.5 Operacionalización de Variables

En la presente investigación, la operacionalización de variables consiste en establecer el procedimiento de medición de las variables que forman parte del rendimiento y eficiencia de los servidores físicos y virtualizados en la Universidad Nacional del Altiplano. Las variables están más relacionadas al consumo del CPU, de la memoria y de los tiempos de respuesta, que son indicadores básicos para la comparación entre ambas infraestructuras en materia de eficiencia operativa. A continuación, se expone la operacionalización de cada variable.

Tabla 2

Operacionalización de Variables

Variable	Indicador	Instrumento de Medición	Unidad de Medida	Escala de Medición	Definición Operacional
Rendimiento del Servidor	Uso de CPU (%)	Prometheus	Porcentaje (%)	Continua	Porcentaje de uso del CPU para procesar solicitudes y ejecutar aplicaciones en servidores físicos y virtualizados.

Variable	Indicador	Instrumento de Medición	Unidad de Medida	Escala de Medición	Definición Operacional
	Uso de Memoria (MB)	Prometheus	Megabytes (MB)	Continua	Cantidad de memoria utilizada por las aplicaciones activas en servidores físicos y virtualizados.
	Tiempos de Respuesta (ms)	Prometheus	Milisegundos (ms)	Continua	Tiempo en milisegundos que tarda el servidor en responder a una solicitud bajo diversas condiciones de carga.
Tipo de Infraestructura	Servidor Físico vs. Virtualizado	Observación directa	Categoría (físico o virtual)	Nominal	Clasificación de servidores según su infraestructura para evaluar su desempeño en entornos críticos.

A. Descripción de las Variables

- Rendimiento del Servidor: Esta variable se centra en los aspectos de rendimiento de la utilización de recursos del servidor a través de tres métricas principales: uso de CPU, uso de memoria y tiempo de

respuesta. Estas mediciones ayudan a determinar si los servidores físicos o virtualizados son más efectivos para lograr la distribución y utilización de recursos en características que son esenciales para aplicaciones académicas y administrativas.

- **Uso de CPU (%):** Se registrará el porcentaje de CPU consumido por el servidor. Prometheus se podrá utilizar para hacer seguimiento a los usos CPU en tiempo real, mostrando resultados en gráficos de líneas que deberán permitir la comparación entre servidores físicos y virtualizados.
- **Uso de Memoria (MB):** Indica la cantidad de memoria en uso por las aplicaciones en ejecución. El uso de Prometheus permitirá el monitoreo en tiempo real de este indicador y los resultados se presentarán en gráficos de barras apiladas, facilitando la comparación del uso de memoria en servidores físicos y servidores virtuales que albergan muchas aplicaciones.
- **Tiempos de Respuesta (ms):** Los tiempos de respuesta son el tiempo que toma a un servidor responder a una solicitud y se mide bajo diferentes cargas. Esta métrica se piensa que será monitoreada mediante Prometheus, y mostraremos el dato a la vez a través de gráficos de caja (boxplot) para observar la variabilidad entre los servidores físicos y los servidores virtuales.
- **Tipo de Infraestructura:** Esta variable clasifica los recursos como aquellos que son servidores físicos o virtualizados. La infraestructura se observará directamente y se le dará una clasificación nominal, lo que permitirá una evaluación detallada de cómo cada clase de servidor maneja los recursos y el rendimiento de las aplicaciones críticas de la universidad. Este análisis específico también permitiría demostrar cómo cada clase de servidores de virtualización mantiene los recursos y el rendimiento de las aplicaciones críticas a nivel universitario.



3.5.6 Validación y Confiabilidad de Datos

La opinión de expertos sobre este proyecto no es necesaria debido al tipo de datos que se recopilaron. La investigación se centra en recopilar y analizar métricas de rendimiento de un sistema con la ayuda de herramientas de software confiables, como Prometheus y Grafana, que obtienen datos objetivos directamente de los servidores monitoreados. Estas métricas de rendimiento (uso de CPU, uso de memoria, tiempos de respuesta, etc.) son producidas y registradas por el sistema automatizado para evitar el sesgo subjetivo, que en otras circunstancias necesitaría validación. Además, las herramientas utilizadas son bien conocidas en la industria para el monitoreo del rendimiento, lo que hace que los datos sean precisos y apropiados. Con esto en mente y basándose en datos cuantitativos obtenidos de software de alta observación, el proyecto no requiere revisión ni validación por parte de expertos para validar la credibilidad de la información recopilada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

En el capítulo que sigue a continuación, se exponen detalladamente los resultados obtenidos, los cuales han sido organizados y clasificados de acuerdo con el objetivo general y los objetivos específicos planteados.

4.1.1 Datos obtenidos de los servidores monitoreados

Para llevar a cabo el exhaustivo análisis y detallado procedimiento, se recopiló la valiosa información de los servidores físicos y virtuales que fueron minuciosamente monitoreados en relación con el rendimiento del CPU, la utilización de la memoria RAM y los tiempos de respuesta.

Detallaré a continuación, de acuerdo con los objetivos establecidos previamente.

Las tablas a continuación muestran una muestra representativa de los datos recopilados por Grafana para su procesamiento. Se presentan solo 10 filas (las primeras 5 y las últimas 5) como ejemplo de los registros de rendimiento de CPU, uso de memoria y tiempos de respuesta de los servidores.

Tabla 3

Registro de Uso de CPU en Servidor Físico 1

Tiempo	CPU %
2024/10/07 19:30:00	1,42 %
2024/10/07 20:00:00	1,20 %
2024/10/07 20:30:00	1,36 %
2024/10/07 21:00:00	1,29 %
2024/10/07 21:30:00	1,60 %
2024/10/23 08:30:00	1,00 %
2024/10/23 09:00:00	0,933 %
2024/10/23 09:30:00	1,56 %
2024/10/23 10:00:00	1,69 %
2024/10/23 10:30:00	1,60 %

Nota. Muestra el porcentaje de uso de CPU registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Físico 1.

Tabla 4

Registro de Uso de CPU en Servidor Físico 2

Tiempo	CPU %
2024-10-07 19:30:00	15,1 %
2024-10-07 20:00:00	10,6 %
2024-10-07 20:30:00	12,8 %
2024-10-07 21:00:00	8,93 %
2024-10-07 21:30:00	14,3 %
2024-10-23 08:30:00	25,0 %
2024-10-23 09:00:00	17,8 %
2024-10-23 09:30:00	49,1 %
2024-10-23 10:00:00	17,8 %
2024-10-23 10:30:00	44,3 %

Nota. Muestra el porcentaje de uso de CPU registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Físico 2.

Tabla 5

Registro de Uso de CPU en Servidor Físico 3

Tiempo	CPU %
2024-10-07 19:30:00	155 %
2024-10-07 20:00:00	145 %
2024-10-07 20:30:00	150 %
2024-10-07 21:00:00	132 %
2024-10-07 21:30:00	153 %
2024-10-23 08:30:00	61,0 %
2024-10-23 09:00:00	48,4 %
2024-10-23 09:30:00	52,1 %
2024-10-23 10:00:00	60,2 %
2024-10-23 10:30:00	78,2 %

Nota. Muestra el porcentaje de uso de CPU registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Físico 3, Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Registro de Uso de CPU en Servidor Virtual 1

Tiempo	CPU %
2024-10-07 19:30:00	4,60 %
2024-10-07 20:00:00	5,04 %
2024-10-07 20:30:00	4,98 %
2024-10-07 21:00:00	4,07 %
2024-10-07 21:30:00	4,62 %
2024-10-23 08:30:00	9,8 %
2024-10-23 09:00:00	15,2 %
2024-10-23 09:30:00	20,2 %
2024-10-23 10:00:00	16,4 %
2024-10-23 10:30:00	30,6 %

Nota. Muestra el porcentaje de uso de CPU registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Virtual 1.

Tabla 7

Registro de Uso de CPU en Servidor Virtual 2

Tiempo	CPU %
2024-10-07 19:30:00	78,2 %
2024-10-07 20:00:00	86,1 %
2024-10-07 20:30:00	76,5 %
2024-10-07 21:00:00	66,5 %
2024-10-07 21:30:00	96,7 %
2024-10-23 08:30:00	158 %
2024-10-23 09:00:00	126 %
2024-10-23 09:30:00	132 %
2024-10-23 10:00:00	127 %
2024-10-23 10:30:00	126 %

Nota. Muestra el porcentaje de uso de CPU registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Virtual 2.

Tabla 8

Registro de Uso de CPU en Servidor Virtual 3

Tiempo	CPU %
2024-10-07 19:30:00	12,6 %
2024-10-07 20:00:00	13,8 %
2024-10-07 20:30:00	17,6 %
2024-10-07 21:00:00	19,5 %
2024-10-07 21:30:00	11,4 %
2024-10-23 08:30:00	11,8 %
2024-10-23 09:00:00	10,2 %
2024-10-23 09:30:00	11,7 %
2024-10-23 10:00:00	25,2 %
2024-10-23 10:30:00	12,2 %

Nota. Muestra el porcentaje de uso de CPU registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Virtual 3.

