

Estudio Comparativo de Plataformas Virtualizadas sobre Linux

¹Freddy Tapia León y ²Gustavo Chafla Altamirano

¹*Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", Sangolquí, Ecuador,*

²*Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador*
fmtapia@espe.edu.ec; gxchafla@puce.edu.ec

RESUMEN

Con los costos de refrigeración, infraestructura de red, almacenamiento, administración de equipos y mantenimiento de los data centers, es necesario una usabilidad eficiente de la infraestructura de TI. Los responsables de TI deben hacer cada vez más con un menor presupuesto para poder responder eficientemente a los clientes y a las exigencias del mercado. La virtualización ofrece interesantes beneficios para enfrentar el problema de los costos en la administración de servidores en data centers. Así, los líderes de TI deben seleccionar el software de virtualización que mejor se adapte a su infraestructura. En este proyecto se presenta la evaluación del desempeño de dos soluciones de virtualización: VMware ESX Server y Xen-Server sobre una infraestructura determinada. Los resultados muestran que la virtualización tiene un costo real, no despreciable y medible en entornos de infraestructura de servidores, adecuadamente diseñada.

Palabras Clave: Data centers, Linux, virtualización.

ABSTRACT

With refrigeration costs, network infrastructure, storage, equipment management and maintenance of data centers, it is necessary an efficient usability of infrastructure. IT managers must do more with fewer budgets to respond efficiently to customers and market demands. Virtualization offers interesting benefits to address the issue of costs in the management of servers in data centers. Therefore, IT leaders should select the virtualization software that best ensembles their infrastructure. In this project we present a performance evaluation of two Virtualization solutions: VMware ESX Server and Xen-Server on a given infrastructure. The results show that virtualization has a real cost, not negligible and measurable in environment servers over a designed infrastructure appropriately.

Keywords: Data centers, Linux, virtualization technologies.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sistema operativo Linux es considerado como la plataforma más apropiada para soportar aplicaciones de misión crítica. Debido a su robustez, fiabilidad y costos de adquisición, Linux ha llegado a un punto de ser el empleado para ejecutar aplicaciones empresariales críticas.

En este mismo contexto, Gartner Inc., la empresa mundial de investigación y asesoramiento en informática y telecomunicaciones, publicó para el año 2012, el cuadrante mágico de productos para virtualización de servidores en plataformas x86 que dominan el mercado. Las soluciones de virtualización sobre plataformas Linux que se ubican como líderes, según este estudio, son: VMware con su producto VMware ESX, y Citrix con su producto Xen-Server [1].

Por otro lado, las ventajas de la virtualización han acelerado su inserción dentro de la empresa. Esto obedece a que mediante la virtualización, el hardware disponible, aumenta sus tasas de utilización, y ayuda a disminuir los costos administrativos y de soporte técnico, haciendo más eficiente el uso de este tipo de activo con el que cuentan las empresas. De esta manera se obtiene una mejor utilización del hardware, eliminando la necesidad de tener un equipo físico para cada sistema operativo o servicio. La virtualización de servidores en el mercado de la infraestructura de TI es la base de las dos tendencias de mercado disruptivas: la modernización de la infraestructura y la computación en la nube [2]

Las empresas enfrentan el reto de garantizar la disponibilidad de las aplicaciones mientras se trabaja con presupuestos de TI muy restringidos. La virtualización de servidores ayuda a disminuir los costos y a aumentar la disponibilidad [4]. En consecuencia, los líderes de TI deben analizar las soluciones de virtualización que presenta la industria y optar por una de ellas. Sin embargo como saber ¿cuál solución cumple los requerimientos de la organización?

Sobre la base de las consideraciones anteriores, se estima necesario proveer un análisis comparativo para la elección de una solución de virtualización sobre plataformas Linux que obtenga el mejor rendimiento del hardware existente.

El presente proyecto presenta la evaluación del desempeño de dos soluciones de virtualización: VMware ESX Server y Xen-Server sobre una infraestructura determinada para servidores. Los resultados muestran que la virtualización tiene un costo real, no despreciable y medible en entornos de infraestructura de servidores, adecuadamente diseñada.

El resto del artículo se ha estructurado de la siguiente manera: La sección 2 describe las técnicas y herramientas para medición del rendimiento empleadas. La sección 3 explica la configuración del experimento. La sección 4 evalúa los resultados obtenidos. En la sección 5 se realiza un análisis de los trabajos relacionados. Finalmente en la sección 6 se puntualizan las conclusiones derivadas del presente estudio y el trabajo futuro.

2. MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1 Herramientas para medición del rendimiento

El propósito de los programas de benchmark consiste en comparar las prestaciones de distintos sistemas informáticos cuando se ven sometidos a las mismas condiciones, es decir, cuando la carga de trabajo que soportan es idéntica.

Un benchmark es un conjunto de aplicaciones que se ejecutan en una máquina y que dan una puntuación a ésta para poder comparar el rendimiento que tiene la misma máquina con distintas configuraciones, ya sean software o hardware.

Los benchmarks seleccionados para este proyecto fueron: Nbench / Bytemark, Lmbench, Sysbench, UnixBench y Siege. Estos benchmarks fueron seleccionados porque son de libre acceso a su código (open source), son ampliamente utilizados, y están bien documentados.

2.1.1 NBench

Los test Nbench evalúan diversos aspectos del procesador y el consumo de la memoria, siendo los índices mostrados al final de la ejecución del benchmark. Una corrida de Nbench consiste esencialmente en dos fases para cada una de las pruebas. En primer lugar, un bucle de calibración se ejecuta para determinar el tamaño del problema que el sistema puede manejar en un tiempo razonable, a fin de adaptarse al hardware del sistema. En segundo lugar, la prueba real se ejecuta repetidamente varias veces para obtener un resultado estadísticamente significativo.¹²

2.1.2 Lmbench

Este benchmark compara el desempeño de los sistemas Unix. Mide la capacidad de un sistema para transferir datos entre el procesador, la caché, memoria, red y disco. En los test que corresponden a latencia, mientras más bajo sea el índice mejor será el resultado. Por otra parte, para los test de ancho de banda de comunicación, mientras más alto sean los índices, mejor será en resultado.

