



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE LA LICENCIATURA EN INFORMÁTICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN ESQUEMA DE VIRTUALIZACIÓN BAJO
PLATAFORMA XEN PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE

(Modalidad: Pasantía de grado)

Br. PEDRO ALEXANDER COVA GÓMEZ

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN INFORMÁTICA

CUMANÁ, 2017



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE LA LICENCIATURA EN INFORMÁTICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN ESQUEMA DE VIRTUALIZACIÓN BAJO
PLATAFORMA XEN PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE

(Modalidad: Pasantía de grado)

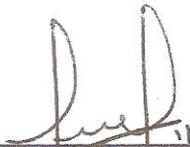
Br. PEDRO ALEXANDER COVA GÓMEZ

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN INFORMÁTICA

CUMANÁ, 2017

IMPLEMENTACIÓN DE UN ESQUEMA DE VIRTUALIZACIÓN BAJO
PLATAFORMA XEN PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE

APROBADO POR:



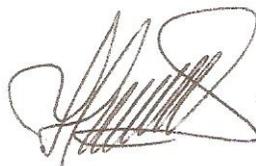
Profa. Carmen Victoria Romero.
Asesor Académico.



MSc. José Francisco Romero.
Asesor Institucional.



Jurado.



Jurado.

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
LISTA DE TABLAS	III
LISTA DE FIGURAS.....	IV
LISTA DE ABREVIATURAS	VI
RESUMEN	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
ALCANCE Y LIMITACIONES	7
Alcances.....	7
Limitaciones.....	7
CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA	9
MARCO TEÓRICO	9
Antecedentes de la investigación.....	9
Antecedentes de la organización.....	10
Bases teóricas.....	10
Sistema de Información	10
Sistema Operativo.....	11
Centro de datos	11
Bug.....	11

Just-in-Time (JIT)	11
Simulación	12
Virtualización.....	12
Máquina Virtual	12
Máquina anfitrión	13
VCPU	13
Hypervisor	13
Shared-nothing.....	14
Citrix XenServer	14
Paravirtualización (PV).....	15
Virtualización Asistida por Hardware (HAV)	16
Template (Plantillas).....	16
Cloud Computing.....	16
Cloud instance.....	17
Java EE	17
Glassfish.....	17
MARCO METODOLÓGICO.....	17
Metodología de la investigación	18
Tipo de investigación.....	18
Diseño de investigación	18
Metodología del área aplicada	18
Identificación de las necesidades y metas del cliente	20
Diseño lógico de la red	20
Diseño físico de la red	21

Prueba, Optimización y documentación de la red	21
CAPÍTULO 3. DESARROLLO	22
IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES Y METAS DEL CLIENTE	22
Análisis de las metas de negocio	22
Alcance del diseño	23
Aplicaciones de los usuarios.....	24
Políticas de uso de software.....	24
Análisis de las metas y necesidades técnicas.....	24
Rendimiento.....	24
Manejo de fallas.....	24
Configuración y gestión.....	26
Seguridad	26
Descripción del tráfico y la red existente.....	26
DISEÑO LÓGICO DE LA RED	27
Diseño de la topología de red	27
Direccionamiento, nombres de dominio y protocolos de enrutamiento	29
Seguridad	29
DISEÑO FÍSICO DE LA RED	29
PRUEBA, OPTIMIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN.....	30
Preparación del entorno de trabajo	31
Instalación de XenXerver	31
Instalación de las fuentes de recursos	32
Configuración de un Target ISCSI	32
Instalación de SAMBA	33

Instalación de XenCenter.....	33
Configuración del <i>Pool</i>	34
Creación de un <i>Pool</i>	34
Adición de un nuevo servidor.....	34
Adición de una nueva SR.....	39
Adición de un almacenamiento ISCSI.....	39
Adición de un repositorio de ISOs.....	43
Gestión de VMs.....	45
Instalación de VMs.....	45
Eliminar VM.....	52
Creación de Plantillas personalizadas.....	52
Crear VM a partir de plantillas.....	52
Migración de una VM.....	52
Importar VM y Plantillas.....	53
Encender, apagar, reiniciar y suspender una VM o XenServer.....	53
RESULTADOS.....	54
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	60
APÉNDICES.....	63
APÉNDICE A.....	63
APÉNDICE B.....	68
HOJAS DE METADATOS.....	69

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a:

Mi padre, Pedro Alexander Cova Rodríguez, por haberme guiado y enseñado todo lo necesario para poder lograr mis metas de vida y darme el consejo adecuado para cada momento.

Mi madre, Mirian Josefina Gómez de Cova, por cuidarme, ayudarme y haberme apoyado en cada etapa de mi vida.

Mis hermanas, Mirian Cova y Rosa Cova, por apoyarme y ayudarme a lograr este importante logro en vida.

Mi novia, Lisett Gouveia, por apoyarme e inspirarme para poder lograr esta meta.

Mis amigos Gabriel Núñez, Enrique Tenia, Xavier Cermeño y Freddy Araguainamo, quienes considero parte de mi familia, por una vida de amistad, apoyo y complicidad.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a:

Mis asesores, Carmen Victoria Romero y José Francisco Romero, por siempre brindarme su ayuda y conocimiento.

Mi padre, Pedro Alexander Cova Rodríguez, quien por sus tantos años de trabajo pedagógico e investigación en esta casa de estudio tuvo la capacidad de ayudarme en las correcciones de forma y contenido de este trabajo.

Mis profesores, Carmelys Rodríguez y Alfredo Castro, quienes me tutelaron durante toda mi carrera universitaria.

Los profesores del departamento de informática, por enseñarme las bases académicas necesarias para el desempeño y culminación de la carrera.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Alcance del proyecto	25
Tabla 2. Descripción de las aplicaciones del cliente	66

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Sistema antes y después de virtualizar	13
Fig. 2 Ciclo de vida de Top-down network design.....	20
Fig. 3 Topología de la red RAUDO.....	26
Fig. 4 Esquema de Pool de servidores.	27
Fig. 5. Esquema de un Pool de XenServers.....	28
Fig. 6 Diseño Físico del Pool CISC.....	30
Fig. 7 Xcenter Setup.....	35
Fig. 8 Botón “New Pool”	36
Fig. 9 Dialogo de creación de Pool.....	37
Fig. 10 Botón “Add Server”	38
Fig. 11 Botón “Add New Server”	38
Fig. 12 Mensaje de advertencia durante la adición de Azeroth al Pool CISC.....	39
Fig. 13 Pool CISC.....	40
Fig. 14 Botón “New Storage”	41
Fig. 15 Tipo de almacenamiento ISCSI.....	41
Fig. 16 Nombre y descripción de la unidad de almacenamiento ISCSI	42
Fig. 17 Datos de conexión del Target ISCSI	42
Fig. 18 Tipo de almacenamiento Windows File Sharing (SMB/CIFS).....	43
Fig. 19 Nombre y descripción del repositorio ISO	44
Fig. 20 Datos de conexión del servidor SAMBA	44
Fig. 21 Botón “New VM”	47
Fig. 22 Selección de plantilla.....	47
Fig. 23 Nombre y descripción de la VM	48
Fig. 24 Selección del medio de instalación.....	48
Fig. 25 Selección del lugar de instalación de la VM	49
Fig. 26 Especificaciones de CPU de la VM.....	49
Fig. 27 Especificaciones de GPU de la VM	50

Fig. 28 Especificaciones de almacenamiento de la VM	50
Fig. 29 Especificaciones de red de la VM	51
Fig. 30 Datos de especificaciones de la VM.....	51
Fig. 31 Graficas del rendimiento de la VM durante la instalación de windows.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS

CPU *Central Processing Unit*

DNS *Domain Name System*

EAST *Experimental Advanced Superconducting Tokamak*

HA *High Availability*

HAV *Hardware Assisted Virtualization*

IaaS *Infrastructure as a Service*

iPXE *Implementation of the Preboot eXecution Environment*

IP *Internet Protocol*

ISCSI *Internet SCSI*

NSF *Network File System*

PaaS *Platform as a Service*

PC *Personal Computer*

PV Paravirtualización

SaaS *Software as a Service*

SR *Source Resource*

RAM *Random-Access Memory*

RAUDO Red Administrativa de la Universidad De Oriente

TI Tecnología Informática

VCPU *Virtual Central Processing Unit*

VM *Virtual Machine*

VMM *Virtual Machine Monitor*

VoD *Video on demand*

RESUMEN

Se implementó un esquema de virtualización bajo plataforma Xen para la infraestructura de red de la Universidad de Oriente. Para esto se siguieron las etapas de la metodología *Top-Down Network Design*, iniciando con la identificación de las necesidades y metas de los clientes a través de una encuesta y entrevista al personal de la Coordinación de Teleinformática de la Universidad de Oriente para obtener una comprensión de los objetivos comerciales y técnicos de la nueva red de máquinas virtuales. Se realizó el diseño lógico y físico de la nueva red utilizando *pools* de XenServers para finalmente realizar las pruebas, optimización y documentación de ella. Las pruebas y el análisis de sus resultados permitieron los ajustes necesarios para alcanzar los objetivos planteados con un servicio de calidad a bajo costo que aprovecha al máximo el *hardware* y facilita las tareas de gestión, así como la utilización de tecnologías que presten un buen soporte y mantenimiento a su infraestructura.

Palabras claves: Virtualización, Infraestructura de red, XenServer, *Top-Down Network Design*.

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos más importantes de una organización es la información puesto que ésta contempla indicaciones sobre los procesos productivos y administrativos, también puede contener datos importantes que representan una ventaja sobre el mercado o su competencia. Esto ha obligado a las organizaciones a buscar métodos más eficientes para manejar su información y han encontrado como solución los sistemas y redes computacionales. “Los sistemas de información se han convertido en una parte tan normal del mundo de los negocios actual que ya no los percibimos” (Norton, 2006, p 460). Así como también, se han integrado puertas de accesos para que el personal de la organización realice algunas de sus obligaciones de manera remota, además de almacenamiento en la nube para que puedan adquirir la información necesaria para la ejecución de sus labores desde cualquier lugar.

Los sistemas operativos de las máquinas en un mundo ideal son perfectos. No tienen fallos de diseño ni permiten intrusiones externas, no se cuelgan, se mantienen operativos en todo tipo de condiciones y permiten ejecutar sin problemas todo tipo de aplicaciones. En ese mundo idealizado, el hardware evoluciona de forma escalable con la demanda de las aplicaciones y servicios prestados. Cuando es necesario adquirir más capacidad de procesamiento o almacenamiento se adquiere la ampliación correspondiente, se instala en la infraestructura de computación sin necesidad de apagar ni reiniciar nada y automáticamente estaría disponible. Como consecuencia las inversiones y gastos en informática son predecibles una vez hecho el plan estratégico de la organización.

En el mundo real, los sistemas operativos y las aplicaciones no son perfectos. Tienen problemas de diseño y de seguridad, y hasta pueden colgarse inesperadamente dependiendo del tamaño de la organización y de la criticidad del proceso afectado, lo cual supone un impacto económico importante. Además, dados los costes de sustitución de equipos, hay que comprar equipos parcialmente sobredimensionados para soportar la evolución de la organización

sin necesidad de hacer paradas programadas de la actividad para realizar una actualización del hardware (González, 2006).

La virtualización de los recursos informáticos, es decir, la creación de una plataforma informática formada por réplicas de ordenadores "reales" construidas por software, es un elemento clave para que toda la infraestructura tecnológica de la empresa esté preparada para impulsar el cambio en el negocio (Paniagua, 2006).

Las tecnologías de virtualización intentan resolver los fallos presentados en el mundo real mediante la ejecución de las aplicaciones o los sistemas operativos completos dentro de máquinas virtuales simuladas dentro de una máquina mayor, que se denomina de infraestructura o anfitrión, completamente aisladas unas de otras, salvo por los canales de comunicaciones que se definan entre ellas (discos, comunicaciones *Ethernet*, entre otros, todo ello virtual). Esta simulación se puede realizar mediante técnicas software o híbridas *hardware-software*, pero todas comparten la misma filosofía básica de simulación de una máquina completa sobre la que se ejecutan las aplicaciones. Esta máquina simulada puede ser tan simple como una sencilla máquina de estados, un procesador muy básico como el existente en *Visual Basic*, procesadores avanzados con entornos completos de comunicaciones IP e infraestructuras de seguridad (máquinas virtuales Java y .NET actuales) o directamente simulaciones completas del hardware (incluyendo microprocesador, memoria, discos, tarjetas de red, de sonido, USB, entre otros) de equipos convencionales de tipo PC tales como *VMware*, *Microsoft VirtualPC*, y otros más potentes como *XenServer*.

En general la mayoría de los servidores implementados están desocupados la mayor parte del tiempo y por lo tanto se puede compartir el recurso de sus microprocesadores; si un servidor tiene el microprocesador ocupado al 100% la mayor parte del tiempo, ninguna virtualización hará que esa ocupación disminuya y por lo tanto se debe actualizar el hardware. Pero con la virtualización es factible planificar un servidor con mayor capacidad de disco, memoria e implementar sobre el mismo tres servidores

virtuales (correo, web y servidor de ficheros e impresoras), en vez de la compra de tres servidores independientes dedicados cada uno de ellos a una tarea distinta. También es necesario dejar claro que cuando se instala un entorno virtualizado no es necesario que todas las máquinas tengan el mismo sistema operativo: es perfectamente factible tener funcionando en la misma máquina de infraestructura servidores virtuales con *Microsoft Windows*, *Redhat Linux* y *Sun Solaris*, ya que las máquinas están totalmente aisladas unas de otras y cada una de ellas ve a las otras únicamente a través de la red.

Las ventajas fundamentales de la virtualización se pueden resumir en que las máquinas virtuales se administran de forma independiente, esto facilita las labores de mantenimiento, reduce las tareas de administración de la máquina anfitrión y aumenta su estabilidad porque solo tiene instalado un sistema operativo básico y la aplicación de virtualización. La actualización del hardware de una máquina virtual es inmediata siempre que haya recursos reales disponibles. El hardware de las máquinas virtuales es independiente del hardware real, en consecuencia, para la actualización del servidor anfitrión, o incluso su sustitución, sólo es necesario apagar todas las máquinas virtuales, copiarlas al nuevo servidor y volver a encenderlas. Las máquinas virtuales pueden migrarse paulatinamente de un anfitrión al otro, sin paradas descontroladas y sin afectar tampoco el trabajo diario.

Tal como se mencionó anteriormente existe una amplia gama de softwares de virtualización entre ellos se encuentra *XenServer* que como se explica en su portal Citrix.com. (2016) “*Citrix XenServer* es una plataforma líder en virtualización de servidores y administración de *hipervisores* que reduce el costo total de propiedad para las infraestructuras de aplicaciones, escritorios, la nube y virtualización de servidores. La consolidación y contención de las cargas de trabajo en *XenServer* permite a las organizaciones de cualquier tamaño transformar sus infraestructuras de computación de Tecnologías de Información (TI) empresarial, afrontando los desafíos de centros de datos de TI de las empresas modernas de hoy en día”.

Tal como se hace referencia en Citrix. (2016), El software de código abierto *XenServer*

permite a TI consolidar y contener una cantidad importante de servidores de centros de datos, también un mayor uso de los recursos de hardware existentes con un gran aumento de rendimiento y capacidad en los núcleos de CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*) de host, RAM de la máquina virtual (VM) y discos virtuales por VM. Además de características innovadoras como *Storage XenMotion*, migración *Shared-Nothing*, comprobación de salud e integración con los servicios de *Microsoft Windows Update* para las actualizaciones automáticas de *drivers* de Windows VM, *XenServer* ayuda a los administradores de TI a maximizar las eficacias de su infraestructura, eliminar interrupciones planificadas y minimizar las que no lo están.

Existen varios *softwares* para la administración de *XenServers*, sin embargo, destacan tres de ellas: *XenCenter*, *OpenXenMannager* y *XenOrchestra*.

La informática de nube (*cloud computing*) se refiere tanto a las aplicaciones y servicios prestados sobre la Internet como también al hardware y software de sistemas en los centros de datos que proporcionan aquellos servicios (Armbrust, 2010)

La nube está disponible a un costo inicial menor que el de la tecnología tradicional. Puede reducir los gastos de TI de la empresa. Se puede cambiar su operación y las necesidades de almacenamiento obteniendo de esta manera la flexibilidad que mejor se adapte a la situación. La escalabilidad es una característica integrada en los despliegues de informática de nube. *Cloud instance* se refiere a una instancia de servidor virtual de una red de nube pública o privada. Las *cloud instances* se despliegan automáticamente sólo cuando es necesario. En una nube es más fácil realizar copias de seguridad y recuperación de datos en un dispositivo físico porque proporciona soluciones flexibles y fiables de copias de seguridad o recuperación. También se pueden almacenar los datos en la nube porque proporciona una capacidad ilimitada de almacenamiento. No hay necesidad de preocuparse si se necesita aumentar la disponibilidad de espacio de almacenamiento y su mayor ventaja es que todo el sistema puede estar completamente operativo en pocos minutos.

La virtualización de nube permite un mayor aprovechamiento de los recursos puesto que, cuando un componente de ella no está en uso o no ha sido desplegado, los recursos de este componente pueden ser destinados a otro que lo requiera. Además, facilita las configuraciones de red porque permite la virtualización de estas configuraciones.

La Coordinación de Teleinformática es una dependencia adscrita al Vicerrectorado Académico de la Universidad de Oriente que posee como misión mantener el desarrollo de una plataforma integral de telecomunicaciones en esta institución. Entre sus propósitos se encuentra constituir un sistema de comunicaciones completo e integral para interconectar equipos digitales, con la flexibilidad necesaria para asimilar los cambios de acuerdo a las nuevas tecnologías y planear, analizar y evaluar nuevas tecnologías de transmisión para incorporarlas a la red digital y de datos. Adicionalmente, RAUDO (Red Administrativa de la Universidad de Oriente) ofrece diversos servicios de red a la Universidad como la publicación y hospedaje de sistemas bajo ambiente web.

La Universidad de Oriente en la búsqueda de mejorar sus servicios de telecomunicaciones a través de la Coordinación de Teleinformática se emprende en el desarrollo nuevos modelos de virtualización de su estructura de red, de tal manera que sus usuarios gocen de un servicio de calidad a un bajo costo, aprovechando al máximo el *hardware* y facilitando las tareas de gestión por parte de los administradores, así como la utilización de tecnologías que presten un buen soporte y mantenimiento a la infraestructura de red de la Universidad.

CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad de Oriente se encuentra constantemente en proyectos de desarrollo de sistemas informáticos, *softwares* de aplicación y portales de *Internet*, esto ha causado una alta demanda de recursos para la publicación de contenido, la mayoría bajo ambiente web.

Actualmente la Coordinación de Teleinformática de la Universidad de Oriente no posee suficientes recursos económicos debido a la crisis que actualmente está atravesando el país, causando que la Coordinación de Teleinformática no pueda adquirir el hardware apropiado para actualizar su infraestructura computacional y cumplir con todas las demandas de publicación de contenido. Esto último ha llevado a que se emplee la tecnología de virtualización como solución a su crisis económica puesto que ella permite un mejor aprovechamiento de los recursos informáticos disponibles mediante la asignación de los recursos necesarios para el funcionamiento de un *software*, permitiendo de igual manera la ampliación inmediata de uno o todos los recursos de la VM.

La tecnología empleada actualmente por RAUDO para virtualizar (Linux 2.6.32-5-vsserver-amd64) ha quedado obsoleta, también presenta limitaciones como el hecho que todos los servidores virtuales comparten el mismo núcleo y por lo tanto se exponen a los mismos bugs y potenciales agujeros de seguridad. Es decir, si existiese un problema a nivel de *Kernel* en cualquiera de las VM o en la máquina de infraestructura este mismo problema se presentaría en cada VM en el servidor. Además, las interfaces de red en las VMs no están completamente virtualizadas y los servidores virtuales normalmente son implementadas a través de alias asignados a la interfaz de red del sistema operativo de infraestructura, impidiendo que cada servidor virtual cree enrutamiento interno o configuración de cortafuegos propios.