Tabla 9

Registro de Uso de RAM en Servidor Físico 1

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 19:30:00	1,32 GiB
2024-10-07 20:00:00	1,33 GiB
2024-10-07 20:30:00	1,33 GiB
2024-10-07 21:00:00	1,33 GiB
2024-10-07 21:30:00	1,33 GiB
2024-10-23 09:00:00	1,28 GiB
2024-10-23 09:30:00	1,28 GiB
2024-10-23 10:00:00	1,28 GiB
2024-10-23 10:30:00	1,28 GiB
2024-10-23 11:00:00	1,29 GiB

Nota. Muestra el porcentaje de uso de RAM registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Físico 1.

Tabla 10

Registro de Uso de RAM en Servidor Físico 2

Tiempo	RAM GiB
7/10/2024 19:30	9,46 GiB
7/10/2024 20:00	9,51 GiB
7/10/2024 20:30	9,56 GiB
7/10/2024 21:00	9,59 GiB
7/10/2024 21:30	9,62 GiB
23/10/2024 09:00	10,6 GiB
23/10/2024 09:30	12,0 GiB
23/10/2024 10:00	11,5 GiB
23/10/2024 10:30	11,9 GiB
23/10/2024 11:00	11,9 GiB

Nota. Muestra el porcentaje de uso de RAM registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Físico 2.

Tabla 11

Registro de Uso de RAM en Servidor Físico 3

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 19:30:00	15,1 GiB
2024-10-07 20:00:00	15,2 GiB
2024-10-07 20:30:00	15,1 GiB
2024-10-07 21:00:00	15,3 GiB
2024-10-07 21:30:00	15,8 GiB
2024-10-23 09:00:00	18,8 GiB
2024-10-23 09:30:00	20,3 GiB
2024-10-23 10:00:00	19,0 GiB
2024-10-23 10:30:00	19,5 GiB
2024-10-23 11:00:00	19,7 GiB

Nota. Muestra el porcentaje de uso de RAM registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Físico 3.

Tabla 12

Registro de Uso de RAM en Servidor Virtual 1

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 19:30:00	2,96 GiB
2024-10-07 20:00:00	2,96 GiB
2024-10-07 20:30:00	2,96 GiB
2024-10-07 21:00:00	2,96 GiB
2024-10-07 21:30:00	2,96 GiB
2024-10-23 09:00:00	2,96 GiB
2024-10-23 09:30:00	2,96 GiB
2024-10-23 10:00:00	2,96 GiB
2024-10-23 10:30:00	2,96 GiB
2024-10-23 11:00:00	2,96 GiB

Nota. Muestra el porcentaje de uso de RAM registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Virtual 1.

Tabla 13

Registro de Uso de RAM en Servidor Virtual 2

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 19:30:00	6,17 GiB
2024-10-07 20:00:00	6,17 GiB
2024-10-07 20:30:00	6,17 GiB
2024-10-07 21:00:00	6,17 GiB
2024-10-07 21:30:00	6,17 GiB
2024-10-23 09:00:00	6,65 GiB
2024-10-23 09:30:00	6,65 GiB
2024-10-23 10:00:00	6,65 GiB
2024-10-23 10:30:00	6,65 GiB
2024-10-23 11:00:00	6,65 GiB

Nota. Muestra el porcentaje de uso de RAM registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Virtual 2.

Tabla 14

Registro de Uso de RAM en Servidor Virtual 3

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 19:30:00	3,76 GiB
2024-10-07 20:00:00	3,76 GiB
2024-10-07 20:30:00	3,76 GiB
2024-10-07 21:00:00	3,76 GiB
2024-10-07 21:30:00	3,76 GiB
2024-10-23 09:00:00	6,30 GiB
2024-10-23 09:30:00	6,30 GiB
2024-10-23 10:00:00	6,30 GiB
2024-10-23 10:30:00	6,30 GiB
2024-10-23 11:00:00	6,30 GiB

Nota. Muestra el porcentaje de uso de RAM registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos Virtual 3.

Tabla 15

Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Físico 1

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 20:00:00	0,0837ms
2024-10-07 21:00:00	0,329ms
2024-10-07 22:00:00	0,0575ms
2024-10-07 23:00:00	0,42ms
2024-10-08 00:00:00	0,0987ms
2024-10-23 04:00:00	0,0792ms
2024-10-23 05:00:00	0,555ms
2024-10-23 06:00:00	0,436ms
2024-10-23 07:00:00	0,804ms
2024-10-23 08:00:00	0,335ms

Nota. Muestra el tiempo de respuesta registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos servidor Físico 1.

Tabla 16

Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Físico 2

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 20:00:00	4,38ms
2024-10-07 21:00:00	1,51ms
2024-10-07 22:00:00	0,818ms
2024-10-07 23:00:00	0,612ms
2024-10-08 00:00:00	1,34ms
2024-10-23 04:00:00	0,289ms
2024-10-23 05:00:00	2,98ms
2024-10-23 06:00:00	25,8ms
2024-10-23 07:00:00	37,5ms
2024-10-23 08:00:00	1,01ms

Nota. Muestra el tiempo de respuesta registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos servidor Físico 2.

Tabla 17

Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Físico 3

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 20:00:00	25ms
2024-10-07 21:00:00	11,4ms
2024-10-07 22:00:00	38,7ms
2024-10-07 23:00:00	45,7ms
2024-10-08 00:00:00	64,1ms
2024-10-23 04:00:00	6,01ms
2024-10-23 05:00:00	2,9ms
2024-10-23 06:00:00	4,1ms
2024-10-23 07:00:00	18,2ms
2024-10-23 08:00:00	21,4ms

Nota. Muestra el tiempo de respuesta registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos servidor Físico 3.

Tabla 18

Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Virtual 1

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 20:00:00	0,957ms
2024-10-07 21:00:00	1,27ms
2024-10-07 22:00:00	1,07ms
2024-10-07 23:00:00	2,07ms
2024-10-08 00:00:00	2,05ms
2024-10-23 04:00:00	4,87ms
2024-10-23 05:00:00	0,224ms
2024-10-23 06:00:00	2,72ms
2024-10-23 07:00:00	3,53ms
2024-10-23 08:00:00	1,41ms

Nota. Muestra el tiempo de respuesta registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos servidor Virtual 1.

Tabla 19

Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Virtual 2

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 20:00:00	11,3ms
2024-10-07 21:00:00	18,3ms
2024-10-07 22:00:00	57,7ms
2024-10-07 23:00:00	36,8ms
2024-10-08 00:00:00	25ms
2024-10-23 04:00:00	11,6ms
2024-10-23 05:00:00	9,63ms
2024-10-23 06:00:00	7,63ms
2024-10-23 07:00:00	16,6ms
2024-10-23 08:00:00	521ms

Nota. Muestra el tiempo de respuesta registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos servidor Virtual 2.

Tabla 20

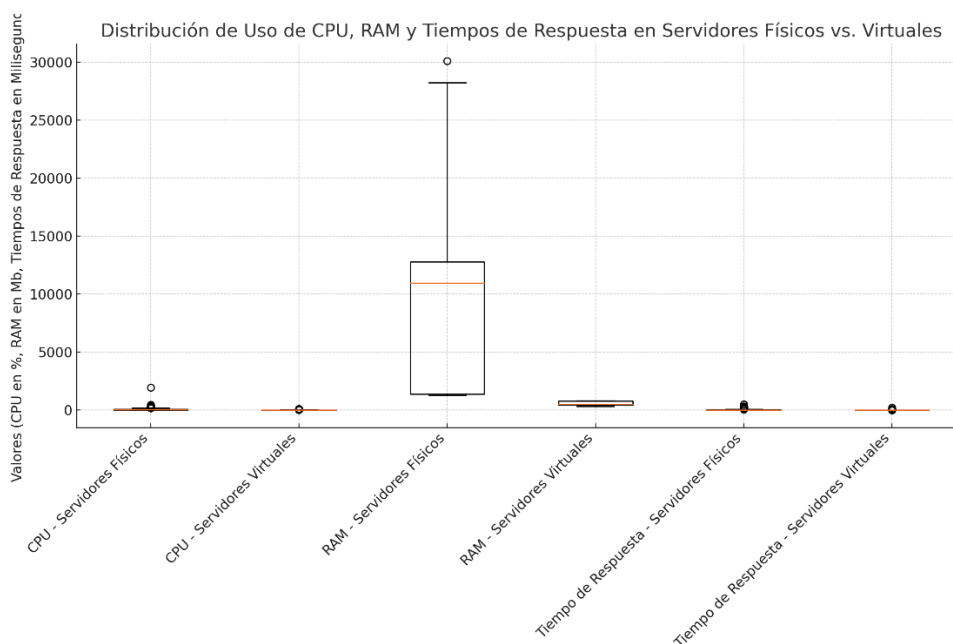
Registro de Tiempo de Respuesta Servidor Virtual 3

Tiempo	RAM GiB
2024-10-07 20:00:00	5,54ms
2024-10-07 21:00:00	3,36ms
2024-10-07 22:00:00	0,795ms
2024-10-07 23:00:00	4,24ms
2024-10-08 00:00:00	1,84ms
2024-10-23 03:00:00	3,92ms
2024-10-23 04:00:00	0,423ms
2024-10-23 05:00:00	0,287ms
2024-10-23 06:00:00	4,81ms
2024-10-23 07:00:00	0,993ms

Nota. Muestra el tiempo de respuesta registrado en el servidor físico en intervalos de tiempo específicos servidor Virtual 3.

