

Análisis de hipervisores nativo propietario vs libre como alternativa para el almacenamiento de datos¹

Analysis of proprietary vs. free native hypervisors as an alternative for data storage

Rodolfo Moisés Espinosa Tigre

Universidad Católica de Cuenca, Ecuador – Macas
respinozat@ucacue.edu.ec

Germania del Roció Veloz Remache

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador – Macas
g_veloz@epoch.edu.ec

Marco Vinicio Ramos Valencia

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador – Riobamba
marco.ramos@epoch.edu.ec

Jonny Guaiña

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador – Riobamba
jonnyg2962@hotmail.es

RESUMEN

La presente investigación es de tipo exploratorio cuasi experimental que tiene por objeto el de realizar un análisis comparativo de los hipervisores nativo, propietario y libre, a la vez brindar una opción para las Pequeñas y Medianas empresas conocidas como las PYMES, las mismas que no están en posibilidad de hacer inversiones en un centro de almacenamiento de datos, pues sus estructuras no requieren equipos y servidores con grandes capacidades. Para la clasificación de los archivos que conforman la muestra se consideró la clasificación de archivos propuesta por Microsoft de acuerdo a su tamaño en Minúsculos, Pequeños, Medianos, Grandes, Enormes y Gigantes, el número de archivos de cada grupo se determinó de acuerdo al uso y necesidad de cada uno de ellos, la muestra se calculó con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, se efectuaron pruebas basadas en el modelo de evaluación de software de FURPS, basado en métricas como la velocidad del procesamiento de datos, obteniendo 11,74% favorable al hipervisor VMware, el tiempo de respuesta obteniendo 28,73% favorable al almacenamiento de datos no virtualizado, consumo de recursos el valor que se obtuvo fue de 17% a favor del hipervisor VMware, como último indicador la eficiencia fue la misma para los dos modelos debido a que no hubo pérdida de paquetes en el envío y recepción. De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó una diferencia mínima de 0,04 % entre el almacenamiento de datos mediante la utilización de un hipervisor y el almacenamiento de datos no virtualizado, dando como resultado la aceptación de la Hipótesis de Estudio.

¹ El presente artículo es el resultado de la tesis de maestría en Interconectividad y Redes, cursada por mi persona en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Con el apoyo de mis tutores y revisores los que se detallan al inicio también como autores.



RECIBIDO

14/05/2022

ACEPTADO

04/07/2022

PALABRAS CLAVE

Hipervisores; VMware; Almacenamiento de datos asistido por SW; tiempos de respuesta; velocidad en procesamiento de datos. eficiencia.

ABSTRACT

The present research is of a quasi-experimental exploratory type that aims to perform a comparative analysis of native, proprietary and free hypervisors, and at the same time provide an option for small and medium-sized enterprises known as SMEs, which are not able to invest in a data storage center, since their structures do not require equipment and servers with large capacities. For the classification of the files that make up the sample, the classification of files proposed by Microsoft was considered according to their size in Minuscule, Small, Medium, Large, Huge and Giant, the number of files in each group was determined according to the use and need of each one of them, the sample was calculated with a confidence level of 95% and a significance level of 5%, tests were performed based on the FURPS software evaluation model, based on metrics such as the speed of data storage, the number of files in each group was determined according to the use and need of each of them, based on metrics such as data processing speed, obtaining 11.74% in favor of the VMware hypervisor, response time obtaining 28.73% in favor of the non-virtualized data storage, resource consumption the value obtained was 17% in favor of the VMware hypervisor, as a last indicator the efficiency was the same for both models because there was no packet loss in sending and receiving. According to the results obtained, a minimum difference of 0.04% was observed between data storage using a hypervisor and non-virtualized data storage, resulting in the acceptance of the Study Hypothesis.

KEYWORDS

Hypervisors; VMware; SW-assisted data storage; response times; data processing speed; efficiency.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la investigación se centra en el almacenamiento de datos asistido por software, para lo cual se trabaja con los hipervisores nativo propietario VMware ESX que actualmente es una de las mejores soluciones informáticas para el almacenamiento de datos asistido por software, a este se lo avalúa frente a los hipervisores nativo libre Linux Centos con KVM y Proxmox, que son hipervisores que ofrecen ventajas de almacenamiento virtualizado que no hace faltan estar ubicados físicamente frente al equipo para realizar su configuración.

Las diferentes instituciones públicas o privadas atraviesan un gran reto con respecto al mantenimiento e implementación de la infraestructura física y lógica de sus Centros de Procesos de Datos (CPD), por la cantidad de información que se maneja actualmente cada vez se requiere de servidores que permitan correr aplicaciones con funciones específicas tales como: servidores para correo, web, dhcp, base de datos, entre otros.

