



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS DE CLÚSTER
PARA APLICACIONES INFORMÁTICAS EN LAS
ÁREAS DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO EN REDES

PRESENTA
JOEL CANUL ALONZO

DIRECTOR DE TESIS
M.T.I VLADIMIR VENIAMIN CABAÑAS VICTORIA

ASESORES
DR. JAIME SILVERIO ORTEGÓN AGUILAR
M.S.I. LAURA YÉSICA DÁVALOS CASTILLA
DR. ALBERTO PEREIRA CORONA
DR. JAVIER VÁZQUEZ CASTILLO



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2018



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO DE TESIS TITULADO

“IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS DE CLÚSTER PARA APLICACIONES
INFORMÁTICAS EN LAS ÁREAS DE CIENCIAS E INGENIERÍA”

ELABORADO POR

JOEL CANUL ALONZO

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:

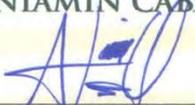
INGENIERO EN REDES

COMITÉ DE TESIS

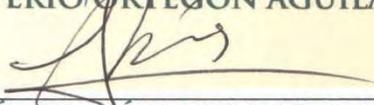
DIRECTOR:


MTI. VLADIMIR VENIAMIN CABAÑAS VICTORIA

ASESOR:


DR. JAIME SILVERIO ORTEGÓN AGUILAR

ASESORA:


MSI. LAURA YÉSIKA DAVALOS CASTILLA

ASESOR:


DR. ALBERTO PEREIRA CORONA

ASESOR:


DR. JAVIER VÁZQUEZ CASTILLO



UNIVERSIDAD DE
QUINTANA ROO
CONTROL ESCOLAR
TITULACIONES



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2018

Agradecimientos

A mis padres, por su amor, trabajo, y sacrificio en todos estos años, ya que gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y que me han inculcado valores que gracias a ellos he logrado desarrollarme como persona y profesional en la Universidad de Quintana Roo

A mi director de tesis, por haberme guiado en la elaboración de este proyecto de tesis y como docente a lo largo de mi carrera universitaria, por haberme brindado apoyo para poder desarrollarme profesionalmente en mi estancia profesional.

A todos los docentes de la Universidad de Quintana Roo, por haberme brindado sus conocimientos a lo largo de mi preparación en esta universidad, guiándome con su sabiduría, conocimiento y apoyo.

Dedicatoria

Dedico este proyecto de tesis con todo amor y cariño a mis padres Victoria y William por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante, no solo durante este proyecto de tesis, si no que a lo largo de mi vida con su ejemplo de trabajo y esfuerzo me han guiado en mi formación tanto profesional y como ser humano.

Resumen

Actualmente, la Universidad de Quintana Roo cuenta con 3 equipos servidores HP Proliant DL S8. Estos servidores se encontraban configurados en un clúster virtual ejecutado bajo un sistema privativo (VMWare) el cual, debido a su licenciamiento, no permitía que los equipos sean aprovechados a su máxima capacidad (en las máquinas virtuales no se pueden aplicar todos los núcleos de un equipo, por ejemplo) y no responden a las necesidades particulares de algunas aplicaciones de software que se han intentado implementar mediante máquinas virtuales. Éstas circunstancias llevaron a la realización de un proyecto que permita implementar un clúster virtual de servicios para aplicaciones informáticas en las áreas de Ciencias e Ingeniería con la finalidad de obtener un conglomerado de nodos configurados adecuadamente sobre una red de alta velocidad, capaz de ofrecer una mejor administración del sistema de clúster virtual, así como aprovechar mejor los recursos de los diferentes equipos servidores con los que cuenta la Universidad de Quintana Roo.

En el capítulo 1 se ponen de manifiesto las condiciones del sistema de clúster virtual ejecutado con VMWare. Se justifica el motivo por el cual se llevó cabo este proyecto de tesis y se definen también los objetivos que se desean alcanzar. Se describe el alcance de la investigación y, por último, se hace una descripción de la metodología que se utilizará para llevar a cabo la parte práctica de esta tesis que es la implementación de un clúster virtual de aplicaciones informáticas.

En el capítulo 2 se hace una descripción general del cómputo de alto rendimiento. Se describe que es un Clúster, los tipos de clúster que existen, sus componentes y los tipos de topologías que generalmente se utilizan al momento de implementar un clúster. Se aborda la virtualización, así como la importancia de esta y los diferentes tipos que existen. Para finalizar el capítulo se hace una comparativa entre las 3 principales soluciones de virtualización y se describe a fondo la virtualización con XenServer, las características, los requerimientos y los beneficios de implementar XenServer.

En el capítulo 3 se expone el desarrollo de la parte práctica de la tesis donde se describe el procedimiento que se llevó a cabo para realizar la instalación de XenServer en los 3 diferentes hosts, la instalación de la herramienta de administración XenCenter, así como la creación del Clúster de recursos o Resource Pool, la configuración del servidor de almacenamiento, los repositorios de ISOs, la instalación de máquinas virtuales y la configuración de la característica de alta disponibilidad para el Resource Pool.

En el capítulo 4 se presentan los resultados derivados del proyecto de investigación. Se toman en cuenta las limitantes que se tenían en un principio con la plataforma de virtualización VMWare y se comparan con lo obtenido con la plataforma XenServer. De igual manera se exponen las conclusiones del proyecto.

Contenido

Agradecimientos.....	i
Dedicatoria	ii
Resumen	iii
Capítulo 1 Introducción.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Definición Del Problema.....	1
1.3 Justificación	2
1.3 Objetivos General Y Específicos.....	3
1.4 Metodología	4
Capítulo 2 Marco Teórico	6
2.1 Cómputo De Alto Rendimiento.....	6
2.2 Computación Distribuida	6
2.3 Computación Paralela.....	7
2.4 Supercomputadoras.....	8
2.5 Clúster.....	8
2.5.1 Tipos De Clúster.....	9
2.5.2 Componentes De Un Clúster.....	12
2.5.3 Redes En Clúster	14
2.5.4 Topología De Redes.....	14
2.5.5 Tipos De Redes Locales	19
2.6 Virtualización.....	20
2.6.1 Importancia De La Virtualización	20
2.6.2 Hardware Subutilizado	21
2.6.3 Centros De Datos Sin Espacio	21
2.6.4 Costos Energéticos	22
2.6.5 Costos De Operación De TI	22
2.7 Tipos de Virtualización	23
2.7.1 Virtualización De Escritorio.....	23
2.7.2 Virtualización De Aplicaciones.....	23
2.7.3 Virtualización De Almacenamiento	24
2.7.4 Virtualización De Red	24
2.7.5 Virtualización De Servidores	26

2.7.6 Virtualización Del Sistema Operativo	26
2.7.7 Emulación De Hardware.....	28
2.7.8 Paravirtualización	30
2.8 Principales Soluciones De Virtualización De Servidores.....	31
XenServer	32
2.8.1 Hypervisor Xen	33
2.8.2 Características.....	35
2.8.3 Tecnologías De Almacenamiento.....	39
2.8.4 Beneficios De XenServer	41
2.8.5 Requerimientos De XenServer	41
2.8.6 Herramienta De Administración Gráfica XenCenter	43
Capítulo 3 Desarrollo	44
3.1 Instalación XenServer	44
3.1.1 Hardware	45
3.2 Instalación XenCenter.....	47
3.3 Resource Pool	47
3.4 Almacenamiento NAS	49
3.5 Repositorio De ISOs	50
3.6 Instalación De Máquinas Virtuales	51
3.7 Plantillas.....	58
3.8 XenMotion.....	59
3.9 Alta Disponibilidad (HA)	59
Capítulo 4 Resultados y Conclusiones	63
Capítulo 5 Bibliografía	65

Índice de figuras

Ilustración 1. Balanceo de Carga.....	10
Ilustración 2 Topología de Bus	15
Ilustración 3 Topología en Estrella	17
Ilustración 4 Topología en Anillo.....	18
Ilustración 5 Virtualización del Sistema Operativo.....	27
Ilustración 6 Emulación de Hardware	29
Ilustración 7 Paravirtualización	30
Ilustración 8 Entorno de Sistema de Virtualización.....	44
Ilustración 9 Instalación Completada XenServer	45
Ilustración 10 Servidores Físicos.....	46
Ilustración 11 Repositorio ISOs	51
Ilustración 12 Creación Máquina Virtual 1	52
Ilustración 13 Creación Máquina Virtual 2	53
Ilustración 14 Creación Máquina Virtual 3	53
Ilustración 15 Creación Máquina Virtual 4	54
Ilustración 16 Creación Máquina Virtual 4	55
Ilustración 17 Creación Máquina Virtual 5	56
Ilustración 18 Creación Máquina Virtual 6	56
Ilustración 19 Creación Máquina Virtual 7	57
Ilustración 20 Máquinas Virtuales.....	58
Ilustración 21 Alta disponibilidad	60
Ilustración 22 Configuración Alta Disponibilidad.....	61
Ilustración 23 Resumen Alta Disponibilidad.....	62

Índice de tablas

Tabla 1 Análisis Comparativo De Diversas Tecnologías De Virtualización	31
Tabla 2 Requerimientos De Instalación Xenserver (Citrix, 2015)	41
Tabla 3 Requerimientos De Instalación Xcenter (Citrix, 2015)	43
Tabla 4 Resumen De Hardware Equipos	46
Tabla 5 Características Host XenCenter.....	47
Tabla 6 Resumen Máquinas Virtuales	51

Capítulo 1 Introducción

1.1 Introducción

Hoy en día, vivimos en un mundo en donde los avances tecnológicos surgen de una manera acelerada en todos los campos, pero de manera especial en el área de las Tecnologías de Información y Comunicación, esto ha propiciado que los sistemas de cómputo requieran una mayor capacidad de recursos para satisfacer las necesidades de procesamiento de aplicaciones que requieren cálculos matemáticos, renderización de gráficos, compilación de programas, compresión de datos, entre otros. Para lograr este objetivo, se requiere de tecnologías de cómputo de alto rendimiento como son los clústeres, que mediante un conglomerado de nodos configurados adecuadamente en una red de alta velocidad son capaces de ofrecer servicios como si se tratara de solamente un equipo de cómputo con capacidades de rendimiento y cálculo superiores a las de un equipo de cómputo común, a su vez, es capaz de distribuir las tareas a realizar entre varios procesos, discos u otros recursos que forman parte del clúster de nodos y así poder reducir de manera eficiente el tiempo de procesamiento de tareas.

1.2 Definición Del Problema

En diversas áreas del conocimiento humano, se presentan problemas complejos que requieren el uso de máquinas y programas capaces de realizar cálculos de varios millones de operaciones por segundo en tiempos relativamente cortos, o de proporcionar alta disponibilidad de los sistemas y/o también de gran capacidad de almacenamiento.

El área de Ciencias e Ingeniería es una de las principales áreas en las que con mayor frecuencia se requiere realizar procesos de cálculo complejos, así como el uso de software especializado que requieren un poder de procesamiento de equipos muy alto. Usualmente, este tipo de tareas requieren de un tiempo considerablemente alto para poder ser completadas de manera correcta.

Actualmente, la División de Ciencias e Ingeniería cuenta con 3 equipos servidores HP Proliant DL S85, con una configuración de clúster virtual para aprovisionar sistemas de alta disponibilidad, tolerancia a fallos, asignación de recursos y ahorro de energía. Este clúster virtual es ejecutado bajo un sistema privativo VMWare, que debido al licenciamiento con el cual cuenta la Universidad, no permite que los equipos sean aprovechados a su máxima capacidad (en las máquinas virtuales no se pueden aplicar todos los núcleos de un equipo, por ejemplo) y no responden a las necesidades particulares de algunas aplicaciones de software que se han intentado implementar mediante máquinas virtuales. Éstas circunstancias nos llevan a la realización de un proyecto que permita implementar un clúster virtual de servicios para aplicaciones informáticas en las áreas de Ciencias e Ingeniería con la finalidad de obtener un conglomerado de nodos configurados adecuadamente sobre una red de alta velocidad, capaz de ofrecer una mejor administración del sistema de clúster virtual, así como aprovechar mejor los recursos de los diferentes equipos servidores con los que cuenta la Universidad de Quintana Roo.

1.3 Justificación:

Para aprovechar de manera correcta todos los recursos de los equipos mencionados anteriormente, existe la necesidad de emprender un proyecto de implementación de un clúster virtual de servicios para aplicaciones informáticas, mediante el uso de una distribución GNU/Linux, bajo licenciamiento de software libre. Dicho proyecto permitirá crear un sistema de clúster virtual, conformado por los tres equipos servidores HP Proliant DLS85 para proporcionar un sistema de alta disponibilidad para servicios para aplicaciones informáticas con el fin de obtener diferentes entornos virtuales con alto poder de procesamiento, memoria y almacenamiento con el propósito de que, inicialmente, la División de Ciencias e Ingeniería cuente con esta solución tecnológica para realizar investigaciones y poder aprovechar de mejor manera los recursos de cómputo con los que cuenta.

1.3 Objetivos General Y Específicos

General:

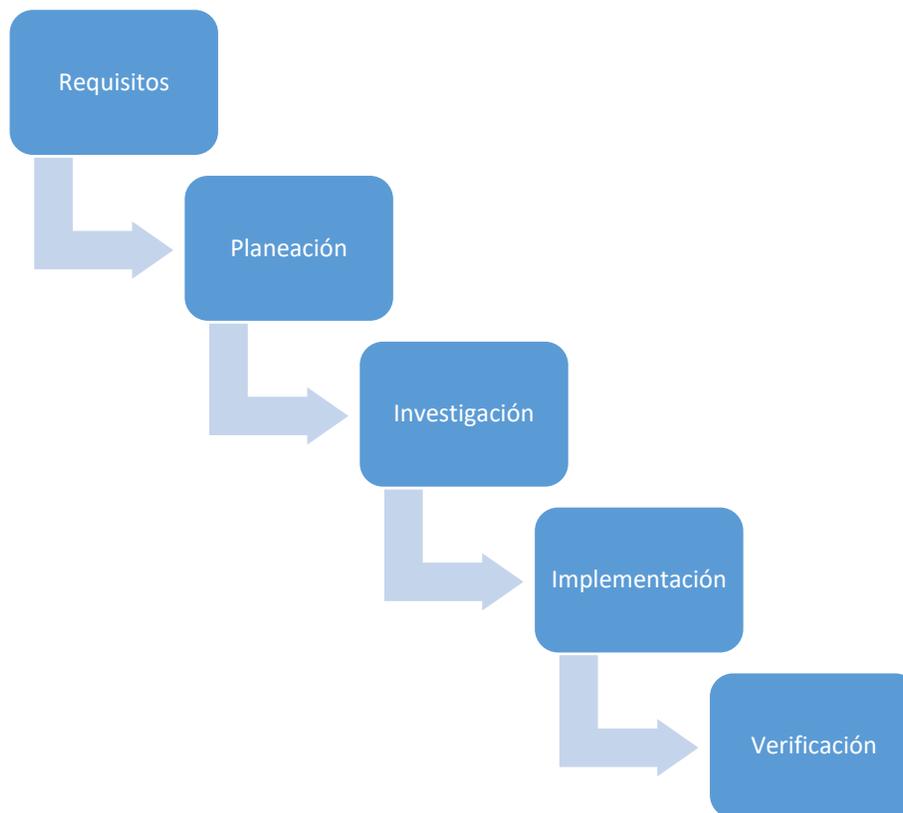
Implementar un clúster virtual de servicios para aplicaciones informáticas en las áreas de Ciencias e Ingeniería, mediante el uso de software bajo licenciamiento de código libre que permita aprovechar de mejor manera los recursos de cómputo de los equipos de alto rendimiento de la DCI.