Figura 7

Comparación General de Uso de CPU, RAM y Tiempos de Respuesta en Servidores Físicos y Virtuales



El Gráfico N 7 muestra una comparación entre el uso de **CPU**, **RAM** y **Tiempos de Respuesta** en **servidores físicos** y **servidores virtuales**. Permite visualizar la distribución y variabilidad de cada métrica, destacando cómo los servidores físicos tienden a tener un uso más alto y variable de CPU y RAM, junto con tiempos de respuesta más estables. En contraste, los servidores virtuales

muestran una mayor optimización en el uso de recursos, aunque con una ligera variación en los tiempos de respuesta debido a la naturaleza compartida de los recursos en entornos virtualizados.

4.1.2 Condicionamiento de Datos para Análisis

Con el fin de llevar a cabo los cálculos de acuerdo con los objetivos específicos de este trabajo de investigación, se planea realizar un procesamiento exhaustivo de los datos con un enfoque en tres indicadores: uso de CPU, uso de RAM y tiempo de respuesta. Tal análisis de los datos incluirá los métodos de promedios estadísticos y desviación estándar de cada métrica, lo que a su vez facilitaría mucho la comprensión de las tendencias de rendimiento y eficiencia de los servidores físicos y virtualizados.

Los datos preliminares de esta etapa son muy importantes porque nos permiten hacer buenas comparaciones entre servidores físicos y servidores virtualizados. Además, los resultados obtenidos de estos cálculos permitirán una evaluación sobre el impacto de la infraestructura virtual en la Universidad Nacional del Altiplano y ayudarán a identificar aspectos que necesitan ser mejorados en términos de rendimiento y capacidad de respuesta del sistema. Para este punto de esta sección, se espera que se haya logrado un conjunto de datos que esté listo para el análisis estadístico, lo que puede ayudar a tomar decisiones adecuadas respecto a la asignación de recursos considerando el entorno tecnológico de la institución.

4.1.3 Promedios y Desviación estándar

En este apartado se procede a calcular los promedios y las desviaciones estándares de algunas de las dimensiones medidas durante el monitoreo de los servidores tanto físicos como virtuales, tales como el uso de CPU y de memoria RAM así como los tiempos de respuesta. Ya que estas son estadísticas, ofrecen un insumo que facilita la interpretación de la centralidad y la dispersión en la utilización de los recursos de los servidores, que es de vital importancia para el establecimiento de umbrales en el rendimiento de las máquinas o recursos.

El análisis mediante el promedio permite identificar la tendencia de cada métrica referenciándose al promedio del uso de CPU, RAM y tiempos de

respuesta para cada tipo de servidor de acuerdo a la dinámica habitual en que este opere. Este promedio es necesario para entender el consumo promedio de los recursos y para formular baselines en términos de futuras evaluaciones.

En el caso de la desviación estándar, que se requiere calificar y que muestra la variabilidad, esta es la dispersión de los datos en relación con su media aritmética, para decirlo de forma sencilla, la relación entre la operabilidad de los recursos a nivel de distintas variables. Mientras la una desviación estándar es más alta tiende a ser un comportamiento más variable, viceversa, mayor uniformidad en el comportamiento.

Con este análisis de promedios y desviación estándar, podemos hacer comparaciones imparciales entre la eficiencia y la estabilidad de los servidores físicos y virtuales. Esto será de gran ayuda para la toma de decisiones que tengan que ver con la mejora de la infraestructura tecnológica de la Universidad Nacional del Altiplano.

A. Análisis del Uso de CPU (%)

Tabla 21

Resumen Estadístico CPU

Servidor	Promedio CPU %	Desviación Estándar CPU %
<i>Virtual Server</i>	3,66	4,78
<i>Physical Servers</i>	43,85	67,41

Nota. Tabla de Resumen Estadístico de Uso de CPU en Servidores Físicos y Virtuales.

La Tabla N 21 de Uso de CPU (%) presenta un alto nivel de variabilidad y el porcentaje promedio de utilización en servidores físicos y virtuales, pero las diferencias son más marcadas en el centro. Las máquinas físicas, por otro lado, demandan niveles altos y bastante fluctuantes de rendimiento de CPU, lo que significa que tales dispositivos están asignados a cargas de trabajo que requieren procesamiento pesado y continuo. Tal comportamiento es típico en entornos donde las aplicaciones están integradas a través de todas las particiones y los recursos balanceados dinámicamente no se utilizan.

Por la otra parte, los servidores virtuales tienen mejor control de uso de la CPU con una menor desviación estándar, lo que significa que hay un mejor uso de los recursos. La virtualización permite manejar dinámicamente distintas partes de la carga de trabajo, haciendo más efectiva la utilización de recursos y evitando picos de sobretensión. Esto sin lugar a dudas es útil en un ambiente académico donde el volumen de procesamiento puede variar, pues permite una asignación de recursos que es dinámica y eficiente, incrementando la operatividad total.

B. Análisis del Uso de RAM (Mb)

Tabla 22

Resumen Estadístico de Uso RAM

Servidor	Promedio Mb	Desviación Estándar Mb
<i>Virtual Server</i>	9102.36	6334.69
<i>Physical Servers</i>	577.29	176.96

Nota. Tabla de Resumen Estadístico del Uso de RAM en Servidores Físicos y Virtuales.

La Tabla N 22 ilustra la distribución de memoria entre servidores físicos y servidores virtuales. En el caso de los servidores físicos, el promedio del consumo de RAM es bastante alto y además presenta una mayor desviación estándar que los virtuales. Esto indica que los servidores físicos están destinados a aplicaciones que requieren mucho volumen de memoria y que hay una no disponibilidad debida a una sobreasignación de recursos.

Contrariamente, los servidores virtuales utilizan la RAM a una tasa más consistente, con una media más baja y menor variación. Esta estabilidad en el uso de la memoria significa una asignación más eficiente de los recursos de RAM, lo que hace posible que la virtualización aplique la memoria según los requerimientos de cada aplicación particular. Para la Universidad Nacional del Altiplano, este tipo de eficiencia de la RAM ahorra el consumo de recursos al tratar con aplicaciones académicas y administrativas de baja intensidad, promoviendo así una infraestructura tecnológica más sostenible y flexible.

C. Análisis de Tiempos de Respuesta de CPU (ms)

Tabla 23

Resumen Estadístico Tiempos de Respuesta de CPU (ms)

Servidor	Promedio CPU (ms)	Desviación Estándar CPU (ms)
Virtual Server	2.23	9.47
Physical Servers	17.44	39.44

Nota. Tabla de Resumen Estadístico de los Tiempos de Respuesta de CPU en Servidores Físicos y Virtuales.

La Tabla N 23 El análisis de los tiempos de respuesta en milisegundos muestra lo eficiente que es la atención de las solicitudes por parte de los servidores. En el caso de este análisis, las variaciones en el rendimiento de un servidor físico en cuanto al tiempo de respuesta, podrían viciar o deteriorar la experiencia de los usuarios que requieran utilizar aplicaciones en tiempo real. Este tipo de comportamiento tiende a sugerir que bajo cargas pesadas los servidores físicos son más inestables en su tiempo de respuesta.

Por otro lado, cabe señalar que existen máquinas virtuales, cuya misión es tener tiempos de respuesta más determinados, esto es importante cuando se habla de un entorno académico que requiere un sistema eficiente y que tiene un buen rendimiento. La virtualización, al parecer, también logra un balance adecuado de las cargas, lo que se traduce en un importante acortamiento de la desviación del tiempo de espera y que al mismo tiempo asegura que el tiempo de respuesta de las aplicaciones críticas se encuentre dentro de los márgenes definidos. Esta consistencia es importante, sobre todo, para las aplicaciones de tiempo real, ya que al ser aplicadas, aumenta la calidad de las mismas y los sistemas dentro de la universidad.

4.1.4 Prueba t de Student por objetivos

A. Uso de CPU (ms)

Tabla 24

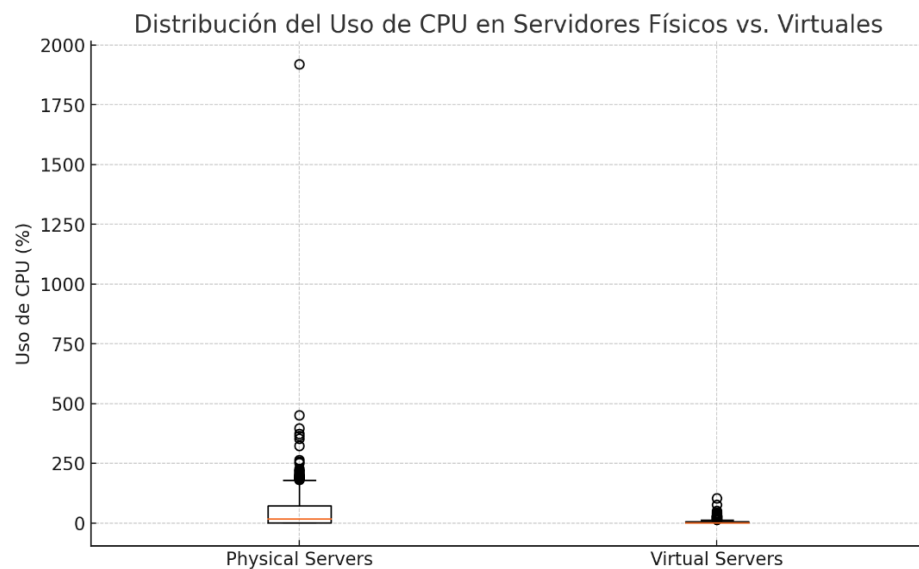
Resumen de Prueba t de Student Uso de CPU (ms)

Estadística	Valor
t-Statistic	28,21
p-Value	0,000

Nota. Tabla de Resultados de la Prueba t de Student para el Uso de CPU en Servidores Físicos y Virtuales

Figura 8

Uso de CPU para servidores Físicos y Virtuales



La figura N°8 muestra una comparación detallada del uso de CPU entre servidores físicos y virtuales. Los datos muestran que la variabilidad del uso de CPU es sustancialmente diferente en los dos tipos de servidores, y se observa que los servidores dedicados son los más variables, con una variabilidad de incluso más de 2000%. Este comportamiento indica que desde la perspectiva de los servidores físicos, su carga de trabajo es propensa a picos extremos de actividad y mucho más inestable debido a un pobre balanceo de carga y asignación de recursos.