Dichos servidores están alojados dentro del clúster de servidores, lo que involucra una adecuación de un espacio físico que cuente con todas las condiciones debidas, repercutiendo en una fuerte inversión económica para las instalaciones físicas y la de las diferentes aplicaciones que se requerirá para cada uno de los servidores que conforman este clúster

Aplicando el método de FURPS se analiza un hipervisor nativo propietario y libre que permita la mejora del proceso de almacenamiento de datos en un centro de procesamiento de datos, para esto se emplea proceso metodológico para la determinación del estado de arte, con respecto a que se ha investigado al momento por diferentes autores, permitiendo fundamentar la parte teórica en cuanto a conceptos y definiciones de las variables involucradas en la investigación.

Además, se fundamenta la teoría a través de la comprobación de la hipótesis mediante un proceso estadístico, pasando desde determinar la muestra de los elementos que se consideran para la aceptación o rechazo de la hipótesis de estudio de acuerdo a la prueba de Chi², la misma que está planteada: "El uso de un hipervisor nativo mejora el proceso de almacenamiento de datos asistido por software"

MARCO REFERENCIAL

Virtualizar es el proceso de presentar de forma lógica, un equipo físico y lógico es decir todo el HW y SW de un equipo informático, de tal manera que puedan existir varios equipos lógicos – virtualizados sin la necesidad de existir un equipo físico, de acuerdo a lo que se menciona:

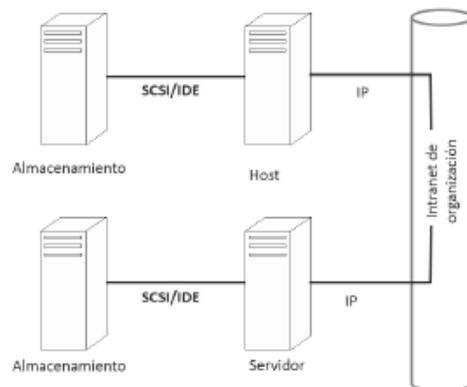
La Virtualización es la técnica empleada sobre las características físicas de algunos recursos computacionales, para ocultarlas de otros sistemas, aplicaciones o usuarios que interactúen con ellos. Esto implica hacer que un recurso físico, como un servidor, un sistema operativo o un dispositivo de almacenamiento, aparezca como si fuera varios recursos lógicos a la vez, o que varios recursos físicos, como servidores o dispositivos de almacenamiento, aparezcan como un único recurso lógico. (Velázquez, 2009, citado por Lugo Cardozo, 2014, p.2)

El funcionamiento de un centro de datos en una empresa se puede administrar mediante un centro de datos asistido por hardware, mediante el uso de la virtualización conjuntamente con hypervisores, dando así un ahorro sustancial en recursos, pues el funcionamiento de un equipo virtualizado llegaría a ser el mismo que el de una máquina física, además pudiendo contener varios equipos virtualizados con diferentes sistemas operativos, siendo el único limitante la capacidad del equipo anfitrión.

Existe una variedad de hipervisores a nivel informático, de acuerdo a sus características y funciones varían en costos, pudiendo ser estos comerciales o de software libre, el rol de un hipervisor es el de proveer de recursos a diferentes máquinas que están alojadas en una red informática, las mismas que contarán con diferentes tipos de sistemas operativos y recurso que administrar, de acuerdo a Terradillos Latorre (2021) menciona que “Un hipervisor es una capa que abstrae el sistema virtualizado del hardware de la máquina anfitriona. Lo que permite a cada invitado acceder a los recursos virtuales” (p.27)

El almacenamiento de datos de acuerdo a la tecnología DAS brinda ciertas ventajas, como lo menciona Zhao (2006 citado por Vázquez-Moctezuma, 2015) “las conexiones en DAS tienen muchas ventajas, tales como: su instalación es fácil; el software es poco complejo; el costo en mantenimiento es bajo; la tecnología presenta madurez técnica, buena compatibilidad y, relativamente, es de menor gasto” (p.4). Dadas estas ventajas, las microempresas y organizaciones aún hacen uso de esta tecnología por sus bajos costos, facilidad de manejo, dado también por su bajo presupuesto y exigencias en manejo de la información.

Figura 1: Almacenamiento de Conexión Directa DAS

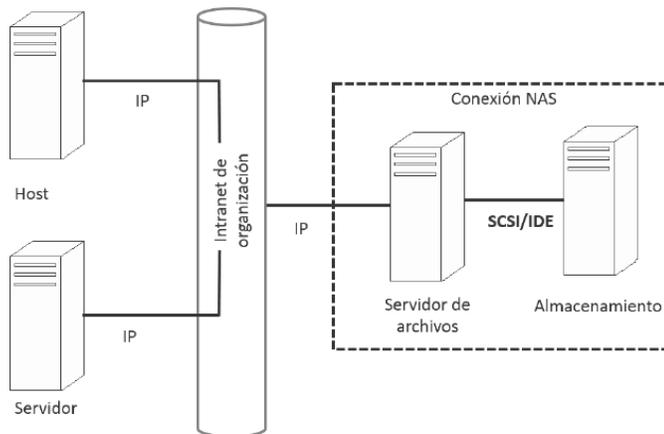


Fuente de referencia: Vázquez-Moctezuma (2015)

Dada la gran cantidad de información que se genera siendo esta de vital importancia para las organizaciones, empresas e individuos, es preciso salvaguardarla, a la vez poderla compartir con otros miembros que la requieren, de allí sale la idea de hacer uso redes de computadores de manera local LAN en donde de acuerdo a lo que menciona Vázquez-Moctezuma (2015) esta servirá para “El Almacenamiento Conectado en Red o NAS (del acrónimo inglés Network Attached Storage) es un dispositivo que se conecta a la red y provee un almacén de datos que permite a varios hosts acceder al mismo lugar de almacenamiento a través de una red IP.”