Específicos:

- i. Analizar diversas opciones de clustering virtual con el fin de seleccionar la opción más adecuada para el presente proyecto.
- ii. Realizar la instalación y posteriormente la configuración inicial requerida del nodo maestro.
- iii. Realizar la instalación y posteriormente la configuración inicial requerida en los nodos esclavos.
- iv. Realizar la instalación y posteriormente la configuración de los recursos comunes
- v. Realizar la instalación de máquinas virtuales
- vi. Realizar la configuración del Almacenamiento Conectado en Red (Network Attached Storage *NAS*)
- vii. Realizar la creación de un repositorio de imágenes de disco y plantillas de máquinas virtuales
- viii. Realizar la instalación y configuración de las características de clúster de alta disponibilidad (Cluster HA)
- ix. Realizar pruebas en las aplicaciones con diferentes tareas con el fin de cotejar el desempeño entre el clúster virtual y un equipo de cómputo común.

1.4 Metodología

Para poder llevar a cabo la implementación de un clúster virtual de aplicaciones informáticas, se utilizará una metodología de cascada. La metodología por utilizar se centra en los siguientes pasos:



- Requisitos. En esta fase se hace un análisis para determinar las necesidades y requerimientos de la implementación de un clúster de servicios virtual para aplicaciones
- Planeación. En esta fase se establece el conjunto de acciones que permitirán guiar y controlar el proyecto hacia su terminación exitosa.

- Investigación. En esta fase se realiza una investigación sobre las diversas alternativas que cumplen los requisitos planteados con anterioridad, con el fin de valorar cada alternativa y posteriormente seleccionar cuál será la opción por implementar.
- Implementación. En esta fase se procederá a implementar la alternativa que se seleccionó, así como todas las configuraciones necesarias.
- Verificación. En esta fase termina la fase de implementación se verifica que todos los componentes del sistema funcionen correctamente y cumplan con los requisitos, de igual forma se realiza un reporte con los resultados obtenidos.

Capítulo 2 Marco Teórico

2.1 Cómputo De Alto Rendimiento

Para la elaboración de este proyecto es necesario tener en cuenta diferentes conceptos que se desprenden de una importante rama de las ciencias computacionales como lo es el cómputo de alto rendimiento, conocido también como HPC por sus siglas en inglés, es actualmente una herramienta de gran importancia en el desarrollo de diferentes soluciones computacionales a diferentes problemas complejos.

El cómputo de alto rendimiento tiene la capacidad de manejar y analizar diferentes tareas de datos y cómputo intensivo, incluido simulación, modelado, compilación de aplicaciones, entre otros las cuáles son difíciles de realizar en equipos de cómputo estándar debido al tiempo de procesamiento, ya que se requiere de muchas operaciones o la ejecución es imposible debido a la limitación de recursos.

El cómputo de alto rendimiento es el enfoque necesario para superar estas limitaciones ya que consiste en lograr disponer durante un periodo de tiempo corto de una gran cantidad de recursos computacionales, usando hardware de ultimo nivel o acumulando el poder de procesamiento de diferentes equipos computacionales, lo importante es que la aplicación se ejecute en el menor tiempo posible. Para lograr este objetivo existen diferentes tipos de tecnologías dentro del cómputo de alto rendimiento.

2.2 Computación Distribuida

La computación distribuida implica el uso de múltiples computadores conectados a la red, cada uno de los cuales tiene su propio procesador o procesadores y otros recursos. Un usuario que utilice una estación de trabajo puede usar los recursos del equipo local al que la estación de trabajo está conectada. Adicionalmente, a través de la

interacción entre el computador local y los computadores remotos, el usuario también puede acceder a los recursos de estos últimos. La Web es un excelente ejemplo de este tipo de computación. El uso de un navegador para visitar un sitio web implica la ejecución de un programa en un sistema local que interactúa con otro programa (conocido como servidor web) que se ejecuta en un sistema remoto, a fin de traer un archivo desde dicho sistema remoto. (LIU, 2004)

2.3 Computación Paralela

Similar a la computación distribuida, aunque diferente, es la denominada computación paralela o procesamiento paralelo que utiliza más de un procesador simultáneamente para ejecutar un único programa. Idealmente, el procesamiento paralelo permite que un programa ejecute más rápido porque hay más motores (más CPU) ejecutándolo. En la práctica suele ser difícil dividir un programa de forma que CPU separadas ejecuten diferentes porciones del programa sin ninguna interacción. La computación paralela se suele realizar sobre un único computador que tiene múltiples CPU, aunque también es posible llevar a cabo procesamiento paralelo mediante la conexión de varios computadores en una red. Sin embargo, este tipo de procesamiento paralelo requiere software muy sofisticado denominado software de procesamiento distribuido. (LIU, 2004)

Mediante la computación paralela se pueden resolver problemas que de otra manera sería imposible resolver con un único computador. También permite la resolución de problemas de computación intensiva que de otra forma serían insostenibles económicamente. Hoy en día la computación paralela se utiliza principalmente en computación científica a gran escala. (LIU, 2004)

2.4 Supercomputadoras

Las súper computadoras son una clase de computadoras muy potentes que tienen procesadores extremadamente rápidos, actualmente capaces (2014) de realizar decenas de petaflops en operaciones de punto flotante por segundo; Todos ahora se crean a partir de un gran número de chips de microprocesador estándar que operan en paralelo, con números centrales contados en millones. Una gran capacidad de memoria principal y largas longitudes de palabra son otras de las características principales. Los supercomputadores se utilizan, por ejemplo, en meteorología, ingeniería, física nuclear y astronomía. Actualmente hay cientos de ellas en funcionamiento en todo el mundo. Los desarrolladores principales son la Universidad Nacional de Tecnología de Defensa de China, Cray Research, Dell, IBM y Fujitsu. (Andrew, Ngond, & Anne, 2016)

2.5 Clúster

En el mundo de la computación, un clúster es un grupo de nodos vinculados que operan de forma colaborativa para ejecutar aplicaciones especiales, normalmente coordinadas directamente por el software de gestión de carga de trabajo. Al dividir cuidadosamente el trabajo, el software de gestión de carga de trabajo asume tareas, avanza progresivamente y entrega resultados dentro de los nodos bajo su control. Otra parte importante de la mezcla es el software de gestión de clúster, que actúa como director general de clúster, manteniendo un registro de los servicios y proveyendo recursos según sea necesario y mucho más. (Tittel, 2012)

Los clústeres pueden realizar tareas de cómputo modernas de la misma manera cuando varios nodos (servidores o estaciones de trabajo) se organizan colectivamente y se gestionan de forma coherente en una configuración de clúster, Un clúster normalmente tiene un nodo central o maestro (el nodo principal que maneja tareas de administración) y varios nodos de cálculo. El software de gestión y programación es

esencial para dividir las tareas en partes más pequeñas y luego asignar esas partes a los sistemas individuales. Los sistemas asignados procesan sus porciones antes de devolver sus resultados al software de gestión de clúster, que gestiona y controla el clúster. (Tittel, 2012)

2.5.1 Tipos De Clúster

El costo-beneficio es muy importante en términos de rendimiento y fiabilidad, ya que al reunir o montar varios ordenadores y sacrificar algunos recursos en su gestión como un sistema clúster, este nos ofrecerá un nivel de rendimiento y fiabilidad superior del que se podría conseguir de un solo equipo, quizá por el mismo precio o superior.

Existen diferentes tipos de clústeres, que se establecen de acuerdo al uso que se le dé y los servicios que ofrece. Los clústeres generalmente se clasifican según sus características:

- Clúster de Alta Disponibilidad (HA- High Availability)
- Clúster de Balanceo de Carga (LB – Load Balancing)
- Clúster de Alto Rendimiento (HPC – High Performance Computing)

Clúster de Alta Disponibilidad

Los clústeres de Alta Disponibilidad, conocidos como clúster HA o clústeres de tolerancia a fallo, proporcionan principalmente servicios de alta disponibilidad. Operan mediante el despliegue de nodos de red redundantes que entregan un servicio secundario o de respaldo cuando el servicio principal falla. Este clúster genera redundancia en sus entornos de computación para eliminar puntos de fallo únicos, y

puede incorporar múltiples conexiones de red, volúmenes de almacenamiento de datos redundantes, fuentes de alimentación duplicadas y otros componentes y capacidades de reserva. (Tittel, 2012)

Clúster de Balanceo de Carga

El balanceo de carga se refiere al método en el que los datos se distribuyen en más de un servidor. Casi cualquier aplicación paralela o distribuida puede beneficiarse del balanceo de carga. Normalmente en el entorno Linux, como en la mayoría de los entornos heterogéneos, esto es manejado por un nodo maestro. Los datos son gestionados por el nodo maestro y es distribuido a dos o más nodos secundarios dependiendo del tráfico. Por su puesto, los datos no tienen que ser distribuidos igualmente. Si se cuenta con un servidor gigabit ethernet, este servidor obviamente puede absorber más tráfico que un nodo fast ethernet.

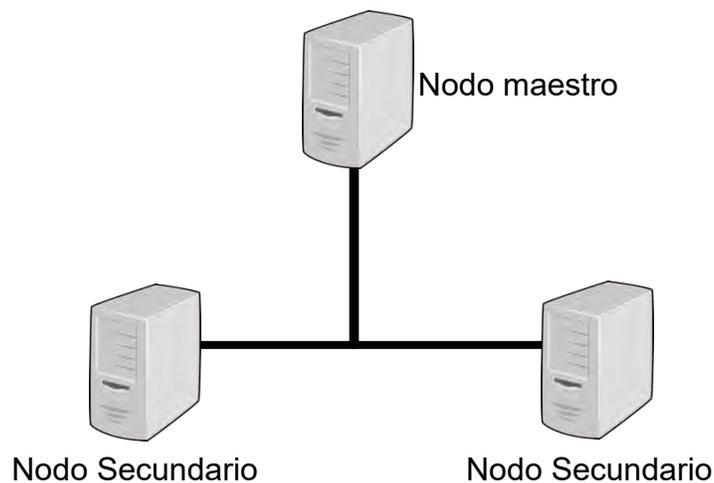


Ilustración 1. Balanceo de Carga

Una ventaja del balanceo de carga es que los servidores no tienen que ser locales. Muy a menudo, una solicitud web de una parte del país es direccionada a una dirección más conveniente en lugar de a un repositorio centralizado. La solicitud realizada desde

un usuario generalmente se encapsula en una sesión de usuario, lo que significa que todos los datos serán redirigidos al mismo servidor y no redirigidos a otros dependiendo la carga. En el balanceo de carga también se suele usar la tolerancia a fallas al redireccionar el tráfico desde el nodo caído y extender los datos a través de los nodos restantes. La mayor desventaja del balanceo de carga es que los datos tienen que permanecer consistentes y disponibles en todos los servidores. (Charles, 2002)

Clúster de Alto Rendimiento

La computación de Alto Rendimiento es una rama de la informática que se centra en el desarrollo de supercomputadores, algoritmos de procesamiento en paralelo y software relacionado. El cómputo de alto rendimiento es importante debido a su menor costo y porque es implementado en sectores donde se necesita la computación paralela distribuida para: (Luis Ferreira, 2001)

- Resolver grandes problemas científicos
 - Diseño avanzado de productos
 - Estudios ambientales (predicción del tiempo y estudios geológicos)
 - Investigación
- Almacenaje y procesamiento de grandes cantidades de datos
 - Minería de datos
 - Investigación Genómica
 - Motores de búsqueda
 - Procesamiento de imágenes

El clúster de alto rendimiento es sin duda el tipo más popular conocido por las masas. La computación vectorial, un tipo de máquina de alto rendimiento, tiende a ser prohibitiva en términos de costos para el uso de productos básico en el hardware especializado que requiere. El cómputo en paralelo, por otro lado, se ha vuelto inmensamente popular debido al hecho de que casi cualquier persona puede construir uno. El cómputo en paralelo ha crecido enormemente en popularidad gracias a que son capaces de reflejar el mismo rendimiento de un supercomputador. (Charles, 2002)

El clúster de alto rendimiento ha interrumpido el mercado de las súper computadoras. Construido a partir de servidores estándar y de alta velocidad, un sistema HPC típico puede ofrecer un rendimiento líder en la industria y sobre todo rentable. Un clúster típico puede emplear decenas, cientos e incluso miles de servidores trabajando todos juntos en un solo problema. Debido al alto rendimiento y a un bajo costo, los clústeres son la forma más popular del cómputo de alto rendimiento. (Eadline, 2009)

2.5.2 Componentes De Un Clúster

Un clúster necesita de los siguientes componentes de software y hardware para poder funcionar

- Nodos: Pueden ser simples ordenadores, sistema multi-procesador o estaciones de trabajo (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)
- Sistemas operativos: Tienen que ser de fácil uso y acceso, y además permitir múltiples procesos y usuarios (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)

- Conexiones de red: los nodos de un clúster pueden conectarse mediante una simple red Ethernet, o se puede utilizar Tecnologías especiales de alta velocidad como Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Myrinet, Infiniband, SCI. (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)
- Middleware: el middleware es un software que generalmente actúa entre el sistema operativo y las aplicaciones con el fin de proveer una interfaz única de acceso al sistema, denominada SSI (Single System Image), la cual genera la sensación al usuario que utiliza un único ordenador muy potente (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)
- Herramientas para la optimización y mantenimiento del sistema: Migración de procesos, Checkpoint-restart (para uno o varios procesos, migrarlas a otro nodo y continuar su funcionamiento), balanceo de carga, tolerancia a fallos, etc. (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)
- Escalabilidad: Tiene que poder detectar automáticamente nuevos nodos conectados al clúster para proceder su utilización (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)
- Ambientes de programación paralela: Los ambientes de programación paralela permiten implementar algoritmos que hacen uso de recursos compartidos: CPU, memoria, datos y servicios (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)

2.5.3 Redes En Clúster

Existen varios elementos activos en un Clúster que están atados entre sí, uno de ellos y de importancia es la comunicación de la red, la cual permite el intercambio de información de datos y control. Puesto que un clúster no es más que una red de computadoras, la red será el mecanismo principal que permitirá o limitará la comunicación a través del grupo, por lo que existirá un diseño y topología de red, como:

- Topología de bus.
- Topología de Estrella
- Topología de Anillo

2.5.4 Topología De Redes

La topología de red se refiere al camino físico que siguen los datos por la red, la manera lógica cómo se conectan los diferentes dispositivos que la forman. A menudo es necesario diferenciar entre la topología lógica y la topología física o diseño físico (la manera como se “tiran” los cables). (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)

Básicamente hay tres topologías que se pueden tener en cuenta en una LAN:

Topología en Bus

Las topologías de bus son muy comunes para las redes de área local. Los nodos son todos conectados a un medio de transmisión común (a menudo un solo cable) Bus, en el cual los datos son enviados por el medio. Un protocolo comúnmente utilizado con la tecnología de bus es CSMA/CD (Acceso múltiple con escucha de portadora y

detección de colisiones). Tales redes son muy democráticas: no hay control puesto que todo el control y manejo de errores son distribuidas y manejadas por cada nodo. Cuando un nodo transmite una trama, la propagación en el bus ocurre en ambas direcciones y la trama la recibirán todos los nodos de la LAN. Cuando un nodo transmite una trama sobre el cable, el bus la propaga de un extremo del cable a la otra. Cuando la trama alcanza otros nodos, cada nodo comprueba la dirección de destino en el marco y si la dirección coincide con la dirección del nodo receptor, el nodo copiará el mensaje en un búfer local.