Por otro lado, los servidores virtuales utilizan la CPU de manera bastante uniforme y presentan una mucho mejor y más estable distribución de carga. La razón por la cual los servidores virtuales mantienen esta

estabilidad se debe a que son capaces de cambiar los recursos de CPU disponibles en estos sistemas con base en la demanda, lo que lleva a tener un mejor control y no tener excesivos picos.

El alto valor t tan elevado (28,21) sugiere que la diferencia en el cálculo del uso de CPU entre los servidores físicos y servidores virtuales es importante y considerable. En la práctica, esto significa que el espacio virtual no solo hace un mejor aprovechamiento del uso de los recursos, sino que también reduce las variaciones en la carga del CPU haciendo que el uso del CPU sea más regular y estable. La baja variabilidad y la estabilidad del uso del CPU de servidores virtuales permitiría reducir el riesgo de la sobrecarga y mejoraría el desempeño del sistema para el soporte de varias aplicaciones o usuarios que operan al tiempo sin afectar de forma significativa el rendimiento.

De acuerdo con los hallazgos de este análisis, puede afirmarse que los servidores virtuales son significativamente más estables y utilizan menos CPU que los servidores físicos. La menor variabilidad en el entorno virtual no solo se traduce en un desempeño más predecible, sino que también apuntan a una eficiencia más alta en la operación. Este hallazgo es relevante para las organizaciones que buscan sacarle el máximo provecho a sus recursos tecnológicos, en este caso los servidores virtuales, que permiten una administración adecuada y persuasiva de la carga de trabajo.

B. Uso de RAM (Mb)

Tabla 25

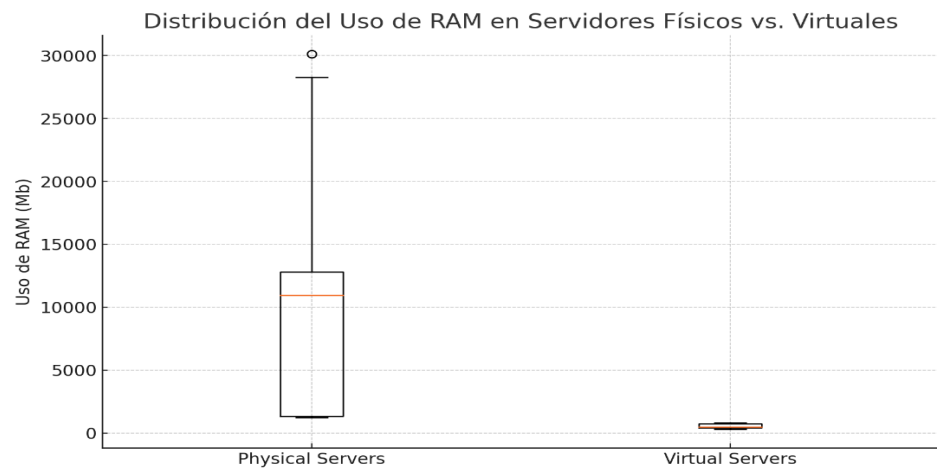
Resumen de Prueba t de Student Uso de RAM

Estadística	Valor
t -Statistic	63.84
p -Value	0.00e+00

Nota. Distribución del Uso de RAM en Servidores Físicos y Virtuales,

Figura 9

Uso de RAM en Servidores Físicos y Virtuales



La **figura N° 9** muestra en términos comparativos el uso de RAM en el caso de servidores físicos y en el caso de servidores virtuales. A lo distinto de la utilización de microprocesadores, la memoria RAM también presenta una diferencia notable entre los dos tipos de servidores en consideración y esto también es corroborado por datos estadísticos. En general, es probable que los servidores tradicionales demuestren un ligero aumento en el uso de RAM en línea con un mayor rango de variación, mientras que el caso de los servidores virtuales es probable que muestre un consumo de RAM más estable y promedio. El mayor fundamento de esto puede ser la reducción utilizada en la administración de la memoria en el entorno virtualizado donde la asignación y reaprovechamiento de la RAM se utiliza de manera óptima según la operación.

Según el valor t, que es 63,84, existe una diferencia significativa en la cantidad de RAM utilizada, siendo los servidores virtuales los más beneficiados por la administración estable y eficiente de la memoria. El hecho de que el valor p se halla 0.00e+00 lleva a la conclusión de que esta diferencia es significativa, a su vez, señalando que los servidores virtuales no sólo consumen más memoria pero de manera consistente, sino que, su consumo de RAM también es más estable. En la práctica, esto significa que las tareas y aplicaciones pueden ser atendidas usando virtuales sin problemas de memoria que las afecten significativamente, lo cual, es una

característica muy importante en lugares donde la dependencia y el rendimiento son estables.

Según este análisis, los servidores virtuales tienen una ventaja vital en cuanto a la eficiencia del uso de RAM en comparación con los servidores físicos. La alta regularidad en el consumo de RAM en los servidores de memoria virtual mitiga las posibilidades de degradación en el rendimiento del servidor debido a la escasez de memoria, lo que es particularmente útil para las organizaciones que requieren un rendimiento continuo y sin interrupciones. Las estadísticas respaldan completamente la conclusión de que los servidores virtuales proporcionan la mejor gestión de la memoria y, como resultado, se logra una mayor eficiencia en el rendimiento y menores costos en la gestión del hardware y los recursos.

C. Tiempos de Respuesta

Tabla 26

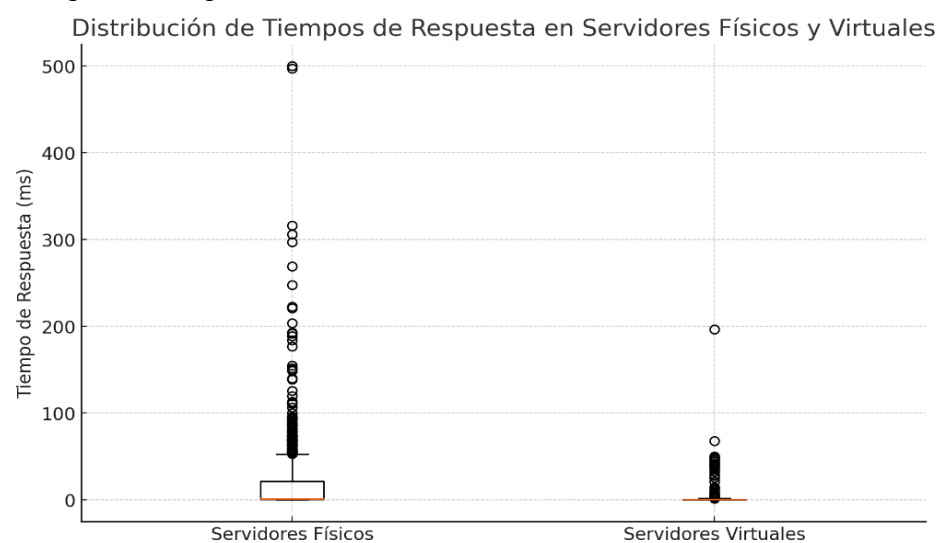
Resumen de Prueba t de Student Tiempos de Respuesta(ms)

Estadística	Valor
<i>t-Statistic</i>	12,54
<i>p-Value</i>	4,51e-34

Nota. Tabla de Resumen Estadístico del CPU en Servidores Físicos y Virtuales,

Figura 10

Tiempos de Respuesta en Servidores Físicos vs. Virtuales



La figura N° 10 muestra la distribución de los tiempos de respuesta en servidores físicos y virtuales. Los servidores físicos presentan una

mayor variabilidad en los tiempos de respuesta, indicando fluctuaciones significativas bajo diferentes cargas de trabajo. En contraste, los servidores virtuales muestran tiempos de respuesta más consistentes y bajos, reflejando un desempeño más estable.

El valor t de 12,54 indica que los servidores virtuales tienden a ofrecer tiempos de respuesta más consistentes y, en promedio, más rápidos en comparación con los servidores físicos. La diferencia es suficiente para que sea estadísticamente significativa, respaldada por el p -value extremadamente bajo de $4,51e-34$, que prácticamente elimina la posibilidad de que esta diferencia sea producto del azar. Esto sugiere que, en un entorno virtual, las solicitudes son atendidas con mayor rapidez y menos fluctuaciones, posiblemente debido a una mejor distribución de los recursos y la capacidad de ajustar la asignación de CPU de manera dinámica para satisfacer la demanda.