Una de las graves limitaciones que tiene el esquema de virtualización (basado en Linux

VServer) empleado por la Coordinación de Teleinformática de la Universidad de Oriente es no permitir la implantación de algunas tecnologías como servidores web basados en *JavaEE* con *glassfish* pudiendo así limitar a los desarrolladores la utilización de las herramientas más adecuadas y actuales para solventar las necesidades planteadas en sus proyectos.

Lo obsoleto del software utilizado actualmente por RAUDO para la virtualización, el que todas las VMs en dicho software compartan el mismo núcleo, el hecho que no estén totalmente virtualizadas las interfaces de red y la imposibilidad de implementar algunas de las nuevas tecnologías representan un problema grave para el funcionamiento de RAUDO. Por este motivo este trabajo propuso la implementación de un nuevo esquema de virtualización que asegure y facilite su soporte y mantenimiento en el tiempo, así como una escalabilidad acorde a los requerimientos de RAUDO además de solventar los problemas anteriores. Se utilizó *XenServer* como plataforma de virtualización y *XenCenter* como software de administración.

ALCANCE Y LIMITACIONES

Alcances

El presente estudio implementó un esquema de virtualización bajo plataforma XEN para la infraestructura de red de la Universidad de Oriente. Para lo cual primero se estudió la red RAUDO y su anterior esquema de virtualización, posteriormente se diseñó un esquema de virtualización adecuado para las necesidades de la universidad, el cual fue simulado y probado para asegurar su correcto funcionamiento.

Limitaciones

Una de las limitaciones más importante que se encontró en este estudio fue la falta de disponibilidad de recursos de *hardware* de la Universidad de Oriente, lo que obligó a la búsqueda de recursos de fuentes externas.

Otra limitación fue el hecho que, al inicio de la investigación, el software utilizado por la Universidad de Oriente para la virtualización no permitió la exportación de los

servidores virtuales a software de terceros.

Por otra parte, este trabajo es pionero en el t3pico de plataformas de virtualizaci3n en el Departamento de Inform3tica de la Universidad de Oriente, por tanto otra limitaci3n grave es la falta de disponibilidad de informaci3n y especialistas que pudieron apoyar en esta importante 3rea tanto para las labores acad3micas como administrativas de la instituci3n.

CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

Citrix *XenServer* proporcionó un robusto conjunto de tecnologías de virtualización para mejorar la utilidad y resistencia de los recursos de una organización, asegurando que no sólo los recursos críticos permanezcan disponibles sino también que siempre sean accesibles para todos los usuarios en cualquier lugar con cualquier dispositivo. Mediante la implementación de soluciones de virtualización de Citrix, los líderes de negocios inteligentes pudieron reducir los riesgos de interrupciones del servicio TI e interrupciones de continuidad de la fuerza de trabajo, tales como la disminución de eficiencia, pérdida de ingresos, pérdida de oportunidades, incumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio y pérdida de los clientes. Al mismo tiempo Citrix proporcionó una amplia gama de beneficios durante las operaciones prácticas, incluyendo la reducción de complejidad y costos, una base sólida para el cumplimiento de la seguridad y una gran adaptabilidad a las cambiantes condiciones del negocio. Este trabajo se basó principalmente en la aplicación de *XenServer* como el método que garantizó un mejor rendimiento en la inclusión de servidores en las nubes computacionales tomando en cuenta los costos de las organizaciones de negocios (Staalinprasannah, 2013).

En el proyecto “*Experimental Advanced Superconducting Tokamak*” (EAST), Wang et al implementaron la tecnología de virtualización en el “EAST control y Data System”. Aunque existen principalmente cuatro tipos de proveedores en la tecnología de virtualización (*VMware*, *Citrix*, *Microsoft Hyper-V* y las soluciones de código abierto), ellos eligieron a Citrix como solución para implementar su sistema de virtualización ya que se incluye básicamente tres aspectos. En primer lugar, adopta *XenServer* para virtualizar el “EAST control y Data System”. En segundo lugar, utiliza la tecnología de *XenApp* para unificar el acceso a datos a través de un medio multiplataforma. En tercer lugar, adopta la tecnología de *XenDesktop* con el fin de simplificar la gestión de los

equipos cliente y realizar escritorios virtuales para la nueva sala de control central (Wang et al., 2014).

Las máquinas virtuales como mecanismo de virtualización tienen varios problemas en la asignación de recursos y optimización. Hay que definir la VM para manejar la necesidad de recursos para la computación y los servicios. El fracaso puede suceder cuando se le exige más desempeño a las VMs sin aumentar las capacidades de los recursos escalables. Las máquinas virtuales son gestionadas en su mayoría en múltiples VMs para manejar diferentes servicios. Los trabajos de investigación sobre la optimización en máquinas virtuales han utilizado asignación dinámica de recursos en la infraestructura *XenServer* 6.5. La optimización implementa dos estrategias que son la asignación de recursos y la topología. La asignación de recursos analiza y compara entre la asignación dinámica y la asignación dedicada. Ambas estrategias de asignación son implementadas en varias topologías de núcleo y procesador. Los resultados mostraron que la asignación dinámica de recursos tiene un rendimiento más estable y también que la optimización ha sido alcanzada por la estabilidad con el apoyo de 4 “*Virtual Central Processing Unit*” (VCPU) con un zócalo con topologías básicas. Este resultado fue importante para definir la necesidad de recursos en el centro de datos o infraestructuras en términos de diseño y mantenimientos. (Riasetiawan, Ashari y Endrayanto, 2015).

Antecedentes de la organización

El Departamento de Teleinformática ha desarrollado un esquema de virtualización basado en *Linux-Vserver* para prestar servicios como el alojamiento de páginas web institucionales; DNS (*Domain Name System*) internos y sistemas de bases de datos para la Coordinación General de Control de Estudios. También utiliza *PFSENSE* como *FIREWALL + PROXY* para la protección de servicios locales y sistemas de Control de Estudios, tal como fue expresado por el personal del Departamento de Teleinformática de la Universidad de Oriente.

Bases teóricas

Sistema de Información

“Un sistema de información es un conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso posterior, generados para cubrir una necesidad u objetivo” (Laudon, 1996, p1).

Sistema Operativo

“Un sistema operativo es un programa que controla la ejecución de los programas de aplicación y que actúa como interfaz entre el usuario de un computador y el hardware de la misma” (Stallings, 1997, p47).

Centro de datos

Es la ubicación donde se concentran los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización.

Bug

Un bug es un error o un defecto en el software o hardware que hace que un programa funcione de forma distinta a la esperada.

Just-in-Time (JIT)

Swanson (1998) en su publicación define JIT como:

Es una filosofía por la cual una organización busca mejorar continuamente sus productos y procesos eliminando el desperdicio. Las organizaciones que deseen utilizar el enfoque JIT para la fabricación deben tener varios bloques de construcción en su lugar. Los bloques de construcción incluyen: compromiso a nivel de toda la empresa, materiales apropiados en el momento adecuado, relaciones con proveedores, calidad y personal. El sistema JIT funciona sin problemas sin picos ni valles. El sistema de inventario típico, por otra parte, está lleno de picos y valles que representan los costos para la organización en forma de costos de mantenimiento de inventario, pedidos atrasados y costos de existencias, tiempo extra y tiempo de trabajo ociosos y desperdicio de materiales y espacio

Simulación

Existen muchos conceptos de simulación dependiendo del área de estudio de la ciencia en que se emplee. Shannon en 1988 propuso un concepto formal de lo que es la simulación:

La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos para el funcionamiento del sistema.

Se puede definir entonces la simulación como el diseño de un modelo a partir de un objeto real abstrayendo sus rasgos más importantes para él experimento y así posteriormente someter dicho modelo a pruebas bajo un ambiente y variables controlados para determinar y predecir el comportamiento del mismo en estas circunstancias.

Virtualización

La virtualización es una técnica que permite representar el comportamiento de un *hardware* en forma de programa informático, de tal forma que soporte la ejecución de *softwares* propios de otra plataforma. “La virtualización, en pocas palabras, consiste en instalar sistemas operativos de forma virtual con base a un otro llamado anfitrión o *Host*” (Ulloa Z, 2009).

También se puede definir como “la ejecución de las aplicaciones o los sistemas operativos completos dentro de máquinas virtuales simuladas dentro de una máquina mayor” (González, 2006).

Máquina Virtual

Una máquina virtual es un *software* que simula a un ordenador real y por consiguiente dispone de disco duro, memoria RAM, tarjeta gráfica, entre otros recursos. Además,

puede ejecutar programas informáticos.

Es decir, una máquina virtual (VM) es una computadora compuesta enteramente de software que puede ejecutar su propio sistema operativo y aplicaciones como si fuera una computadora física; ella se comporta exactamente igual que un ordenador físico y contiene su propia CPU virtual (basada en *software*), memoria RAM, disco duro y tarjeta de interfaz de red (Citrix, Inc, 2016).

Máquina anfitrión

Una máquina anfitrión es un componente servidor que le proporciona el hardware subyacente (potencia de procesamiento, memoria, discos de almacenamiento y de red entre otros recursos) a una máquina virtual.

VCPU

Es la representación de la porción de la unidad central de proceso (CPU) del *hardware* que le fue asignada a la máquina virtual.

Hypervisor

Hypervisor o Monitor de Máquina Virtual (VMM) es el software que sirve de interfaz entre la máquina anfitrión y la VM para controlar y gestionar cuatro de los recursos principales del hardware físico (CPU, Memoria, Red y Almacenamiento), tal como se esquematiza en la siguiente figura:

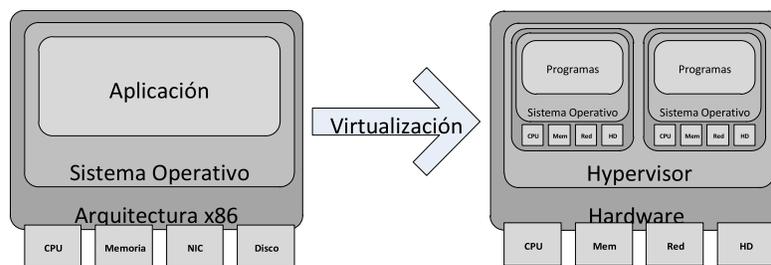


Fig. 1. Sistema antes y después de virtualizar

Rodríguez (2011) define el *hypervisor* en términos de su función como:

El *Hypervisor* controla y gestiona cuatro de los recursos principales del hardware físico (CPU, Memoria, Red y Almacenamiento) permitiendo al usuario ejecutar concurrentemente múltiples instancias de SO en máquinas virtuales (VM) sobre un único hardware físico. A cada una de las VM, le presenta una interfaz del hardware que sea compatible con el SO elegido.

Rodríguez (2011) clasifica el *hypervisor* en dos tipos:

Tipo I: se ejecuta directamente sobre el hardware físico, operando como una capa de software intermedia entre el hardware subyacente y los SO de las VM.

Tipo II: esta capa de software se ejecuta como un proceso sobre el SO de la máquina física (Host).

Shared-nothing

Stonebraker (1986) define el *shared-nothing* como: “Una arquitectura distribuida en el que cada nodo es independiente y autosuficiente, y tiene un único punto de contención en todo el sistema”

Citrix XenServer

Citrix, Inc (2016) en su guía de instalación de XenServer 7.0 expresa:

XenServer es la plataforma completa de virtualización de servidores de Citrix. El paquete XenServer contiene todo lo necesario para crear y administrar un despliegue de equipos virtuales x86 que se ejecutan en Xen, el hipervisor paravirtualizante de código abierto con un rendimiento casi nativo. XenServer está optimizado para servidores virtuales Windows y Linux.

XenServer se ejecuta directamente en el hardware del servidor sin necesidad de un sistema operativo subyacente, lo que resulta en un sistema eficiente y escalable. XenServer funciona extrayendo recursos de la máquina física (como unidades de disco duro, recursos y puertos) y asignándolos a las máquinas virtuales que se ejecutan en él.

Existen varios softwares para la administración de XenServers, entre los cuales destacan sin embargo tres de ellos: XenCenter, OpenXenMannager y XenOrchestra.

XenCenter es una aplicación de código abierto gratuita para visualizar y administrar el XenServer. Esta aplicación funciona solo bajo sistema operativo Windows y posee un proceso intuitivo de instalación cuyo instalador puede ser obtenido accediendo al servidor http del XenServer. Es posible obtener las actualizaciones de forma gratuita así como todas las funcionalidades de administración de los servidores de virtualización.

OpenXenManager es una interfaz gráfica con todas las funciones para administrar Citrix XenServer / Xen Cloud Platform (XCP) anfitriones a través de la red. OpenXenManager es un PC multiplataforma de código abierto de Citrix XenCenter. Está escrito en Python, usando pyGTK por su interfaz (OpenXenManager Development, 2016).

XenOrchestra (XO) es una interfaz web privativa para visualizar y administrar el XenServer (o activar XAPI). XO se instala mediante una máquina virtual debían pre-configurada para conectarse con los servidores de virtualización y ella se importa en un XenServer que tenga acceso a la red donde están alojados los servidores de virtualización. Aunque existe una versión gratuita muy limitada, muchas de las funcionalidades de administración de los servidores de virtualización requieren un pago o la compra de las versiones Premium del software.

Paravirtualización (PV)

La Paravirtualización es una técnica de programación informática que permite virtualizar por software sistemas operativos. Rodríguez (2011) define paravirtualización como:

Es una de las técnicas más populares. Utiliza un Hypervisor de tipo I, sobre el cual se ejecutan todas las máquinas virtuales. No hay un SO Host. El Hypervisor se encarga de ofrecer una API para que el SO Guest se comunique directamente con él; de esta manera emula al SO Guest como si estuviera ejecutándose en el anillo “0”. Esto tiene sus limitaciones debido a que requiere

modificaciones en el kernel del SO de la VM para interactuar con la API del Hypervisor.

Virtualización Asistida por Hardware (HAV)

Virtualización asistida por Hardware son extensiones introducidas en la arquitectura de procesador x86 para facilitar las tareas de virtualización al software ejecutándose sobre el sistema. Rodríguez (2011) define HAV como:

Esta técnica aprovecha el soporte de virtualización brindado por el nuevo hardware de Intel-VT y AMD-V; ambos proveedores han incorporado un nuevo nivel de privilegio para el procesador. Este nuevo nivel es denominado anillo “1” y se encuentra dentro del anillo “0” con privilegios completos. En este nuevo nivel de privilegio, la técnica de virtualización asistida por hardware ejecuta su *Hypervisor*, en el anillo “0” se ejecuta el SO de la VM y en el anillo “3” las aplicaciones de usuario. Cuando el SO de la VM intenta ejecutar un bloque de instrucciones privilegiadas, el *Hypervisor* captura automáticamente la petición de forma segura, y ejecuta directamente las instrucciones de la VM, por medio de la técnica de ejecución directa, en forma transparente.

Template (Plantillas)

Una plantilla es una máquina virtual encapsulada en un archivo, lo que posibilita el despliegue rápido de nuevas máquinas virtuales. Cada plantilla contiene metadatos de instalación: la información de configuración necesaria para crear una nueva VM con un sistema operativo de invitado específico y una configuración óptima de almacenamiento, CPU, memoria y red virtual.

Cloud Computing

La computación en nube es un modelo para permitir un acceso a la red omnipresente y conveniente a un conjunto de recursos informáticos configurables (p. ej., redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios), los cuales se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o una interacción entre el proveedor de servicios (Mell y Grance, 2011).

Existen tres modelos de nubes: (i) *Software* como un Servicio (del inglés: *Software as a Service*, SaaS), (ii) Infraestructura como Servicio (del inglés: *Infrastructure as a Service*, IaaS) y (iii) Plataforma como Servicio (del inglés: *Platform as a Service*, PaaS). El *Software* como un Servicio es un modelo de distribución de software donde el soporte lógico y los datos que maneja se alojan en servidores a los que se accede vía Internet desde un cliente. La Infraestructura como Servicio se refiere a recursos informáticos ofrecidos que consisten en hardware virtualizado o, en otras palabras, infraestructura de procesamiento. La Plataforma como Servicio es una categoría de servicios *cloud* que proporciona una plataforma y un entorno que permiten a los desarrolladores crear aplicaciones y servicios que funcionen a través de internet. Los servicios PaaS se alojan en la nube y los usuarios pueden acceder a ellos simplemente a través de su navegador web.

Cloud instance

Es una instancia de servidor virtual el cual es desplegado en una nube de datos. Estas instancias solo son desplegadas mientras son requeridas. Posteriormente todos los recursos asignados a esta instancia son liberados para ser aprovechados por otras instancias o procesos de la nube.

Java EE

Es una parte de la plataforma Java que permite desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en el lenguaje de programación Java. Permite además utilizar arquitecturas de N capas distribuidas y se apoya ampliamente en componentes de software modulares ejecutándose sobre un servidor de aplicaciones

Glassfish

Es un servidor de aplicaciones de software libre desarrollado por Sun Microsystems, compañía adquirida por Oracle Corporation, que implementa las tecnologías definidas en la plataforma Java EE y permite ejecutar aplicaciones que siguen esta especificación.

MARCO METODOLÓGICO

Metodología de la investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizó en este proyecto fue considerada aplicada de acuerdo a lo explicado por Zorrilla (1997).

La investigación aplicada, guarda íntima relación con la básica, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar.

Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es de experimento puro según (Hernández y cols, 1991)

El primer requisito de un experimento puro es la manipulación intencional de una o más variables independientes. La variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre varias variables, ella es la condición antecedente; y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable independiente.

Metodología del área aplicada

Un buen diseño de red debe reconocer los objetivos técnicos y requisitos de un cliente, incluyendo los requisitos de disponibilidad, escalabilidad, asequibilidad, seguridad y de administración. Muchos clientes también quieren especificar un nivel mínimo de rendimiento de red, a menudo llamado un nivel de servicio. Para satisfacer estas necesidades, antes de seleccionar cualquier dispositivo o medio físico, se deben tomar decisiones difíciles de diseño de red y compensaciones durante la implementación de la red lógica.

Para lograr los objetivos de este trabajo y satisfacer los requerimientos de red de la Universidad de Oriente se siguió la metodología *Top-Down Network Design* propuesta

por Oppenheimer (2011). La *Top-Down Network Design* es una metodología para diseñar redes que comienza en las capas superiores del modelo de referencia OSI antes de pasar a las capas inferiores. La metodología de Top-Down se centra en aplicaciones, sesiones y transporte de datos antes de la selección de enrutadores, conmutadores y medios que operan en las capas inferiores. El proceso de la metodología *Top-Down Network Design* incluye la exploración de estructuras organizativas y de grupo para encontrar a las personas para quienes la red proporcionará servicios y de quienes el diseñador debe obtener información valiosa para hacer que el diseño tenga éxito.

Parafraseando a Oppenheimer (2011) *Top-down network design* es una disciplina que surgió del éxito de la programación de software estructurado y análisis de sistemas estructurados. El objetivo principal del análisis de sistemas estructurados es representar con mayor precisión las necesidades de los usuarios, que a menudo son ignoradas o mal representadas. Otro objetivo es hacer que el proyecto sea manejable dividiéndolo en módulos que pueden ser fácilmente mantenidos y cambiados.