Cada nodo en el bus puede en teoría transmitir datos siempre que esté listo. Dado que se trata de un medio compartido, esto significa que dos nodos podrían transmitir simultáneamente causando una colisión. De hecho, las colisiones están garantizadas para ocurrir en este tipo de medio compartido. Para hacer frente a esta situación se utiliza hardware especial para detección de colisiones. Cuando el nodo transmisor detecta una colisión, se genera una señal especial de interferencia en el cable. Esto anula la trama actual y advierte a todos los otros nodos que los datos que se propagan por el cable no son correctos. Ambos nodos tratarán de volver a transmitir la trama. (Kenyon, 2002)

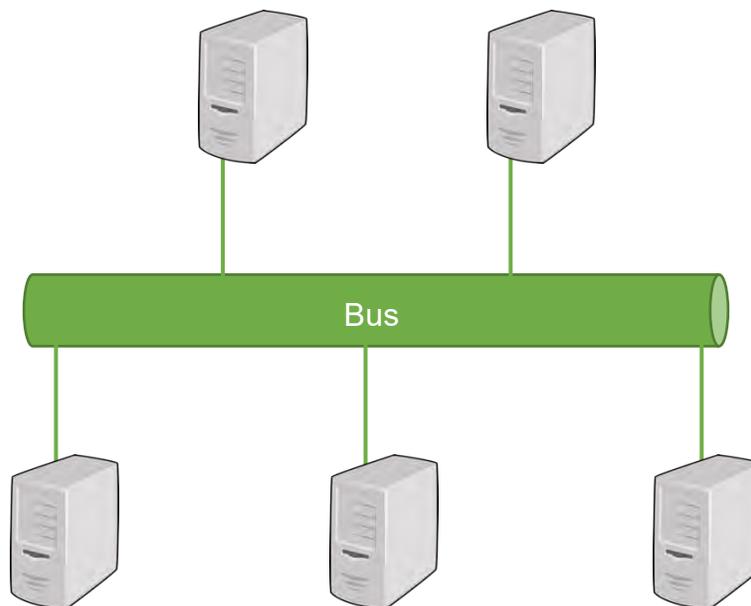


Ilustración 2 Topología de Bus

Las ventajas de la tecnología de bus son que esta tecnología es típicamente pasiva, ya que los nodos solo escuchan los datos que se propagan por el cable y no son responsables de mover los datos de un nodo al siguiente. Si falla un nodo, no afecta a toda la LAN, ya que no es un punto de retransmisión.

La tecnología de bus es generalmente fácil de instalar y utiliza tecnología sencilla y económica. Se entiende y se mantiene fácilmente y, por lo tanto, requiere un personal de mantenimiento menos cualificado. Las principales desventajas de las tecnologías de bus son que, si se rompe un cable, todo el segmento del cable pierde su conectividad, de modo que todo el segmento no funciona hasta que el cable pueda ser reparado. Si una estación se comporta mal (por ejemplo, causando transmisiones continuas), entonces todos los nodos están potencialmente afectados. El ancho de banda se comparte entre todos los nodos, y se supone que todos los nodos se comportan de manera justa. Si un nodo es particularmente agresivo, entonces otros nodos serán afectados injustamente. La solución de problemas puede ser difícil, ya que no hay una manera fácil de aislar problemas. (Kenyon, 2002)

Topología en Estrella

En la red de estrella, cada nodo está conectado a un dispositivo de control central (switch o hub) a través de líneas de punto a punto. La estructura de una red estrella es muy simple, para ampliar una red de estrella se pueden interconectar los dispositivos de control central, formando múltiples estrellas.

El concentrador proporciona una conexión física común para todos los nodos y toda la comunicación entre los nodos se transmite a través del concentrador. Cada nodo está conectado a un concentrador que se encarga de recibir y transmitir. Las ventajas de

las tecnologías de estrella es que son fáciles de implementar, expandir y administrar. (Kenyon, 2002)

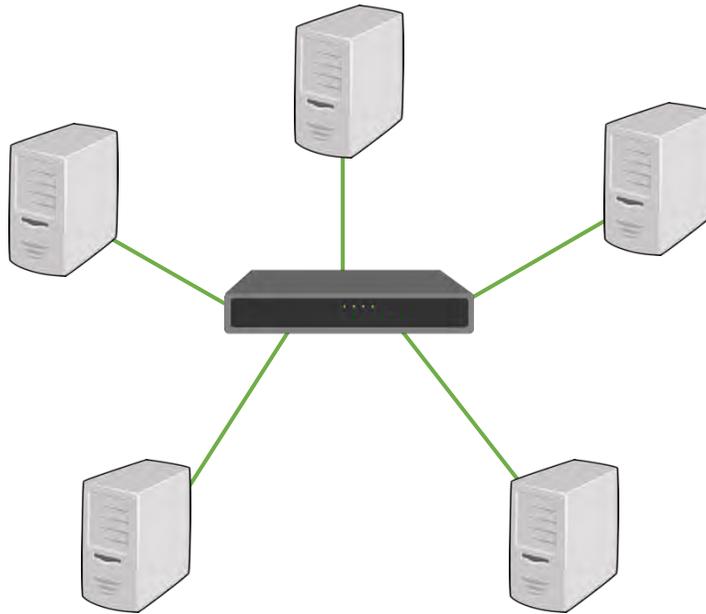
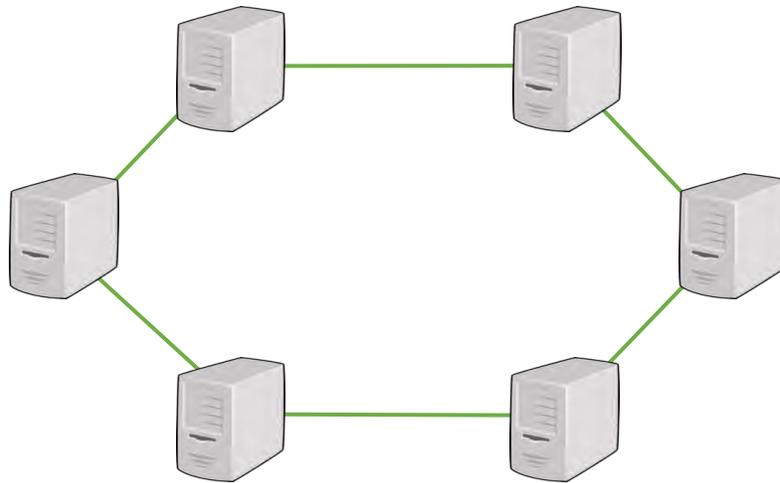


Ilustración 3 Topología en Estrella

La principal desventaja de las redes estrella es la dependencia de un dispositivo central (es decir, hay un único punto de fallo) Si falla el concentrador, se rompe toda la red. Para superar la desventaja, el conmutador central debe utilizar componentes muy fiable y típicamente proporcionar alguna forma de redundancia local. (Kenyon, 2002)

Topología en Anillo

*Ilustración 4 Topología en Anillo*

En una topología de anillo, cada nodo está unido a su nodo adyacente mediante enlaces punto a punto, formando un anillo físico. El adaptador de red en cada nodo regenera la señal a medida que transmite un paquete de datos que está circulando en el anillo. Un protocolo popular utilizado con la topología de anillo es el token passing o paso de ficha, en el que el acceso al medio se controla mediante la posesión de un token circulante.

En las redes de anillo, las llamadas de datos se pasan continuamente alrededor del anillo de un nodo al siguiente. Para transmitir datos, un nodo debe esperar a que llegue el token circulante, donde puede examinar el contenido del token para ver si está vacío, el nodo puede agregar datos al token y dirigir el paquete a un destino. Cuando el token, alcanza el nodo de destino, reconoce la dirección de destino y copia estos datos. El token entonces continuo alrededor del anillo y llega eventualmente al remitente original.

El esquema de token passing contrasta directamente con la topología de bus, donde cualquier computadora puede enviar libremente y los protocolos de nivel físico deben detectar colisiones. Las ventajas de las tecnologías de anillo son que las colisiones tipo Ethernet no pueden ocurrir en una red en anillo y el rendimiento puede ser garantizado y predicho, ya que las características de rendimiento se calculan fácilmente usando el número de nodos en el anillo y la longitud del anillo. La principal desventaja de las tecnologías de anillo es la sensibilidad al fallo de un solo enlace. (Kenyon, 2002)

2.5.5 Tipos De Redes Locales

El *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) es un organismo que data del año 1980 y que elaboró norma IEEE 802.X, las cuales definen los estándares con respecto al funcionamiento de las redes de área local:

- IEEE 802.3. Estándar basado en la versión 2.0 de la red Ethernet. Define una red con topología de bus y método de acceso CSMA/CD (todas las estaciones pueden acceder simultáneamente al medio y compiten por la utilización del canal de comunicación). Su campo de aplicación se encuentra en entornos técnicos y oficinas, universidades y hospitales. (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)
- IEEE 802.4. Define una red con topología de bus y paso de testigo (tan sólo se puede acceder a la utilización del canal la estación en posesión de testigo). Se utiliza en entornos industriales y se conocen con el nombre de Token-bus. (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)

- IEE 802.5. Estándar basado en la red Token-ring de IBM. Define una red con topología de anillo y paso de testigo. Se utiliza en entornos de oficinas, con un nivel de implantación similar a las redes Ethernet. (Miquel, Josep, & Eduard Marco, 2008)

2.6 Virtualización

La virtualización es simplemente la separación lógica de la solicitud de algún servicio de los recursos físicos que realmente proporcionan ese servicio. En términos prácticos, la virtualización proporciona la capacidad de ejecutar aplicaciones, sistemas operativos o servicios del sistema en un entorno de sistema lógicamente distinto que es independiente de un sistema informático físico específico. Obviamente, todos estos tienen que ejecutarse en un determinado sistema informático en un momento determinado, pero la virtualización proporciona un nivel de abstracción lógica que libera aplicaciones, servicios del sistema e incluso el sistema operativo que los soporta de estar vinculado a una pieza específica de hardware. El enfoque de la virtualización en entornos operativos lógicos en lugar de físicos hace que las aplicaciones, los servicios y las instancias de un sistema operativo sean portátiles en diferentes sistemas informáticos físicos. (Hagen, 2008)

2.6.1 Importancia De La Virtualización

La virtualización es un enfoque para la compartición de recurso tecnológicos para hacer más simple la administración para que los recursos de TI puedan satisfacer más fácilmente la demanda de las organizaciones. En servidores y redes, la virtualización se usa para tomar un solo activo físico y hacerlo funcionar como si se tratara de múltiples activos. Esto mejora la utilización y la eficiencia de los activos y reduce los costos al reducir la necesidad de activos físicos. Con el almacenamiento y las redes, la virtualización es una vista abstracta de los dispositivos físicos subyacentes. Esto permite combinar múltiples activos físicos y presentarlos en servidores y aplicaciones como si fueran un único recurso más grande. Esto simplifica enormemente la arquitectura de

servidores y aplicaciones, así como también reduce los costos. Con los escritorios, la virtualización se usa para centralizar la administración de datos y las aplicaciones para reducir los costos de administración y el riesgo de los datos. (Golden, 2011)

Cuatro tendencias han tenido efecto en los últimos años, haciendo que la virtualización tenga una posición en el ambiente computacional de hoy en día.

2.6.2 Hardware Subutilizado

Antes del aumento de la popularidad de la virtualización, muchos centros de datos tenían servidores que funcionaban a un porcentaje muy bajo de la capacidad real del dispositivo. Es decir, la mayoría de los servidores no utilizaban el potencial completo con el que contaban. La solución para mejorar la manera de obtener un mejor uso del hardware fue la virtualización, al separar la representación lógica del dispositivo o dispositivos físicos subyacentes reales. La virtualización permite que los recursos se optimicen para mayor eficiencia. La virtualización rompe la relación uno a uno de los activos o dispositivos físicos y crea conjuntos de componentes de TI que pueden ser asignados dinámicamente y utilizarse según sea necesario. (Golden, 2011)

2.6.3 Centros De Datos Sin Espacio

Las organizaciones de hoy en día utilizan más recursos informáticos que hace 20 años. Muchos procesos que se solían realizar en papel ahora son ejecutados a través de sistemas de software. Y, por supuesto, el aumento de internet ha significado aumentos masivos en el correo electrónico, sitios web, video y aplicaciones móviles.

El efecto de esto ha llevado a que los centros de datos de las organizaciones se estén quedando sin espacio.