Para que se dé el almacenamiento de manera centralizada deberá de existir un equipo dedicado al almacenamiento de datos, el mismo que puede estar configurado como un host más de la red o a su vez como un servidor de archivos, así lo menciona Vázquez-Moctezuma (2015) “se conecta el servidor de archivos directamente al equipo de almacenamiento y otro punto a la red, evitando así la carga de entrada y salida de datos en el servidor” de acuerdo a lo mencionado por este autor para que se dé un servicio adecuado de almacenamiento de datos en la red de computadores va a depender en gran manera de la estructura y dispositivos con los que esté armada la red, el mismo ancho de banda, el procesador, los tipos de discos duros entre otras características.

Figura 2: Red de área de almacenamiento NAS

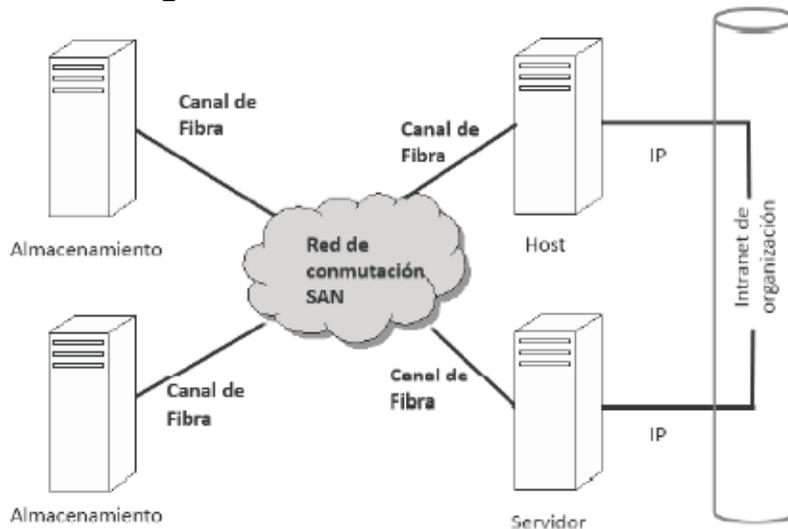


Fuente de referencia Vázquez-Moctezuma (2015)

La red de almacenamiento SAN también conocida como almacenamiento en la nube por las características que no se encuentra dentro de una LAN, está en una WAN tal como se puede visualizar en la Figura 3, logrando con esto de acuerdo a Vázquez-Moctezuma (2015) “En SAN, la gestión del almacenamiento de datos se encuentra relativamente independiente a la red de área local, con el fin de lograr el máximo grado de intercambio de datos, así como la extensión del sistema” (p. 8). Lo que conlleva al análisis de que SAN está orientado a la alta velocidad de conexión y transmisión, además de la seguridad, migración confiable de datos a través de la red.

Se puede considerar una nueva versión de SAN, a la tecnología OBS de almacenamiento basado en objetos, para el almacenamiento de datos LOT. Similar a SAN, ODBS utiliza almacenamiento por separado. ODBS toma los objetos como una forma básica de datos e interfaz de acceso. La administración del almacenamiento y la administración de la seguridad se han mejorado y el problema de la creación de cuellos de botella por parte del servidor de metadatos se ha resuelto.

Figura 3: Red de conmutación SAN



Fuente de referencia Vázquez-Moctezuma (2015)

Actualmente, existen múltiples soluciones para virtualizar mediante el uso de hipervisores, pudiendo clasificarse en comerciales y libres, entre los comerciales, de acuerdo a la investigación como se lo ha planteado se estudiará VMware y por lo libre se estudiará Linux Centos y Proxmox. VMware, es una de las compañías más grandes en lo que respecta a proceso de virtualización y servicios de almacenamiento de datos, según datos publicados en su sitio oficial VMware (s. f.) consta que: “VMware, el proveedor de plataforma confiable preferido de más de 500.000 clientes en todo el mundo, es el pionero en virtualización y un innovador en movilidad empresarial y de nube. Es un líder probado que le permite ejecutar, administrar, conectar y proteger aplicaciones en diferentes nubes y dispositivos en un entorno operativo común, lo que le otorga libertad y control”. VMware como empresa prestan servicios de infraestructura física a más de aplicaciones que permiten dar soporte a un centro de datos asistido por SW.