El análisis de los tiempos de respuesta confirma que los servidores virtuales son superiores en términos de eficiencia y rapidez en la atención de solicitudes. Este rendimiento constante y rápido en los tiempos de respuesta es ideal para aplicaciones y servicios que requieren alta disponibilidad y una experiencia de usuario óptima, como aplicaciones en tiempo real y sistemas críticos. Además, la estabilidad de los tiempos de respuesta en servidores virtuales contribuye a reducir el riesgo de cuellos de botella y tiempos de espera, factores importantes para mantener la eficiencia en operaciones intensivas en datos.

4.1.5 Prueba ANOVA según objetivos Específicos

Tabla 27

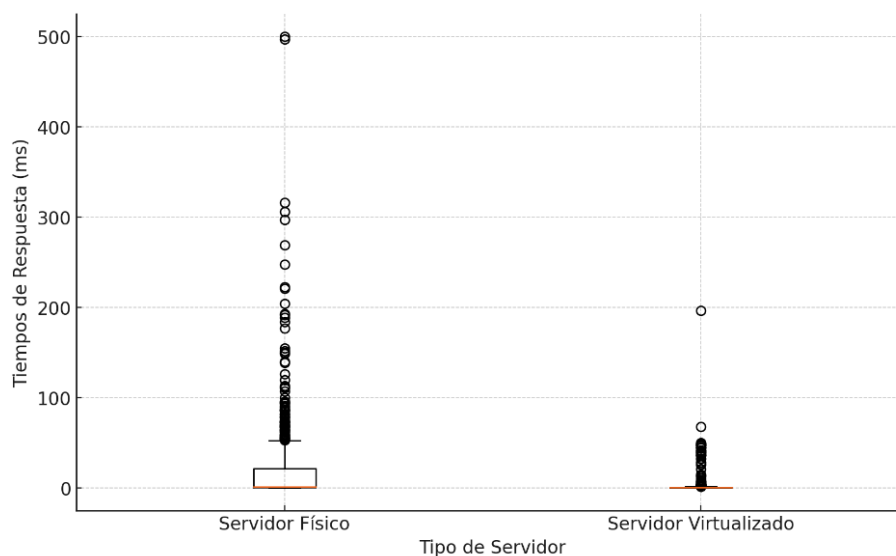
Resumen de Prueba ANOVA Tiempos de Respuesta (ms)

Viabile	Estadístico F	Valor p
CPU	795,9197459784205	2,262216156777167e-161
RAM	4077,24945555962	0,0
TR (Tiempos de Respuesta)	156,69171890966058	8,568613230635604e-35

Nota. Resultados de ANOVA para Comparación de Rendimiento entre Servidores Físicos y Virtualizados.

Figura 11

Distribución de Tiempos de respuesta (MS) entre servidores Físicos y Virtuales



La figura N° 11 permite observar que los servidores virtualizados responden con menor variabilidad y son más rápidos que los físicos. En tanto que los servidores físicos muestran una mayor dispersión con valores atípicos significando alteraciones bajo demanda, los servidores virtuales parecen ser más homogéneos en su comportamiento. Esto implica que la virtualización eficiente el uso de recursos y mejora el rendimiento de operaciones de menor tiempo análogo a aplicaciones.

Los resultados del ANOVA en rendimiento de servidores físicos y virtuales son explosivos dadas las diferencias encontradas en CPU, RAM y tiempos de

respuesta. Los altos valores F en todas las categorías indican que los servidores virtuales son mucho más óptimos en el uso de las CPU y RAM y además son capaces de responder dentro de los tiempos previstos. Esta consistencia y efectividad en el desempeño de los servidores virtuales los hace perfectos para su uso en situaciones donde las necesidades son elevadas y se requiere hacer un uso eficiente de los recursos disponibles y el tiempo de respuesta para los usuarios finales sea mínimo.

Según los hallazgos presentados en esta investigación, se demostró que los servidores virtuales son más rentables que los servidores físicos, sobre todo por el uso de recursos de CPU y memoria RAM, y la distribución de los *délais* de respuesta. Para las organizaciones que buscan mejorar su operación y ofrecer un desempeño confiable, les sugieren que se trasladen a la virtualización, sobre todo en aplicaciones con alto CPU y RAM, o aquellas que requieren una respuesta rápida.

4.2 Discusión

4.2.1 Resultado conforme al primer objetivo específico: Uso de CPU

A. Prueba t de Student

Para evaluar el uso de CPU en servidores físicos y virtualizados, se aplicó la prueba t de Student, obteniendo una diferencia significativa ($t = 28.21$, $p < 0.05$). Los servidores virtualizados mostraron un promedio de 3.66% de uso de CPU, mientras que los físicos alcanzaron el 43.85%, lo que refleja una variabilidad considerablemente alta en estos últimos.

Estos resultados confirman la hipótesis de que la virtualización permite una administración de CPU más eficiente en comparación con los servidores físicos. Este hallazgo se alinea con lo señalado por Sharma et al. (2016), quienes sostienen que la virtualización mejora la estabilidad en el uso de CPU al distribuir la carga entre múltiples aplicaciones. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de que la virtualización optimiza el uso de CPU en entornos de alta demanda, cumpliéndose el primer objetivo específico.

B. ANOVA

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA), también se encontraron diferencias significativas en el uso de CPU entre los servidores físicos y virtualizados ($F = 795.92$, $p < 0.05$). La menor variabilidad observada en los servidores virtualizados refuerza la ventaja de la virtualización en la administración de recursos de CPU.

Djordjevic et al. (2021) también observaron que la virtualización reduce la dependencia de la infraestructura física al mejorar la capacidad de respuesta y eficiencia. Por consiguiente, el ANOVA respalda la aceptación de la hipótesis y el cumplimiento del primer objetivo específico.

4.2.2 Resultado conforme al segundo objetivo específico: Uso de RAM

A. Prueba t de Student

Al analizar la eficiencia en el uso de RAM entre ambas infraestructuras mediante la prueba t de Student, se obtuvo una diferencia significativa ($t = 63.84$, $p < 0.05$). Los servidores virtuales tienen un promedio de uso de RAM de 9102.36 MB, en comparación con 577.29 MB en los servidores físicos, lo que indica una administración de memoria más estable en entornos virtualizados.

Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la virtualización permite un uso más eficiente de la RAM. Juiz y Bermejo (2024) también observaron que la virtualización reduce las fluctuaciones en el uso de memoria en aplicaciones de menor demanda, lo cual es crucial para instituciones académicas. Se acepta así la hipótesis de que la virtualización optimiza el uso de memoria, cumpliendo el segundo objetivo específico

B. Anova

Al aplicar ANOVA, se confirmó la existencia de una diferencia significativa en el uso de RAM ($F = 4077.25$, $p < 0.05$), lo que respalda la estabilidad y eficiencia en la asignación de memoria de los servidores virtualizados frente a los físicos.

Livise Aguilar (2022) señaló que en entornos virtuales, la RAM se administra de forma más efectiva, permitiendo una respuesta estable a demandas variables. Este resultado, en consonancia con el ANOVA, reafirma la aceptación de la hipótesis y el cumplimiento del segundo objetivo específico de esta investigación.

4.2.3 Resultado conforme al tercer objetivo específico: Tiempos de respuesta

A. Prueba t de Student

Para el análisis de los tiempos de respuesta, la prueba t de Student mostró una diferencia significativa ($t = 12,54$; $p < 0,05$), con tiempos de respuesta promedio de 2.23 ms en servidores virtualizados frente a 17.44 ms en los físicos. Esto confirma que la virtualización reduce los tiempos de respuesta de manera considerable, un aspecto clave en aplicaciones en tiempo real.

Flores y Monterroso (2023) destacaron que la virtualización reduce la latencia y ofrece estabilidad en aplicaciones críticas, mejorando la experiencia del usuario. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de que la virtualización reduce los tiempos de respuesta, cumpliendo así el tercer objetivo específico.

B. Anova

El análisis de varianza (ANOVA) también reflejó diferencias significativas en los tiempos de respuesta entre ambas infraestructuras ($F = 156,69$; $p < 0,05$), mostrando que la virtualización proporciona una mayor consistencia en la latencia.

Arias et al. (n.d.) observaron que la estabilidad en tiempos de respuesta es esencial para entornos de alta demanda, como el académico. Los resultados del ANOVA, en combinación con la prueba t, confirman la aceptación de la hipótesis y el cumplimiento del tercer objetivo específico.

CONCLUSIONES

PRIMERO: La virtualización de servidores en la Universidad Nacional del Altiplano ha mostrado una gestión del uso de CPU más óptima con respecto a los servidores físicos, existiendo una diferencia que es estadísticamente significativa ($t = 28,21$, $p < 0,05$; $F = 795,92$, $p < 0,05$). La media de utilización de la CPU de los servidores virtualizados fue de 3,66 %, un porcentaje que es notablemente inferior al porcentaje de 43,85 % que se observó en los servidores físicos. Esto no sólo significa que la virtualizada sea más eficiente en el empleo de CPU, sino también más estable en su funcionamiento, en tanto que la física mostró una dispersión muy alta en su uso. Este resultado pondera la suposición, donde se indica que la virtualización permite una mejor sobreelevación y utilización de los recursos de CPU, de tal modo que el desempeño operativo se optimiza. Así se ha logrado cumplir el primer objetivo específico de la investigación, que era el de evidenciar cómo la virtualización optimiza el uso de CPU.