El análisis de sistemas estructurados tiene las siguientes características: i) el sistema está diseñado en una secuencia de arriba hacia abajo, ii) durante el proyecto de diseño se pueden utilizar varias técnicas y modelos para caracterizar el sistema existente, determinar los nuevos requisitos de los usuarios y por último proponer una estructura para el sistema futuro, iii) se hace hincapié en el flujo de datos, los tipos de datos y los procesos que tienen acceso o cambian los datos, iv) se hace hincapié en la comprensión de la ubicación y las necesidades de las comunidades de usuarios que tienen acceso o cambian datos y procesos, v) un modelo lógico se desarrolla antes que el modelo físico. El modelo lógico representa los bloques básicos de construcción, divididos por funciones y la estructura del sistema. El modelo físico representa los dispositivos, tecnologías e implementaciones específicas. Finalmente, la última característica de los sistemas estructurados es que (vi) las especificaciones se derivan de los requisitos reunidos al principio de la secuencia de arriba hacia abajo.

Top-down network design es una metodología iterativa que se desarrolla en cuatro

partes: i) identificación de las necesidades y metas de los clientes, ii) diseño lógico de la red, iii) diseño físico de la red y iv) prueba, optimización y documentación de la red, tal como se muestra en la figura 2.

Identificación de las necesidades y metas del cliente

En esta fase se obtuvo la información sobre las necesidades y metas del cliente por medio de una entrevista aplicada al actual Coordinador de Teleinformática (Lcdo. José R. Luna S.) y una encuesta al personal técnico de la red RAUDO para obtener una comprensión de los objetivos comerciales y técnicos. También se consultó sobre los servicios, funciones y organización tanto a los usuarios de Teleinformática como a través de la web. Se describió posteriormente la red existente a partir de la información recogida, incluyendo su topología lógica y física, además su rendimiento. Por último, se estudiaron los planes futuros de la red, incluido el flujo de tráfico, la carga, los requisitos de rendimiento, seguridad, manejo de fallas, gestión y de configuración del servicio.

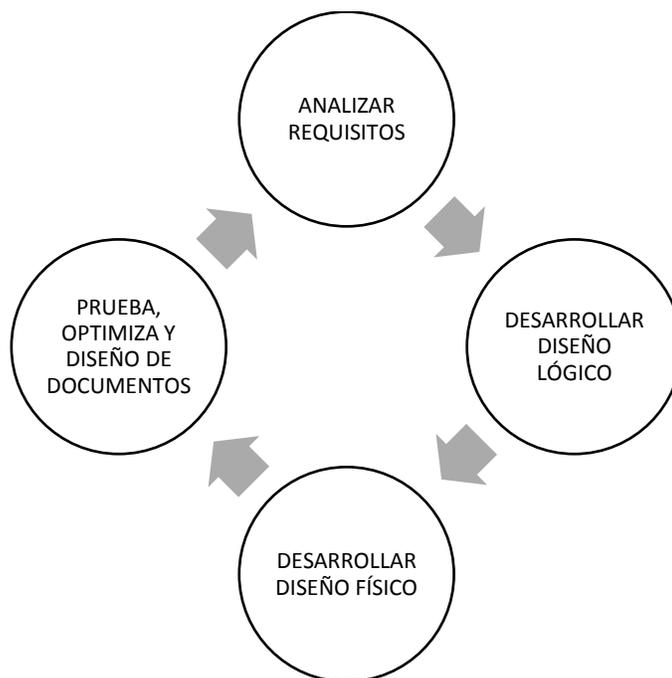


Fig. 2 Ciclo de vida de *Top-down network design*.

Diseño lógico de la red

En esta fase se desarrolló la topología lógica y el esquema de virtualización. El diseño lógico también incluyó la planificación de la seguridad, el diseño de la gestión de red y la selección de los proveedores de servicios que satisfagan los requisitos planteados en la etapa anterior.

Diseño físico de la red

Durante la fase de diseño físico se seleccionaron las tecnologías y productos específicos que cumplen el diseño lógico. Se verificó además la investigación realizada sobre los proveedores de servicios que planteó en la fase de diseño lógico.

Prueba, Optimización y documentación de la red

Se realizó un plan de prueba, se construyó además un prototipo, se optimizó el diseño de la red y se documentó el este diseño.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES Y METAS DEL CLIENTE

En esta etapa se siguió la metodología explicada en el capítulo anterior para el análisis de las metas de negocio de la Coordinación de Teleinformática, así como sus metas y necesidades técnicas, la descripción de la red existente y también su tráfico.

Análisis de las metas de negocio

Para entender las metas de negocio de la Coordinación de Teleinformática se realizó la entrevista a su actual coordinador cuyas preguntas están resumidas en el APÉNDICE B. Uno de los temas tratados fue los planes de crecimiento de la red RAUDO para los próximos dos (2) años, entre los cuales se encuentra la implementación de una nube privada para la incorporación de todos los servidores que se encuentran en la red de la Universidad de Oriente. También se tiene planificado ampliar la gama de sistemas operativos y tecnologías compatibles para prestar servicios a más departamentos. De esta manera migrar servidores dedicados (subutilizados actualmente) para destinarlos a virtualizar más VMs y ofrecer el servicio de virtualización a más usuarios.

En la entrevista se explicó que la Universidad de Oriente tiene aproximadamente 190 VMs, de las cuales solo 30 de ellas están utilizando los recursos por encima de un 75%. Además de no poder adquirir nuevo *hardware* por los problemas económicos. Esto ha causado un gran impacto en la capacidad de ofrecer VMs a los usuarios.

Otro tema en la entrevista fue los planes que se tienen sobre la centralización de los servidores en un centro de datos. Se informó que lo planificado es dejar distribuidos los servidores en los núcleos e interconectarlos a través de la red. También se planteó la posibilidad de implementar a futuro una tecnología con una gestión y administración no complicada que además reduzca la cantidad de empleados dedicados al mantenimiento de la red de VMs.

La encuesta aplicada al personal de la Coordinación de Teleinformática se presenta en el APÉNDICE A. Según la metodología empleada (*Top-down network design*) se deben

considerar en el análisis de las metas de negocio los siguientes objetivos empresariales:

- Aumentar los beneficios.
- Aumentar la cuota de mercado.
- Expandir en nuevos mercados.
- Aumentar las ventajas competitivas sobre las organizaciones del mismo medio.
- Reducir costos.
- Aumentar la productividad de los empleados.
- Acortar los ciclos de desarrollo del producto.
- Utilizar la fabricación *just-in-time*.
- Planificar la escasez de componentes.
- Ofrecer nuevos servicios al cliente.
- Ofrecer una mejor atención al cliente.
- Abrir la red a los componentes clave (usuarios, y empleados).
- Evitar la interrupción del negocio causada por problemas de seguridad de la red.
- Evitar la interrupción del negocio causada por desastres naturales.
- Modernizar tecnologías anticuadas.
- Reducir los costes de telecomunicaciones y de red, incluidos los gastos.
- Hacer que los centros de datos sean más eficientes en su uso de energía, cableado, bastidores, almacenamiento y circuitos WAN.

Con los datos recolectados tanto en la encuesta como en la entrevista se concluyó que las metas de negocio de teleinformática son las siguientes: i) reducir los costos de tecnología, ii) ofrecer un mejor soporte a los usuarios, iii) modernizar las tecnologías actuales de virtualización, iv) hacer más eficientes los centros de datos de la Universidad de oriente, y v) corregir los problemas que presenta el actual esquema de virtualización.

Alcance del diseño

Para definir el alcance se utilizaron los términos de la metodología *Top-down network design* de Oppenheimer (2011) basados en el modelo de referencia OSI (*Open System Interconnection*), tal como se muestra en la Tabla 1.

De acuerdo a la Tabla 1, se concluyó que el alcance más apropiado al proyecto es un diseño de red empresarial puesto que la red de la Universidad de Oriente está compuesta por redes locales y estas a su vez por otras más pequeñas.

Aplicaciones de los usuarios

Para identificar las aplicaciones que se ejecutarán sobre la plataforma en la encuesta se realizó mediante la Tabla 2 presentada en el APÉNDICE A. Esta tabla está compuesta por nueve (9) campos explicados en el apéndice anterior.

Políticas de uso de software

De acuerdo la entrevista realizada, la coordinación de Teleinformática tiene preferencia por la utilización de software libre.

Análisis de las metas y necesidades técnicas

Durante la entrevista se informó que la tecnología de virtualización utilizada actualmente por RAUDO no permite virtualizar otro sistema operativo distinto a debían, lo cual limita el número de usuarios de este servicio. También es necesario invertir muchas horas de supervisión para conocer el estado de los recursos ya que la actual tecnología no es lo suficiente automatizada para poder obtener estos reportes de manera eficiente. Otro punto importante fue que los técnicos necesitan viajar a los diferentes núcleos para dar soporte. A partir de la información recogida en la encuesta y la entrevista surgieron los siguientes requerimientos y necesidades técnicas:

Rendimiento

Se necesita un mejor método para monitorizar las VMs de tal manera que se pueda hacer una mejor asignación de recursos.

Manejo de fallas

Se necesita implementar un método más eficiente para solventar las posibles fallas de manera remota, de tal manera que el último recurso sea la movilización del personal hacia el sitio del problema. También una tecnología que corrija las limitantes del sistema anterior como lo son la incapacidad de virtualizar distintos sistemas operativos, eliminar

los problemas que surgen al compartir un mismo *kernel* entre VMs, una virtualización completa de las interfaces de red y otras limitantes que fueron planteadas en el capítulo 1.

Tabla 1 Alcance del proyecto

NOMBRE	DEFINICIÓN
Segmento	Una única red delimitada por un conmutador o enrutador y basada en un protocolo particular de Capa 1 y Capa 2 como <i>Fast Ethernet</i> .
LAN	Conjunto de segmentos conmutados basados en un protocolo de Capa 2 particular, como <i>Fast Ethernet</i> y un protocolo de canalización de intercomunicación tal como el estándar IEEE 802.1Q.
Red de edificio	Varias redes LAN dentro de un edificio, normalmente conectadas a una red troncal de edificio.
Red de campus	Múltiples edificios dentro de un área geográfica local (dentro de unas pocas millas), conectados generalmente a una red principal del campus.
Acceso remoto	Soluciones de red que admiten usuarios remotos individuales o pequeñas sucursales remotas que acceden a la red.
WAN	Una red geográficamente dispersa incluyendo punto a punto, <i>Frame Relay</i> , ATM y otras conexiones de larga distancia.
Red inalámbrica	Una LAN o WAN que utiliza el aire (en lugar de un cable) para su medio.
Red empresarial	Una red grande y diversa, que consiste en campus, servicios de acceso remoto, y una o más WANs o LANs de largo alcance. Una red empresarial también se denomina <i>internetwork</i> .

Configuración y gestión

Se necesita implementar una tecnología que permita una capacitación en corto plazo y que además posea una administración y gestión sencilla.

Seguridad

Puesto que la seguridad informática en un ambiente de red como RAUDO es la habilidad de salvaguardar su ventaja organizacional (confidencialidad, integridad y disponibilidad), incluyendo la información y equipos físicos, por razones obvias, no pueden ser divulgadas a un personal externo a la Coordinación de Teleinformática cualquier información sobre las normas, procedimientos y herramientas utilizadas por esta Coordinación para minimizar las amenazas a su sistema de información.

Descripción del tráfico y la red existente

En la encuesta se realizaron preguntas referentes a la topología, direccionamiento de red, nombres de red y la estructura de los ítems antes mencionados, también la documentación de ellos. Utilizando esta información se concluyó que la red actual de la Universidad de Oriente tiene la topología presentada en la figura 3.

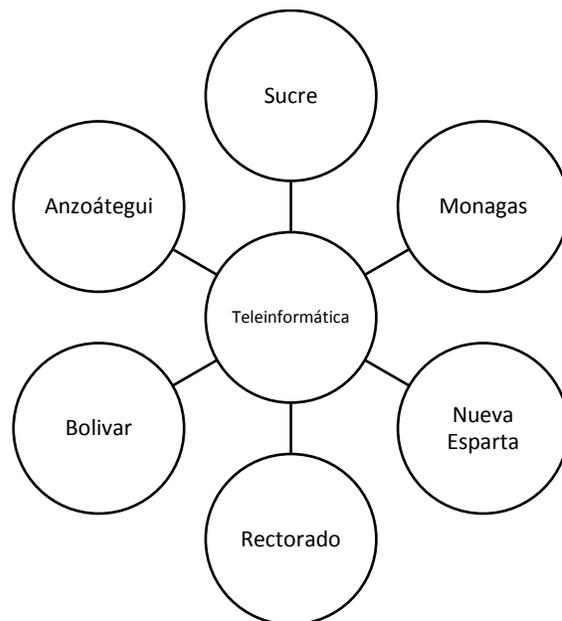


Fig. 3 Topología de la red RAUDO

DISEÑO LÓGICO DE LA RED

En esta etapa se siguió la metodología explicada en el capítulo anterior para el diseño lógico de la red, teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos obtenidos de los análisis de la etapa anterior.

Diseño de la topología de red

Se utilizó la topología existente de la Universidad de Oriente (ver Fig 3). Para la red de VM se utilizó un diseño modular conformado por siete (7) *Pool* de XenServer; uno (1) por cada núcleo de la Universidad de Oriente y los dos restantes para el Rectorado y la Coordinación de Teleinformática, tal como se muestra en la figura 4.

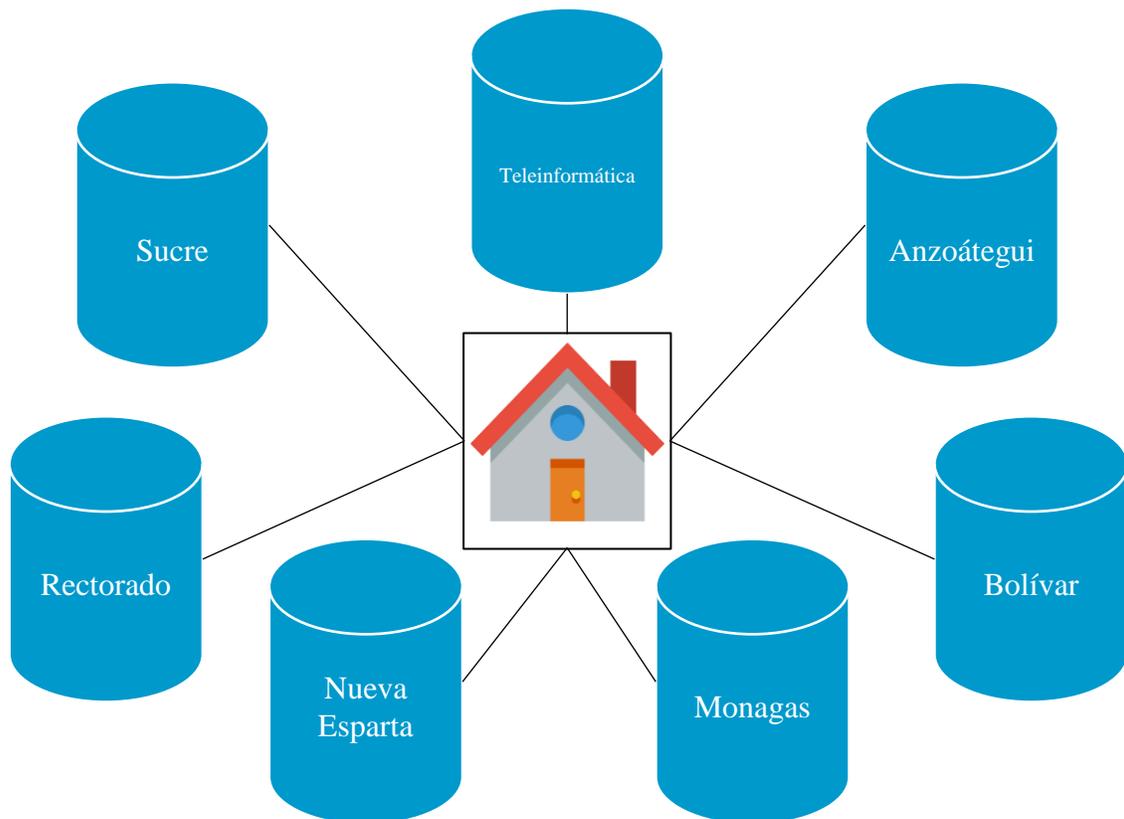


Fig. 4 Esquema de *Pool* de servidores.

En la figura 4, los cilindros representan los *Pool* de XerServers mientras que la casa representa al XenCenter principal y desde el cual se accede a todos los *Pools* de

servidores, permitiendo la gestión de la red de VMs. De acuerdo a la organización de la Universidad de Oriente, el Rectorado y cada núcleo tienen un administrador local que a su vez se presta servicio a sus respectivos núcleos. El diseño propuesto en la figura 4 permite estas tareas, es decir, que los administradores locales tengan un control en sus respectivos *Pools*. Sin embargo, la Coordinación de Teleinformática puede acceder a todos estos *Pools* de requerirse alguna labor de gestión.

Cada uno de los *Pools* de la figura 4 tiene a su vez la estructura que se muestra en la figura 5, en la cual el *Pool* CISC fue creado para las pruebas de ellos en este proyecto.

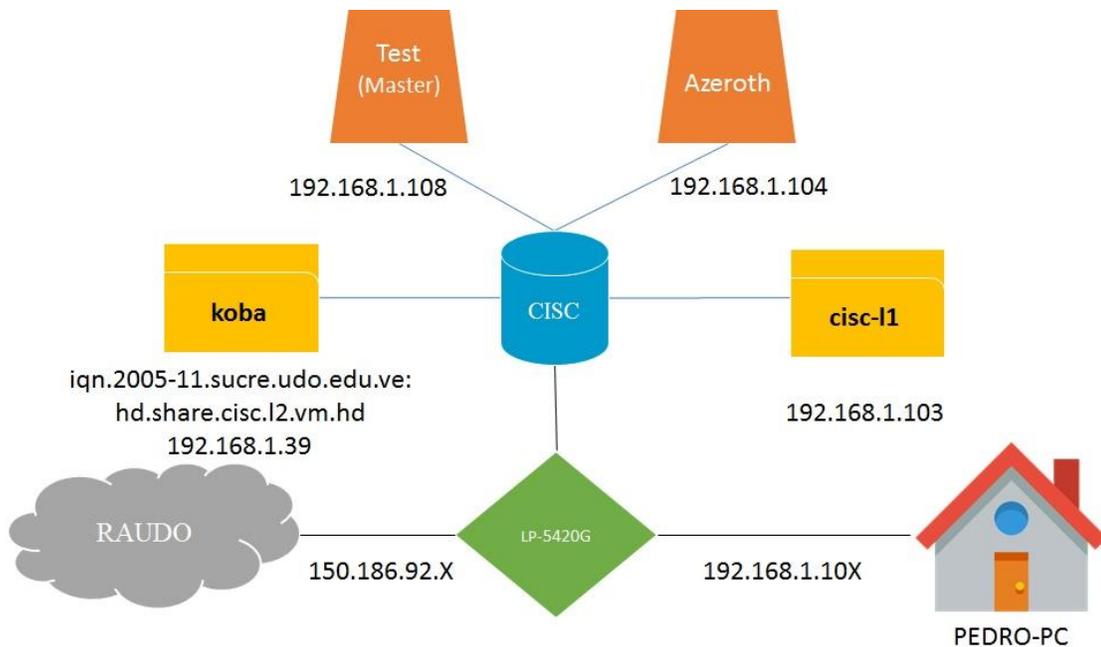


Fig. 5. Esquema de un Pool de XenServers

En la figura 5, los cuadrados representan las VMs en el *Pool*, los trapezoides a los *hosts* XenServers (Test y Azeroth), las carpetas a los servidores *Internet SCSI* (cisc-l2) y *SAMBA* (cisc-l1), el rombo a un enrutador (LP-5420G), la casa a el XenCenter (PEDRO-PC), mientras que la nube representa a la red RAUDO.