La virtualización, al ofrecer la capacidad de alojar múltiples sistemas invitados en un solo servidor físico, permite a las organizaciones recuperar espacio en el centro de datos, evitando así los gastos de construir más espacio en los centros de datos. (Golden, 2011)

2.6.4 Costos Energéticos

Las organizaciones podían suponer que la energía eléctrica era barata e infinitamente disponible. El costo de ejecutar equipos personales, servidores y almacenamiento junto con el hecho de que muchos de los dispositivos en el centro de datos se ejecutan a tasas de utilización bajas, significa que la capacidad de la virtualización para hacer un uso más eficiente de los recursos informáticos puede reducir significativamente el costo de la energía para las organizaciones (Golden, 2011)

2.6.5 Costos De Operación De TI

Los equipos no funcionan por sí mismos, requieren cuidado por parte de los administradores del sistema, las personas que mantienen el funcionamiento de las máquinas. Las tareas comunes de administración del sistema incluyen: supervisar el estado del hardware, reemplazar los componentes de hardware defectuosos, instalar el sistema operativo y el software de aplicación, aplicar parches a las aplicaciones que no funcionen correctamente y supervisar los costos de soporte del usuario final. En consecuencia, los costos de las operaciones de TI han aumentado debido al crecimiento de los recursos informáticos en general. Las organizaciones tienen el desafío de encontrar formas de operar sus infraestructuras de TI con menos mano de obra y menores costos. La virtualización, al reducir y centralizar la cantidad total de sistemas, y también al proporcionar una infraestructura más flexible puede reducir los costos de las operaciones de TI. (Golden, 2011)

2.7 Tipos de Virtualización

En las tecnologías de la información existen muchos tipos de virtualización. La más común es la virtualización de servidores, que es lo que la mayoría de las personas piensa cuando se hace referencia al término “virtualización”. Sin embargo, además de la virtualización del servidor, las organizaciones de TI usan otros tipos de virtualización, basadas en otras connotaciones de la palabra. Muchos piensan que la virtualización significa “partición” de un recurso informático en múltiples entidades. La virtualización también puede significar todo lo contrario: presentar entidades múltiples como una única entidad virtual, ocultando o enmascarando los verdaderos recursos informáticos que están realizando el trabajo en segundo plano. Muchos fabricantes y proveedores independientes de software han desarrollado productos que utilizan el último enfoque de virtualización. (David E. Williams, 2007)

2.7.1 Virtualización De Escritorio

A diferencia de la virtualización de aplicaciones donde una o más aplicaciones se muestran o se transmiten desde un servidor central, en la virtualización de escritorios toda la PC de un usuario se ejecuta en un servidor central, con la salida de visualización gráfica en un dispositivo cliente. La ventaja de este enfoque es que es más fácil mantener actualizados los sistemas del cliente con parches y demás. Esto se debe a que, en lugar de administrar sistemas individuales, se crean grupos de administración centralizada. (Hagen, 2008)

2.7.2 Virtualización De Aplicaciones

El término “virtualización de aplicaciones” describe el proceso de compilación de aplicaciones en códigos de bytes independientes de la máquina que posteriormente pueden ejecutarse en cualquier sistema que proporcione la máquina virtual adecuada

como entorno de ejecución. El mejor ejemplo conocido de este enfoque para la virtualización es el código de bytes producido por los compiladores para el lenguaje de programación Java.

La virtualización de aplicaciones es un uso válido del término “virtualización” porque las aplicaciones compiladas en código de bytes se convierten en entidades lógicas que se pueden ejecutar en diferentes sistemas físicos con diferentes características, sistemas operativos e incluso arquitecturas de procesador. (Hagen, 2008)

2.7.3 Virtualización De Almacenamiento

La tecnología ofrece diversos beneficios. Entre esos, permite que diferentes sistemas físicos compartan un mismo recurso de almacenamiento, de forma transparente, de unos hacia los otros, copias de seguridad de aplicaciones transaccionales en entorno en producción y, principalmente, la reducción de costos con compraventas de nuevos equipamientos de almacenamiento para almacenamiento y replicación de datos entre centros de datos.

El recurso de virtualización de almacenamiento es esencial en el desarrollo de estrategias de recuperación de desastres y simplifica el acceso a entornos diferentes sin necesidad de reconfigurar toda la red de almacenamiento. (Rio, 2014)

2.7.4 Virtualización De Red

Las formas más populares de virtualización de red son:

- LAN virtual (VLAN) Ratificadas en el estándar IEEE 802.1Q, las VLAN son un método para crear redes lógicas independientes dentro de una red física compartida. Los administradores de red incorporan VLAN en su diseño de

red para segmentar lógicamente dominios de difusión y controlar la interacción entre dispositivos en diferentes segmentos de red. Las VLAN permiten a los administradores de red crear múltiples redes virtuales que aíslan cada segmento de los demás. (David E. Williams, 2007)

- IP virtual (VIP). Una dirección IP que no está conectada a una computadora o interfaz de red específica en una computadora. Las IP virtuales generalmente se asignan a un dispositivo de red que está en el camino del tráfico de red que atraviesa. Los paquetes entrantes se envían a la IP virtual, pero se redirigen a la interfaz real del host receptor. Las IP virtuales se usan principalmente en escenarios de redundancia y balanceo de carga, donde varios sistemas alojan una aplicación común y son capaces de recibir el tráfico redirigido por el dispositivo de red. (David E. Williams, 2007)
- Red privada virtual (VPN). Una red de comunicación privada utilizada para comunicarse confidencialmente a través de una red pública. El tráfico de VPN a menudo se transmite a través de medios de red altamente inseguros, como Internet, creando un canal seguro para que la información sensible y confidencial atraviese de un sitio a otro. También se utiliza como un medio para extender las redes domésticas de los empleados remotos a la red corporativa. Aunque generalmente se necesita un software especial para establecer la conexión, una vez establecida, la interacción con otros recursos en la red se maneja de la misma manera que en una verdadera red física, sin requerir ninguna modificación de la pila de red o del sistema operativo. (David E. Williams, 2007)

2.7.5 Virtualización De Servidores

El termino virtualización de servidor, describe la capacidad de ejecutar una máquina virtual completa, incluido su propio sistema operativo, en otro sistema operativo. Cada máquina virtual que se ejecuta en el sistema operativo principal es lógicamente distinta, tiene acceso a todo o parte del hardware en el sistema host, tiene sus propias asignaciones lógicas para los dispositivos de almacenamiento en los que está instalado ese sistema operativo y puede ejecutar sus propias aplicaciones dentro de su propio entorno operativo.

La virtualización de servidores es, por lo tanto, la técnica utilizada por las tecnologías de virtualización como KVM, Microsoft Virtual Server y Virtual PC, Parallels Workstation, Vmware y por su puesto XenServer. (Hagen, 2008)

2.7.6 Virtualización Del Sistema Operativo

La virtualización del sistema operativo se ejecuta sobre un sistema operativo host existente y proporciona un conjunto de bibliotecas con las que interactúan las aplicaciones, dando a cada aplicación la ilusión de que se está ejecutando en una maquina dedicada a su uso.

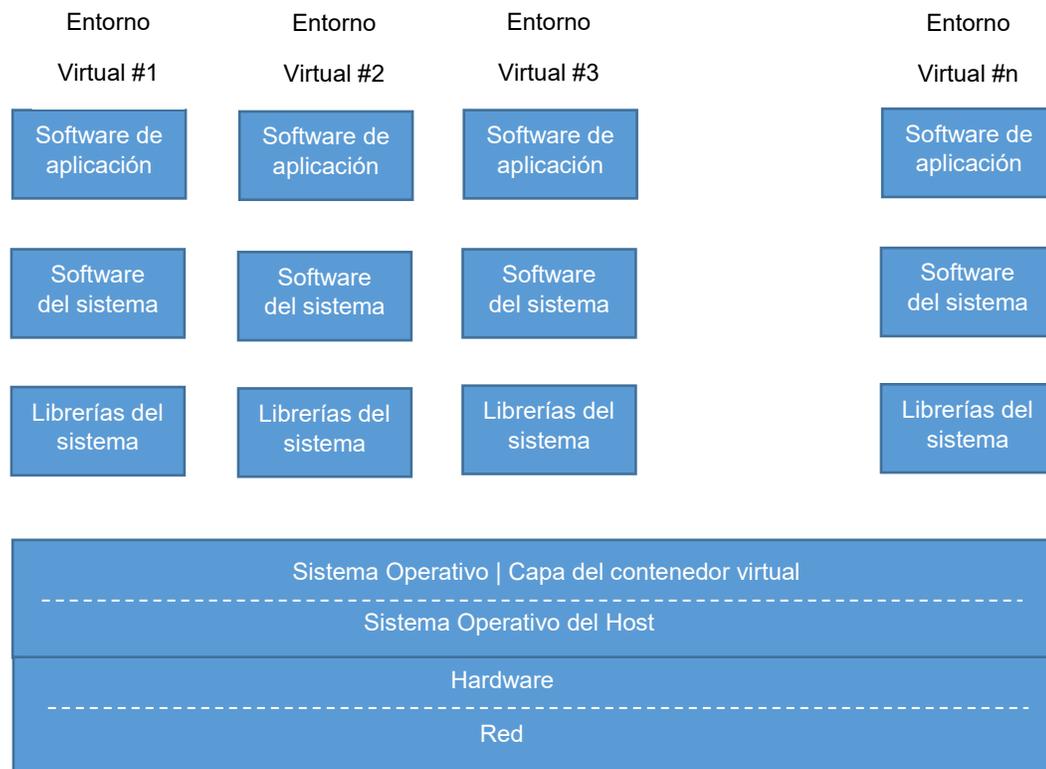


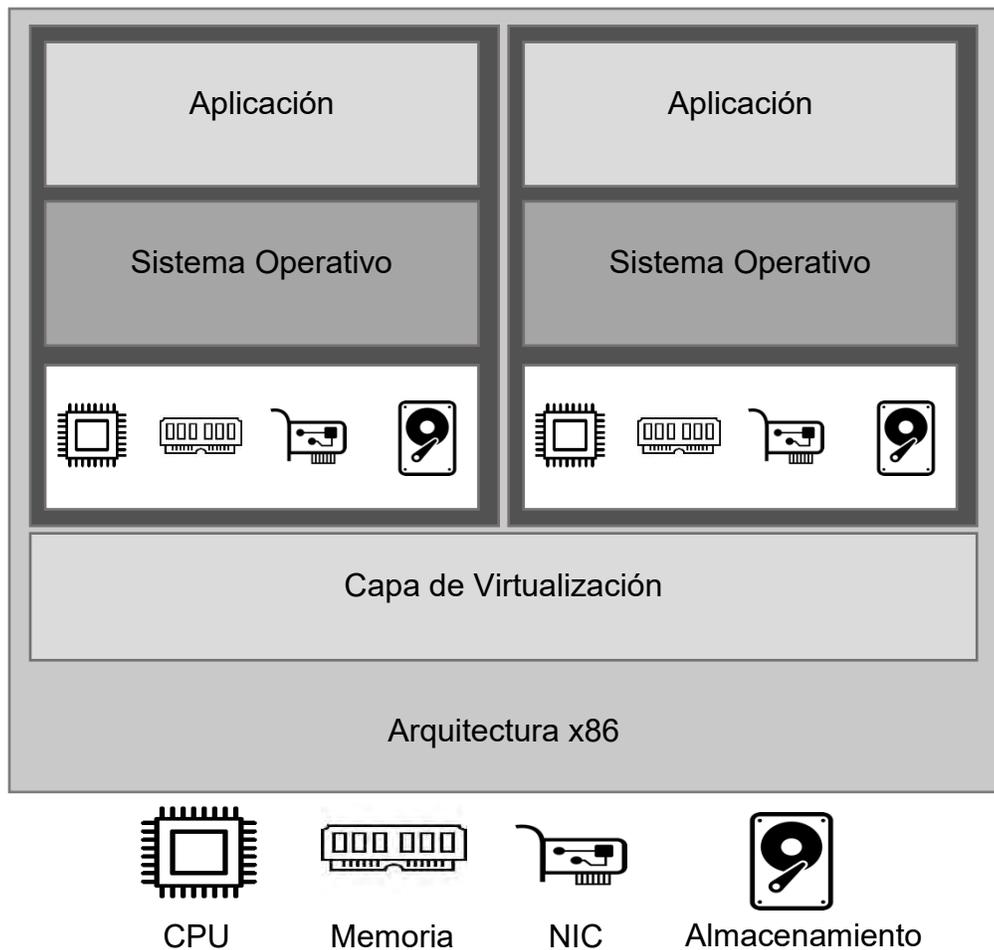
Ilustración 5 Virtualización del Sistema Operativo

En la imagen anterior se puede ver un servidor que ejecuta un sistema operativo host. Ese sistema operativo ejecuta un software que proporciona virtualización del sistema operativo, y varios sistemas operativos virtuales se ejecutan dentro del software de virtualización del sistema operativo. Cada uno de los SO virtuales tiene una o más aplicaciones ejecutándose dentro de él. La clave para entender es que, desde la perspectiva de la ejecución de la aplicación, ve e interactúa solo con aquellas aplicaciones que se ejecutan dentro de su sistema operativo virtual, y a su vez las aplicaciones interactúan con el mismo sistema operativo virtual como si tuviera el control exclusivo de los recursos.

El beneficio de la virtualización del sistema operativo es su eficiencia. En lugar de ejecutar una serie de sistemas operativos invitados completos para que cada aplicación pueda tener acceso a recursos operativos dedicados, la virtualización del sistema operativo utiliza un conjunto de bibliotecas para proporcionar la funcionalidad del sistema operativo y servicios de mapeo de archivo; en consecuencia, se requiere mucho menos software para permitir aislar las aplicaciones. (Golden, 2011)

2.7.7 Emulación De Hardware

En la emulación de Hardware el software de virtualización presenta un entorno de hardware emulado en el que operan los sistemas operativos invitados. Este entorno de hardware emulado suele denominarse monitor de máquina virtual. Los sistemas operativos invitados se instalan en una máquina virtual que interactúa con el monitor de máquina virtual en lugar del hardware físico sobre el que se ejecuta el software de virtualización. En otras palabras, en lugar de instalar un sistema operativo en una máquina física está instalado en una máquina virtual que emula el hardware con el que normalmente interactúa el sistema operativo.

*Ilustración 6 Emulación de Hardware*

La virtualización permite que los sistemas operativos que se han diseñado y entregado se ejecuten directamente en el hardware se ejecuten en una capa intermedia de software conocida como hipervisor. La emulación de hardware es una poderosa tecnología de virtualización porque realiza las modificaciones del sistema operativo invitado en el tiempo de ejecución a través de una técnica conocida como traducción binaria; básicamente cuando se instala el sistema operativo invitado el software de virtualización reorganiza hábilmente el software interno del sistema operativo invitado para que las llamadas que originalmente intentaron acceder a los recursos de hardware físico ahora se dirijan a los recursos dentro del monitor de máquina virtual. En consecuencia, es bastante fácil usar la emulación de hardware, ya que instala sistemas

operativos invitados no modificados, y la emulación de hardware se encarga de modificar de forma transparente los diversos bits para que todo el ensamblaje de virtualización funcione correctamente (Golden, 2011)

2.7.8 Paravirtualización

La paravirtualización no intenta emular un entorno de hardware en el software; más bien, un hipervisor de este tipo, coordina el acceso a los recursos de hardware subyacentes del servidor.