2.1.3 Sysbench

Este paquete de benchmarks permite analizar la mayoría de elementos con una influencia importante en el rendimiento general del sistema. En la evaluación del rendimiento de cualquier sistema, resultan interesantes los resultados correspondientes al procesador, la memoria y el acceso a disco.

2.1.4 Unixbench

Es un conjunto de benchmarks que incluyen copia de archivos, que mide la tasa en la cual los datos se pueden transferir a partir de un archivo a otro, usando varios tamaños de buffer intermedio. Así mismo, incluye creación de procesos que mide el número de veces que un proceso puede bifurcar y recoger a un proceso hijo. UnixBench contiene pruebas de tipo aritmético (overhead), del sistema (creación de procesos, número de iteraciones) y de compilación.

2.2 Plataformas de Virtualización

La Virtualización es una estrategia de compartición de Hardware. Entre sus principales beneficios se puede indicar: Reduce el espacio físico del Data Center, mediante un uso más efectivo del hardware de servidores y almacenamiento. Así mismo se puede aumentar la

¹² Mayer, Uwe F. "Linux/Unix Nbench". Recuperado el 07/11/2013
Revista "GEEKS"-DECC-Report, Vol 4, No1, 2013,

velocidad de implementación de nuevos servidores y aplicaciones, lo que posibilita reducir los costos de operación. Permite además disminuir los costos de hardware, en una relación de 10 servidores a 1 en el caso más optimista, y de 6 a 1 en el caso más pesimista, que de acuerdo con un estudio de VMware, Inc. [1] (2012). Esto conlleva reducciones en costos de mantenimiento y administración, además de reducciones en el consumo eléctrico.

La virtualización también ofrece ventajas en la seguridad y movilidad de los sistemas. La realización de copias de seguridad es un servicio prestado por cualquier software de virtualización que, además, al permitir copias de la máquina virtual completa, facilita su traslado a nuevas ubicaciones y su puesta a punto inmediata y por ende, mejorar la continuidad del negocio.

La virtualización cubre las necesidades de cualquier servidor de aplicaciones normales y puede satisfacer las necesidades de aplicaciones más exigentes que se pueden considerar de altas prestaciones, siempre que se haga un estudio cuidadoso para evitar sorpresas. Para aplicaciones muy específicas con necesidades realmente excepcionales, sobre todo en cuanto a disco y manejo de memoria, seguramente habrá que seguir utilizando plataformas clásicas.

3. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

Para llevar a cabo las pruebas de rendimiento, se ha configurado dentro de las plataformas de virtualización la ejecución del mismo sistema operativo Red Hat 6.3x64, seleccionando las opciones por defecto ofrecidas por la interfaz de instalación. Así por ejemplo, se escogió la misma distribución de discos, los mismos paquetes instalados y una configuración general del sistema homogéneo, aspecto totalmente necesario para que las pruebas tengan validez y sean comparables. A continuación se presenta un resumen de las plataformas de pruebas:

Tabla 1. Plataformas para virtualización

	TIPO	SISTEMA OPERATIVO	CPUS	RAM	DISCO	HOSTNAME
Citrix	Host	XenServer	4	8 GB	80 GB	Xen-host
	Guest	Red Hat Enterprise Linux 6 (64-bit)	1	6 GB	26 GB	Xen-guest
VMware	Host	VMware	4	8 GB	80 GB	VMware-host
	Guest	Red Hat Enterprise Linux 6 (64-bit)	1	6 GB	26 GB	VMware-guest

3.1 Metodología

Cada benchmark fue ejecutado en cinco ocasiones en diferentes momentos. La comparativa "score final" para cada benchmark es la media aritmética de cada conjunto de pruebas individuales. Puesto que el software de evaluación en sí se ejecuta en un sistema operativo y puede verse afectada por otros procesos en ejecución, se calculó la desviación estándar de cada una de las cinco pruebas.

En la siguiente sección se expone el análisis de los resultados obtenidos en la ejecución del benchmarking y también se detallan las opciones de configuración y/o compilación de cada test, en el caso de que haya sido necesario variar la configuración por defecto.

4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

4.1 NBench

Este test se ha realizado con las opciones predeterminadas. Se han hecho cinco pruebas de ejecución en diferentes momentos y todos los resultados han sido coherentes con las ejecuciones previas, con pequeñas variaciones, que se consideran normales (<3%). En este test, cuanto mayor sean los valores obtenidos, mejor se puede considerar el rendimiento del sistema. Luego de ejecutar los primeros diez test, Nbench produce tres índices compuestos: *memory index*, *integer index*, *floating-point index*. En la Figura 1 se presentan los resultados intercalados de las dos plataformas evaluadas.