De acuerdo a la figura 5, el enrutador LP-5420G está conectado a la red RAUDO, PEDRO-PC y el pool CISC al enrutador LP-5420G y los servidores Test, Azeroth, cisc-

11 y cisc-12 al *Pool* CISC. Las VMs están almacenadas dentro de cisc-12 y son virtualizadas dentro del *Pool* CISC. Finalmente, cisc-11 es un servidor samba utilizado solo para almacenar las imágenes ISO de los programas de instalación de los sistemas operativos.

Se decidió utilizar *Pools* de recursos de XenServers porque permiten enlazar todos sus hosts en una única entidad gestionada (CISC en el caso de la figura 5) que puede a su vez alojar máquinas virtuales. Además, cuando se combina el *Pool* de recursos con el almacenamiento compartido, este permite que las máquinas virtuales se inicien en cualquier *host* XenServer que tenga suficiente memoria y luego se muevan dinámicamente entre los hosts XenServer mientras se ejecutan con un tiempo mínimo de inactividad (XenMotion). Es decir, se puede mover una máquina virtual en ejecución de un sistema *host* físico a otro con una ligera interrupción o tiempo de inactividad. También si un *host* XenServer individual sufre un error de hardware, el administrador puede reiniciar las máquinas virtuales fallidas en otro *host* XenServer en el mismo *Pool* de recursos. Además, si se habilita la alta disponibilidad (HA por sus siglas en inglés) en el *Pool* de recursos, las máquinas virtuales se moverán automáticamente si su host falla (prevención de fallas). Finalmente, se admiten hasta 16 hosts por *Pool* de recursos, aunque esta restricción puede ser deshabilitada.

Direccionamiento, nombres de dominio y protocolos de enrutamiento

Puesto que este proyecto trató solo lo concerniente al esquema de virtualización se decidió conservar el esquema de direccionamiento, nombres de dominio y los protocolos de enrutamiento usados en la red RAUDO.

Seguridad

Las VMs utilizaran las mismas políticas de seguridad aplicadas en RAUDO a los otros servidores puesto que ellas se ven a través de la red como un servidor físico.

DISEÑO FÍSICO DE LA RED

Debido que este proyecto trató solo lo referente al esquema de virtualización se decidió

conservar el diseño físico de la red RAUDO. Durante el proceso de pruebas se utilizó un servidor HP ML 150 G5 (Test, figura 5), una PC Siragon 1320 (koba, figura 5), unas laptops Dell Inspiron 1300 (cisc-11, figura 5) y un enrutador LanPro lp 5420-G. Se añadió también una PC (microprocesador Intel Core i5 2.4GHz, 8GB de memoria principal y 500 GB de disco duro, llamada Azeroth en la figura 5) y una laptop VIT P2400 (PEDRO-PC, figura 5) al Centro de Investigación en Servicios de Computación (CISC), tal como se muestra en la figura 6.

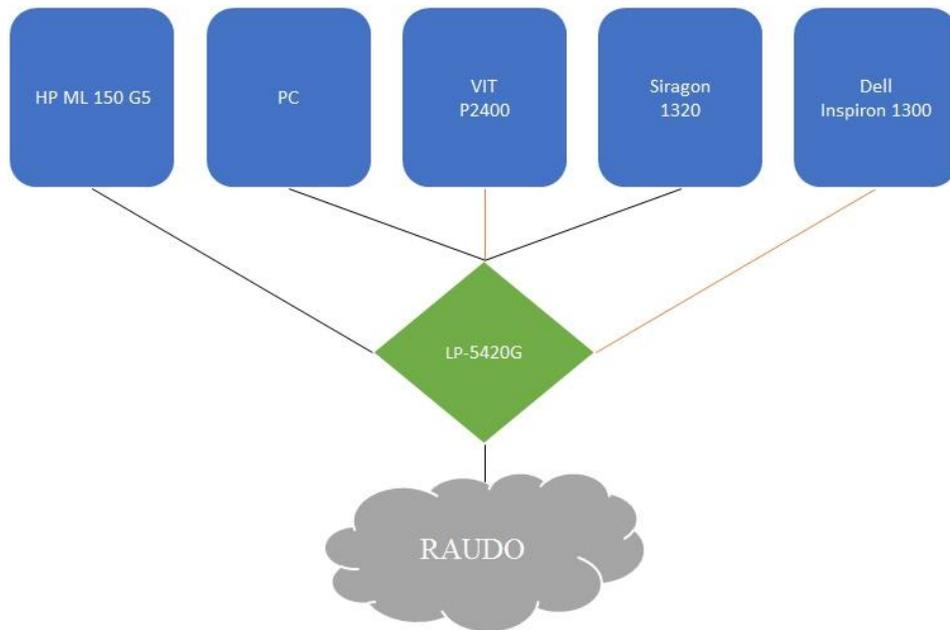


Fig. 6 Diseño Físico del *Pool* CISC

De acuerdo a la figura 6, el servidor HP ML 150 G5 y la PC están conectados vía cable UTP al enrutador LanPro LP-5420G, la VIT P2400 y las dos DELL Inspiron 1300 a este enrutador mediante wifi, mientras que enrutador LanPro LP-5420G está conectado mediante cable UTP a la red RAUDO.

PRUEBA, OPTIMIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

Para las pruebas y optimización de los Pool de XenServer en el esquema de virtualización propuesto en este trabajo se utilizó los esquemas físico y lógico de las

figuras 5 y 6, tal como se mencionó anteriormente. La documentación tanto de los procedimientos como de los esquemas se redactaron a la medida que se realizaron las pruebas.

Las pruebas se diseñaron en cuatro etapas: (i) preparación del entorno de trabajo, (ii) configuración del pool, (iii) Gestión de VMs y (iv) prueba de usuario. Cada una de estas etapas depende de la anterior para ejecutarse.

Preparación del entorno de trabajo

La preparación del entorno de trabajo fue la instalación y configuración de todas las herramientas necesarias para la creación de un *Pool* XenServer. Esta preparación se subdividió en tres etapas: Instalación de XenServer, Instalación de las fuentes de recursos (SR por sus siglas en inglés) e Instalación de XenCenter. Constituyéndose cada una de estas etapas en escenarios de simulación, que permitieron ajustar la configuración del modelo XEN.

Instalación de XenServer

Se instaló XenServer tanto en el servidor HP ML 150 como en la PC (figura 6) utilizando un Pendrive de 8GB. Para instalar XenServer se siguió el procedimiento indicado por Citrix, Inc., (2016):

Crear un Pendrive *bootable* de la imagen ISO de XenServer 7.0 con el programa dd utilizando el comando:

```
“: # dd of="/dev/sdb" if="/home/samba_test/ XenServer-7.0.0-main.iso”
```

Arrancar por usb los servidores para iniciar el programa de instalación de XenServer.

Se desplegará la pantalla de bienvenida del programa de instalación.

Aceptar EULA.

Elegir la opción "*Perform clean installation*".

Elegir el disco donde se desea instalar el XenServer.

Seleccionar el disco donde se alojarán las máquinas virtuales.

Seleccionar el medio de instalación de XenServer.

Configurar el usuario root, las NIC, servidor DHCP, NTP y demás configuraciones.

Seleccionar el botón "*Install XenServer*"

Indicar que no se deseaba instalar paquetes adicionales desde un medio de instalación.

Posteriormente, después de la pantalla de carga, aparecerá el mensaje de instalación completada.

Debido a un mensaje de advertencia en el paso número tres del procedimiento de la instalación de XenServer en la PC requiriendo la opción de virtualización asistida por hardware, se activó esta opción en el bios para proseguir con la instalación.

Instalación de las fuentes de recursos

Para la preparación del entorno de trabajo propuesto en el esquema de virtualización anterior fue necesario instalar un servidor Internet SCSI (ISCSI) y un protocolo de archivos compartidos (SAMBA). Es importante mencionar que se decidió utilizar el protocolo ISCSI para almacenar las VMs porque la opción de un servidor *Network File System* (NFS) presentó problemas cuando se intentó agregar este recurso durante la etapa de configuración del *Pool*.

Configuración de un Target ISCSI

El servidor ISCSI se configuró en una Siragon 1320 y se siguió los siguientes pasos:

Instalar la herramienta de Linux "open-iscsi" utilizando el comando.

```
“: # apt install tgt open-iscsi”
```

Crear una imagen de 15GB para el almacenamiento utilizando el comando.

```
“: # dd if=/dev/zero of=/VMs-share/disk01.img count=0 bs=1 seek=15G”
```

Crear una dirección IQN "iqn.2005-11.ve.edu.udo: cisc.l2.vm.hd".

Crear el target utilizando el comando.

```
“: # tgtadm --lld iscsi --op new --mode target --tid 1 -T iqn.2005-11.sucre.udo.edu.ve:hd.share.cisc.l2.vm.hd”
```

Revisar la creación correcta del target utilizando el comando.

```
“: # tgtadm --lld iscsi --op show --mode target”
```

Adjuntar la imagen al target ISCSI utilizando el comando.

```
“: # tgtadm --lld iscsi --op new --mode logicalunit --tid 1 --lun 1 -b /VMs-  
share/disk01.img”
```

Permitir que todos los "iniciadores" se unan al target iqn.2005-11.sucre.udo.edu.ve:hd.share.cisc.l2.vm.hd, utilizando el comando.

```
“: # tgtadm --lld iscsi --op bind --mode target --tid 1 -I ALL”
```

Revisar la configuración correcta del target ISCSI utilizando el comando.

```
“: # iscsiadm --mode discovery --type sendtargets --portal 192.168.1.39”
```

Para hacer persistente la configuración.

```
“: # tgt-admin --dump > /etc/tgt/tgt.config”
```

Instalación de SAMBA

Se utilizó un servidor samba ya configurado y alojado en cisc-11, el cual estaba disponible en el Centro de Investigación en Servicios de Computación. Por lo tanto, para preparación del entorno de trabajo, solo se copiaron al servidor samba las imágenes ISO necesarias para la etapa de instalación de VMs en la carpeta compartida.

Instalación de XenCenter

Se instaló XenCenter en la VIT P2400 (figura 6) y se siguió el procedimiento indicado por Citrix, Inc., (2016):

Acceder al host XenServer a través de un navegador web a la dirección 192.168.1.108.

Descargar el programa de instalación de XenCenter del host XenServer.

Ejecutar el programa de instalación en la PC VIT P2400.

Seguir los pasos del programa de instalación.

En la figura 7 se muestra una captura de pantalla durante el proceso de instalación de XenCenter.

Configuración del *Pool*

Esta etapa se refirió a la creación del *Pool* CISC y la adición de los recursos creados en la etapa de Instalación de las fuentes de recursos, la cual fue explicada anteriormente. Esta configuración se subdividió a su vez en tres sub-etapas que corresponden respectivamente a la creación de un *Pool*, adición de un nuevo servidor y la adición de una nueva SR.

Creación de un Pool

Para crear el *Pool* CISC se siguió los mismos pasos del procedimiento que se utilizan en la creación de cualquier *Pool*:

Abrir XenCenter.

Presionar el botón de "New Pool" en la barra de herramientas del XenCenter, señalado con el rectángulo en la figura 8.

Llenar los campos de nombre y descripción en la ventana de dialogo que se desplegó al presionar el botón "New Pool", señalado con el rectángulo 1 en la figura 9.

Seleccionar el servidor master del *Pool* (ver el rectángulo 2 en la figura 9). En este paso se pueden también agregar más servidores que funcionaran como esclavos.

Presionar el botón de "*Create Pool*" en la ventana de dialogo.

Adición de un nuevo servidor

Para añadir un servidor XenServer (Azeroth, figura 5) se siguió los pasos del procedimiento utilizado para añadir cualquier servidor al *Pool* mediante XenCenter:

Abrir XenCenter

Dar clic secundario en el *Pool*

Seleccionar la opción "*Add Server*", señalado con un rectángulo en la figura 10.

Seleccionar la sub-opción "Add New Server", indicado con un rectángulo en la figura 11.

Completar los campos de dirección IP, usuario y contraseña, señalados en conjunto

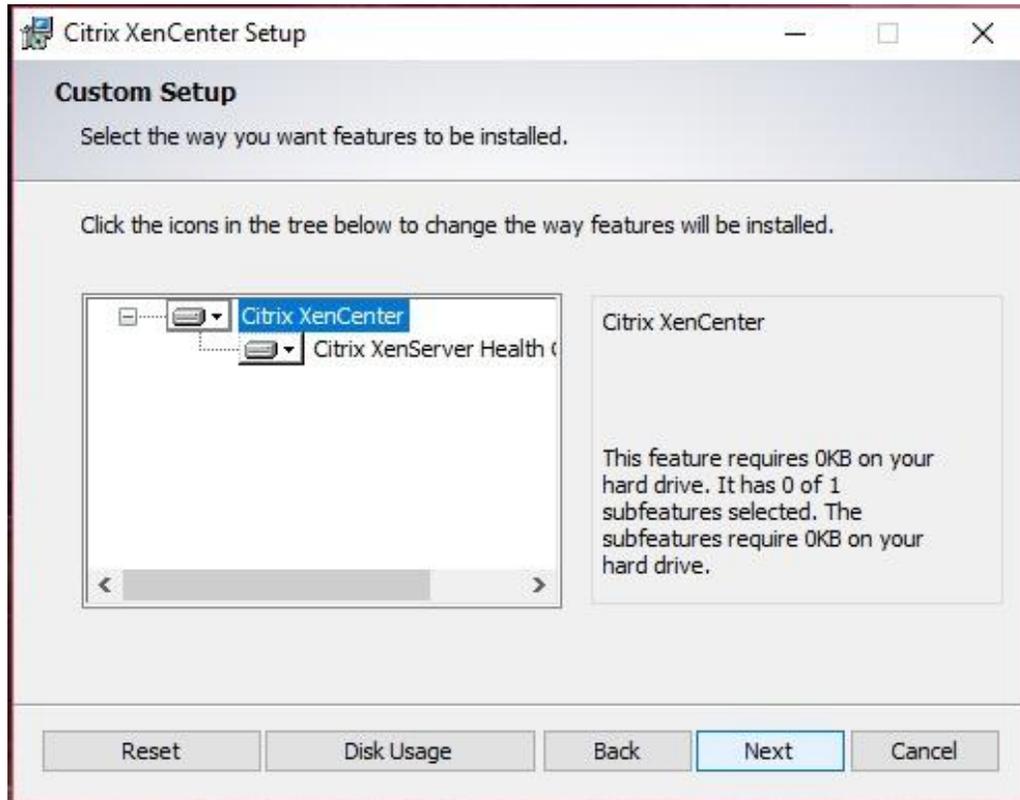


Fig. 7 Xencenter Setup

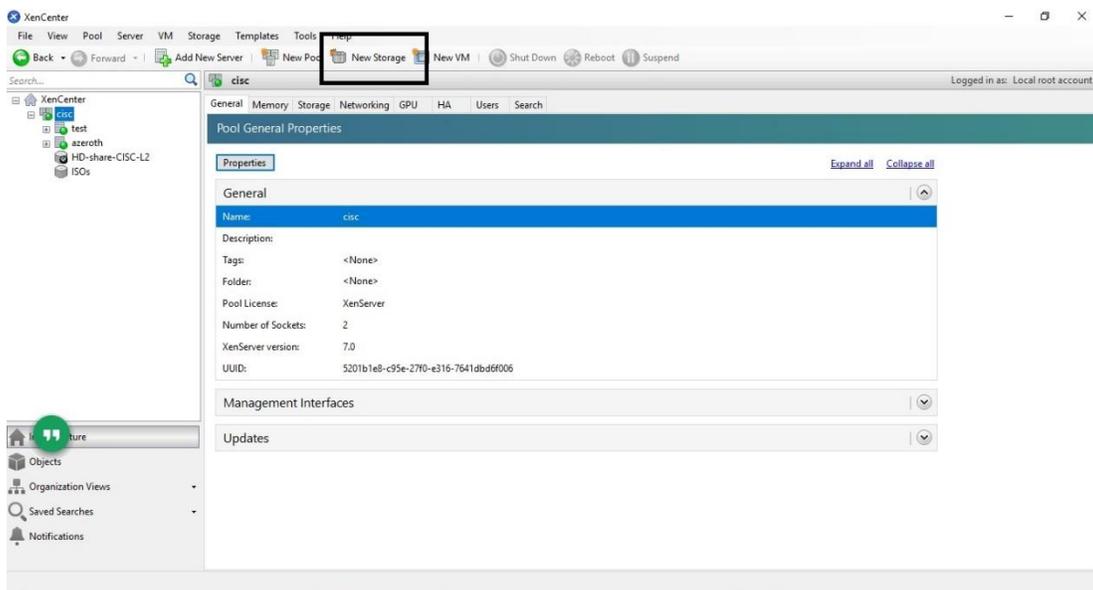


Fig. 8 Botón “New Pool”

con el rectángulo 1 en la figura 12.

Presionar el botón "Add New Server", indicado con el rectángulo 2 en la figura 12.

Es importante mencionar que durante el proceso de adición de Azeroth al Pool CISC (figura 5), hubo una advertencia del intento de agregar el servidor "Azeroth" a un Pool que está utilizando CPUs con características más antiguas y por lo tanto las VMs que se ejecutarán en el Pool sólo utilizarán la característica de CPU común a todos los servidores del Pool. En la figura 15 se muestra una captura de pantalla del mensaje, el cual fue ignorado presionando el botón “Proceed” mostrado con un rectángulo en la misma figura.