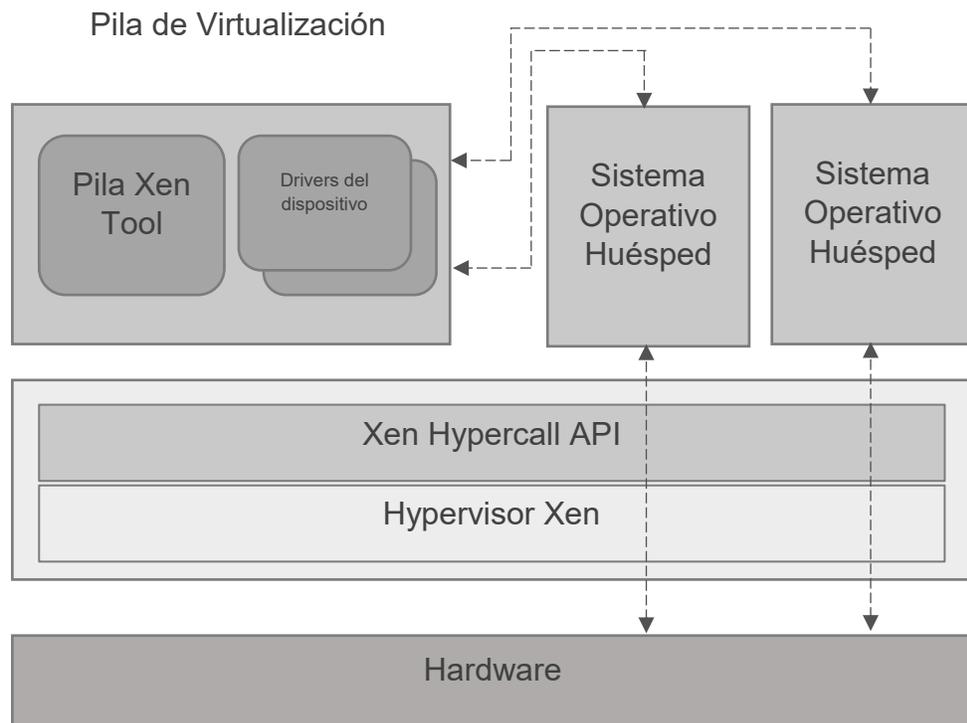


Ilustración 7 Paravirtualización

En este tipo de virtualización, el hipervisor reside en el hardware. Uno o más sistemas operativos invitados (equivalentes a las máquinas virtuales en la virtualización de emulación de hardware) se ejecutan en la parte superior del hipervisor.

Un invitado con privilegios se ejecuta como una máquina virtual invitada, pero tiene privilegios que le permiten acceder directamente a ciertos recursos en el hardware subyacente. (Golden, 2011)

2.8 Principales Soluciones De Virtualización De Servidores

A continuación, se presenta una tabla comparativa de las tres soluciones más populares para virtualización de servidores.

Tabla 1 Análisis Comparativo De Diversas Tecnologías De Virtualización

Características	VMware vSphere	Windows Hyper-V	Citrix XenServer
Soporte de sistema operativo invitado	Windows, Linux, Unix	Sistemas operativos modernos Windows. Soporte limitado de Linux	La mayoría de los sistemas operativos Windows, Linux
Código Abierto	No	No	Sí
Control centralizado	Sí, pero requiere un servidor dedicado para la administración (o una máquina virtual)	Sí, pero requiere un servidor dedicado para la administración (o una máquina virtual)	Sí
Alta disponibilidad	Sí	Requiere la solución Microsoft Failover Clustering, soporte de sistemas operativos invitados limitado	Sí
Instantáneas de máquinas virtuales en vivo. Respaldo de una máquina virtual en ejecución.	Sí	Limitado	Sí
Hipervisor Bare metal	Sí	Sí	Sí
Migración en vivo de máquinas virtuales	Sí	Sí	Sí
RAM y CPU máximo por host	160 CPU/2 TB RAM	64 CPU/1 TB RAM	32 CPU /1.5 TB RAM

Si bien las 3 principales tecnologías de virtualización que lideran el mercado son software propietario, Citrix XenServer 7.2 es la única solución Open Source y gratuita, desarrollada en conjunto por una amplia comunidad (proyecto Xen) y por Citrix. En esta versión están disponibles todas las funcionalidades que antes de pasar a ser una solución de código abierto, solo se encontraban disponibles mediante licenciamiento. Citrix XenServer sí es un producto comercial, ya que se puede contratar soporte directamente de Citrix, pero que, a su vez, no es necesario para su funcionamiento. Si bien VMWare parece ser la solución más ideal para este tipo de proyecto, la versión gratuita de VMWare presenta grandes limitaciones, ya que no permite utilizar al máximo el hardware con el que se cuenta. Dentro de las limitaciones de la versión gratuita de VMWare ESXI se encuentra que no permite añadir equipos a la herramienta de control centralizado vCenter, limita a 2 CPUs físicos y un máximo de 8 CPUs virtuales por máquina virtual, además de que en la versión gratuita la característica de alta disponibilidad no se encuentra presente. Microsoft Hiper-V es otra herramienta de virtualización, con grandes beneficios pero que únicamente se encuentra disponible mediante licenciamiento, además de que para su administración necesita un servidor dedicado. Es claro que Citrix XenServer es la mejor alternativa de virtualización, debido a sus capacidades superiores sobre la versión gratuita de VMWare y a que ofrece características que en otras plataformas como Hyper-V y VMWare solamente se encuentran disponibles por medio de licencias. Debido a lo expuesto con anterioridad, se seleccionó Citrix XenServer 7.2 para el desarrollo de este proyecto.

XenServer

Actualmente en la virtualización de servidores existen tres plataformas principales de virtualización Vmware vSphere, Microsoft Hyper-V, and Citrix XenServer. (Reed, 2014)

XenServer es un paquete precargado basado en la solución de virtualización de Xen, construido alrededor del Proyecto. Es necesario saber que es Xen, qué hace, y como forma la solución completa de XenServer.

2.8.1 Hypervisor Xen

Xen es un manejador de máquinas virtuales (VVM), o hipervisor para procesadores de arquitecturas de procesadores 32 y 64bits. Corre como software directamente arriba del hardware físico y permite ejecutar múltiples sistemas operativos virtuales invitados en el mismo equipo host y al mismo tiempo. Las máquinas virtuales son ejecutadas de manera segura y eficiente con un desempeño casi nativo. (David E. Williams, 2007)

El Proyecto Xen fue originalmente diseñado en la Universidad de Cambridge, en Cambridge, Inglaterra, Xen forma el hipervisor central no solo en XenServer sino también en Oracle VM y se puede usar como hipervisor opcional dentro de las principales distribuciones de Linux, como CentOS, Debian, y SUSE Linux Enterprise Server. Además, Xen ha sido muy utilizado con el posible despliegue más famoso en Amazon: proporcionando la base de la oferta de productos de Amazon Web Services.

Xen se desarrolla activamente bajo la tutela dentro del Proyecto Xen: un proyecto colaborativo de la fundación Linux, donde se beneficia de la colaboración activa y de la contribución de más de una docena de organizaciones. Esta amplitud de desarrollo permite asegurar que la tecnología del hipervisor Xen se adapte al ritmo de las tendencias cambiantes en las operaciones de centros de datos. Es importante tener en cuenta que cada producto basado en Xen elige a que versión del hipervisor de Xen va a soportar y que funciones de esa versión integrar. (Tim Mackey, 2016)

El hipervisor Xen simplemente realiza la administración de la máquina virtual y necesita de algún tipo de herramienta para controlar su funcionamiento. Las opciones modernas de herramientas incluyen libvirt, una biblioteca para administración de virtualización y XAPI, la API de administración de Xen. al implementar una solución personalizada basada en Xen, se puede elegir las herramientas que mejor se adapten a sus necesidades. Sin embargo, como XenServer es una solución de virtualización empaquetada de Xen, las herramientas ya fueron previamente seleccionadas y esa es la herramienta XAPI. (Tim Mackey, 2016)

XAPI proporciona interfaces e implementaciones para todas las funciones esperadas de operaciones de máquinas virtuales, administración del host, almacenamiento y configuración de la red. Además, cuando se agrupan dos o más host de Xenserver, XAPI proporciona controles adicionales sobre este tipo de grupo de recursos y sus operaciones. (Tim Mackey, 2016)

Características

Xen ofrece un poderoso conjunto de funcionalidades de clase empresarial, por lo que es adecuado para implementaciones grandes que ejecuten aplicaciones de misión crítica. Dentro de las características que ofrece Xen, se encuentran:

- Máquinas virtuales con rendimiento casi nativo
- Soporte completo en x86(32bits), x86(32 bits) con extensión de dirección física (PAE), y x86 con extensiones de 64 bits
- Soporte para casi todo el hardware con controladores Linux disponibles
- Varias vCPU admitidas en cada equipo invitado (Windows y Linux) hasta a 32 vías

- Asignación de recursos dinámicos a través de vCPU conectables en caliente
- Migración en vivo y sin tiempo de inactividad de máquinas virtuales en ejecución entre dos hosts físicos
- Soporte de procesadores de asistencia de hardware de Intel (Intel-VT) y AMD (AMD-V), permitiendo sistemas operativos invitados no modificados

Xen admite dos modos de virtualización:

Paravirtualización y virtualización completa. Para la paravirtualización, los sistemas operativos invitados deben ser modificados y el kernel recompilado para admitir una interacción adecuada con Xen VMM. Aunque esto limita la selección de sistemas operativos que se pueden ejecutar en este modo, a cambio ofrece beneficios de rendimiento. La virtualización completa permite se ejecuten sistemas operativos invitados no modificados, y es la única forma de ejecutar invitados Microsoft Windows, con una pena de rendimiento menor. (David E. Williams, 2007)

2.8.2 Características

XenServer es la plataforma de virtualización de código abierto líder, impulsada por el hipervisor Xen Project y el conjunto de herramientas XAPI. Citrix XenServer utiliza un hipervisor tipo 1, es decir no requiere un sistema operativo host subyacente. Los hipervisores tipo 1 tienen acceso directo al hardware subyacente, lo que proporciona un mejor rendimiento y compatibilidad con los hosts. (Reed, 2014)

Citrix XenServer incluye las siguientes características:

- XenMotion / Migración en caliente de máquinas virtuales: La función XenMotion permite ejecutar máquinas virtuales para ser migradas de un host a otro sin tiempo de inactividad. XenMotion reubica las instancias del procesador y memoria de la máquina virtual de un host a otro, mientras que los datos y las configuraciones reales residen en el almacenamiento compartido. Esta característica es fundamental para proporcionar un tiempo de actividad máximo al realizar tareas de mantenimiento o actualizaciones. Esta función requiere almacenamiento compartido entre los hosts. (Reed, 2014)
- Almacenamiento XenMotion / Migración en caliente de almacenamiento: La función Almacenamiento XenMotion proporciona una funcionalidad similar a la de XenMotion, pero se usa para mover el disco virtual de una máquina virtual de un depósito de almacenamiento a otro sin necesidad de apagar la máquina virtual. (Reed, 2014)
- Alta Disponibilidad: alta disponibilidad reinicia automáticamente las máquinas virtuales en otro host en caso de una falla del host. Esta función requiere almacenamiento compartido entre los hosts. (Reed, 2014)
- Grupos de recursos: los grupos de recursos son una agrupación de hosts de Citrix XenServer agrupados para formar un clúster único, compartiendo sus recursos de memoria, red y recursos de almacenamiento, permitiendo que se puedan administrar como una sola entidad. El grupo de recursos permite que las máquinas virtuales se inicien en cualquiera de los hosts y sin problemas ser movidos entre ellos. (Reed, 2014)

- Integración con Active Directory: Citrix XenServer se puede unir a un dominio de Windows Active Directory para proporcionar una autenticación centralizada para los administradores de XenServer. Esto elimina la necesidad de múltiples cuentas de administrador independientes en cada host de XenServer en un entorno de XenServer. (Reed, 2014)
- Control de acceso basado en roles (RBAC): RBAC es una función que aprovecha la integración de Active Directory y permite a los administradores definir roles que tienen privilegios específicos asociados. Esto permite que los permisos administrativos se agreguen entre los diferentes administradores. (Reed, 2014)
- Open vSwitch: el backend de red predeterminado para el hipervisor de Citrix XenServer es Open vSwitch. Open vSwitch es un switch virtual multicapa de código abierto que brinda funcionalidades de red avanzadas a la plataforma de XenServer, como NetFlow, SPAN, OpenFlow y Calidad de Servicio (QoS) mejorada. El backend Open Vswitch también es un componente integral del soporte de la plataforma de redes definidas por software (SDN). (Reed, 2014)
- Control dinámico de memoria: El control dinámico de memoria permite a XenServer maximizar la utilización de la memoria física al compartir la memoria física no utilizada entre las máquinas virtuales invitadas. Si una máquina virtual se le han asignado 4GB de memoria y solo está utilizando 2GB, la memoria restante se puede compartir con las otras máquinas virtuales invitadas. Esta característica proporciona un mecanismo para la sobresuscripción de memoria. (Reed, 2014)

- **IntelliCache:** IntelliCache es una función destinada a mejorar el rendimiento de los escritorios virtuales de Citrix XenDesktop. Intelli Cache crea un caché en repositorio de almacenamiento local de XenServer y, a medida que los escritorios virtuales realizan operaciones de lectura, el disco virtual de la máquina virtual principal se copia en el caché. Las operaciones de escritura también se escriben en la memoria caché local cuando se utilizan escritorios no permanentes o compartidos. Este mecanismo reduce la carga en la matriz de almacenamiento al recuperar datos de una fuente local para lecturas en lugar de la matriz. Esto es particularmente beneficioso cuando varios escritorios comparten la misma imagen principal. Esta función solo está disponible con Citrix XenDesktop. (Reed, 2014)
- **Recuperación ante desastres:** la función de recuperación ante desastres de XenServer proporciona un mecanismo para recuperar las máquinas virtuales y vApps en caso de falla de todo un grupo o site. (Reed, 2014)
- **Controlador de conmutador virtual distribuido (DVSC):** DVSC proporciona administración centralizada y visibilidad de la red en XenServer. (Reed, 2014)
- **Aprovisionamiento fino:** El aprovisionamiento fino permite que se asigne una cantidad determinada de espacio en disco a las máquinas virtuales, pero solo consume la cantidad que está siendo utilizada por el sistema operativo invitado. Esta característica proporciona un uso más eficiente del almacenamiento subyacente debido al consumo bajo demanda. (Reed, 2014)

2.8.3 Tecnologías De Almacenamiento

Las tecnologías de almacenamiento juegan un papel vital en las diferentes configuraciones de XenServer. Se necesitan grandes cantidades de almacenamiento con propiedades que satisfagan las necesidades para crear un servicio confiable.

En XenServer, las máquinas virtuales se comportan como máquinas reales con discos duros conectados localmente. En realidad, a estos discos duros se les asigna una porción de espacio real en el disco de XenServer. El hipervisor y el dominio de control (dom0) hacen que este fragmento de espacio real en el disco aparezca como un disco duro virtual para las máquinas virtuales.

Existen diferentes tecnologías de almacenamiento soportadas por XenServer, típicamente se usan las siguientes tres arquitecturas:

- Almacenamiento de conexión directa (DAS)
- Almacenamiento conectado en red (NAS)
- Red de área de almacenamiento (SAN)

Almacenamiento de Conexión Directa

Como su nombre indica, esos son los dispositivos de almacenamiento que se encuentran conectado de manera directa a los servidores que usan el bus de host. Estos son conjuntos que contienen una cantidad de disco dentro.