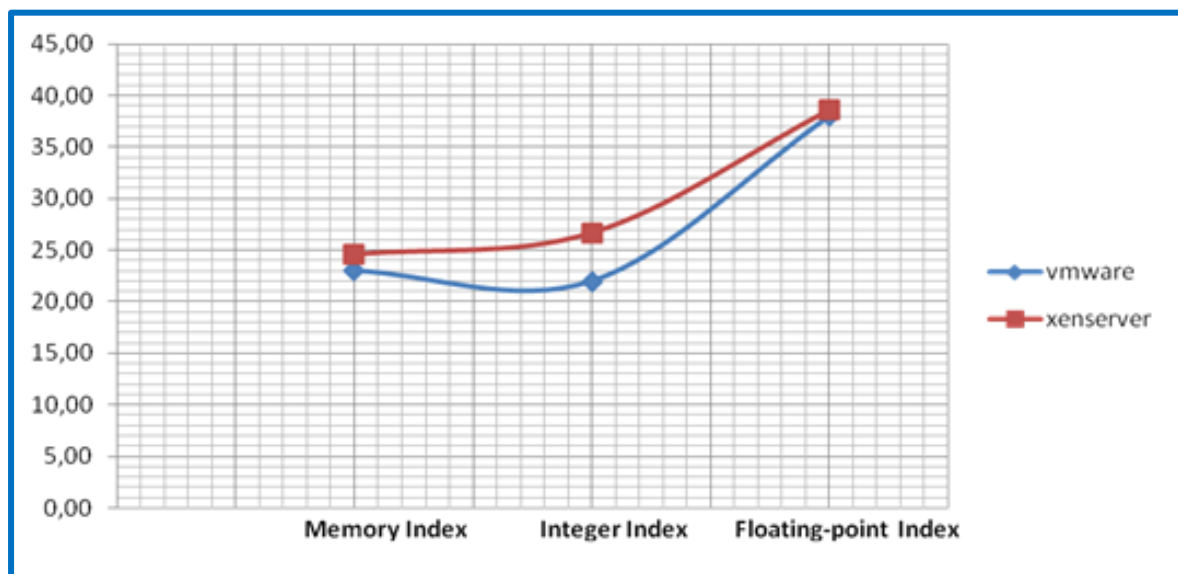


Figura 1. Resultados VMware - XenServer. - Nbench

Como se puede observar, las dos plataformas obtienen resultados similares. En este caso, la plataforma virtual Xen-Server es la que obtiene los mejores resultados, aunque la diferencia se sitúa en un ajustado 3%.

4.2 Lmbench

Los resultados obtenidos por este punto de referencia permiten analizar la mayoría de elementos con una influencia importante en el rendimiento general del sistema. A continuación se presentan gráficamente los resultados obtenidos de las dos plataformas.

Test Procesador, procesos

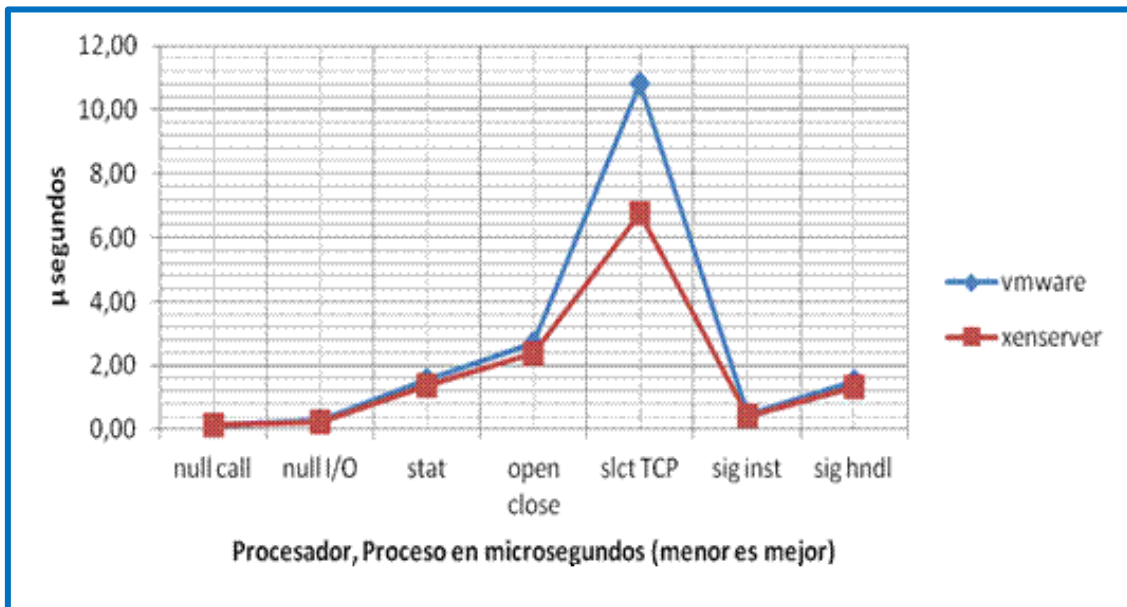


Figura 2. Evaluación del Procesador mediante Lmbench

De acuerdo con la Figura 2, las tasas de latencia más bajas en el CPU son de la plataforma de virtualización Xen-Server. Al analizar los resultados, es importante indicar que en seis de los siete test, los datos obtenidos presentan una diferencia inferior al 3%. Además estos resultados representan una pérdida de rendimiento despreciable incurrido por las soluciones de virtualización.

Test Context switching

El punto de referencia utilizará diferentes tamaños para estos procesos, ya que dependiendo del conjunto de estos tamaños, los cambios de contexto se realizarán sobre diferentes niveles de memoria (caché L1, caché L2 o memoria principal)

El tiempo empleado para un cambio de contexto es el tiempo que se necesita para guardar el estado de un proceso y restaurar el estado de otro proceso. En nuestro caso la medición se realizará para un determinado número de procesos conectados en forma de anillo por pipes.

Este test espera dos parámetros: el tamaño del proceso, en KB y el número de procesos para simular. Una prueba 2p/0K, por tanto, simula el cambio de contexto de dos procesos de 0K de tamaño.

En la Figura 3 se muestran los resultados tabulados para este test. En los seis test exponen a VMware con las tasas de latencias más reducidas.