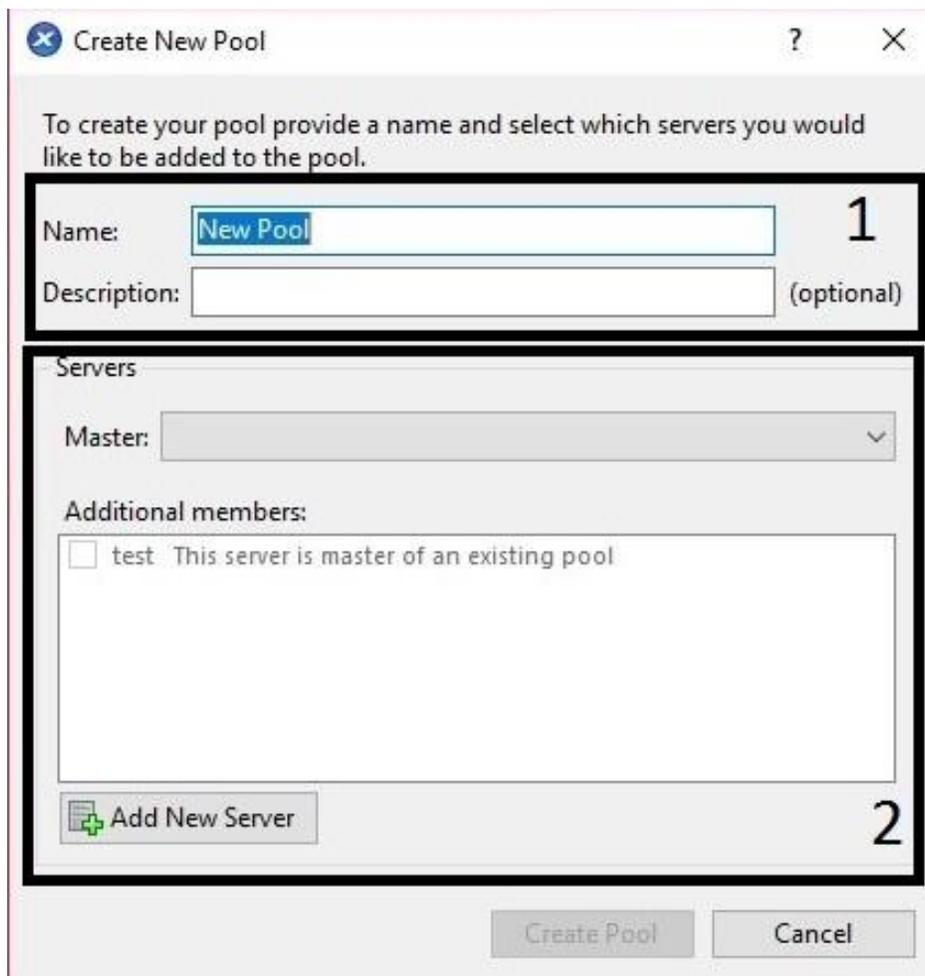


Fig. 9 Dialogo de creación de *Pool*

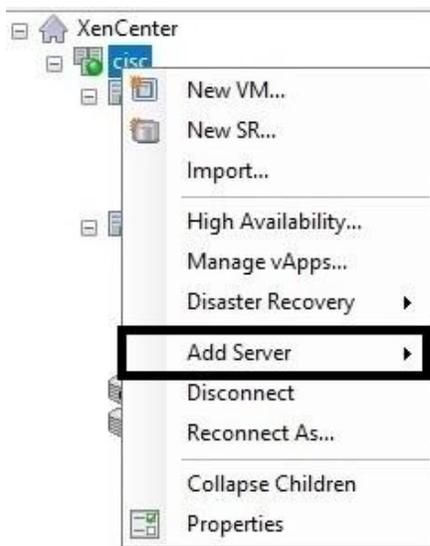


Fig. 10 Botón “Add Server”

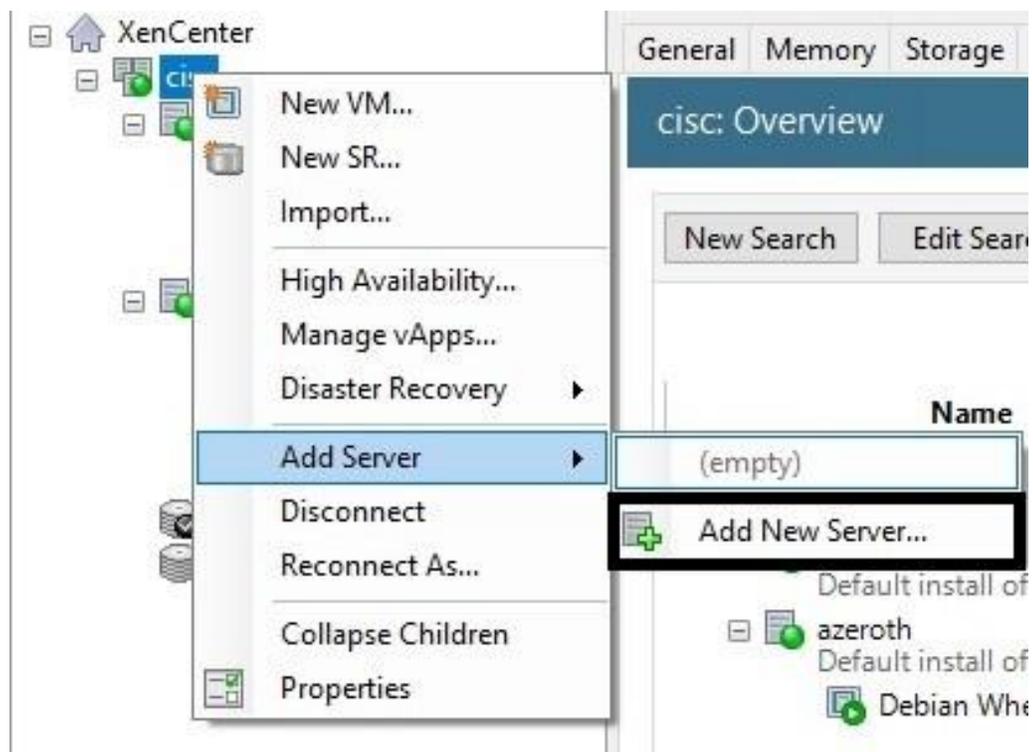


Fig. 11 Botón “Add New Server”

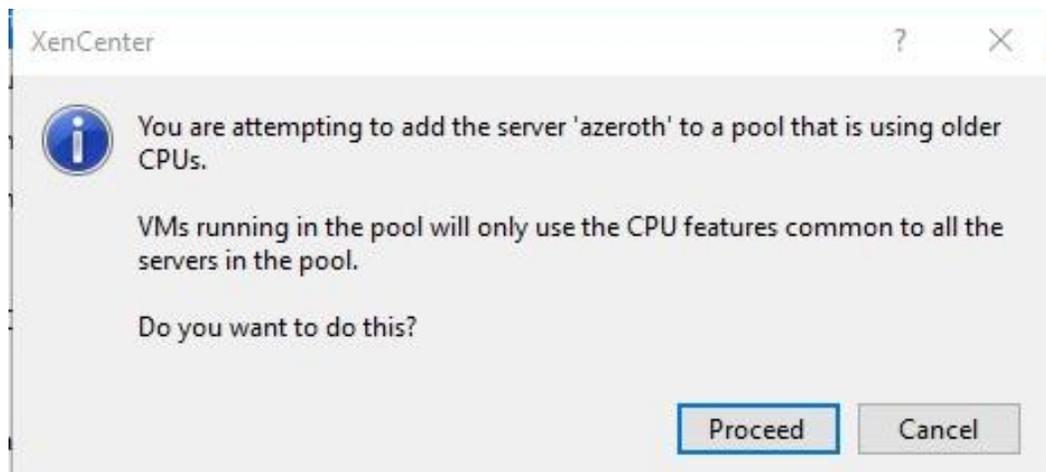


Fig. 12 Mensaje de advertencia durante la adición de Azeroth al *Pool* CISC

Las pruebas permitieron mostrar que esta advertencia ocurrió debido a una restauración de la configuración del BIOS del servidor HP (Test, figura 5), la cual se realizó para corregir otro problema (encendido incorrecto) de este servidor. Esto le desactivó la virtualización asistida por *hardware* y causó problemas al tratar de virtualizar con otra técnica distinta a la paravirtualización, tales como (i) la incapacidad del *Pool* para virtualizar CPUs de 64bit y (ii), en los sistemas operativos de 32bit, problemas con el iPXE (Implementation of the Preboot eXecution Environment) y el apagado inmediato al encendido de la VM en el proceso de virtualizar sistemas operativos Windows. Para solucionar estos problemas se activó la virtualización asistida por *hardware* en el BIOS del servidor HP (Test, figura 5).

Adición de una nueva SR

Esta etapa trató lo concerniente a la adición de recursos de almacenamiento y repositorios de imágenes ISO, la cual se subdividió en dos sub-etapas: Adición de un almacenamiento ISCSI y Adición de un repositorio de ISOs.

Adición de un almacenamiento ISCSI

Para añadir una unidad de almacenamiento compartido con el protocolo ISCSI a un *Pool* XenServer (CISC, figura 5) se siguió el siguiente procedimiento:

Abrir XenCenter

Seleccionar el *Pool* (ver el rectángulo en la figura 13).

Presionar el botón "*New Storage*" en la barra de herramientas, el cual se señaló con un rectángulo en la figura 14.

Seleccionar "ISCSI" y presionar el botón "*Next*", señalado con un rectángulo en la figura 15.

Agregar el nombre y la descripción del repositorio y presionar el botón "*Next*", indicado con un rectángulo en la figura 16.

Agregar la dirección IP y puerto del servidor, así como el usuario y la contraseña (ver el rectángulo 1 en la figura 17).

Presionar "*Scan Target Host*"

Seleccionar el *Target IQN* y *Target LUN* (ver el rectángulo 2 en la figura 17).

Presionar el botón "*Finish*", señalado con un rectángulo sin numeración en la figura 15.

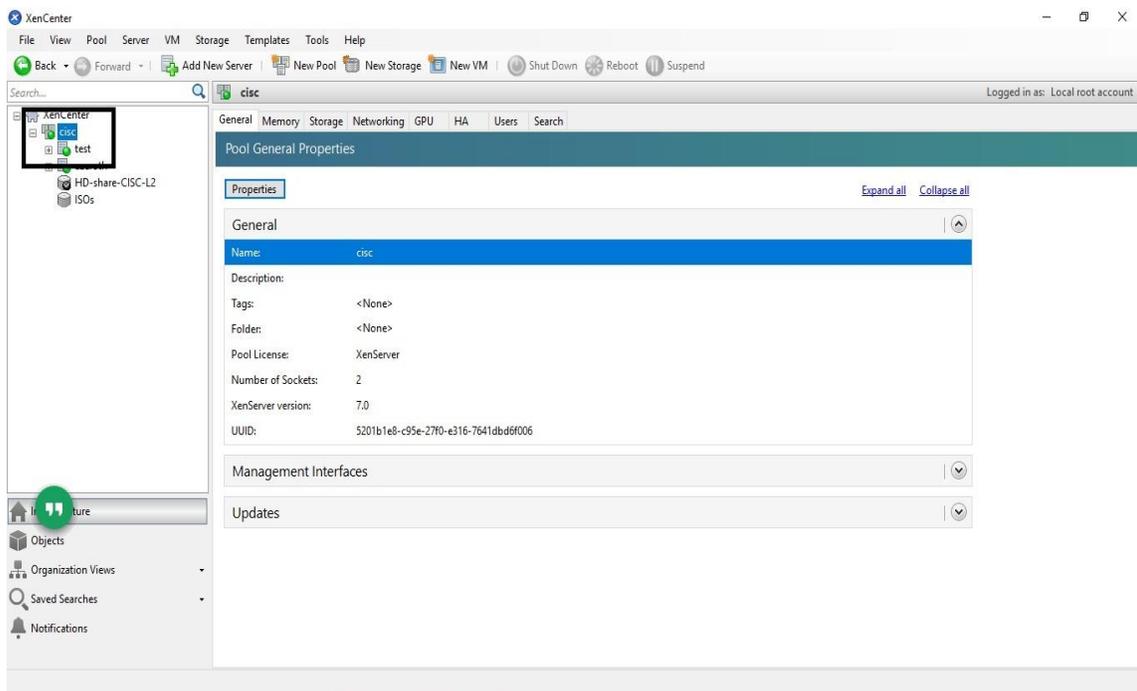


Fig. 13 *Pool CISC*

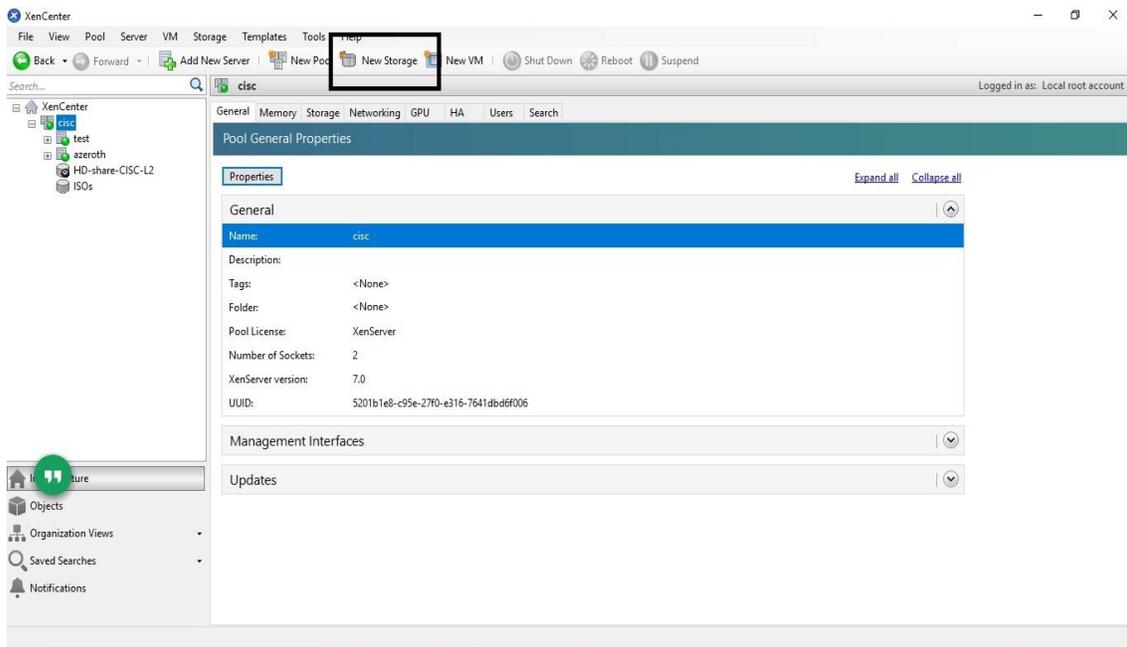


Fig. 14 Botón “New Storage”

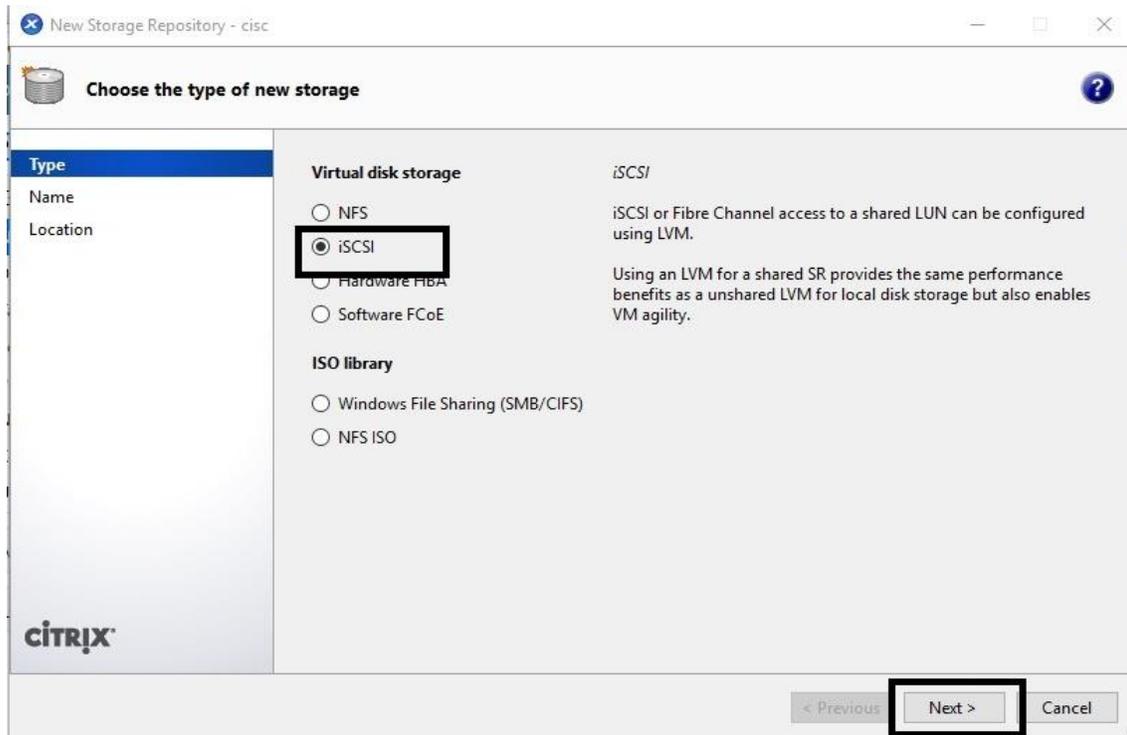


Fig. 15 Tipo de almacenamiento iSCSI

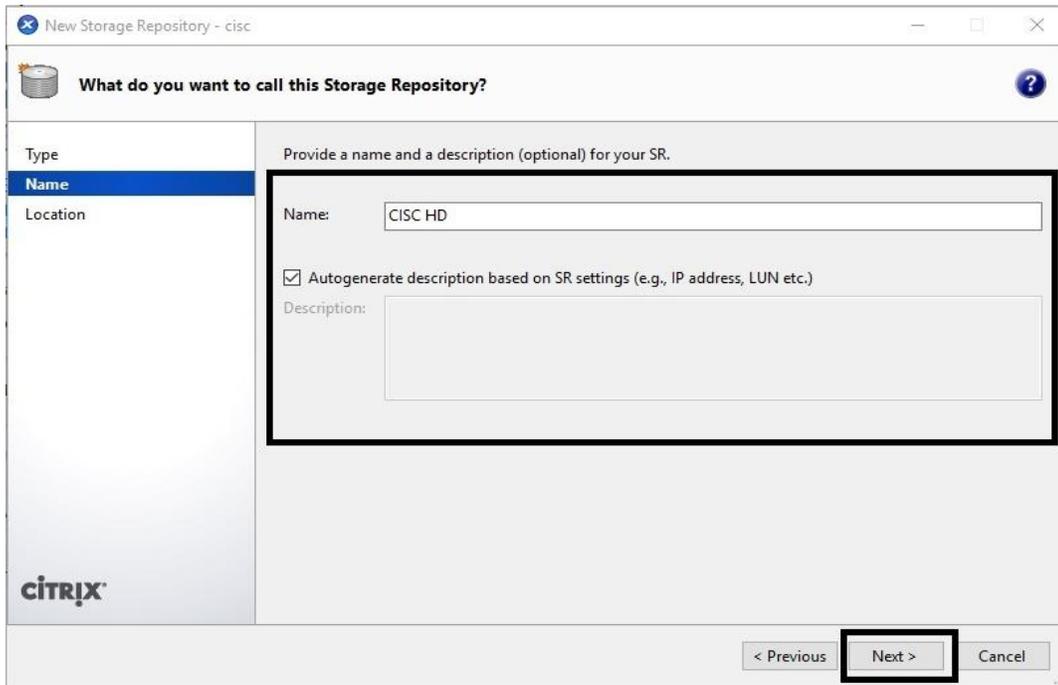


Fig. 16 Nombre y descripción de la unidad de almacenamiento ISCSI

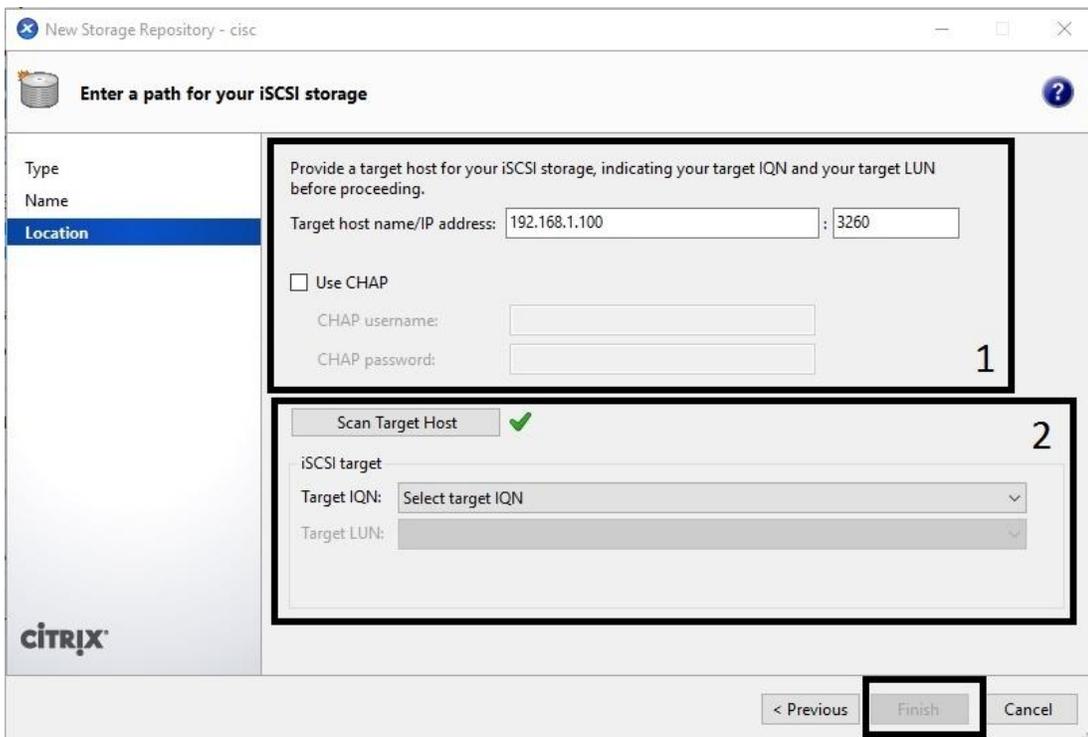


Fig. 17 Datos de conexión del Target ISCSI

Adición de un repositorio de ISOs

Para añadir un repositorio de ISO a un *Pool* XenServer (CISC, figura 5) se siguió los siguientes pasos:

Abrir XenCenter.