Los sistemas de almacenamiento de conexión directa (DAS) ofrecen características de tolerancia a fallas y son capaces de “hot swap” o sustitución de disco

en caliente, es decir sustituir sin la necesidad de detener o alterar las operaciones. SATA y SAS (Serially attached SCSI) se utilizan comúnmente para conectar directamente dispositivos de almacenamiento.

Almacenamiento Conectado en Red

Los NAS generalmente son dispositivos o computadoras que tienen espacios en disco grandes; estos son compartidos a través de una red que se usa comúnmente para compartir archivos. Los clientes que acceden a este dispositivo de almacenamiento compartido pueden ser tabletas, computadoras portátiles, computadoras de escritorio o servidores que solo necesitan comprender los protocolos de uso compartido basados en archivos de red. Inicialmente, esto puede considerarse como un sistema DAS con su repositorio de almacenamiento accesible a través de la red, pero un servidor NAS especializado es mucho mejor en términos de eficiencia y rendimiento que un sistema ordinario con acceso compartido en la red.

Red de área de almacenamiento

Una red de área de almacenamiento (SAN) es una arquitectura de red especialmente diseñada para adjuntar dispositivos de almacenamiento remoto a los servidores de tal manera que los dispositivos aparezcan como discos locales conectados a los sistemas operativos. Cualquier dispositivo común conectado a la red no puede simplemente acceder al SAN. Solo después de que los sistemas de archivos se construyan en la SAN, pueden ser utilizados como NAS o servidores de intercambio de archivos, basados en el servicio que sea configurado. Se necesitan equipos especiales como conmutadores de fibra para conectar más dispositivos a la red SAN.

2.8.4 Beneficios De XenServer

Citrix XenServer se instala directamente en servidores bare-metal, sin necesidad de un sistema operativo host dedicado. Esto aumenta la utilización del servidor y el almacenamiento y reduce los costos de equipos, energía, refrigeración y espacio físico. Dado que las máquinas invitadas no se comunican directamente con el hardware, las máquinas virtuales en ejecución se pueden migrar a nuevos servidores sin interrupción del servicio, lo que permite que las cargas de trabajo esenciales obtengan los recursos necesarios, de igual manera permiten un mantenimiento sin interrupciones. Las características más sofisticadas incluyen la recuperación automática de fallas de hardware y capacidades de recuperación a fallos en situaciones de desastre. (Ahmed, 2013)

2.8.5 Requerimientos De XenServer

Dado que XenServer alojará todas las máquinas virtuales, es esencial que sea capaz y lo suficientemente potente como para soportar la carga. Los siguientes son los requisitos mínimos de XenServer:

Tabla 2 Requerimientos De Instalación Xenserver (Citrix, 2015)

CPUs	Se recomienda una o más CPUs x86 de 64bits, CPU mínima de 1,5GHz, 2GHz o más rápida. Para admitir máquinas que ejecutan Windows, se requiere un sistema Intel VT o AMD-V de 64 bits basado en x86 o una o más CPUs
------	---

	<p>Nota: para ejecutar máquinas virtuales de Windows, la compatibilidad de hardware para la virtualización debe estar habilitada en el host de XenServer. Esta es una opción en el BIOS. Hay que tener en cuenta que el BIOS puede tener el soporte de virtualización deshabilitado.</p> <p>Para admitir máquinas virtuales que ejecutan Linux paravirtualizado, se requiere un sistema estándar de 64 bits basado en x86 con una o más CPUs.</p>
RAM	2GB mínimo, 4 o más recomendado.
Espacio en disco	<p>Almacenamiento conectado localmente (PATA, SATA, SCSI) con 16GB de espacio de disco mínimo, 60 GB de espacio de disco recomendado.</p> <p>La instalación del producto crea dos particiones de 4GB para el dominio de control del host XenServer.</p>
Red	<p>100Mbit/s o NIC más rápido. Se recomienda uno o más NIC gigabit para un P2V más rápido y para exportar/importar transferencias de datos y para la migración en vivo de máquinas virtuales.</p> <p>Para la redundancia se recomiendan múltiples NIC. La configuración de las NIC variará según el tipo de almacenamiento.</p>

2.8.6 Herramienta De Administración Gráfica XenCenter

XenCenter es la interfaz gráfica de usuario de administración para XenServer que se ejecuta en Windows. Esto es la interfaz que permite a los usuarios configurar nuevas máquinas virtuales y permite la instalación, configuración, administración y el manejo del ciclo de vida de la máquina virtual completa. Al usar esta herramienta se puede configurar el almacenamiento remoto, así como también administrar las redes, incluidas las VLAN y las redes internas, así como las NIC. (Ahmed, 2013)

Requerimientos del sistema

Los requerimientos del sistema de XenCenter son los siguientes:

Tabla 3 Requerimientos De Instalación Xencenter (Citrix, 2015)

Sistema Operativo	Windows 8.1, Windows 8, Windows 7 SP1, Windows Vista SP2, Windows Server 2012R2, Windows Server 2012, Windows Server 2008R2 SP1, Windows Server 2008 SP2, Windows Server 2003 SP2, o versiones superiores
Framework .NET	Versión 4
Velocidad del CPU	750GHz mínimo, 1GHz o más velocidad recomendada
RAM	1GB mínimo, 2GB o más recomendado
Espacio en disco	100MB mínimo
Red	100MB o NIC más rápida
Resolución de pantalla	1024x768 pixeles mínimo

Capítulo 3 Desarrollo

Se estableció el uso de XenServer para el desarrollo de este proyecto, debido a las características que ofrece de manera gratuita a diferencia de las otras soluciones que se analizaron.

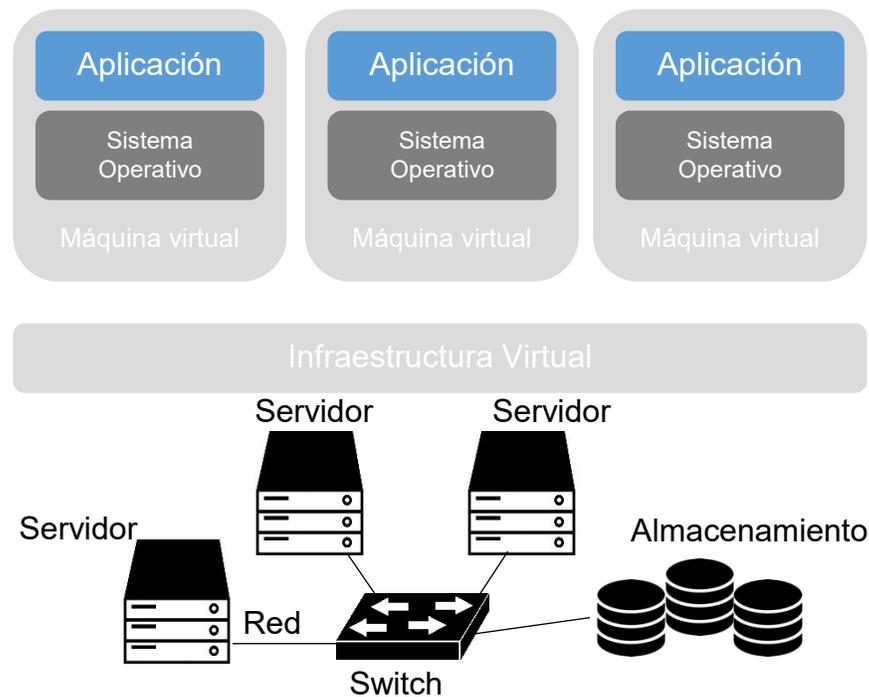


Ilustración 8 Entorno de Sistema de Virtualización

3.1 Instalación XenServer

Se procedió a la instalación de XenServer en los 3 servidores a partir de un CD siguiendo el asistente de instalación que viene integrado en la versión del sistema operativo. Se realizaron configuraciones iniciales solicitadas por el asistente de

instalación. A continuación, se presenta un resumen general de los servidores después de la instalación.

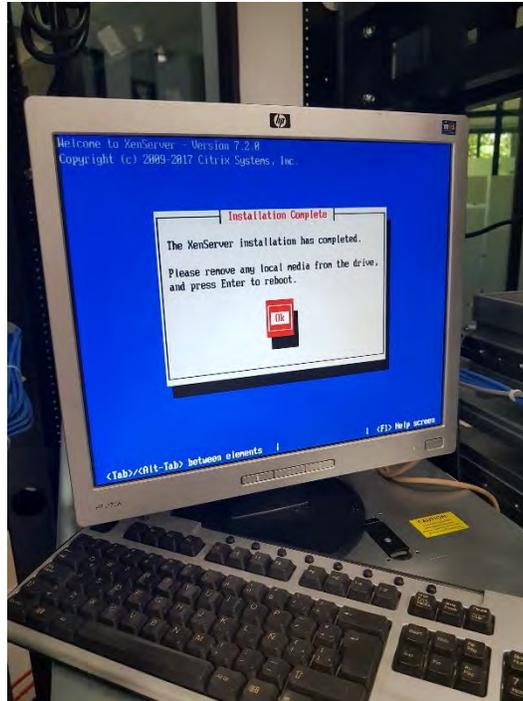


Ilustración 9 Instalación Completada XenServer

3.1.1 Hardware

Esta sección incluye información relevante acerca del hardware utilizado en la parte práctica de este proyecto. Se utilizaron 3 servidores HP Proliant. Las características de hardware de los servidores se muestran en la siguiente tabla.

	Servidor 1	Servidor 2	Servidor 3
Nombre	XenServerHost1	XenServerHost2	XenServerHost3
Procesador	4 AMD Opteron 6380 16-core	4 AMD Opteron 6380 16-core	4 AMD Opteron 6380 16-core
GPU	No	No	No
Velocidad	2.5 GHz	2.5 GHz	2.5 GHz
Memoria	32GB de los cuales 2.6GB XenServer y 29.3GB libres	32GB de los cuales 2.6GB XenServer y 29.3GB libres	32GB de los cuales 2.6GB XenServer y 29.3GB libres
Almacenamiento	234GB disponibles	234GB disponibles	234GB disponibles
Interfaces de red	4 interfaces de red conectadas	4 interfaces de red conectadas	4 interfaces de red conectadas

Tabla 4 Resumen De Hardware Equipos



Ilustración 10 Servidores Físicos

3.2 Instalación XenCenter

El software de XenCenter puede obtenerse desde la página de internet de XenServer o bien, ingresando por medio de un navegador web a la dirección IP asignada a algún servidor físico en el cual se encuentre instalado XenServer. Al momento de ingresar, se muestra la opción para descargar el software.

XenCenter se instaló en un equipo con las siguientes características.

Tabla 5 Características Host XenCenter

Sistema Operativo	Windows 10
Procesador	Intel Core i3-4150 CPU @ 3.50GHz
Memoria RAM	8GB
Tipo de Sistema	Sistema Operativo de 64 bits

XenCenter es la consola de administración la cual permite una gestión centralizada de hosts, máquinas virtuales, red, almacenamiento, entre otro. El software XenCenter puede ser instalado en cualquier otro equipo que cumpla con los requerimientos de instalación, tenga acceso por red local y que cuente con las credenciales de acceso a los servidores o pool de servidores.

3.3 Resource Pool

Todos los servidores de un Resource Pool en XenServer deben tener CPUs compatibles, es decir:

El proveedor de los CPU (Intel, AMD) debe ser el mismo en todas las CPU en todos los servidores. Todas las CPU deben tener el mismo conjunto de características. En especial para ejecutar máquinas virtuales HVM (Windows), todas las CPU deben tener habilitada la virtualización.

Adicionalmente a los requisitos previos de Hardware identificados anteriormente, existen otros requisitos previos de configuración para un servidor que se va a unir al Resource Pool en XenServer:

- Debe tener una dirección IP estática (ya sea configurada en el servidor mismo o mediante una configuración adecuada en el servidor DHCP) esto también se aplica a los servidores que proporcionan almacenamiento compartido NFS o iSCSI.
- El Reloj del sistema debe estar sincronizado con el pool master.
- No puede ser miembro de un Resource Pool existente.
- Todas las máquinas virtuales deben cerrarse antes de que un servidor pueda unirse a un grupo.
- Es posible que no se cuente con ningún almacenamiento compartido ya configurado.
- Deben contar con la misma versión del software XenServer, en el mismo nivel de parche, que los servidores que ya están en el grupo.

En este proyecto, se creó un resource pool con los tres servidores en los cuales se realizó la instalación de XenServer. La creación se realizó por medio de XenCenter y únicamente fue necesario especificar un nombre para el conjunto de recursos, los servidores que forman parte de este y se seleccionó cuál de los servidores sería el maestro del pool.

Si posteriormente se cuenta con otros servidores que se deseen agregar al conjunto de recursos, se puede realizar desde las opciones de configuración del resource pool que ya se creó, de igual manera es posible retirar un servidor del grupo.

La creación del resource pool no se realiza exclusivamente en XenCenter, se puede realizar en la consola de comandos de cada servidor o bien utilizar la interfaz gráfica de cada servidor. Muchas veces no es posible estar físicamente en donde se encuentran los servidores, por lo que es más sencillo realizar la administración desde XenCenter.

3.4 Almacenamiento NAS

Una vez que se ha configurado un Resource Pool, es necesario configurar el almacenamiento donde se ubicaran las máquinas virtuales. El almacenamiento debe ser accesible por todos los hosts del Resource Pool, de manera que las máquinas virtuales puedan ser movidas de un servidor a otro, según las necesidades.

Se dispone de un sistema NAS el cual cuenta con un recurso de almacenamiento target ICSI de 2048GB

Los datos del NAS que se necesitaron para conectar los servidores de XenServer son:

- Dirección IP: 172.16.7.4
- Identificador IQN del target iscsi: iqn.1998-01.com.vmware:poet3-3125eb44

- Autenticación CHAP: no se habilitó en el NAS, por lo que no es necesario configurar el target iSCSI en el Resource Pool de XenServer.

Tanto la configuración de la nueva interfaz dedicada a almacenamiento como la del target iSCSI en el entorno XenServer se realizó a nivel de pool. Esto es, no hay que configurarlo en cada uno de los servidores por separado.

3.5 Repositorio De ISOs

Para instalar de cero un sistema operativo invitado se puede hacer de dos diferentes maneras, desde la unidad de CD/DVD del servidor XenServer o desde una imagen ISO de ese sistema operativo.

Es más sencillo para el administrador del Resource pool desplegar máquinas virtuales desde imágenes ISO que desde un disco de instalación, por esto se debe configurar un repositorio en el cual se puedan almacenar las imágenes ISO a utilizar.

Todo el procedimiento de configuración fue realizado desde el equipo en el que se instaló XenCenter.