VSAN, es una de las primeras tecnologías implementadas por VMware orientada al almacenamiento de datos, donde se hace uso de un hipervisor ESXi el cual agrupa HDD discos duros o de estado sólido SSD para conformar un RAID el cual se lo distribuye y comparte con los usuarios de la red virtualizada esto lo explica Leonhardt (2016) “En una arquitectura híbrida, VSAN forma contenedores con los discos duros y sólidos para crear un almacén de datos compartido y distribuido para crear el almacenamiento definido por software para máquinas virtuales”

Linux Centos, este es un proyecto de varios integrantes de la comunidad de desarrolladores de software libre con afán de contribuir al desarrollo de variedad de aplicaciones de código abierto, así lo menciona en su sitio web CentOS Project (s. f.) “CentOS es un esfuerzo de software libre impulsado por la comunidad centrado en la entrega de un ecosistema de código abierto robusto. Para los usuarios, ofrecemos una plataforma administrable consistente que se adapta a una amplia variedad de implementaciones. Para las comunidades de código abierto, ofrecemos una base sólida y predecible sobre la cual construir, junto con amplios recursos para construir, probar, lanzar y mantener su código”.

Proxmox, es una solución más para la virtualización de servidores, esta es una solución libre de código abierto, según Ochoa (2015) menciona que: “Proxmox es un Hypervisor de tipo 1 también conocido como nativo, unhosted o bare metal (sobre metal desnudo) por lo que el software de proxmox se ejecuta directamente sobre el hardware del equipo físico”.

En su sitio oficial de proxmox menciona algunas de las características más importantes para la virtualización, Proxmox Server Solutions GmbH (2018) “integra estrechamente el hipervisor KVM y los contenedores LXC, el almacenamiento definido por software y la funcionalidad de red en una sola plataforma, y administra fácilmente los clústeres de alta disponibilidad y las herramientas de recuperación de desastres con la interfaz de gestión web”, de acuerdo a las dos tecnologías para la virtualización la una es una potente plataforma para producción como nativo KVM y la otra para la virtualización basada en contenedores livianos open VZ.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo Exploratoria, dado el estado actual, que no ha sido aún analizada e investigada en su totalidad el almacenamiento de datos asistido por software. Además de Aplicada por qué una vez determinado las variables se implementó en un modelo de pruebas que permitió determinar cuál es el mejor de los hipervisores que se analizó.

Se aplicó una metodología de tipo Experimental: pues se realizó el análisis a los hipervisores bajo las mismas circunstancias, parámetros e indicadores donde se evaluó la reacción de los mismos, además la verificación de la reacción al cambiar los escenarios de prueba. Se aplicó la técnica de la observación, la misma que fue de forma directa al observar la reacción de los hipervisores de estudio desde la obtención de datos base, y métricas que sirva para el respectivo análisis e interpretación, basado en un enfoque cuantitativo.

Para determinar la muestra que fue de 73 archivos de prueba, se utilizó un muestreo aleatorio simple, la fórmula estadística que se utilizó fue la de poblaciones infinitas, por la magnitud de mediciones que se podría tomar en diferentes circunstancias, para esto se dio un nivel de confianza de 95% y de significancia del 5%, además de un 5% de margen de error.

La selección de los archivos que forman parte de la muestra se clasificó de acuerdo al agrupamiento de datos de Microsoft, archivos de diferentes tipos y pesos como imágenes, videos, archivos planos, clasificados por su tamaño. Los mismos que se clasifican de acuerdo a la Tabla 1 que se detalla a continuación.

Tabla 1: Tipos de archivos que conforman la muestra de estudio, clasificado en los rangos de peso

| Tipo | Rango | Cantidad | Ponderación |
|----------------------|-----------------------------|-----------|-------------|
| <i>Gigante AGI</i> | > 128 MB | 3 | 4 % |
| <i>Enorme AE</i> | 16 MB – 128 MB | 10 | 14 % |
| <i>Grandes AG</i> | 1MB – 16 MB | 12 | 16 % |
| <i>Medianos AM</i> | 100 KB – 1MB | 14 | 19 % |
| <i>Pequeños AP</i> | 10 KB - 100 KB | 18 | 25 % |
| <i>Minúsculo AMI</i> | 0 KB – 10 KB | 16 | 22 % |
| | Tamaño de la muestra | 73 | 100% |

Fuente: Microsoft Windows 10

Como herramienta de software para las mediciones de rendimiento se utilizó Wireshark, en los entornos virtuales donde se ejecutó las pruebas. La recopilación y tabulación de datos se lo realizó en una hoja electrónica de cálculo de Microsoft Excel, y para la comprobación de la hipótesis y su respectivo gráfico se empleó el sistema SIAE 2.0.