Seleccionar el Pool (ver el rectángulo en la figura 13).

Presionar el botón "New Storage" en la barra de herramientas, el cual se señaló con un rectángulo en la figura 14.

Seleccionar "*Windows File Sharing (SMB/CIFS)*" y presionar el botón "Next", indicado con un rectángulo en la figura 18.

Agregar el nombre y la descripción del repositorio y presionar el botón "Next", señalado con un rectángulo en la figura 19.

Agregar la dirección de la carpeta, servidor y usuarios (ver el rectángulo 1 en la figura 20).

Presionar el botón "*Finish*", señalado con un rectángulo 2 en la figura 20.

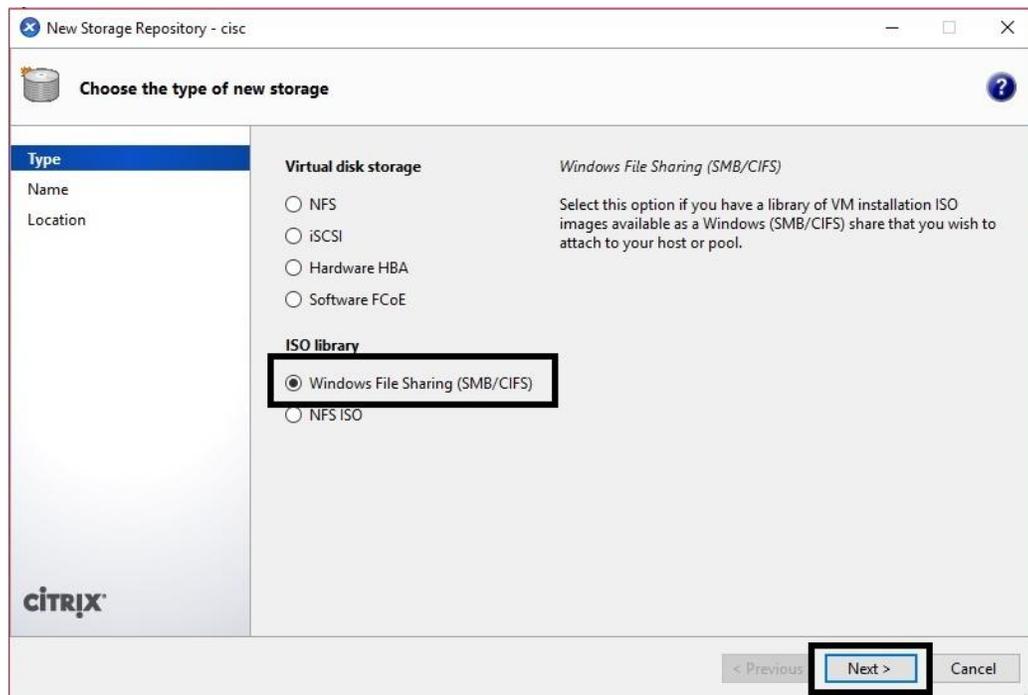


Fig. 18 Tipo de almacenamiento *Windows File Sharing (SMB/CIFS)*

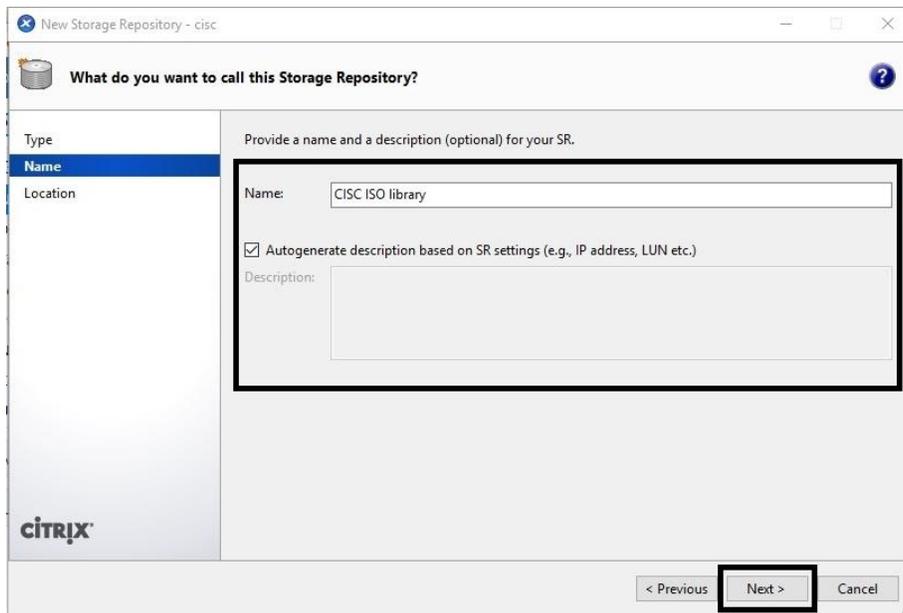


Fig. 19 Nombre y descripción del repositorio ISO

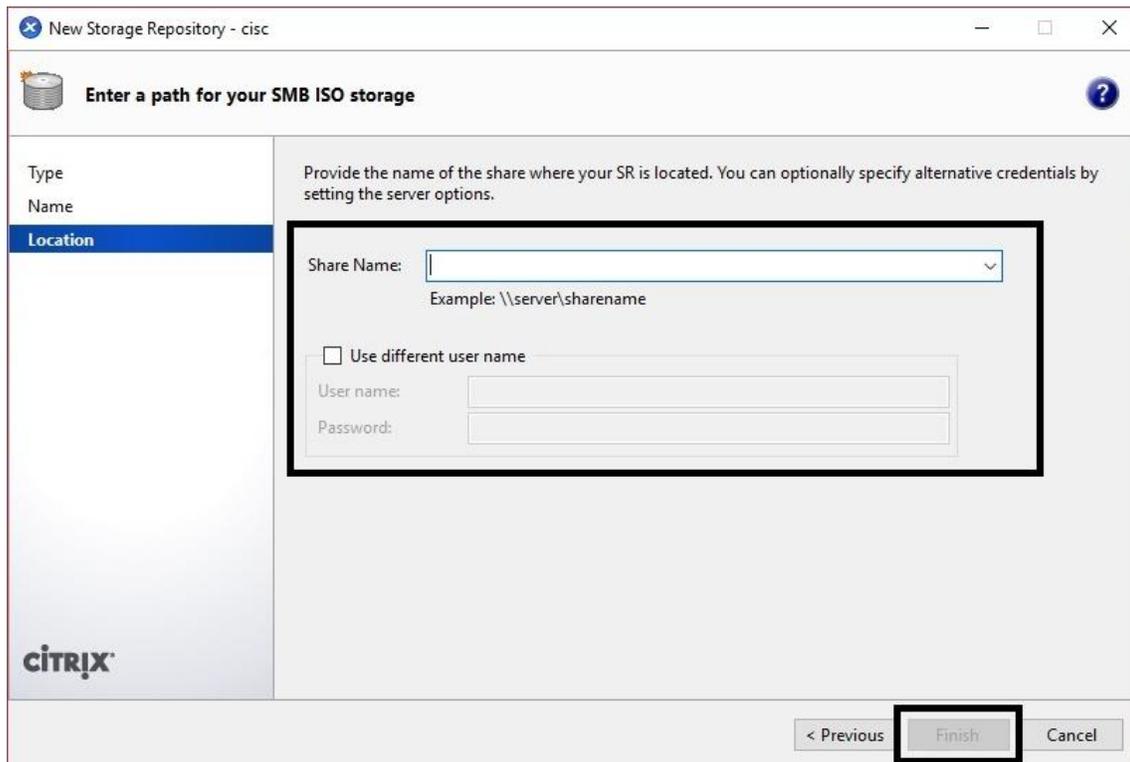


Fig. 20 Datos de conexión del servidor SAMBA

Gestión de VMs

Esta etapa se limitó a la gestión de las VMs en el Pool CISC (ver la figura 5). En general se entiende por gestión a las operaciones para la creación de una VM, su configuración con un sistema operativo invitado, su modificación, mantenimiento, optimización de su funcionamiento, administración, configuración de las opciones de su red y las operaciones para replicar una VM. Sin embargo, se describieron en esta sección sólo las operaciones importantes más utilizadas en la gestión de VMs: la creación y configuración de una VM, su creación a partir de plantillas, su migración de un XenServer a otro, su importación al *Pool* como también de su plantilla, su encendido, apagado, reinicio y suspensión.

Instalación de VMs

Esta etapa se refirió a la creación y configuración de VMs en el *Pool* CISC (ver la figura 5). Para la instalación de VMs se siguió los pasos del procedimiento utilizado en la creación de una VM cualquiera en un *Pool* mediante XenCenter:

Abrir XenCenter.

Seleccionar el Pool (ver el rectángulo en la figura 13).

Presionar el botón de "New VM" en la barra de herramientas, el cual fue señalado con un rectángulo en la figura 21.

Seleccionar la plantilla para el sistema operativo y presionar el botón "Next", ambos mostrados respectivamente con los rectángulos de la figura 22.

Agregar el nombre y descripción de la VM, y presionar el botón "Next", ambas acciones indicadas respectivamente con los rectángulos de la figura 23.

Seleccionar el medio de instalación y presionar el botón "Next", ambos mostrados respectivamente con los rectángulos de la figura 24.

Seleccionar donde se desea instalar la VM y presionar el botón "Next", ambos indicados respectivamente con los rectángulos de la figura 25.

Especificar las características de la CPU y presionar el botón "Next", ambos mostrados respectivamente con los rectángulos de la figura 26.

Especificar las características de la GPU y presionar el botón "*Next*", las cuales fueron señalados respectivamente con los rectángulos de la figura 27.

Especificar características de almacenamiento y presionar el botón "*Next*", ambos indicados respectivamente con los rectángulos de la figura 28.

Especificar las características de redes y presionar el botón "*Next*", mostrados respectivamente con los rectángulos de la figura 29.

Verificar que todo está configurado como se desea en la información señalada con uno de los rectángulos de la figura 30.

Presionar el botón "*Create now*", indicado con uno de los rectángulos de la figura 30.

Durante el proceso de instalación de VMs es posible que sucedan problemas como por ejemplo que la VM no es virtualizada de la forma deseada (Paravirtualización en vez de virtualización asistida por hardware) o problemas de incompatibilidad con la arquitectura del procesador. Para solucionar estas dificultades se pueden utilizar procedimientos alternativos, de los cuales destaca la importación de una imagen preconstruída de VM que es un respaldo de esa VM previamente instalada, configurada y probada. También se pueden utilizar plantillas de instalación de sistemas operativos compatibles, p. ej., utilizar la plantilla de Debian 7 x64 para instalar una VM con un sistema operativo invitado Ubuntu Server 16.04.

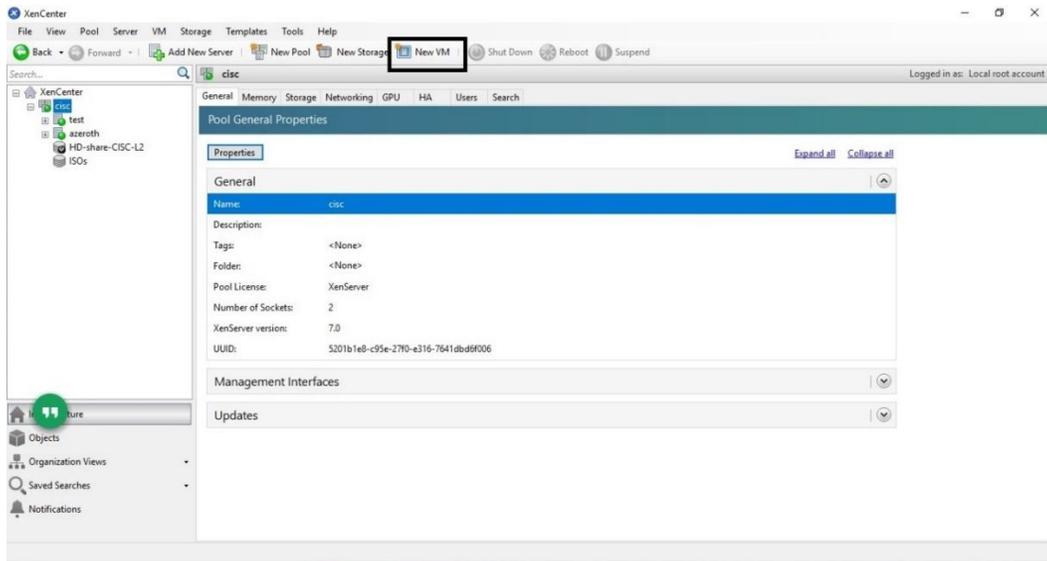


Fig. 21 Botón “New VM”