Se creó un repositorio en el mismo espacio de almacenamiento del servidor NAS, en el cual se puede subir imágenes ISO para realizar la instalación de máquinas virtuales en el resource pool. Las imágenes ISO fueron cargadas al servidor NAS por medio del protocolo SFTP.

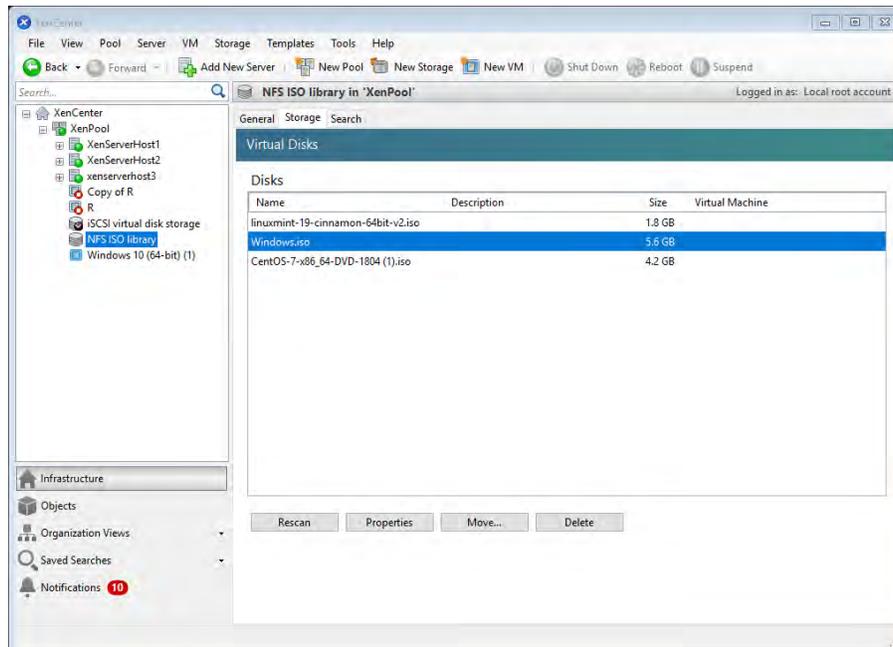


Ilustración 11 Repositorio ISOs

3.6 Instalación De Máquinas Virtuales

Se crearon dos máquinas virtuales con las siguientes características, con el fin de realizar pruebas de rendimiento correspondientes.

Tabla 6 Resumen Máquinas Virtuales

	Máquina Virtual 1	Máquina Virtual 2
Sistema Operativo	Windows 10	CentOS7
CPU	32 CPU Virtuales	32 CPU Virtuales
Topología	2 Sockets con 16 Cores por socket	4 Sockets con 8 Cores por socket
Memoria RAM	28GB	28GB
Disco Duro	250GB	250GB

A continuación, se muestran los pasos que se siguieron para la creación de las máquinas virtuales. Las limitantes a la hora de configurar el hardware virtual dependen

de las características de cada sistema operativo. La creación se inicia a partir del botón **New VM**

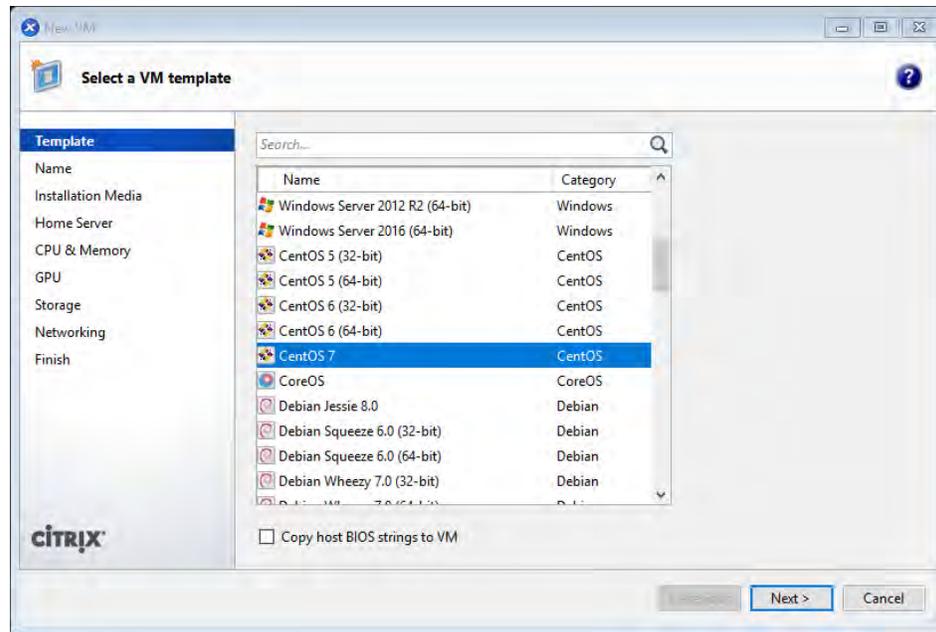


Ilustración 12 Creación Máquina Virtual 1

Al iniciar el proceso de creación de la máquina virtual, se despliega un listado con diferentes plantillas para una variedad de sistemas operativos. En este caso se realizó la creación para una máquina virtual con CentOS 7.

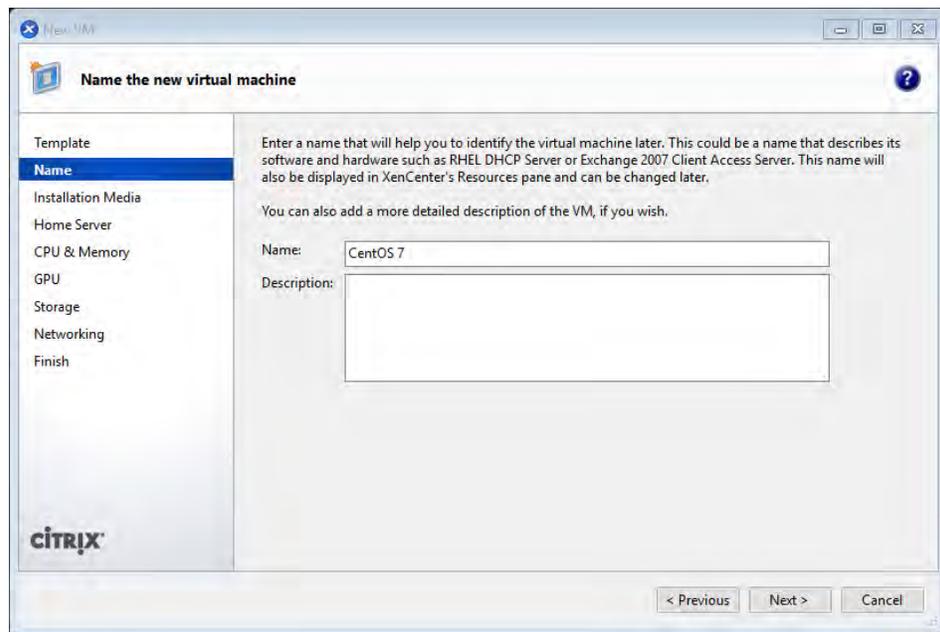


Ilustración 13 Creación Máquina Virtual 2

Se seleccionó un nombre para la máquina virtual y se seleccionó el botón siguiente para continuar con la siguiente ventana.

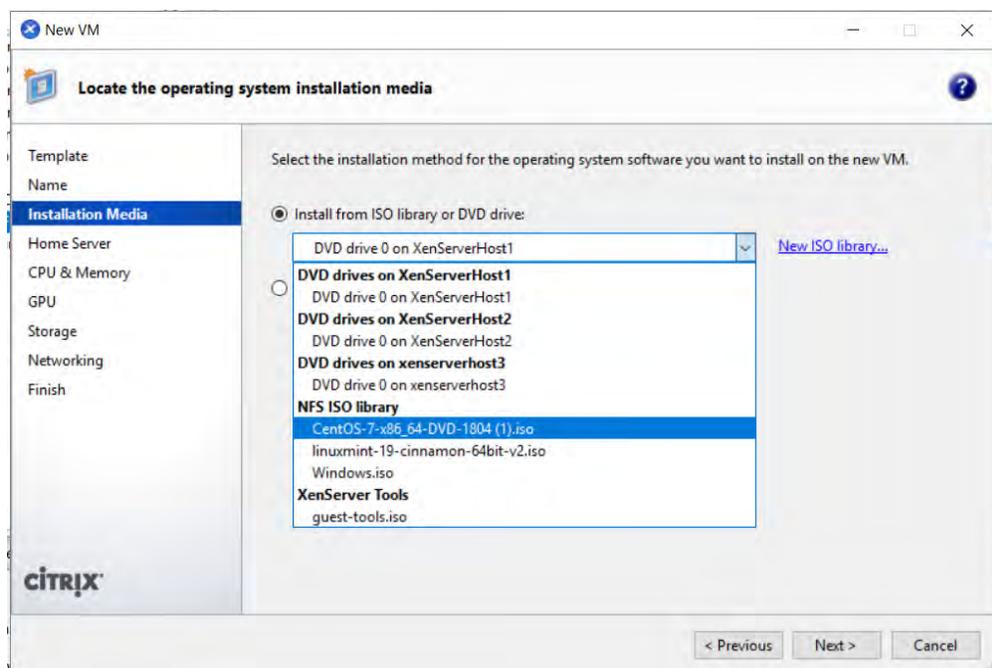


Ilustración 14 Creación Máquina Virtual 3

En la siguiente ventana se seleccionó la imagen del sistema operativo desde el repositorio de archivos ISO que se creó con anterioridad, en este caso fue CentOS 7.

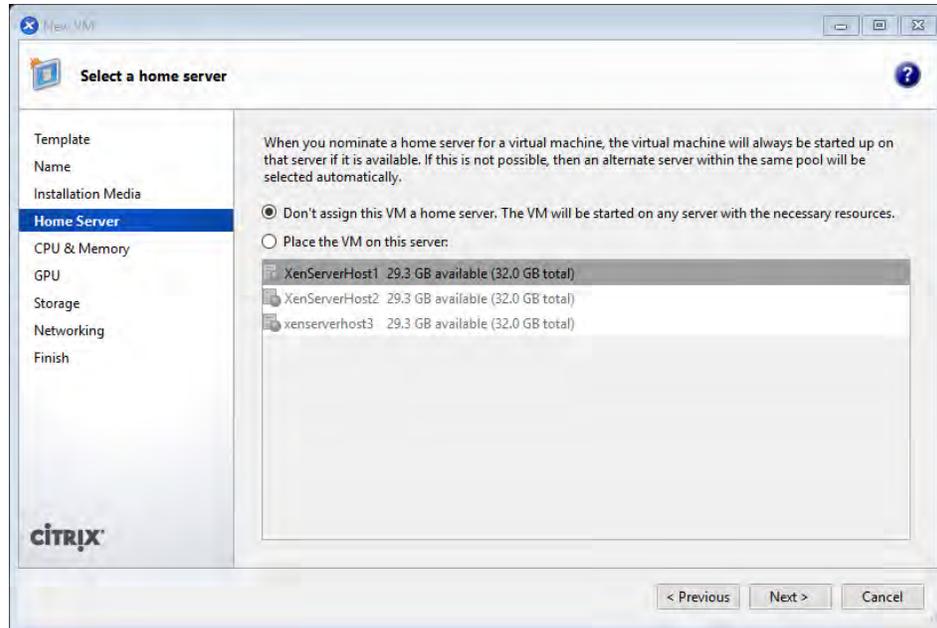


Ilustración 15 Creación Máquina Virtual 4

A continuación, se muestra una ventana en la cual se puede seleccionar un servidor para que la máquina virtual se ejecute directamente en la seleccionada. En esta configuración no se asignó directamente el servidor en el que se ejecutará, si no que el maestro del pool asignará de manera automática un servidor en el cual se ejecutará la máquina virtual.

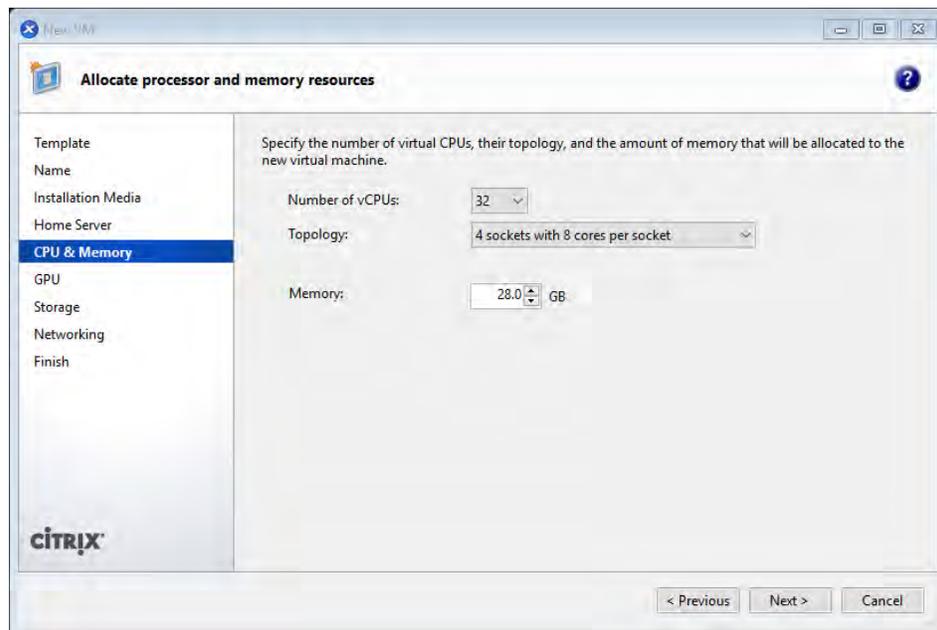


Ilustración 16 Creación Máquina Virtual 4

En la siguiente ventana se asignan las características de CPU y Memoria que tendrá nuestro servidor. La configuración de procesadores virtuales y memoria dependen tanto de las capacidades físicas del servidor como del sistema operativo que se va a instalar, ya que algunos sistemas operativos tienen un número máximo de procesadores y o de memoria.