El computador donde se montó el ambiente de pruebas es un equipo con características acordes a las necesidades y uso quedan las pequeñas y medianas empresas del sector, cabe recalcar que este ambiente de pruebas se lo puede montar en cualquier otro equipo y sector, las principales características de este equipo serán su memoria RAM, su procesador y la capacidad de almacenamiento de su disco duro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizada la recolección se procede a realizar el análisis de datos por cada indicador, existiendo varios modelos que permiten evaluar software desde varios aspectos, entre uno de los más usados que dio inicio en los años 1987 fue FURPS, que permitirá medir el Rendimiento el cual se basa en los

siguientes indicadores; Velocidad de procesamiento, Tiempo de respuesta, Consumo de recursos, Rendimiento efectivo total y Eficacia.

Velocidad de procesamiento

Se procedió a determinar cuál es la mejor opción entre los dos hipervisores Centos y Proxmox, siendo estos dos de tipo libre, se pudo observar de las métricas obtenidas, la mejor opción fue Proxmox, dejando de lado Centos con KVM como se presenta en la Tabla 2, estos resultado se utiliza para evaluarlo frente al hipervisor comercial Vmware, las métricas iniciales se las realizo con máquinas fijas mas no virtualizado, debido a que se pretende demostrar que mediante la virtualización del procesamiento de almacenamiento de datos asistido por SW, el proceso de almacenamiento de datos mejora.

Tabla 2: Tabla comparativa hipervisores Libre

| Hipervisor | Estadísticos | Minúsculo | Pequeño | Mediano | Grande | Enorme | Gigante |
|----------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| CENTOS | Media (Formula 2) | 0,0073800 | 0,0141100 | 0,0988571 | 0,4574167 | 3,1148000 | 353,950000 |
| | Moda (Formula 3) | 0,0060000 | 0,0100000 | 0,0620000 | 0,3340000 | No existe | No existe |
| | Varianza (Formula 5) | 0,0000200 | 0,0000600 | 0,0283636 | 0,1094684 | 1,7312940 | 222644,248069 |
| | Desviación Estándar (Formula 4) | 0,0041800 | 0,0079500 | 0,1684148 | 0,3308601 | 1,3157864 | 471,851934 |
| Hipervisor | Estadísticos | Minúsculo | Pequeño | Mediano | Grande | Enorme | Gigante |
| PROXMOX | Media | 0,0023113 | 0,0082800 | 0,0129286 | 0,0606667 | 0,3998000 | 24,8813333 |
| | Moda | 0,0020000 | 0,0060000 | 0,0150000 | 0,0170000 | No existe | No existe |
| | Varianza | 0,0000002 | 0,0000130 | 0,0000134 | 0,0019096 | 0,0161430 | 268,7698002 |
| | Desviación Estándar | 0,0004635 | 0,0036026 | 0,0036540 | 0,0436985 | 0,1270549 | 16,3942002 |
| Resultado | Todas las medidas | Proxmox | Proxmox | Proxmox | Proxmox | Proxmox | Proxmox |

Nota: La tabla presenta los resultados estadísticos del análisis de la velocidad de procesamiento en el envío y recepción de paquetes entre dos hipervisores no comerciales, Fuente: Elaboración Propia. 2018

Tabla 3: Porcentaje de tiempo de respuesta

| Hipervisor | Minúsculo | Pequeño | Mediano | Grande | Enorme | Gigante |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Ponderación | 23% | 25% | 19% | 16% | 13% | 4% |
| Proxmox | 10,0189380 | 10,5649444 | 10,4865000 | 10,8753333 | 17,7935000 | 367,1190000 |
| Ambiente Virtualizado | | | | | | |
| Proxmox Equipos Físicos | 0,0023113 | 0,00828 | 0,0129286 | 0,0606667 | 0,3998 | 24,8813333 |

| | | | | | | |
|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Valor Absoluto | 433376,31 | 127495,95 | 81010,87 | 17826,36 | 4350,60 | 1375,48 |
| Valor Relativo | 99676,55 % | 31873,99 % | 15392,07 % | 2852,22 % | 565,58 % | 55,02 % |
| Mejor opción | Proxmox sin virtualización |

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis de la velocidad de procesamiento en el envío y recepción de paquetes en ambiente virtualizado y no virtualizado, del hipervisor libre.

Fuente: *Elaboración Propia. 2018*

Del análisis y resultados estadísticos, el hipervisor Proxmox resulto ser la mejor opción entre los dos hipervisores libre, además se evalúa en ambientes virtualizados y no virtualizados, donde el almacenamiento de datos asistido por SW en todas las pruebas realizadas, los mejores tiempos se dan en ambientes sin virtualización, por lo que se decide con una variación porcentual del 150.415,42 % a favor del proceso de almacenamiento de datos sin virtualización dentro del hipervisor Proxmox, con respecto al tiempo de respuesta, indicador que servirá para el análisis y comprobación de hipótesis final.

Velocidad de procesamiento Hipervisor VMware

Para la determinación del mejor rendimiento en ambientes virtualizados y no virtualizados se realiza las mediciones de las métricas del hipervisor nativo propietario en los dos ambientes definidos, obteniendo resultados de comparativas entre el hipervisor Vmware.