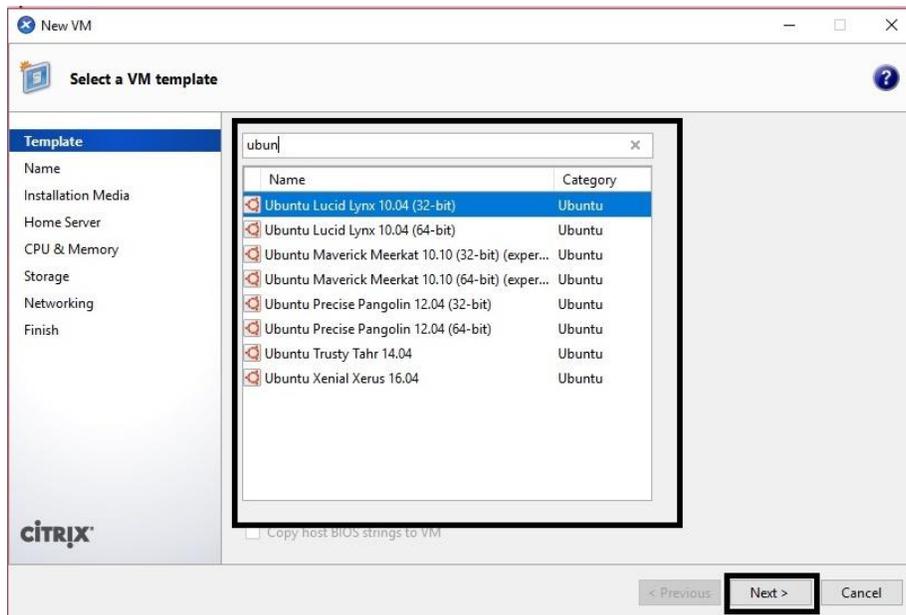


Fig. 22 Selección de plantilla

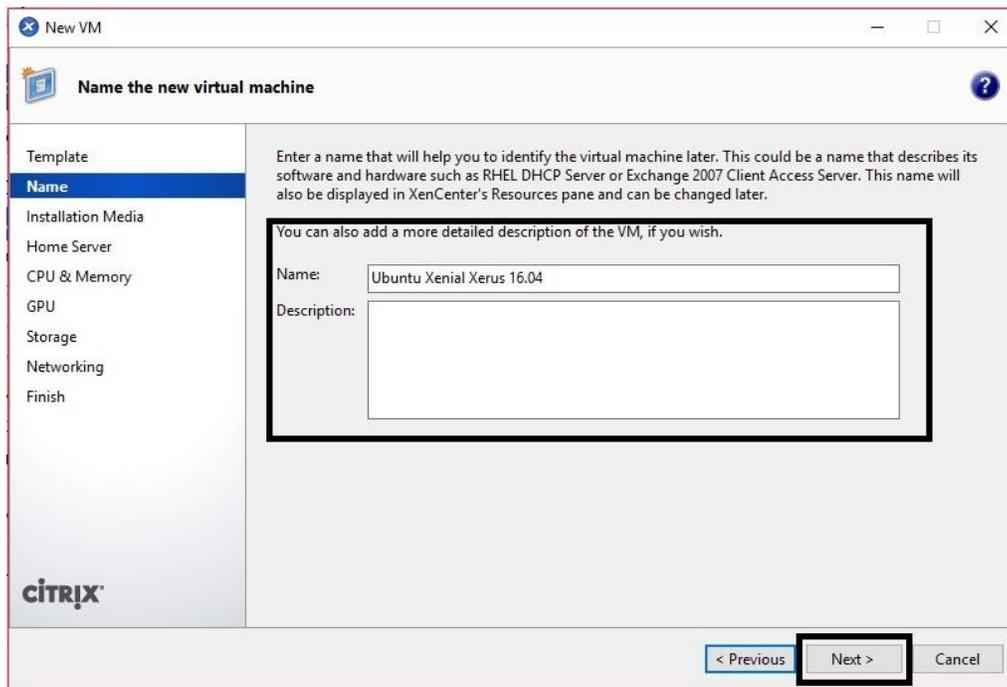


Fig. 23 Nombre y descripción de la VM

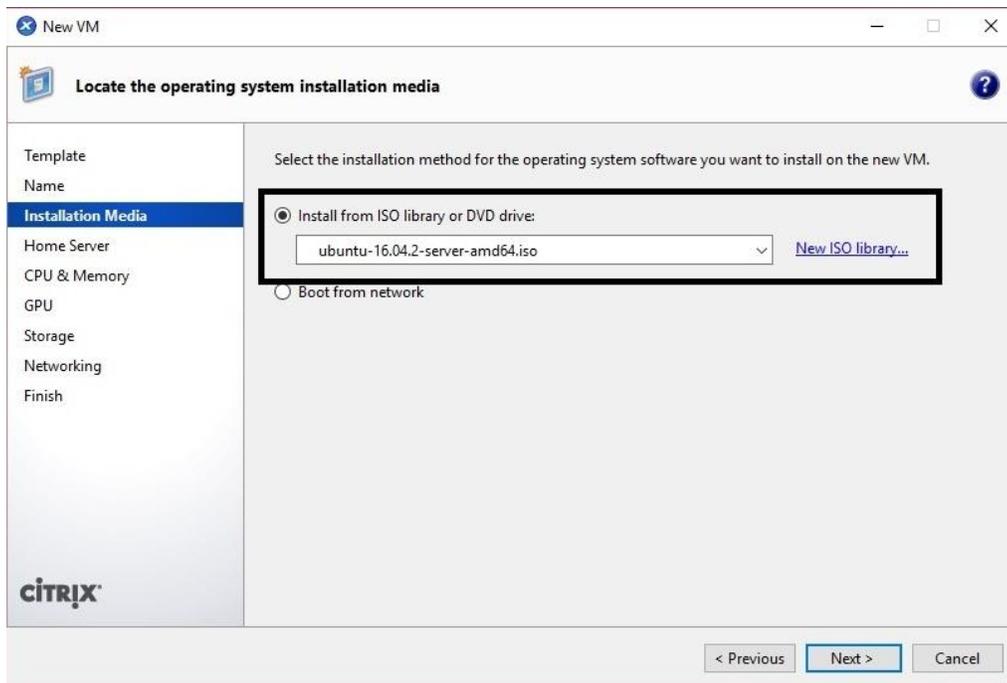


Fig. 24 Selección del medio de instalación

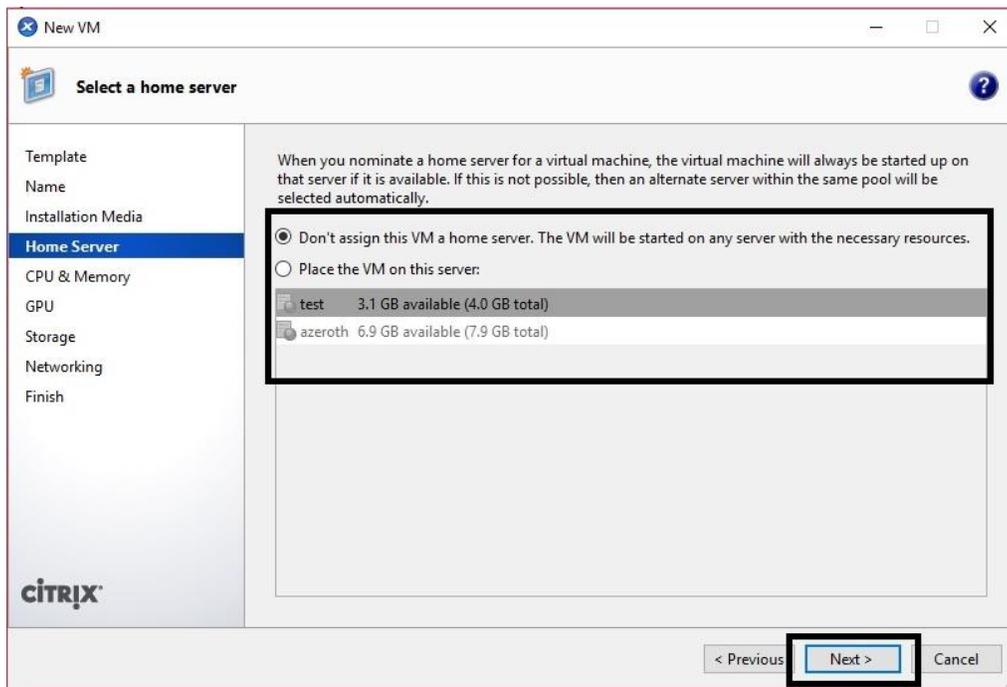


Fig. 25 Selección del lugar de instalación de la VM

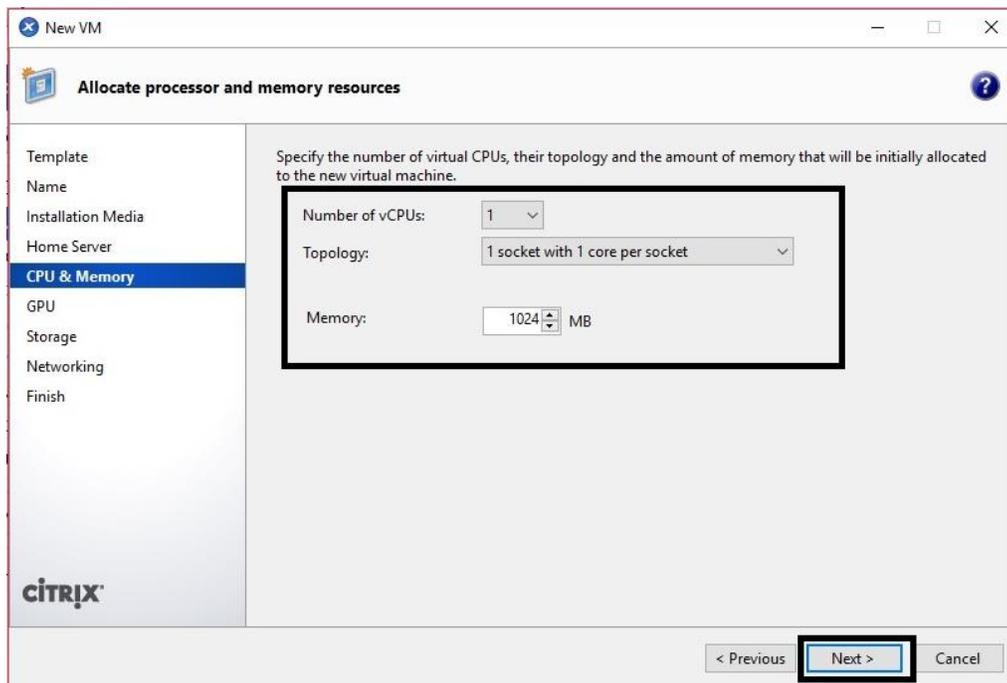


Fig. 26 Especificaciones de CPU de la VM

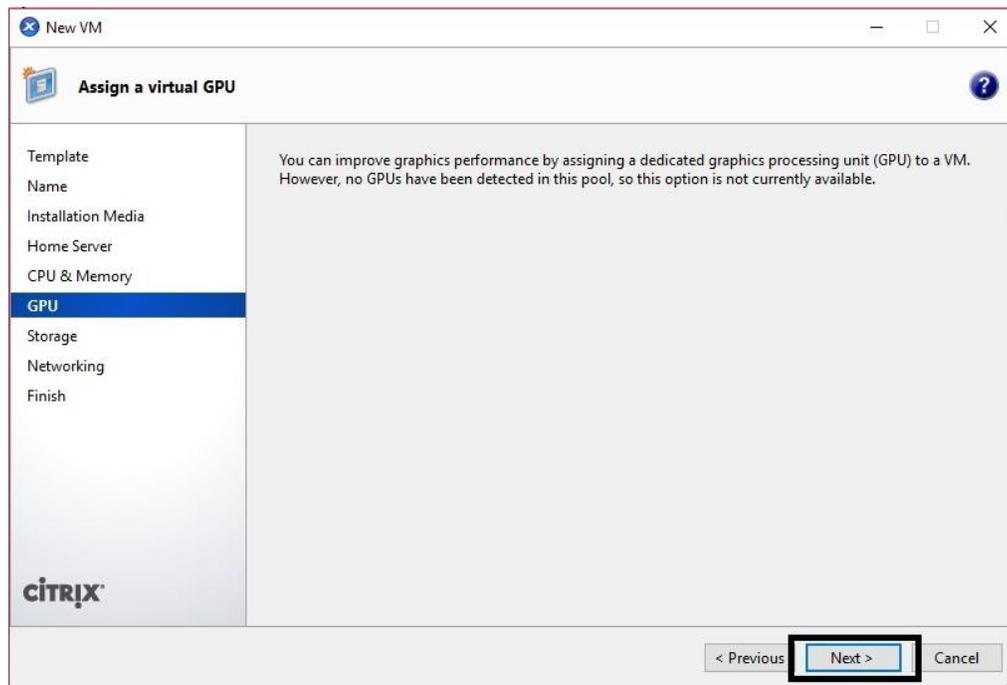


Fig. 27 Especificaciones de GPU de la VM

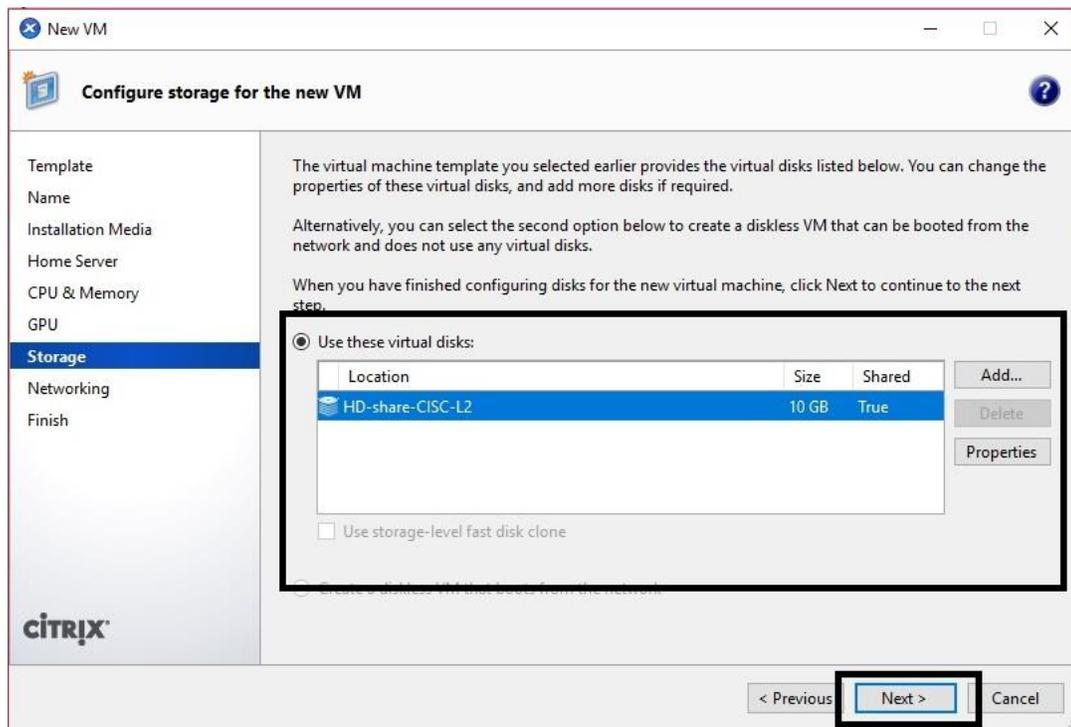


Fig. 28 Especificaciones de almacenamiento de la VM

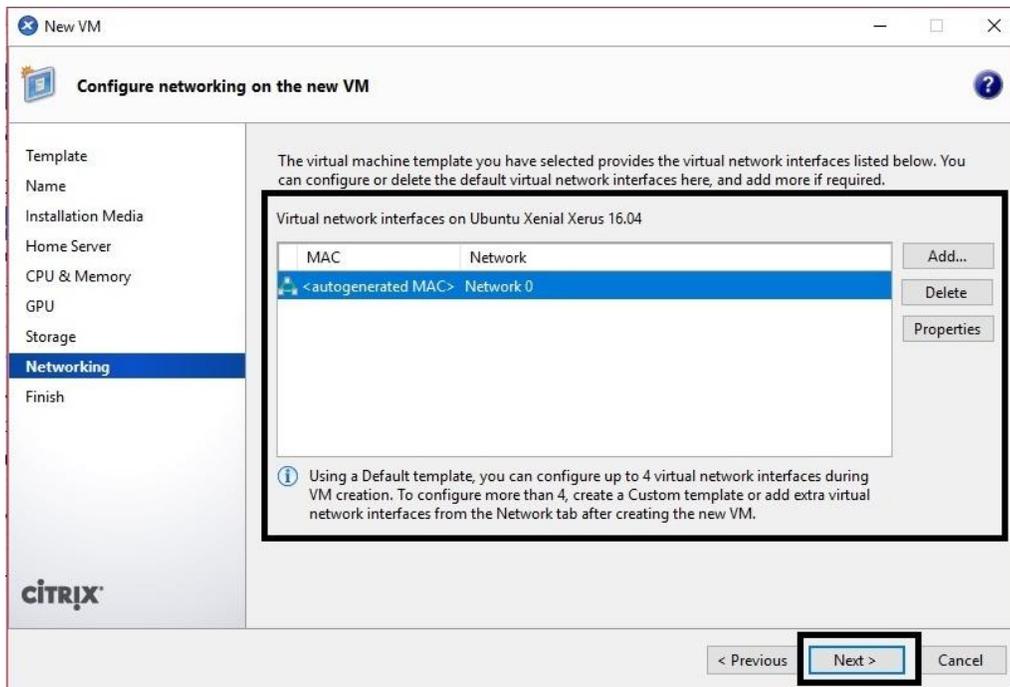


Fig. 29 Especificaciones de red de la VM

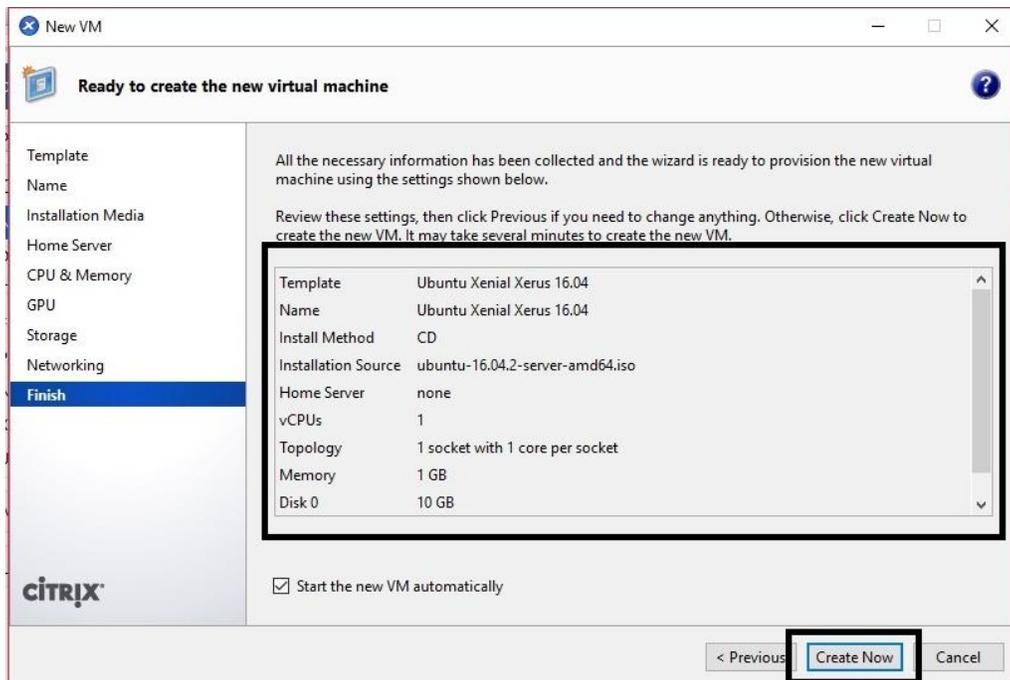


Fig. 30 Datos de especificaciones de la VM

Eliminar VM

Para realizar el encendido o arranque, apagado, reinicio y suspensión de una VM o XenServer se debe seguir el siguiente procedimiento:

Abrir XenCenter.

Presionar el clic secundario sobre la VM.

Presionar el botón “*Delete VM*”

Presionar el botón “*Delete VM*”

Creación de Plantillas personalizadas

Para crear plantilla personalizada se debe tener una VM previamente instalada y configurada, luego de cumplir ese único requisito se debe seguir el siguiente procedimiento:

Abrir XenCenter.

Apagar la VM a convertir en plantilla.

Presionar el clic secundario sobre la VM.

Presionar el botón “*Convert to Template*”.

Crear VM a partir de plantillas

Se puede crear VMs a partir de plantillas de dos formas: (i) a través del procedimiento explicado en la sección Instalación de VMs, o (ii) con el siguiente procedimiento.

Abrir XenCenter.

Presionar el clic secundario sobre la plantilla.

Presionar el botón “*Quick create*”.

Automáticamente creara una VM a partir de la plantilla.

Migración de una VM

Para migrar una VM de un XenServer a otro se debe seguir el siguiente procedimiento:

Abrir XenCenter.

Presionar el clic secundario sobre la VM.

Presionar el botón “*Migrate*”.

Seleccionar el servidor al que se desea migrar la VM.

Presionar el botón “*Migrate*”.

Importar VM y Plantillas

El proceso para importar un archivo (tanto de una VM como de una plantilla) al *Pool* se realiza con los siguientes pasos:

Abrir XenCenter.

Seleccionar el *Pool* (ver el rectángulo en la figura 11).

Presionar el clic secundario del ratón sobre el *Pool*.

Presionar el botón importar.

Seleccionar el archivo que se desea importar.

Indicar donde se hospedará el archivo que se restaurará.

Indicar donde se almacenará el archivo que se restaurará.

Verificar que todo está bien configurado.

Presionar el botón “*Import*”.

Importar VMs y plantillas es un método ampliamente utilizado por los administradores de XenServers y muchos de estos recursos (VMs y plantillas) están disponibles gratuitamente en la WEB, lo que facilita el trabajo de configuración de nubes privadas y servidores tales como servidores WEB y FTP.

Encender, apagar, reiniciar y suspender una VM o XenServer

Para realizar el encendido o arranque, apagado, reinicio y suspensión de una VM o XenServer se debe seguir el siguiente procedimiento:

Abrir XenCenter.

Presionar el clic secundario sobre la VM o XenServer.

Presionar uno de los tres botones “*Start*”, “*Shut down*”, “*Reboot*” y “*Suspend*”, dependiendo de la acción que desea realizar.

RESULTADOS

Con la aplicación de los instrumentos de recolección de información (entrevista y encuesta) se precisaron las metas técnicas y de negocio de la Coordinación de Teleinformática como también sus necesidades. Además, se describió la red existente, incluyendo su topología lógica y física, como también su rendimiento. Por último, se estudiaron los planes futuros de la red, incluido el flujo de tráfico, la carga, los requisitos de rendimiento, seguridad, manejo de fallas, gestión y de configuración del servicio.

Con los datos recolectados tanto en la encuesta como en la entrevista se concluyó que las metas de negocio de la Coordinación de Teleinformática son: i) reducir los costos de tecnología, ii) ofrecer un mejor soporte a los usuarios, iii) modernizar las tecnologías actuales de virtualización, iv) hacer más eficientes los centros de datos de la Universidad de oriente, y v) corregir los problemas que presenta el actual esquema de virtualización.

Se concluyó que el alcance más apropiado al proyecto fue un diseño de red empresarial puesto que la red de la Universidad de Oriente está compuesta por redes locales y estas a su vez por otras más pequeñas. Se concluyó también que debido a los escasos recursos disponibles es necesario el desarrollo de un esquema de virtualización con los diferentes sistemas operativos utilizados para optimizar el uso de los recursos a través de VMs y que también mejore y facilite la gestión de las mismas.

Para satisfacer los requerimientos y necesidades antes planteados se desarrolló un esquema de virtualización bajo plataforma Xen con un diseño lógico modular basado en *Pool* de XenServer que permitió una administración usable y remota de los *Pool* a través de XenCenter, además de mecanismos que mejoraron la disponibilidad (HA) y tolerancia a fallos respecto al esquema usado anteriormente. El diseño lógico también incluyó la planificación de la seguridad, el diseño de la gestión de red y la selección de los proveedores de servicios que satisfagan los requisitos planteados.

Se realizó un plan de prueba para un prototipo que permitió la optimización del diseño de la red y la documentación del mismo. Las pruebas y optimización del esquema de

virtualización propuesto en este trabajo se realizaron con los equipos del CISC, además de la incorporación de una PC y una laptop VIT P2400. Se demostró que las instalaciones de XenServer y XenCenter fueron unos procesos intuitivos de fácil realización que no necesitan expertos en el área si se siguen los procedimientos reportados en este trabajo. Las VMs se almacenaron en un *Target* ISCSI.

Inicialmente se intentó agregar un recurso de almacenamiento NFS, sin embargo, este recurso falló durante el proceso de su adición al Pool. Esto justifico el uso de ISCSI como unida de almacenamiento de red, el cual se añadió exitosamente sin ninguna dificultad. El protocolo ISCSI ofrece además una mejor administración de recurso ya que permite adjuntar volúmenes lógicos e imágenes, por lo tanto, decidir la cantidad exacta de recurso a asignar.

Nuestros resultados mostraron que siguiendo los pasos indicados en la etapa de Creación de un *Pool*, este último se creó sin ninguna dificultad y pudo accederse desde el XenCenter. También se logró añadir con éxito y sin obstáculos un XenServer (Azeroth) al *Pool* CISC, a pesar de un mensaje de advertencia del intento de agregar un CPU con características antiguas al *Pool*. Lo que sugiere la recomendación de utilizar CPUs de la misma familia y características similares (de preferencia el mismo modelo de CPU), aunque no es una limitante importante puesto que en este proyecto se utilizó una CPU de la familia i5 y otra de la familia Xeon.

Durante la etapa de Gestión de VMs se logró instalar las máquinas virtuales XOA5, Ubuntu 14.04, Centos 7 y Debian 7 (64bit), importar las plantillas Ubuntu 14.04 Template y Centos 7 Template, así como crear la plantilla Debian 7 (64bit) Template. Igualmente se logró eliminar, migrar apagar, encender y reiniciar las VMS. Por último, También se logró la virtualización de varios kernel, tales como Linux, RHEL y Windows.