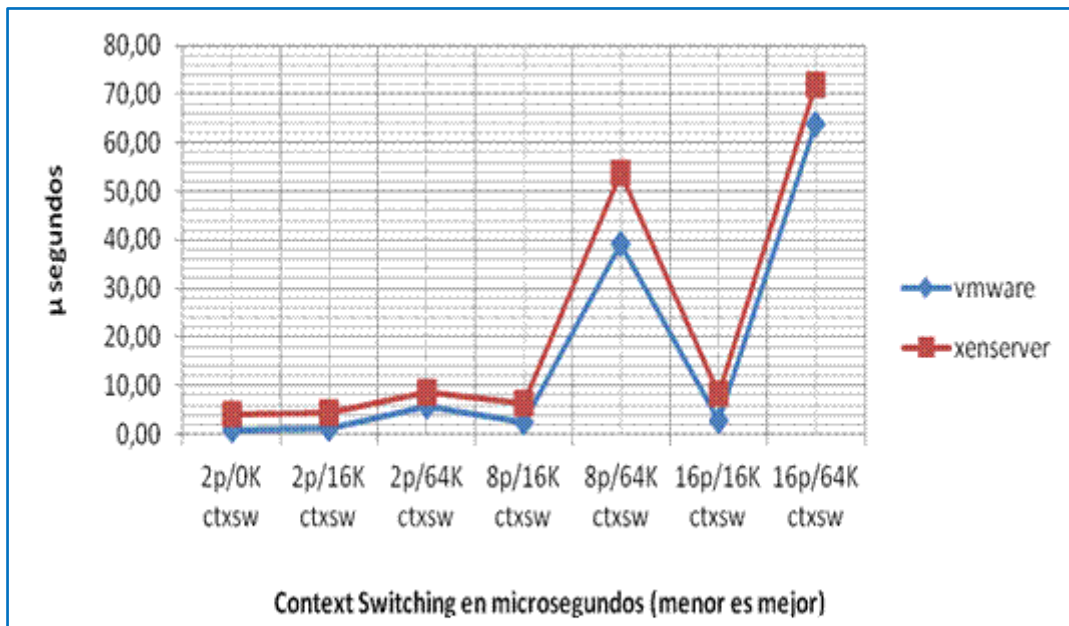


Figura 3. Test Context Switching - Lmbench

Test *Local* Communication latencies

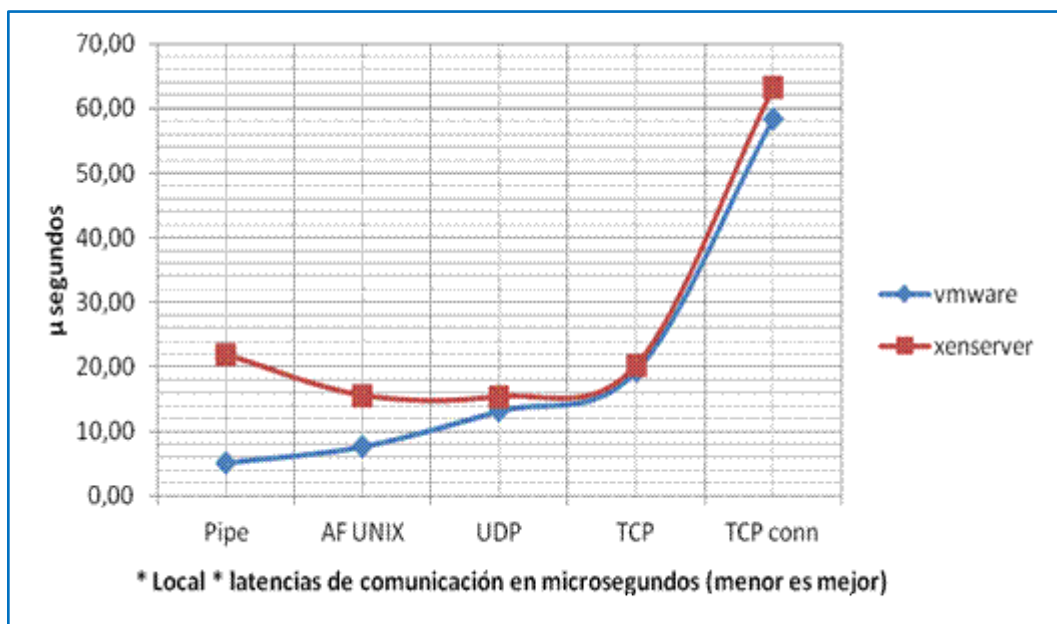


Figura 4. Test Latencias de comunicación mediante Lmbench

Como se puede apreciar, los resultados de la Figura 4 presentan a VMware con promedios de latencias más bajas que Xen-Server en todos los test de esta prueba. La diferencia en el desempeño de la plataforma Xen-Server y VMware se muestra superior al 3% en las pruebas: Pipe y AF UNIX.

File & VM system latencies

La Figura 5, muestra que VMware produce marginalmente más altos resultados de latencia.

Xen-Server superó a VMware en las siguientes pruebas:

- ❖ 0K File Create. Test de creación del archivo;
- ❖ 0K File Delete. Test de eliminación del archivo;
- ❖ 10K File Create. Test de creación del archivo;
- ❖ 10K File Delete. Test de eliminación del archivo.