Tabla 4: Velocidad en proceso de datos

| Hipervisor | Minúsculo | Pequeño | Mediano | Grande | Enorme | Gigante |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| Ponderación | 23% | 25% | 19% | 16% | 13% | 4% |
| VMware Virtualizado | 0,0060000 | 0,0063300 | 0,0095000 | 0,0613333 | 0,9427000 | 25,5086667 |
| VMware Equipos Físicos | 0,0063125 | 0,0065 | 0,015214286 | 0,077083333 | 0,9023 | 26,31366667 |
| Valor Absoluto | 4,95 | 2,62 | 37,56 | 20,43 | 4,48 | 3,06 |
| Valor Relativo | 1,14 | 0,65 | 7,14 | 3,27 | 0,58 | 0,12 |
| Mejor opción | Vmware Virtualizado | Vmware Virtualizado | Vmware Virtualizado | Vmware Virtualizado | Vmware NO Virtualizado | Vmware Virtualizado |

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis de la velocidad de procesamiento en el envío y recepción de paquetes en ambiente virtualizado y no virtualizado del hipervisor comercial,

Fuente: *Elaboración Propia. 2018*

De acuerdo a los resultados de la Tabla 4 que el hipervisor VMware en los dos ambientes de pruebas, excepto con los archivos Enormes, tiene los mejores tiempos en ambientes virtualizados, por lo que se decide con una variación porcentual del 11,74 % a favor del proceso de almacenamiento de datos asistido por SW con respecto a la velocidad de procesamiento de datos, indicador que servirá para el análisis y comprobación de hipótesis final.

Una vez identificado cuál de los hipervisores sería la posible solución en ambientes virtualizados, dados los resultados obtenidos en estas dos mediciones, se deja de lado la continuidad de la comprobación de las hipótesis con el hipervisor Proxmox de tipo libre, para el análisis de Rendimiento con los diferentes indicadores de acuerdo a la teoría de FURPS, en el hipervisor comercial VMware.

Tiempo de respuesta VMware

Se obtiene las métricas de ambientes no virtualizado y de ambientes virtualizados a continuación en la tabla se realiza la comparación de los dos ambientes.

Tabla 5: Porcentaje de tiempo de respuesta

| Hipervisor | Minúsculo | Pequeño | Mediano | Grande | Enorme | Gigante |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Ponderación | 23% | 25% | 19% | 16% | 13% | 4% |
| VMware Virtualizado | 0,0035000 | 0,0061111 | 0,0695714 | 0,0498333 | 0,6435000 | 0,0966667 |
| VMware Equipos Físicos. | 0,0076875 | 0,016555556 | 0,019857143 | 1,080818182 | 0,2028 | 0,815666667 |
| Valor Absoluto | 54,47 | 63,09 | 250,36 | 95,39 | 217,31 | 88,15 |
| Valor Relativo | 12,53 | 15,77 | 47,57 | 15,26 | 28,25 | 3,53 |
| Mejor opción | Vmware Virtualizado | Vmware Virtualizado | Vmware Sin Virtualización | Vmware Virtualizado | Vmware Sin Virtualización | Vmware Virtualizado |

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis del tiempo de respuesta en el envío y recepción de paquetes en ambiente virtualizado y no virtualizado del hipervisor comercial, Fuente: Elaboración Propia. 2018

De acuerdo a los datos de la tabla 5 el hipervisor VMware tiene los mejores tiempos en ambientes sin virtualización, por lo que se decide con una variación porcentual del 28,73 % a favor del proceso de almacenamiento de datos sin virtualización con respecto al tiempo de respuesta.

Consumo de recursos VMware

Se analiza las métricas dadas en los dos escenarios de pruebas, tanto virtualizado y no virtualizado, para la evaluación del consumo de recursos, tomando como referencia el consumo de Memoria RAM, del disco duro y el uso de la CPU.

Tabla 6: Porcentaje del consumo de recursos

| Hipervisor | Memoria RAM Kb | Disco Duro R/W- KBps | CPU Mhz |
|------------------------|----------------|----------------------|---------|
| Ponderación | 33,33% | 33,33% | 33,33% |
| VMware Virtualizado | 4768540 | 1499,744 | 109,744 |
| VMware Equipos Físicos | 4767378,3 | 2461,356 | 125,25 |

| Hipervisor | Memoria RAM Kb | Disco Duro R/W- KBps | CPU Mhz |
|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------|
| Valor Absoluto | 0,02 | 39,07 | 12,38 |
| Valor Relativo | 0,01 | 13,02 | 4,13 |
| Mejor opción | Vmware Virtualizado | NO Vmware Virtualizado | Vmware Virtualizado |

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis del consumo de recursos en el envío y recepción de paquetes en ambiente virtualizado y no virtualizado del hipervisor comercial, Fuente: *Elaboración Propia. 2018*

De acuerdo a los datos de la tabla 6 el hipervisor VMware, excepto en el uso de la RAM con una diferencia mínima, se tiene los mejores resultados en ambientes virtualizados, por lo que se decide con una variación porcentual del 17,14 % a favor del proceso de almacenamiento de datos asistido por SW con respecto al uso de recursos.