Durante el proceso de instalación de la VM de Windows se tuvo un problema de inestabilidad en la red debido a que el enrutador se caía por el alto tráfico de datos y la limitación de ser un equipo recuperado de una reparación. Es importante mencionar que

las imágenes ISO de Windows son en general grandes, lo que sostiene un alto tráfico de datos durante un tiempo más extenso de lo habitual para ese tipo de ISO. En la figura 31 se muestra el tráfico de la red y operaciones en el disco de la VM durante la instalación de Windows. Se intentó esta instalación con varias imágenes ISO con el mismo resultado, lo que sugiere que el problema fue principalmente la inestabilidad de la red.

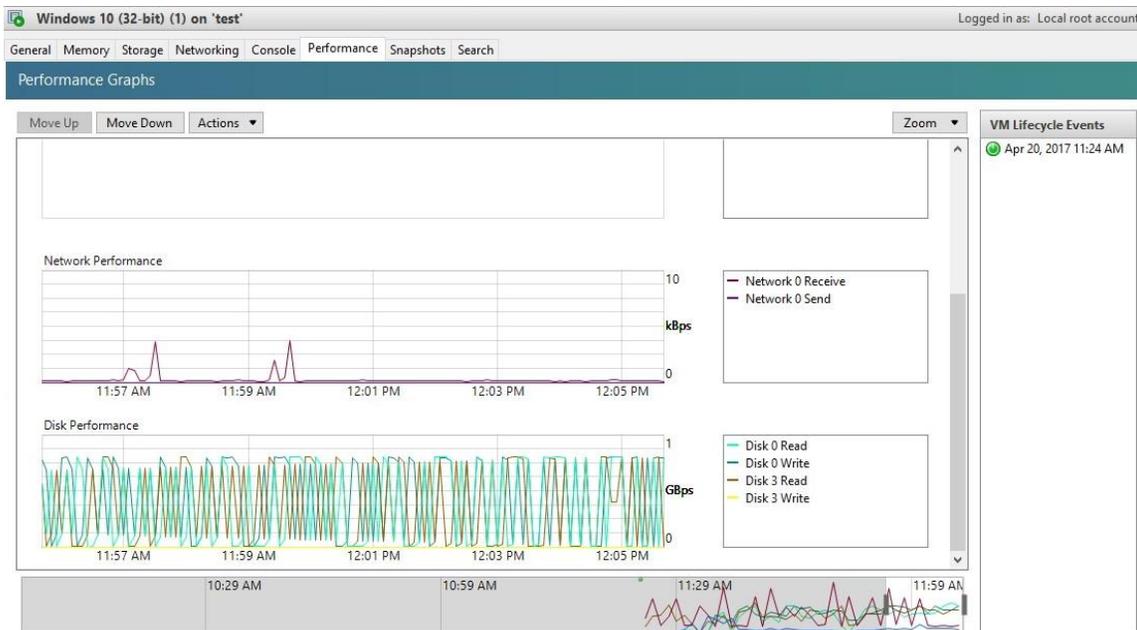


Fig. 31 Graficas del rendimiento de la VM durante la instalación de windows

CONCLUSIONES

En este trabajo se implementó un esquema de virtualización bajo plataforma Xen para la infraestructura de red de la Universidad de Oriente. Este esquema de virtualización tomó en cuenta las metas técnicas y de negocio de su Coordinación de Teleinformática como también sus necesidades. Además, consideró su actual red RAUDO, incluyendo su topología lógica y física, su rendimiento y planes futuros, incluidos el flujo de tráfico, la carga, los requisitos de rendimiento, seguridad, manejo de fallas, gestión y de configuración del servicio de su red.

Con los datos recolectados a través de los instrumentos de recolección de información (encuesta y entrevista) se concluyó que las metas actuales de negocio de la Coordinación de Teleinformática fueron: i) reducir los costos de tecnología, ii) ofrecer un mejor soporte a los usuarios, iii) modernizar las tecnologías actuales de virtualización, iv) hacer más eficientes los centros de datos de la Universidad de oriente, y v) corregir los problemas que presenta el actual esquema de virtualización.

Para satisfacer los requerimientos y necesidades antes planteados se propuso un modelo de virtualización con un diseño lógico modular basado en Pools de XenServer que permitió una administración usable y remota de ellos a través del software XenCenter, también, la implantación de alta disponibilidad y por lo tanto una mejor tolerancia a fallos respecto al esquema usado anteriormente.

Se logró instalar las máquinas virtuales XOA5, Ubuntu 14.04, Centos 7 y Debian 7 (64bit), importar las plantillas Ubuntu 14.04 Template y Centos 7 Template, así como crear la plantilla Debian 7 (64bit) Template. Igualmente se logró eliminar, migrar apagar, encender y reiniciar las VMS. Por último, se logró la virtualización de varios kernel, tales como Linux, RHEL y Windows.

Las pruebas del esquema de virtualización y el análisis de sus resultados permitieron los ajustes necesarios para que el modelo propuesto satisfaga las necesidades y metas antes mencionadas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que en la IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES Y METAS DEL CLIENTE se apliquen todos los instrumentos de recolección de información para ampliar en la medida de lo posible las fuentes del conocimiento, la búsqueda y el acceso a los datos necesarios para precisar las necesidades y metas del cliente.

También se recomienda aplicar los instrumentos de recolección de información en presencia del analista de datos puesto que pueden surgir dudas durante el proceso y así evitar una posible mala interpretación por parte de los encuestados de los enunciados en los instrumentos para recoger y almacenar la información.

La descripción completa de la red actual del cliente es importante puesto que permite precisar los recursos que dispone el cliente y por lo tanto planificar en términos de ellos para reducir costos.

En el DISEÑO LÓGICO DE LA RED se debe tener en cuenta las metas futuras del cliente para que éste diseño satisfaga los planes de crecimiento de su red.

En el DISEÑO FÍSICO DE LA RED se debe tratar que los servidores de almacenamiento posean la máxima cantidad de espacio posible en el disco puesto que todos los datos del esquema de virtualización serán almacenados en ellos. Así como también se debe tratar que la mayor cantidad de CPUs y memorias RAM deben ser destinados a los XenServers puesto que ellos son los que virtualizaran las VMs.

Se recomienda que sea estable la red en la cual estarán los servidores empleados en el esquema de virtualización puesto que su inestabilidad puede causar problemas en el funcionamiento de las VMs.

Es recomendable que todas las CPUs utilizadas en los XenServers sean de la misma familia y si es posibles del mismo modelo para evitar problemas con las diferencias de sus características.

Se recomienda que las VMs se conviertan en plantillas luego de ser instaladas y probada su funcionamiento. La utilización de plantillas de servidores previamente configurados facilita el despliegue de futuras máquinas virtuales.

BIBLIOGRAFÍA

Citrix.com. (2016). XenServer - Software de virtualización de servidores de código abierto. [en línea] Disponible en: <https://lac.citrix.com/products/xenserver/> [Accedido el 6 Oct. 2016].

Citrix, Inc., (2016). Citrix XenServer ® 7.0 Installation Guide. 1st ed. [ebook] Fort Lauderdale, FL, United States of America, pp.3-44. Disponible en: <http://docs.citrix.com/content/dam/docs/en-us/xenserver/xenserver-7-0/downloads/xenserver-7-0-installation-guide.pdf> [Accessed 11 Oct. 2016].

González Villalonga, J. (2006). Virtualización de la infraestructura informática: impacto en inversiones y costes de explotación. [en línea] Icai.es. Disponible en: https://www.ica.es/contenidos/publicaciones/anales_get.php?id=1386 [Accedido el 6 Oct. 2016].

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. and Baptista Lucio, P. (1991). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. 1st ed. Naucalpan de Juárez, Edo. de México: McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A., p.110.

Laudon, F., y Laudon, J. (1996). Sistemas de Información. Editorial Diana, México. p.1.

Mell, P. and Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. 1st ed. [ebook] Gaithersburg: U.S. Department of Commerce, p.3. Disponible en: <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf> [Accessed 18 Jan. 2017].

Norton, Peter (2006). Introducción a la Informática Sexta Edición. ISBN-10:970-10-5108-4.

OpenXenManager Development, (2016). OpenXenManager/openxenmanager. [en línea] GitHub. Disponible en: <https://github.com/OpenXenManager/openxenmanager> [Accedido el 6 Oct. 2016].

Oppenheimer, P. (2011). Top-Down Network Design, Third Edition. 3rd ed. Indianapolis, IN 46240 USA: Cisco Press, pp.1-404.

Paniagua Macià, C. (2006). La virtualización de los recursos tecnológicos, impulsor del cambio en la empresa. UNIVERSIA BUSINESS REVIEW, CUARTO TRIMESTRE, p.94.

Riasetiawan, M., Ashari, A. and Endrayanto, I. (2015). VIRTUAL MACHINE OPTIMIZATION USE DYNAMIC RESOURCE ALLOCATION ON XENSERVER. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 80(3), p.576.

Rodriguez, I. P., Pettoruti, J. E., Chichizola, F., y De Giusti, A. E. (2011). Despliegue de un Cloud Privado para entornos de cómputo científico. En el XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, p 254-255.

Shannon, R. E., y Bernal, F. A. (1988). Simulación de sistemas: diseño, desarrollo e implantación Robert E. Shannon. Trillas.

Staalinprasannah, N. and Suriya, S. (2013). Implementation of Xenserver to ensuring business continuity through power of virtualization for cloud computing. 2013 Fourth International Conference on Computing, Communications and Networking Technologies (ICCCNT). [en línea] disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org> [Accedido el 7 Oct. 2016].

Stallings, W. (1997). SISTEMAS OPERATIVOS Segunda edición. 2nd ed. España: Andrés Otero, p.47.

Stonebraker, M. (1986). The case for shared nothing. IEEE Database Eng. Bull., 9(1), p 4-9.

Swanson, C. A., & Lankford, W. M. (1998). Just-in-time manufacturing. Business Process Management Journal, 4(4), p 333-341.

Ulloa Z, L. (2009). LA VIRTUALIZACIÓN Y SU IMPACTO EN LAS CIENCIAS

COMPUTACIONALES. Digital Lámpsakos, 2, p.118.

Wang, F., Sun, X., Li, S., Wang, Y., Xiao, B. and Chang, S. (2014). The implementation of virtualization technology in EAST data system. *Fusion Engineering and Design*, 89(5), pp.766-769.

Zorrilla Arena, S., Torres Xammar, M. and Luiz Cervo Amado Bervian, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. 1st ed. México: McGraw-Hill, p.43.

APÉNDICES

APÉNDICE A

ENCUESTA PARA EL DISEÑO DE UN ESQUEMA DE VIRTUALIZACIÓN PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE.

Este es un instrumento de encuesta diseñado para la recolección de información que será utilizado en el trabajo de grado intitulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN ESQUEMA DE VIRTUALIZACIÓN BAJO PLATAFORMA XEN PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE”, requisito parcial para optar al título de Licenciado en Informática de la Universidad de Oriente.

Objetivo:

Determinar las metas técnicas y de negocios de la Coordinación de Teleinformática con respecto a la implementación de un esquema de virtualización para la infraestructura de red de la Universidad de Oriente.

Compromiso de confidencialidad:

Sus respuestas serán tratadas de forma confidencial y serán utilizadas únicamente para diseñar un esquema de virtualización bajo plataforma Xen con el fin adicional de mejorar el servicio de telecomunicación a través de la red de la Universidad de Oriente.

Descripción de la encuesta:

La encuesta se ha estructurado en cuatro partes:

La primera parte investiga el modelo de negocio de la Coordinación de Teleinformática de la Universidad de Oriente. También conocer el funcionamiento y las metas de la Coordinación de Teleinformática como parte de la Universidad de Oriente y lo que desea lograr con la ejecución de este proyecto de virtualización para la infraestructura de su red.

La segunda parte trata específicamente sobre las metas técnicas que la Coordinación de Teleinformática desea alcanzar y las necesidades técnicas que desean satisfacer.

En la tercera parte de la encuesta se obtiene información sobre la red existente.

Finalmente, la cuarta parte es una tabla que contiene nueve (9) campos que deben ser llenados de acuerdo a las siguientes instrucciones:

Campo 1. Nombre de la aplicación. Este puede ser el nombre del producto o bien un nombre que solo tiene sentido para los usuarios. Se debe colocar solo una aplicación por cada fila de la tabla.

Campo 2. Descripción del tipo de aplicación que será clasificada por solo una de las siguientes opciones:

- Correo electrónico
- Transferencia, compartición y acceso a archivos
- Acceso y actualización a la base de dato
- Navegación Web
- Juegos de red
- Terminal remota
- Calendario
- Medical imaging
- Videoconferencia
- Video sobre Demanda (VoD, Video on demand)
- Video multicast programado
- Vídeo de cámara de vigilancia y seguridad
- Voz de Internet o intranet (telefonía IP)
- Fax de Internet o intranet
- Entrada de pedido de cliente
- Informes de gestión
- Seguimiento de ventas
- Diseño asistido por ordenador
- Document imaging
- Control de inventario y envío
- Telemetría
- Respuesta de voz interactiva (IVR)
- Mensajería unificada

- Edición electrónica
- Publicación en la Web
- Pizarra electrónica
- Emulación de terminal
- Directorio en línea (guía telefónica)
- La educación a distancia
- Punto de venta (tienda minorista)
- Comercio electrónico
- Modelamiento financiero
- Administración de recursos humanos
- Fabricación asistida por ordenador
- Control de proceso y planta de fábrica
- Autenticación y autorización del usuario
- Nombre de host y resolución de nombres
- Direccionamiento dinámico del host
- Arranque remoto
- Descarga de configuración remota
- Directorio de Servicios
- Respaldo de red
- Administración de redes
- Distribución de software v

Campo 3. Registra si la aplicación puede o no compartir una VM. Es decir, si puede estar o no alojada en una VM junto a otras aplicaciones.

Campo 4. Criticidad de la aplicación. Clasifica la criticidad de la aplicación en tres (3) niveles: a) extremadamente crítico, b) crítico y c) no crítico.

Campo 5. Departamento. Registra el departamento al que pertenece la aplicación.

Campo 6, 7 y 8. CPU, Memoria, Almacenamiento. Registra la cantidad de recursos necesarios para la aplicación, deben ser llenados con la cantidad en número y la unidad correspondiente (GHz, GB, KB).

Campo 9. Comentarios: Informa las observaciones que se tengan de la aplicación.

INFORMACIÓN DE LA ENCUESTA:

I. Identificación de las necesidades y metas de negocio.

1. ¿Cómo cree usted que beneficia la Coordinación de Teleinformática a la Universidad de Oriente?
2. ¿Cuáles son los servicios más solicitados a la Coordinación de Teleinformática?
3. ¿Quiénes solicitan servicios a la Coordinación de Teleinformática?
2. ¿Cuáles cree usted que deberían ser los objetivos generales y específicos de un proyecto de virtualización para la Red Administrativa de la Universidad de Oriente (RAUDO)?
3. ¿Cuáles son las operaciones críticas que se ejecutarán con este nuevo esquema de virtualización?
4. ¿Qué metas espera usted que se logre con la ejecución de este proyecto?

II. Identificación de las necesidades y metas técnicas.

1. ¿Cuáles son las aplicaciones que ameritan un rendimiento superior al estándar?
2. ¿Cuáles son los requisitos de rendimiento de las VMs?
3. ¿Cuáles son los requerimientos para el manejo de fallas en los VMs?
4. ¿Cuáles son los requerimientos de configuración y gestión de los VMs?
5. ¿Cuáles son los requerimientos de seguridad en VMs?

III. Descripción de la red existente.

1. ¿Está documentada la topología de la red actual?
2. ¿Está documentada la infraestructura física de la red actual?
3. ¿Está documentadas las direcciones y nombres de red?
4. ¿Se asignan de forma estructurada las direcciones y nombres de red?
5. ¿Se tiene acceso a las documentaciones antes mencionadas?
6. ¿Cuáles son actualmente los problemas de seguridad en las VMs?
7. ¿La utilización actual de los recursos de las VMs es superior 50%?
8. ¿Cuáles son actualmente las principales fuentes de tráfico en la red de VMs?
9. ¿Cuáles son actualmente los requisitos de disponibilidad en las VMs?

IV. Descripción de las aplicaciones que se ejecutarán en el nuevo esquema.

Tabla 1. Descripción de las aplicaciones del cliente

Nombre de la aplicación	Tipo de aplicación	VM dedicada (Si o No)	Criticidad	Departamento	CPU	Memoria	Almacenamiento	Comentarios
-------------------------	--------------------	-----------------------	------------	--------------	-----	---------	----------------	-------------

APÉNDICE B

PREGUNTAS SELECCIONADAS PARA LA ENTREVISTA CON EL COORDINADOR DE TELEINFORMÁTICA, LIC. JOSÉ R. LUNA S.

1. ¿Cuáles son los planes de crecimiento de la red RAUDO para los próximos 2 años?
2. ¿Existe algún plan para centralizar los servidores en un centro de datos?
3. ¿Existen algún plan para reunir los datos en un centro de datos?
4. ¿Existe o hay un plan para implantar una conexión interdepartamental?
5. ¿Cuál es su expectativa con respecto al aprovechamiento de los medios de red de este proyecto?
6. ¿Cuáles son sus expectativas con respecto al rendimiento de la red de este proyecto?
7. ¿Cuáles son sus preferencias entre herramientas libres y las privativas?
8. ¿Cuál es el presupuesto que la Universidad de Oriente dispone para este proyecto de virtualización?

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	IMPLEMENTACIÓN DE UN ESQUEMA DE VIRTUALIZACIÓN BAJO PLATAFORMA XEN PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE (Modalidad: Pasantía de grado)
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Br. Pedro A, Cova Gómez	CVLAC	20991041
	e-mail	20pedro99@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Virtualización, Infraestructura de red, XenServer, <i>Top-Down Network Design</i> .

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Informática

Resumen

Se implementó un esquema de virtualización bajo plataforma Xen para la infraestructura de red de la Universidad de Oriente. Para esto se siguieron las etapas de la metodología *Top-Down Network Design*, iniciando con la identificación de las necesidades y metas de los clientes a través de una encuesta y entrevista al personal de la Coordinación de Teleinformática de la Universidad de Oriente para obtener una comprensión de los objetivos comerciales y técnicos de la nueva red de máquinas virtuales. Se realizó el diseño lógico y físico de la nueva red utilizando *pools* de XenServers para finalmente realizar las pruebas, optimización y documentación de ella. Las pruebas y el análisis de sus resultados permitieron los ajustes necesarios para alcanzar los objetivos planteados con un servicio de calidad a bajo costo que aprovecha al máximo el *hardware* y facilita las tareas de gestión, así como la utilización de tecnologías que presten un buen soporte y mantenimiento a su infraestructura.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Profa. Carmen Victoria Romero.	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	10947403
	e-mail	cvromerob@gmail.com
MSc. José Francisco Romero.	ROL	C <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	13631597
	e-mail	jromero@udo.edu.ve
Lcdo. José Luna	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	11375517
	e-mail	luna@udo.edu.ve
Prof. Daniel Geremia	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	8645325
	e-mail	geremiada1@hotmail.com

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día,
2017	07	28

Lenguaje: SPA _____

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-covap.docx	Application/word

Alcance:

Espacial: _____ **(Opcional)**

Temporal: _____ **(Opcional)**

Título o Grado asociado con el trabajo: Licenciado en Informática

Nivel Asociado con el Trabajo: Licenciado

Área de Estudio: Informática

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNPELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/manuja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso- 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



Br. Pedro A, Cova Gómez
Autor



Profa. Carmen Victoria Romero.
Asesor Académico



MSc. José Francisco Romero.
Asesor Institucional.