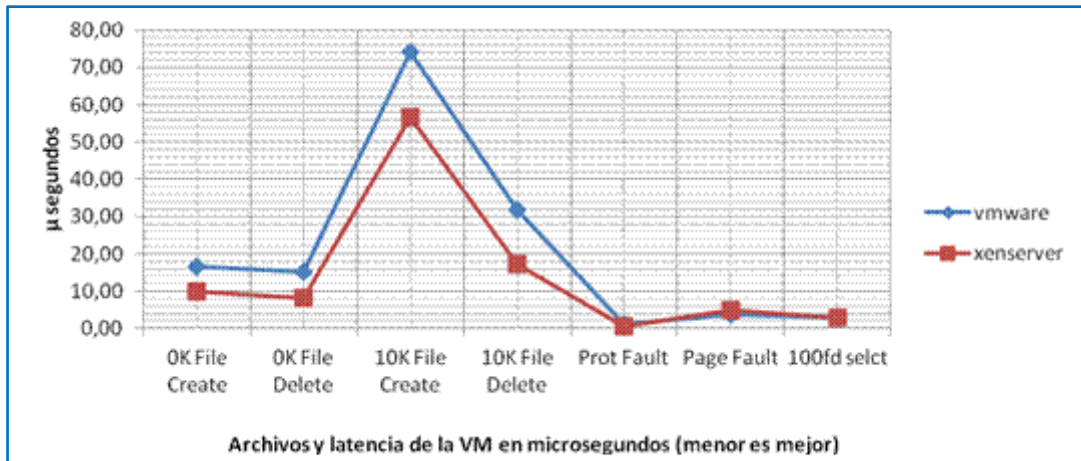


Figura 5. Test File & VM system Latencies - Lmbench

VMware no sufre de los mismos problemas de latencia en el último grupo de pruebas:

- ❖ Prot Fault. Test de protección de fallo general;
- ❖ Page Fault. Test de fallo en paginación;
- ❖ 100fd SELECT. Test del tiempo para hacer una selección entre 100 archivos;

***Local* Communication bandwidths in MB/s**

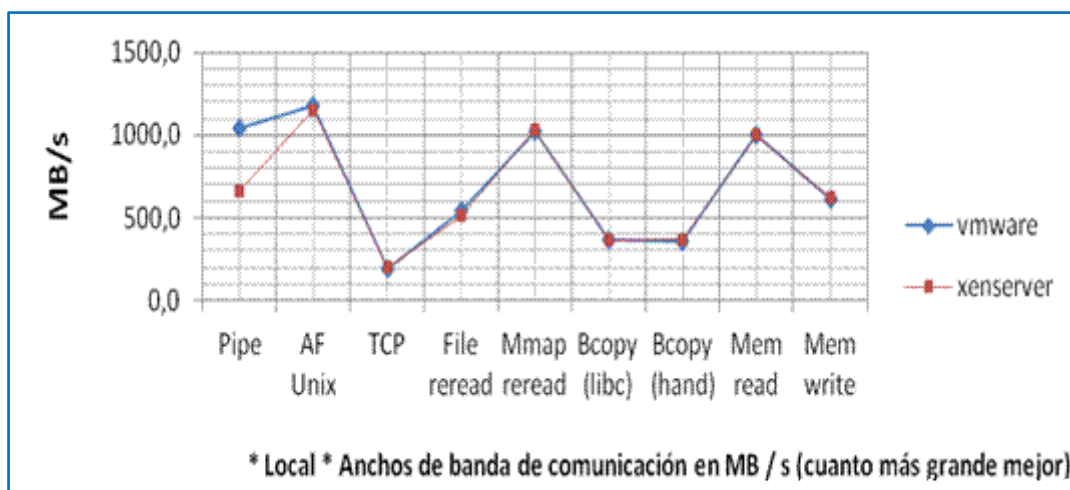


Figura 6. Test Communication bandwidths - Lmbench

Los resultados promedios obtenidos presentan similitud para las dos plataformas de virtualización (ver Figura 6).

- ❖ File reread, una operación simple de archivos;
- ❖ Mmap reread, llamada al sistema que asigna los archivos en la memoria;

- ❖ Bcopy (libc), los puntos de referencia de la biblioteca de nivel de usuario bcopy;
- ❖ bcopy (hand), un circuito que carga y almacena palabras de 8 bytes;
- ❖ Mem read, un bucle que lee una serie de números enteros;
- ❖ Mem write, un bucle que almacena un valor entero y escribe incrementos.

Estos resultados muestran un rendimiento aceptable de comunicación local con escasos consumos incurridos por la capa de virtualización.

4.3 Sysbench

El test de base de datos otorga una visión del rendimiento alcanzado por una aplicación estándar forzada a asumir una gran carga de trabajo, como es la base de datos MySQL. Este test añade un interés especial a este benchmark. Para llevarlo a cabo, se ha parametrizado cada tipo de test, para obtener resultados útiles. Los efectos obtenidos han sido coherentes con las ejecuciones previas, sufriendo pequeñas variaciones, que se consideran normales (<1%). En el caso de que los resultados varíen en un porcentaje mayor al 3%, se indicará en los detalles de cada punto de referencia. A continuación en la Figura 7, se detalla los resultados obtenidos en cada plataforma de virtualización.

Con los datos obtenidos se organiza los resultados superpuestos de cada test para cada plataforma. Los valores son los milisegundos empleados por el experimento, así, a menor valor, mejor rendimiento:

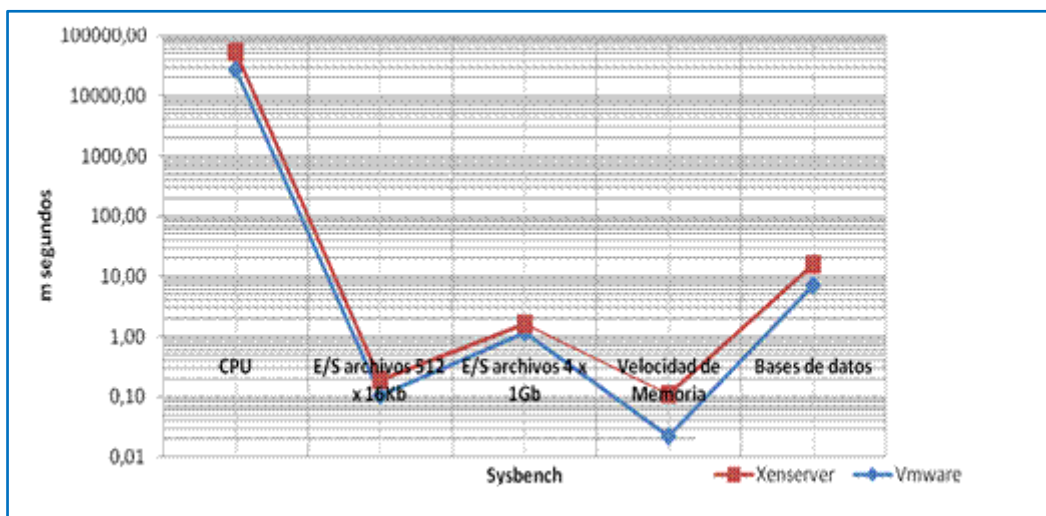


Figura 7. Resultados Sysbench. VMware - Xen-Server

Las dos plataformas tienen un rendimiento similar, y la variación de la que obtiene es ~ 3%. En este caso, vemos que la plataforma que tiene mejor rendimiento en general es VMware. Por otro lado, ha sido necesario revisar la configuración de la plataforma y asegurarse de que los resultados no se ven afectados por algún error u omisión en la configuración del sistema.

4.4 Unixbench

El propósito de UnixBench es proporcionar un indicador básico de la ejecución de un sistema operativo tipo Unix, por lo que múltiples pruebas se utilizan para probar diversos aspectos del rendimiento del sistema. Los números más altos indican un mejor índice de rendimiento. En este caso VMware obtiene un puntaje superior respecto del score obtenido

por Xen-Server. Las Figuras 8, 9, y 10 ilustran los resultados obtenidos en cada plataforma de virtualización.

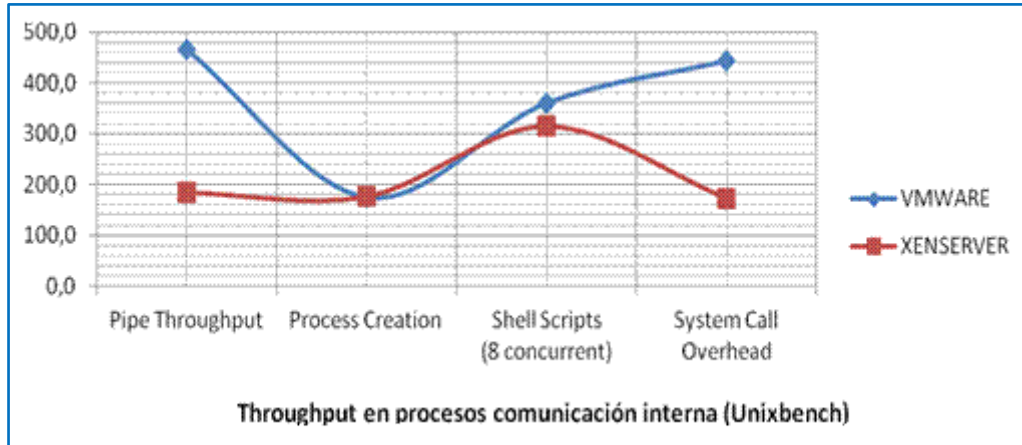


Figura 8. Resultados Throughput en procesos de comunicación, Unixbench VMware – Xen.