En lo que respecta a la eficiencia en el envío y recepción de paquetes tanto en el ambiente virtualizado como en el no virtualizado se pudo constatar la recepción de todos los archivos sin la pérdida de ninguno, por lo que no existe valor que determine cuál de los dos será la mejor opción, por lo que no existe variación porcentual 0%.

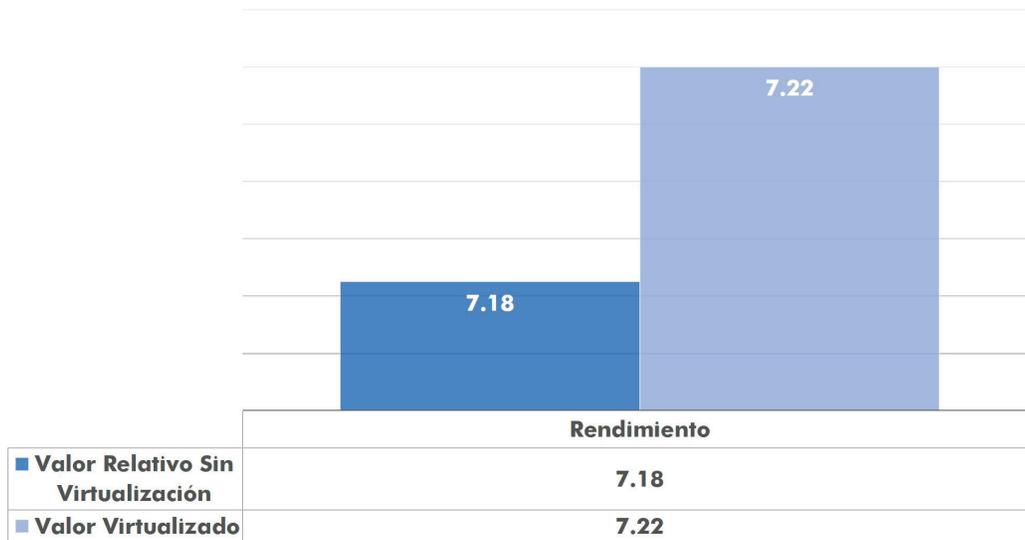
El Rendimiento Total Efectivo, se calculó una vez terminado los cálculos de los indicadores de Tiempo de respuesta, velocidad del procesamiento, el consumo de recurso y la eficiencia, y se obtuvo la siguiente tabla de resultados:

Tabla 7: Valoración de la Eficiencia método de FURPS

| INDICADOR | Mejor opción | VARIACIÓN PORCENTUAL | | | |
|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Valor Absoluto Sin Virtualización | Valor Relativo Sin Virtualización | Valor Absoluto Virtualizado | Valor Relativo Virtualizado |
| Tiempo de respuesta (25%) | NO virtualizado | 28,73 | 7,1825 | | |
| Velocidad de procesamiento (25%) | Virtualizado | 0 | | 11,74 | 2,935 |
| Consumo de recursos (25%) | Virtualizado | 0 | | 17 | 4,285 |
| Eficiencia (25%) | NINGUNO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rendimiento Efectivo Total | | | 7,18 | | 7,22 |

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis de la Eficiencia Total del SW de acuerdo a FURPS en ambiente virtualizado y no virtualizado del hipervisor comercial, Fuente: *Elaboración Propia. 2018*

**Figura 4: VMware uso de recursos
Variación Total de Rendimiento**



Nota: el gráfico representa la comparación de resultados de la valoración total del Rendimiento en ambientes virtualizados y no virtualizados del hipervisor WMWare.

Fuente Elaboración Propia. 2018

De acuerdo a los datos que se pueden ver en la Tabla 7 y Figura 4 el hipervisor VMware, en el proceso de almacenamiento de datos asistido por SW en las pruebas realizadas con respecto a la velocidad de procesos, al tiempo de respuesta, consumo de recurso y la eficiencia, se observa una variación mínima de 0,04% a favor del proceso de almacenamiento de datos asistido por SW en ambientes virtualizados.