SEGUNDO: La adopción de la virtualización de servidores en la Universidad Nacional del Altiplano ha mostrado un manejo del uso de CPU en comparación con los servidores físicos que es bastante más eficiente, con una diferencia que es estadísticamente significativa ($t = 28,21$, $p < 0,05$; $F = 795,92$, $p < 0,05$). Los servidores virtualizados tuvieron un uso del promediado del CPU del 3,66 %, cifra que fue bastante inferior al 43,85 % de uso en servidores físicos. Este hallazgo no solo denota un uso más eficiente del CPU en los servidores virtualizados, sino también un mejor control en el funcionamiento de los mismos, en tanto que los servidores físicos evidenciaron una variabilidad significativamente mayor durante el funcionamiento. Este resultado, por otra parte, se asegura que sustenta la hipótesis que la virtualización propicia una mejor distribución y utilización de los recursos de la CPU, mejorando el rendimiento operativo. De este modo, se logró el primer objetivo específico de esta investigación cuyo planteamiento era ilustrar en qué forma se mejora la eficiencia del uso de la CPU a niquiera de forma de hacer uso de la virtualización.



TERCERO: Por último, en el tercero de los objetivos propuestos se consideran los tiempos de respuesta, dónde se notaron diferencias que fueron estadísticamente significativas entre las dos infraestructuras física y virtualizada ($t = 12,54$, $p < 0,05$; $F = 156,69$, $p < 0,05$). En cuanto a los servidores virtuales, su tiempo promedio de respuesta se redujo a 2,23 ms, mientras que para los servidores físicos se observa un tiempo de 17,44 ms. Esta diferencia indica que la virtualización no solamente mejora la eficiencia de los recursos, sino que además disminuye los tiempos de respuesta de las aplicaciones críticas. Licenciamiento: El método de pago es por consumo con servidores virtuales que son más eficientes y veloces, permitiendo servidores de mejor respuesta en situaciones de alta demanda. Dicho resultado ratifica el tercer objetivo específico de la investigación, sosteniendo que la virtualización permite mejorar en los tiempos de respuesta, que constituye un aspecto importante para aplicaciones.

RECOMENDACIONES

- PRIMERO:** Configurar Prometheus para supervisar el uso del CPU en tiempo real. A partir de los resultados, se mejorará la explotación de recursos en servidores virtuales de acuerdo a las políticas de orquestación, como DRS, que permite la asignación dinámica del CPU a los servidores virtuales de acuerdo con el nivel de servicio requerido y las cargas administrativas.
- SEGUNDO:** Configurar los ajustes avanzados de gestión de memoria en el hipervisor (como la sobreasignación de memoria o el ballooning), permitiendo que las máquinas virtuales asignen la memoria realmente necesaria. Además, realizar auditorías rutinarias para localizar las aplicaciones que están consumiendo recursos en exceso, modificar sus configuraciones o actualizarlas a versiones más optimizadas.
- TERCERO:** Hacer uso de herramientas como JMeter o Grafana junto a Prometheus para realizar pruebas de carga de forma periódica con el fin de detectar y durante la carga y durante la ejecución analizar como mejorar los posibles cuellos de botella en rendimiento que puedan haber sido incluidos en la carga. En estos servidores virtualizados, se debe realizar un ajuste de parámetros de red y almacenamiento de manera de disminuir la latencia y mejorar el tiempo de respuesta ante aplicaciones críticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, S., Paul, A. K., Ibne, R., Khan, S., & Butt, A. R. (2021). *On the Use of Containers in High Performance Computing Environments*.
- Amazon Web Services. (2024). *¿Qué es la virtualización?*
<https://aws.amazon.com/es/what-is/virtualization/#:~:text=La%20virtualizaci%C3%B3n%20es%20un%20proceso,de%20procesamiento%20y%20el%20almacenamiento>
- Appvizer. (2023). *Tipos de virtualización: definición y ventajas de cada tipo*.
<https://www.appvizer.es/revista/it/virtualizacion/tipo-de-virtualizacion>
- Arias, M. L., Alberto, L., Acosta, M., Ladoy, L. E., De La Vega, G. T., Lucía, G., & Barrera, Y. (2019). Estrategia de superación para la utilización de proxmox y pfSense en las instituciones de salud Training Strategy for the Use of Proxmox and PfSense in Health Institutions. In *Revista Cubana de Informática Médica* (Vol. 2019, Issue 2). <http://scielo.sld.cu>
- Ariyanto, Y. (2023). Single server-side and multiple virtual server-side architectures: performance analysis on proxmox ve for e-learning systems. *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, 9(44), 25–34.
<https://doi.org/10.5935/jetia.v9i44.903>
- Baek, S.-J., Park, S.-M., Yang, S.-H., Song, E.-H., & Jeong, Y.-S. (2010). Efficient Server Virtualization using Grid Service Infrastructure. *Journal of Information Processing Systems*, 6(4), 553–562. <https://doi.org/10.3745/jips.2010.6.4.553>
- Balen, J., Vajak, D., & Salah, K. (2020). Comparative performance evaluation of popular virtual private servers. *Journal of Internet Technology*, 21(2), 343–356.
<https://doi.org/10.3966/160792642020032102003>
- Barraza, C. (2022). *14 Ventajas y desventajas de la virtualización*.
<https://barrazacarlos.com/es/ventajas-e-inconvenientes-de-la-virtualizacion/>
- Brooks, T. T., Caicedo, C., & Park, J. S. (2012). *Security Vulnerability Analysis in Virtualized Computing Environments*.

- Castillo, P. A., Chávez, J., Para Obtener El, Á., Profesional, T., Oliver, I., & Araujo, V. (2021). “Virtualización de servidores con vmware vsphere 6.5 para optimizar los procesos del servicio de automatización en la empresa tic integrity G&V SAC.”
- Chaudhry, S. R., Liu, P., Wang, X., Cahill, V., & Collier, M. (2022). A measurement study of offloading virtual network functions to the edge. *Journal of Supercomputing*, 78(2), 1565–1582. <https://doi.org/10.1007/s11227-021-03907-0>
- Chillarón, M., Vidal, V., Segrelles, D., Blanquer, I., & Verdú, G. (2017). Combining Grid Computing and Docker Containers for the Study and Parametrization of CT Image Reconstruction Methods. *Procedia Computer Science*, 108, 1195–1204. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.065>
- Cloud Native Computing Foundation. (2012). *Prometheus: Open-source monitoring and alerting toolkit*. 2024. <https://prometheus.io/docs/introduction/overview/>
- Djordjevic, B., Timcenko, V., Kraljevic, N., & Macek, N. (2021a). File System Performance Comparison in Full Hardware Virtualization with ESXi, KVM, Hyper-V and Xen Hypervisors. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 21(1), 11–20. <https://doi.org/10.4316/AECE.2021.01002>
- Djordjevic, B., Timcenko, V., Kraljevic, N., & Macek, N. (2021b). File System Performance Comparison in Full Hardware Virtualization with ESXi, KVM, Hyper-V and Xen Hypervisors. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 21(1), 11–20. <https://doi.org/10.4316/AECE.2021.01002>
- Espinosa Tigre, R. M., Veloz Remache, G. del R., Ramos Valencia, M. V., & Guaiña, J. (2022). Análisis de hipervisores nativo propietario vs libre como alternativa para el almacenamiento de datos. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, 42, 144–158. <https://doi.org/10.5377/farem.v11i42.14695>
- Grafana Labs. (n.d.). Grafana. (2024). *The open observability platform*. Grafana. 2024. <https://grafana.com/grafana/>
- Hamdi, H., Amri, S., & Brahmi, Z. (2019). Managing Performance Interference Effects for Intelligent and Efficient Virtual Machines Placement based on GWO Approach in Cloud. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 8(4), 317–332. <https://doi.org/10.12785/ijcds/080401>

- Huber, N., Von Quast, M., Hauck, M., & Kounev, S. (2011). Evaluating and modeling virtualization performance overhead for cloud environments. *CLOSER 2011 - Proceedings of the 1st International Conference on Cloud Computing and Services Science*, 563–573. <https://doi.org/10.5220/0003388905630573>
- IONOS. (2021). *¿Qué es ESXi y qué ventajas ofrece este hipervisor?* <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/esxi/>
- JMG Virtual Consulting. (2016). *Ventajas y desventajas de la virtualización de servidores VMware.* <https://jmgvirtualconsulting.com/vmware-vsphere/ventajas-desventajas-virtualizacion-servidores-vmware/>
- Juiz, C., & Bermejo, B. (2024). On the scalability of the speedup considering the overhead of consolidating virtual machines in servers for data centers. *Journal of Supercomputing*, 80(9), 12463–12511. <https://doi.org/10.1007/s11227-024-05943-y>
- Khaji, F. A., Potluri, S. V., & Kakelli, A. K. (2021). A performance analysis of virtual mail server on type-2 hypervisors. *Walailak Journal of Science and Technology*, 18(13). <https://doi.org/10.48048/wjst.2021.9845>
- Kim, T., Kim, T., & Shin, Y. (2021). Breaking kaslr using memory deduplication in virtualized environments. *Electronics (Switzerland)*, 10(17). <https://doi.org/10.3390/electronics10172174>
- Kolahi, S. S., Hora, V. S., Singh, A. P., Bhatti, S., & Yeeda, S. R. (2020, February 1). Performance comparison of cloud computing/IoT virtualization software, hyper-v vs vsphere. *2020 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences, ASET 2020*. <https://doi.org/10.1109/ASET48392.2020.9118185>
- Kommeri, J., Niemi, T., & Helin, O. (2020). *Energy Efficiency of Server Virtualization*. <http://www.roylongbottom.org.uk>
- Korniichuk, M., Karpov, K., Fedotova, I., Kirova, V., Mareev, N., Syzov, D., & Siemens, E. (2018). Impact of Xen and Virtual Box Virtualization Environments on Timing Precision under Stressful Conditions. *MATEC Web of Conferences*, 208. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201820802006>