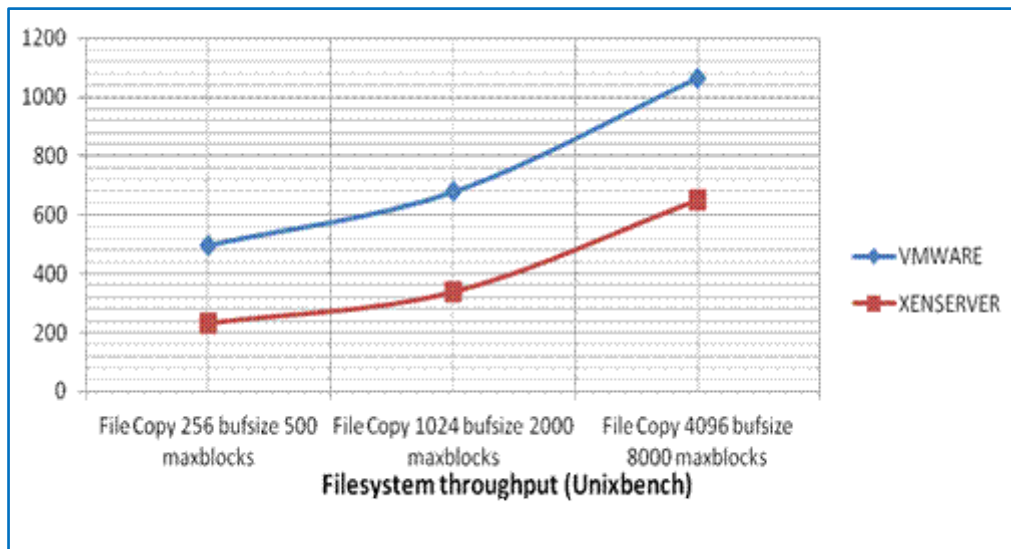


Figura 9. Resultados Throughput en file systems, Unixbench. VMware - Xen-Server

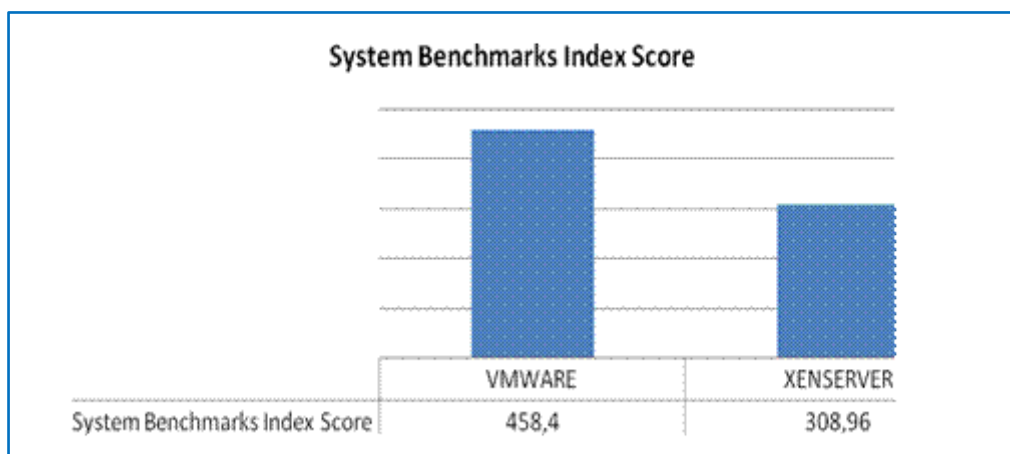


Figura 10. System Benchmarks Index Score

4.5 Siege

El propósito principal de una prueba de carga es simular el acceso de muchos usuarios a un servidor al mismo tiempo. Cuando se agregan pruebas Web a una prueba de carga, se simula la apertura de conexiones simultáneas por varios usuarios a un servidor y la realización de varias solicitudes HTTP. A continuación se muestran los resultados finales de la tasa de transacción y throughput obtenidos en las plataformas de virtualización.

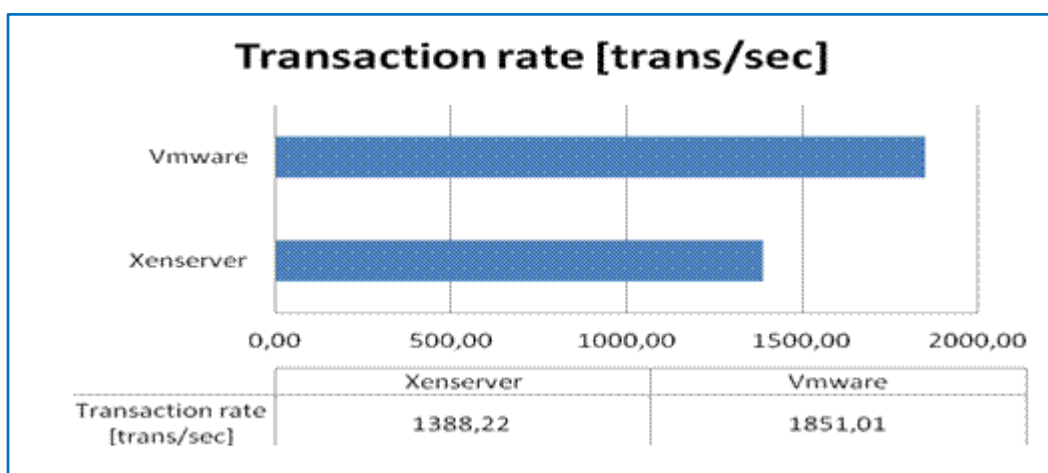


Figura 11: Tasa de Transacción

Como se puede observar, en este punto de referencia se presenta con un mejor rendimiento la plataforma de virtualización VMware tanto en las tasas de transacción como en los resultados de throughput. Es importante indicar que se levantaron los servicios apache en las dos plataformas de virtualización bajo configuraciones ajustadas similarmente (Ver Figuras 11 y 12).

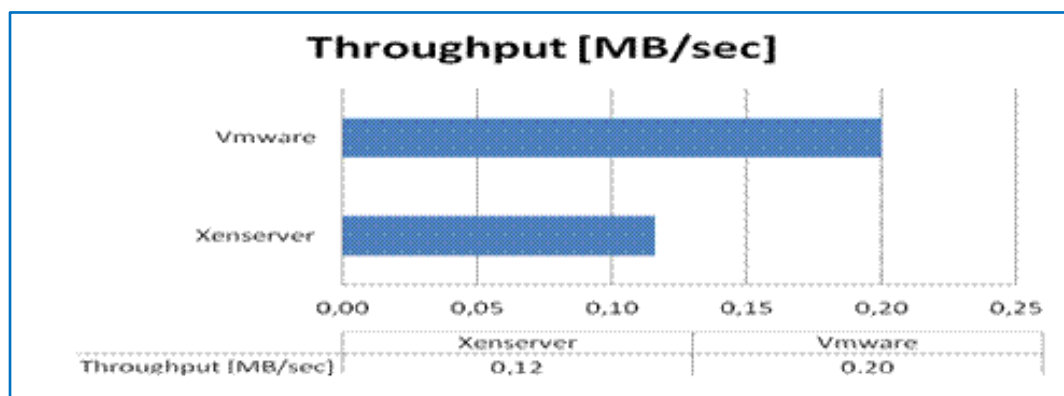


Figura 12: Throughput

4.6 *Discusión*

Una vez analizados todos los resultados, la primera conclusión que se puede extraer es que la virtualización tiene un costo real, no despreciable y medible en entornos de infraestructura determinada. Del total de benchmarks aplicados a las plataformas de virtualización, se concluye que de los 16 test aplicados a las plataformas de virtualización, en 10 test, VMware obtiene mejores resultados que Xen-Server. Por tanto se puede decir que el rendimiento de la plataforma VMware es superior al de la plataforma Xen-Server, no obstante, si se revisan los resultados en detalle de cada experimento se observa que cada plataforma tiene sus puntos diferenciados.