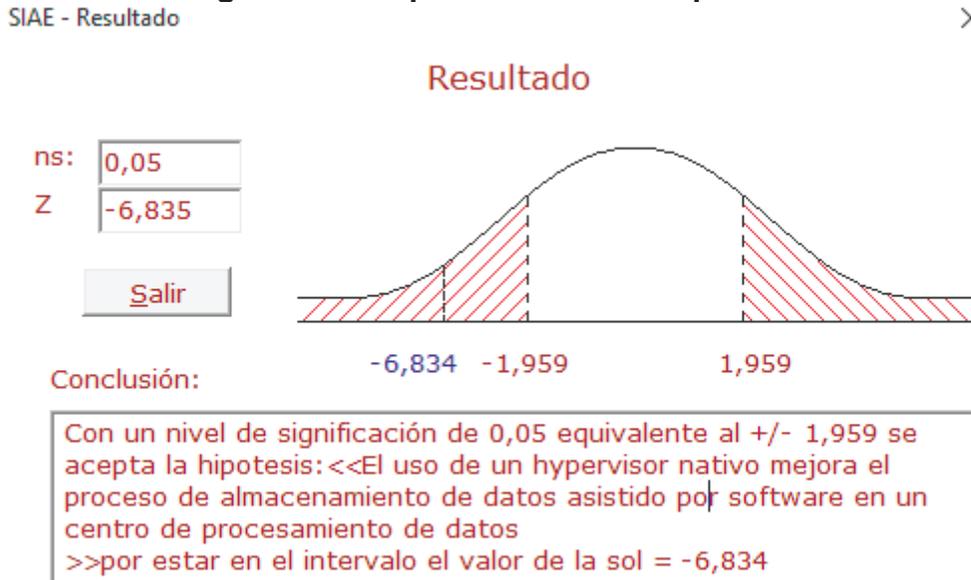
Comprobación de la hipótesis

Para el cálculo de la hipótesis se aplicó la prueba estadística de Chi 2, con 3 grados de libertad y 5% de significancia, dando como resultado, el valor de chi calculado de 14,40 basándonos en los valores de la variable de ambientes NO virtualizados, y el valor de chi tabla fue de 7.81 lo que permite definir la siguiente regla de decisión:

$$R(H_0) \text{ si } \text{Hipervisor Virtualizado} > \text{Hipervisor No Virtualizado} = 7,22 > 7,18$$

La gráfica de la campana o curva de Gauss permitió, determinar de los valores críticos, para esto se hace uso del software SIAE, el cual permite identificar en que zona se encuentran nuestro valor calculado y corroborar que se acepta la hipótesis de estudio H_0 .

Figura 5: Comprobación de la Hipótesis



Nota: el gráfico representa los valores críticos y calculados dentro de la campana de Gauss. Fuente Elaboración Propia. 2018

De acuerdo a la hipótesis de estudio enunciada que “El uso de un hipervisor nativo mejora el proceso de almacenamiento de datos asistido por software en un centro de procesamiento de datos”, se puede concluir que para la mejora de los procesos de almacenamiento de datos para las PYMES si se puede mejorar, si se los automatiza en ambientes virtualizados con el uso de un hipervisor comercial en este caso de estudio VMWare.

CONCLUSIONES

Los hipervisores nativo libre y propietario permitieron realizar las pruebas necesarias para determinar cuál es la mejor opción para el almacenamiento de datos asistido por software, evaluándolos a un proceso de almacenamiento no virtualizado.

El almacenamiento de datos en Proxmox como mejor opción de los hipervisores libre seleccionados se obtuvo que al ejecutar el almacenamiento de datos virtualizado sobrepasó con más del 100% con respecto al valor comparativo del almacenamiento de datos, quedando como mejor opción entre un hipervisor libre y propietario VMWare.

Al realizar la medición de los indicadores planteados, las métricas demostraron que el rendimiento en procesos de almacenamiento asistido por software VMWare fue superior con un 7,22% al proceso de almacenamiento no virtualizado, que fue de 7,18%.

Se recomienda la migración de los centros de datos de las PYMES a ambientes virtualizados gestionados a través de un hipervisor no dejando de lado la parte de la seguridad informática que sería un tema para futuras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CentOS Project. (s. f.). *CentOS Project*. Recuperado 23 de marzo de 2018, de <https://www.centos.org/>
- Leandro Ariel Leonhardt. (2016, febrero 9). ¿Qué es VMware VSAN? (Virtual SAN). *BlogVMware - Virtualización, HCI, Cloud y SDDC*. <https://www.blogvmware.com/que-es-vmware-vsan-virtual-san-2/>
- Lugo Cardozo, N. (2014). Tecnologías de virtualización en los sistemas informáticos de las organizaciones empresariales del Estado Zulia. *Télématique*, 13(2). <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=78431770004>
- Proxmox Server Solutions GmbH. (2018). *Virtualización de código abierto y plataforma de contenedores Proxmox VE*. <https://www.proxmox.com/en/proxmox-ve>
- Santiago Ochoa. (2015, febrero 19). Proxmox: Instalación y Puesta a Punto. *AdministradoresIT*. <https://administradoresit.wordpress.com/2015/02/19/instalacion-proxmox/>
- Terradillos Latorre, J. (2021). *Estado del arte de los hipervisores para FPGAs y sus interferencias en la comunicación*. <https://doi.org/10.54047>
- Vázquez-Moctezuma, S. E. (2015). Tecnologías de almacenamiento de información en el ambiente digital. *e-Ciencias de la Información*, 5(2), 1. <https://doi.org/10.15517/eci.v5i2.19762>
- VMware. (s. f.). *Por qué elegir VMware*. VMware. Recuperado 23 de marzo de 2018, de <https://www.vmware.com/latam/company/why-choose-vmware.html>