- Lakhno, V., Alimseitova, Z., Kalamani, Y., Kryvoruchko, O., Desiatko, A., & Kaminskyi, S. (2023). Development of an Information Security System Based on Modeling Distributed Computer Network Vulnerability Indicators of an Informatization Object. *International Journal of Electronics and Telecommunications*, 69(3), 475–483. <https://doi.org/10.24425/ijet.2023.146495>
- Leite, R., Solis, P., & Alchieri, E. (2019). Performance analysis of an hyperconverged infrastructure using docker containers and GlusterFS. *CLOSER 2019 - Proceedings of the 9th International Conference on Cloud Computing and Services Science*, 339–346. <https://doi.org/10.5220/0007718003390346>
- Lib, T. (2022). *Redundancia de servidores - Definición y explicación*. <https://techlib.net/techedu/redundancia-de-servidores/>
- Lifeder. (2023). *Tipos de servidores y sus características*. <https://www.lifeder.com/tipos-de-servidores/>
- Livise Aguilar, R. E. (2022). *ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO*. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6098>
- Manandhar, R., & Sharma, G. (2021). Virtualization in Distributed System: A Brief Overview. *BOHR International Journal of Intelligent Instrumentation and Computing*, 1(1), 34–38. <https://doi.org/10.54646/BIJIIAC.006>
- Medina Solis, L. A. (2021). *Medina_SL*.
- Mochalov, V., Linets, G., & Palkanov, I. (2021). Server Infrastructure Virtualization for Data Centers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 678(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/678/1/012014>
- Perumal, K., Mohan, S., Frnda, J., & Divakarachari, P. B. (2022). Dynamic resource provisioning and secured file sharing using virtualization in cloud azure. *Journal of Cloud Computing*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00326-1>
- Petrov, A. A., Nikiforov, I. V., & Ustinov, S. M. (2022). Algorithm of ESXi cluster migration between different vCenter servers with the ability to rollback. *Informatsionno-Upravliaiushchie Sistemy*, 2, 20–31. <https://doi.org/10.31799/1684-8853-2022-2-20-31>

- Proxmox. (n.d.). (2024). *Proxmox Virtual Environment - Open-Source Server Virtualization Platform*. 2024. <https://www.proxmox.com>
- Sharma, P., Chaufournier, L., Shenoy, P., & Tay, Y. C. (2016, November 28). Containers and virtual machines at scale: A comparative study. *Proceedings of the 17th International Middleware Conference, Middleware 2016*. <https://doi.org/10.1145/2988336.2988337>
- Šimon, M., Huraj, L., & Búčik, N. (2023). A Comparative Analysis of High Availability for Linux Container Infrastructures. *Future Internet*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/fi15080253>
- Siregar, S. R., & Ramadan Siregar, S. (2020). (media cetak) Efisiensi Fisik Komputer Server dengan Menerapkan Proxmox Virtual Environment. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 1(2), 83–87.
- Splashtop. (2023). *¿Qué es la Virtualización de TI? Ejemplos, Tipos y Beneficios Clave*. <https://www.splashtop.com/es/blog/it-virtualization>
- Techopedia. (2023). *Conoce la definición de servidor, tipos y funcionamiento*. <https://www.techopedia.com/es/definicion/servidor>
- Tecno-Simple. (2023). *20 tipos diferentes de servidores y cómo funciona cada uno*. <https://tecno-simple.com/20-tipos-diferentes-de-servidores-y-como-funciona-cada-uno/>
- Uddin, M., Shah, A., Abubakar, A., & Adeleke, I. (2021). *Journal of Power Technologies* 94 (2) (2014) 1-10 *Implementation of Server virtualization to Build Energy Efficient Data Centers*.
- Verma, V., Ranjan, S., & Yash Pal, P. (2014). A Comparative Study of Open Source Operating Systems for Virtualization with Executing Applications. In *International Journal of Computer Applications* (Vol. 94, Issue 7).
- VMware. (2024). (2024). *VMware ESXi - Bare Metal Hypervisor*. 2024.
- Yactayo Sanchez, A. D., Cano Lengua, M. A., & Andrade-Arenas, L. (2023). Server Virtualization: Success Story in a Peruvian Company. *International Journal of*



Engineering Trends and Technology, 71(1), 293–304.
<https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V71I1P226>

Yaqub, N. (2012a). *Comparison of Virtualization Performance: VMWare and KVM*.

Yaqub, N. (2012b). *Comparison of Virtualization Performance: VMWare and KVM*.
<https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/34900/Yaqub.pdf?sequence=2>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TITULO: "EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE SERVIDORES: COMPARACIÓN ENTRE INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y VIRTUALIZADA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO "

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE 1	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS
<p>Evaluar y comparar el rendimiento y la eficiencia de los servidores físicos y virtualizados en la Universidad Nacional del Altiplano, con especial enfoque en el uso de CPU, memoria y tiempos de respuesta.</p>	<p>La infraestructura virtualizada en la Universidad Nacional del Altiplano ofrece un rendimiento y eficiencia operativa equivalentes o superiores a los servidores físicos al gestionar aplicaciones menos intensivas en recursos.</p>	<p>Evaluar y comparar el rendimiento y la eficiencia de los servidores físicos y virtualizados en la Universidad Nacional del Altiplano, con especial enfoque en el uso de CPU, memoria y tiempos de respuesta.</p>	<p>Implementación de infraestructura física y virtualizada</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensión 1: Uso de CPU en servidores físicos virtualizados vs. Dimensión 2: Eficiencia en el uso de la memoria - Dimensión 3: Tiempos de respuesta de las aplicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - % de uso de CPU en diferentes cargas de trabajo - Cantidad de memoria utilizada durante las operaciones - Tiempo de respuesta en milisegundos bajo distintas cargas 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Análisis descriptivo y comparativo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pruebas: Pruebas t para comparación, ANOVA para eficiencia de recursos - Instrumentos: Monitoreo con Prometheus y Grafana - Población: Todos los servidores físicos y virtualizados de la infraestructura tecnológica de la Universidad Nacional del Altiplano - Muestra: 6 servidores seleccionados (3 físicos y 3 virtualizados), representando diversas cargas de trabajo y aplicaciones
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>Evaluación del uso de CPU y memoria en servidores físicos y virtualizados bajo diferentes cargas de trabajo.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>La virtualización permite una utilización más eficiente de la CPU en comparación con los servidores físicos para aplicaciones con menor demanda.</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Medir el uso de CPU y memoria en servidores físicos y virtualizados bajo diferentes cargas de trabajo.</p>	<p>VARIABLE 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensión 1: 	<ul style="list-style-type: none"> - Diferencias en la 	

<p>diferencias en la eficiencia de uso de recursos entre servidores físicos y virtualizados.</p>	<p>Comparación de los tiempos de respuesta de aplicaciones en servidores físicos y virtualizados.</p>	<p>eficiente en un entorno virtualizado que en servidores físicos para aplicaciones con bajas demandas de recursos.</p>	<p>Los tiempos de respuesta de aplicaciones son iguales o más rápidos en entornos virtualizados, debido a la optimización dinámica de los recursos.</p>	<p>en la eficiencia del uso de recursos entre servidores físicos y virtualizados.</p>	<p>Comparar los tiempos de respuesta de aplicaciones ejecutadas en servidores físicos y virtualizados.</p>	<p>Eficiencia en la asignación de recursos</p>	<p>Comparación de la eficiencia de asignación de recursos - Dimensión 2: Rendimiento global de la infraestructura virtualizada vs. física</p>	<p>eficiencia de uso de CPU y memoria entre servidores físicos y virtualizados - Índices de eficiencia en el uso de CPU, memoria y tiempos de respuesta</p>	