Sin embargo, se debe ser prudente a la hora de decidir si conviene o no virtualizar aplicaciones críticas y altamente exigentes en cuanto a rendimiento. No es conveniente basarse únicamente en los resultados de benchmarks, ni en los que pueden otorgar los fabricantes de sistemas de virtualización, ya que siempre estarán interesados en presentar los valores que resulten más favorables a sus productos. Quizás la única forma fiable de saber si una aplicación es virtualizable con garantías de éxito es probarlo y comparar en entornos productivos su rendimiento. Evidentemente, esto no es siempre posible, ya que hay aplicaciones críticas donde no es aconsejable hacer este tipo de experimentos. De todos modos, como se ha visto en los experimentos llevados a cabo en este proyecto de investigación, si el componente más crítico para la aplicación es el procesador, la virtualización no afectará en gran medida, salvo por la lógica penalización (overhead) por la capa de virtualización, seguramente será recomendable virtualizar.

5. TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección se presenta material de referencia sobre tecnologías de virtualización y data centers. La virtualización no es una tecnología nueva, pero ha adquirido popularidad en los últimos años debido a la promesa de una mejor utilización de los recursos a través de la consolidación de servidores.

En [1], [4], [7], se presenta un análisis de cómo las tecnologías de virtualización se pueden utilizar para mejorar la gestión de los recursos, simplificar la implementación, y aumentar la

capacidad de recuperación de los data center modernos. En [3], se expone una investigación en donde se presenta un análisis completo de la plataforma de virtualización Xen.

En el trabajo propuesto por [2], se describe un análisis del rendimiento de la virtualización utilizando benchmarks sobre hardware estándar. El autor hace una comparativa entre Xen-Server y OpenVZ. Este trabajo sirvió de referencia para establecer los parámetros de evaluación de las plataformas de virtualización XenServer y VMware.

Para mayor información de las plataformas de virtualización utilizadas en este proyecto, los lectores pueden referirse directamente a [5], [6],. Para los benchmarks utilizados para evaluar las plataformas de virtualización se puede revisar en [8], [9], [10], [11].

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En esta investigación se evaluó el desempeño de dos soluciones de virtualización: VMware ESX Server y Xen-Server sobre una infraestructura configurada para el efecto. Los resultados muestran que la virtualización tiene un costo real, no despreciable y medible en entornos de infraestructura de servidores, adecuadamente diseñada. Respecto al rendimiento de las plataformas analizadas en este proyecto de investigación se puede deducir que VMware obtiene mejores resultados de desempeño que Xen-Server. Sin embargo, es importante destacar que algunos valores en rendimiento de CPU, Xen-Server obtiene resultados prácticamente iguales que la plataforma VMware. En cuanto al rendimiento de entrada y salida de disco, la plataforma VMware es más rápida, aunque en seis de los ocho experimentos relacionados con disco, la plataforma Xen-Server obtiene resultados muy cercanos a los de VMware. En el caso de la gestión de la memoria RAM, la plataforma VMware también es más eficiente. Los resultados de las evaluaciones de aplicaciones de base de datos y servidores Web, VMware obtiene una gran ventaja respecto de Xen-Server. De hecho, este punto es donde se han marcado más las diferencias entre las plataformas virtuales.

Como trabajo futuro se plantea incluir pruebas de rendimiento tomando en cuenta otros aspectos que favorecerían la instalación de aplicaciones de alto rendimiento sobre plataformas virtuales como son almacenamiento centralizado e independiente del servidor, como una NAS (Network-Attached storage) o una SAN (Storage Area Network), conectado mediante Fiber Channel o iSCSI y la computación en nube extiende el campo de la virtualización y abre el camino en demanda de alto rendimiento. Las posibles áreas de investigación en computación en la nube incluyen la cuantificación de la nube bajo carga y medición de la eficacia de los sistemas de programación para asignar eficientemente los recursos. Otra línea de investigación es cuantificar comparaciones de las aplicaciones con el fin de comprender mejor las implicaciones de rendimiento en el mundo real de las aplicaciones de hospedaje en entornos virtuales. Las aplicaciones empresariales tales como servidores web y de bases de datos pueden ponerse a prueba de manera exclusiva sobre plataformas de virtualización con diferentes configuraciones de recursos.

Referencias Bibliográficas

- [1] Gartner, Inc. [Online]. Disponible en <http://www.gartner.com/technology/home.jsp>. Última recuperación: 07/11/2013
- [2] Timothy Wood. "**Improving data center resource management, deployment, and availability with virtualization**". PhD's thesis. University of Massachusetts. 2009
- [3] "**Evolución de la estrategia IT apoyada por la Virtualización**". Escuela Politécnica de Catalunya de Vilanova i la Geltrú. 2012
- [4] E. Braastad, "**Management of high availability services using virtualization**". Master's thesis, Oslo University College, May 2006.
- [5] "**VMware ESX**" [Online] <http://www.VMware.com/>.
- [6] "**Siege Home**" [Online] <http://www.joedog.org/JoeDog/Siege>.
- [7] "**Cuadrante de Gartner**" [Online] <http://ricardomarquez.net/gartner-el-famoso-cuadrante-magico-donde-todas-las-empresas-quieren-estar/>
- [8] "**Linux/Unix Nbench**" [Online] <http://www.tux.org/~mayer/linux/bmark.html>
- [9] "**Benchmarking with Nbench**" [Online] <http://blog.nielshorn.net/2010/02/benchmarking-with-nbench/>
- [10] "**Sysbench manual**" [Online] <http://sysbench.sourceforge.net/docs/>
- [11] Cuadrante mágico para infraestructura de virtualización de servidores. [Online] <http://albinogoncalves.files.wordpress.com/2011/03/ca2-gartner-VMware-magic-quadrant-le.pdf>