Anexo 2. Monitoreo de Objetivos (Targets) en Prometheus

Prometheus Alerts Graph Status Help

All scrape pools

Filter by endpoint or labels

All Unhealthy Expand All

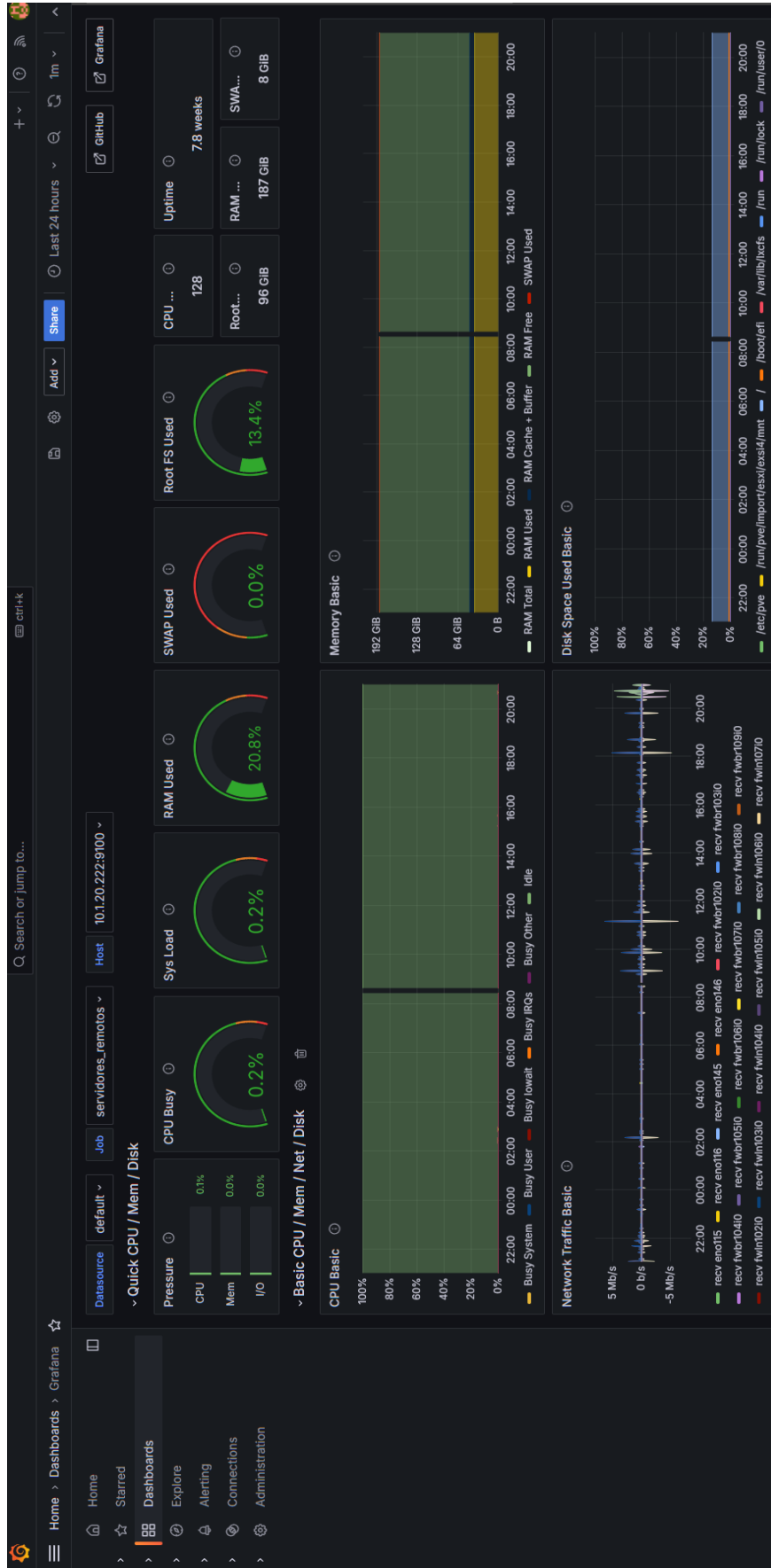
prometheus (1/1 up) [show more](#)

servidores_remotos (6/6 up) [show more](#)

Unknown Unhealthy Healthy

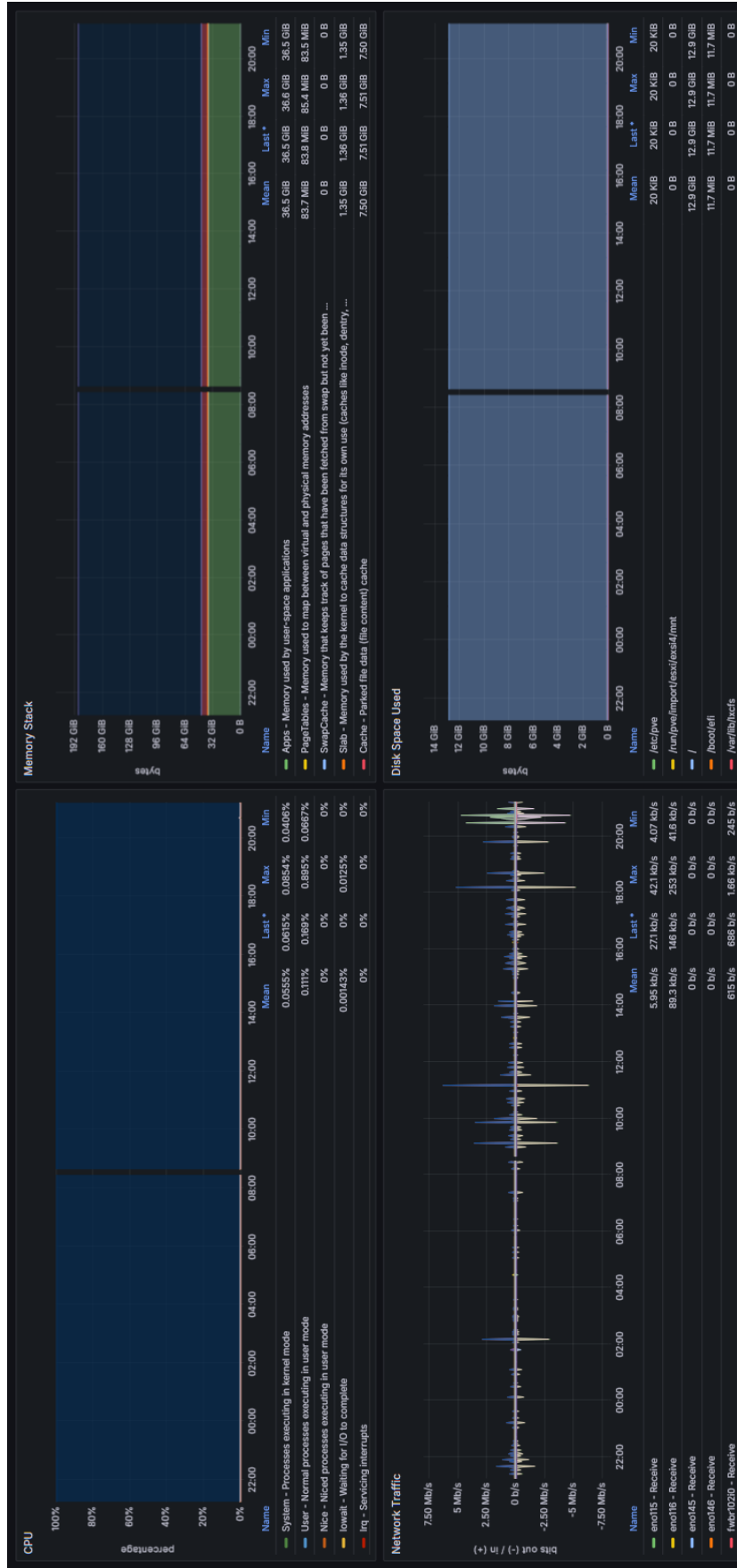
En esta imagen podemos ver la interfaz de “Targets” de la aplicación Prometheus donde se muestran las configuraciones de los objetivos targets a ser monitoreados. En este ejemplo, se observa el estado de los endpoints de otros servidores remotos que han sido integrados a Prometheus, ya sea activos (Up) o inactivos. Este panel es importante para comprobar la conectividad y el funcionamiento de los nodos que están siendo monitoreados, y al mismo tiempo asegurarse que Prometheus pueda extraer métricas de todos los targets especificados en su configuración.

Anexo 3. Dashboard de Monitoreo Básico de Recursos en Grafana



Esta imagen muestra un panel de Grafana configurado para monitorear el uso de CPU, memoria, tráfico de red y espacio en disco de un servidor remoto. Los indicadores en la parte superior muestran el porcentaje de uso actual de recursos clave, mientras que la ayuda para entender la utilización de recursos a lo largo del tiempo proporciona datos gráficos detallados de estos recursos a lo largo del tiempo.

Anexo 4. Pantalla Ejemplo de Monitoreo de Recursos del Sistema en Grafana



Esta imagen muestra un ejemplo de monitoreo de recursos del sistema utilizando Grafana. Incluye paneles que muestran el uso de CPU, el estado de la memoria, el tráfico de red y la utilización del disco. Estos datos hacen posible evaluar cómo estaba rindiendo el sistema y analizar los recursos consumidos, proporcionando así una visión completa de las actividades en el servidor.

Anexo 5. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional del
Altiplano Puno



Vicerrectorado de
Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo **JESUS DANIEL MALMA MONTAÑO** identificado(a) con N° DNI: **43697823** en mi condición de egresado(a) de la:

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

con código de matrícula N° 145978, informo que he elaborado la tesis denominada:

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE SERVIDORES: COMPARACIÓN ENTRE INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y VIRTUALIZADA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno, 19 de Diciembre del 2024.


FIRMA (Obligatorio)

Huella

Anexo 6. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional del
Altiplano Puno



Vicerrectorado de
Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo **JESUS DANIEL MALMA MONTAÑO** identificado(a) con N° DNI: **43697823**, en mi condición de egresado(a) del Programa de Maestría o Doctorado:

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS,

informo que he elaborado la tesis denominada:

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE SERVIDORES: COMPARACIÓN ENTRE INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y VIRTUALIZADA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

para la obtención de Grado.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno, 19 de Diciembre del 2024.

FIRMA (Obligatorio)



Huella