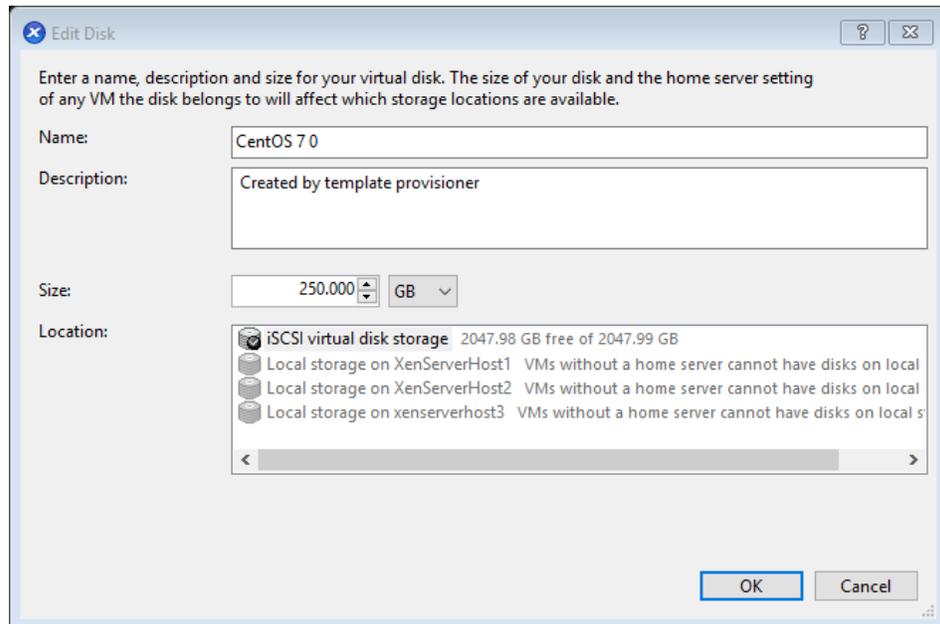


Ilustración 17 Creación Máquina Virtual 5

A continuación, se muestra la configuración del disco duro virtual que será asignado a la máquina virtual y que estará alojado en el servidor de almacenamiento.

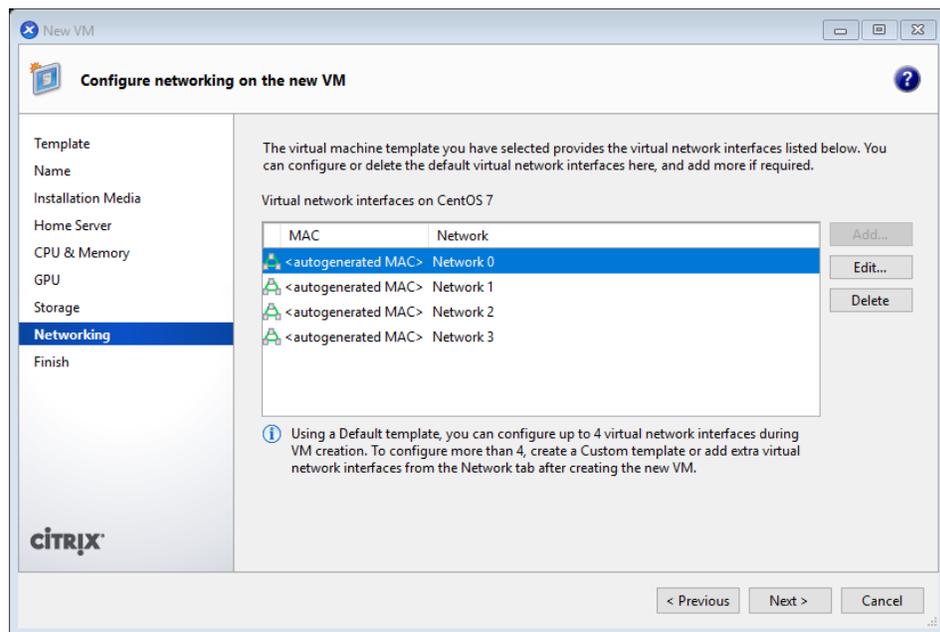


Ilustración 18 Creación Máquina Virtual 6

En la siguiente ventana se selecciona la configuración de interfaces virtuales que serán asignadas a la máquina virtual.

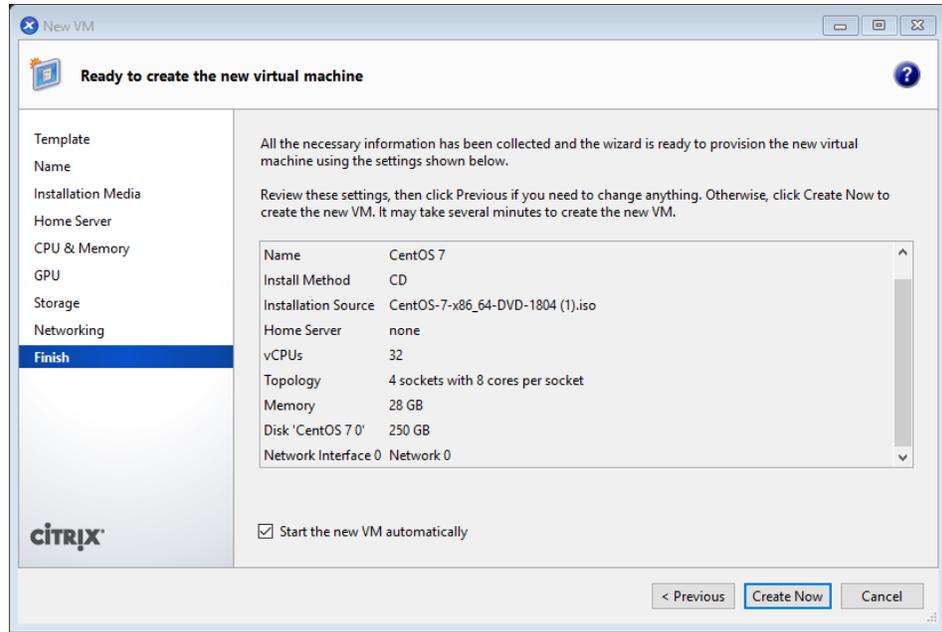


Ilustración 19 Creación Máquina Virtual 7

Antes de finalizar la creación de la máquina virtual, se muestra un resumen de la configuración completa que se realizó. Se realizaron los mismos pasos para la creación de una segunda máquina virtual con sistema operativo Windows 10.

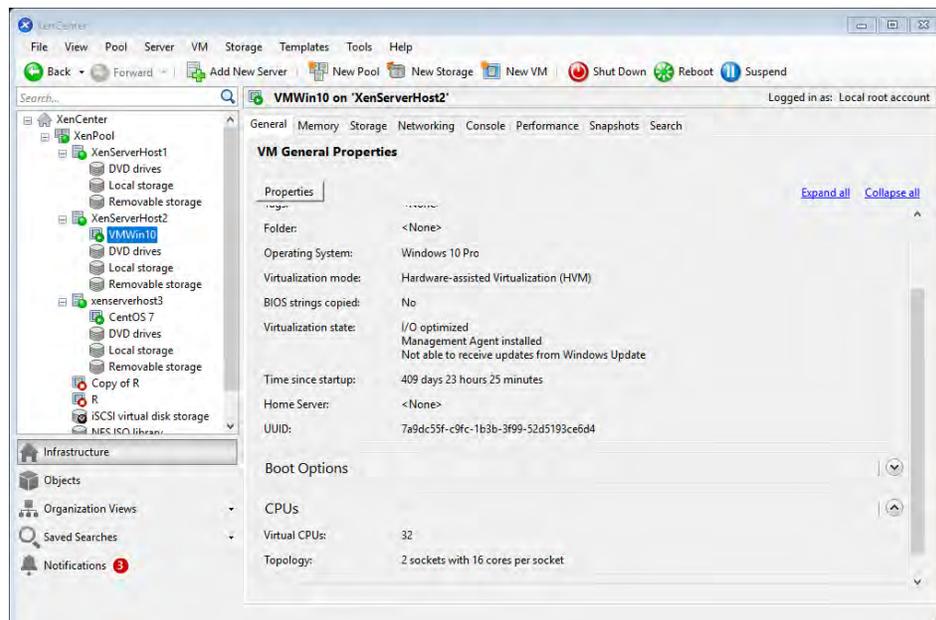


Ilustración 20 Máquinas Virtuales

Posteriormente si es necesario, las características de las máquinas virtuales pueden ser modificadas para aumentar o reducir desde XenCenter.

3.7 Plantillas

En XenServer se debe distinguir entre las plantillas por defecto del sistema, que son las que se utilizaron para crear las máquinas virtuales y de las plantillas creadas por el usuario. Las plantillas por defecto son conjuntos de parámetros de XenServer que permiten optimizar la creación de máquinas virtuales dependiendo del sistema operativo. Las plantillas creadas por el usuario normalmente son máquinas virtuales que cuentan con un sistema operativo instalado, y que posteriormente fueron convertidas en plantillas para lograr un despliegue más rápido de máquinas virtuales, configuradas a la medida y con la posibilidad de que se cuenten con todas las aplicaciones necesarias instaladas.

A partir de una máquina virtual con Windows 10 se creó una plantilla. La plantilla cuenta con el sistema operativo, las configuraciones de procesador, disco duro, memoria RAM, así como aplicaciones instaladas en el mismo sistema operativo. Si se necesita desplegar una máquina similar a la máquina virtual con Windows 10 que se encuentra ya instalada, simplemente se inicia el asistente de creación de máquinas virtuales y desde ahí se selecciona la plantilla correspondiente para instalar la máquina virtual y así no tener que realizar las configuraciones iniciales.

3.8 XenMotion

XenMotion se encuentra instalado por defecto en el Resource Pool. XenMotion permite migrar máquinas virtuales entre servidores. Para migrar una máquina virtual con XenMotion, se debe seleccionar en el panel izquierdo de XenCenter, con el menú desplegable de la máquina virtual seleccionar la opción Migrar a Servidor y elegir el servidor del resource pool al que lo queremos mover. También es posible arrastrar y soltar la máquina virtual en otro servidor del Resource Pool.

3.9 Alta Disponibilidad (HA)

La alta disponibilidad en XenServer permite asegurar que las máquinas virtuales más importantes de un Resource Pool se encuentren siempre disponibles. La disponibilidad de una máquina virtual se puede ver comprometida debido al fallo en un host de XenServer, por esto se habilitó la alta disponibilidad en el Resource Pool De Xenserver, configurándola para prevenir el fallo de una máquina virtual.

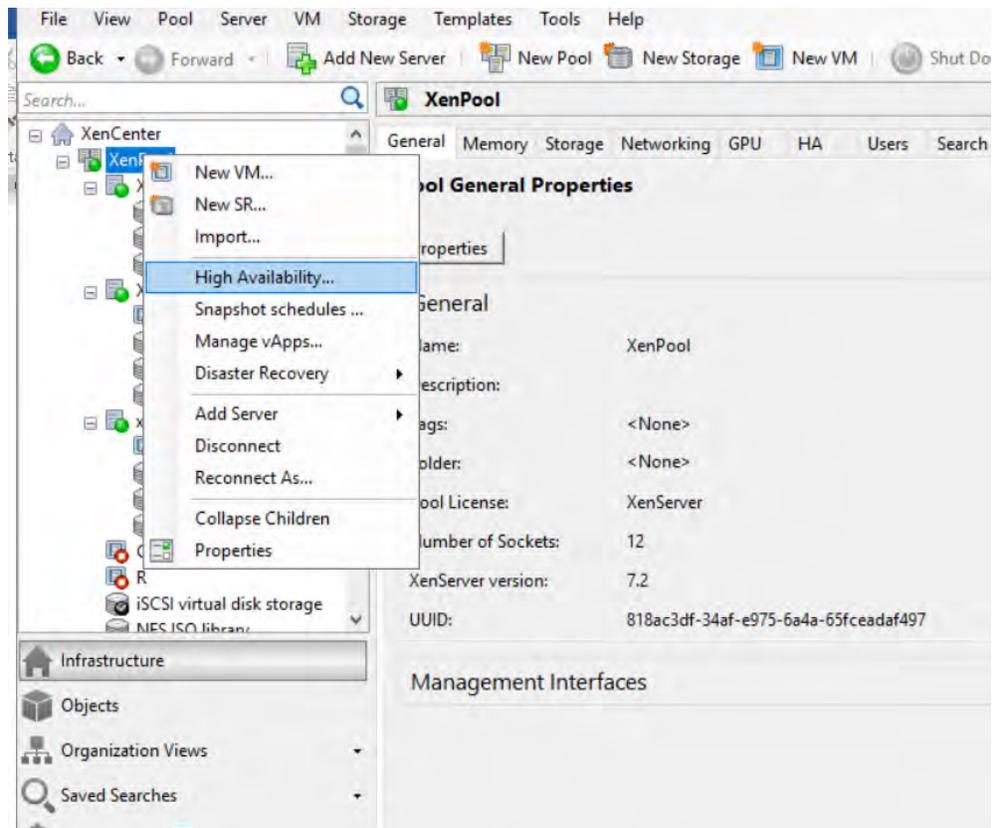


Ilustración 21 Alta disponibilidad

La alta disponibilidad reiniciará las máquinas virtuales de un host que no se encuentre disponible, o que haya perdido la conectividad en otro host miembro del pool protegido, si existen recursos suficientes para mantener el rendimiento de las máquinas virtuales en un estado óptimo, además previene que una máquina virtual pueda estar en ejecución en dos hosts distintos, lo que podría provocar una corrupción de los discos virtuales asociados. Si lo que ocurre es una falla en la red del host en el que se encuentran las máquinas virtuales, se realizará un reinicio para apagar las que puedan estar en ejecución.

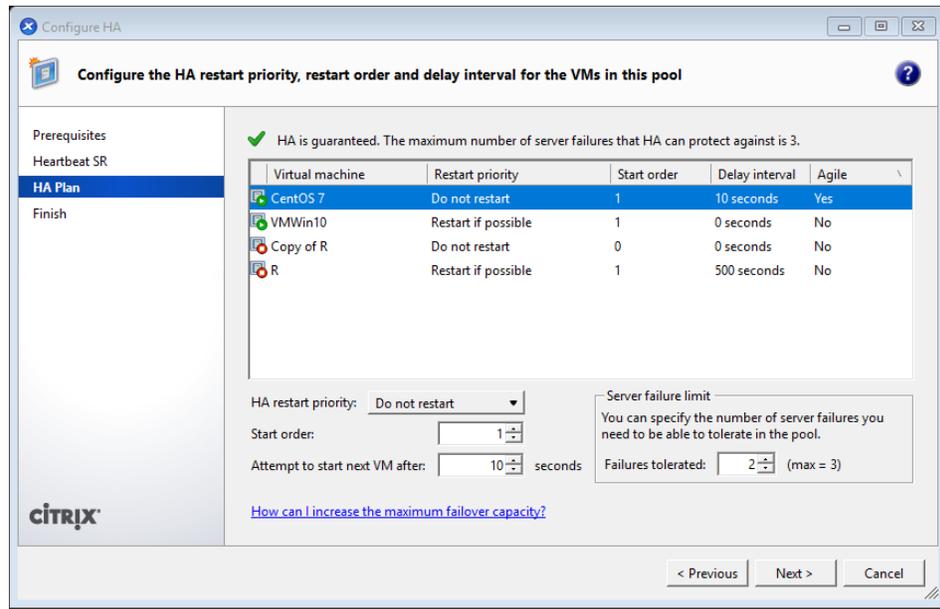


Ilustración 22 Configuración Alta Disponibilidad

Posteriormente, XenServer iniciará las máquinas virtuales en otro host del pool. Si el host maestro del pool deja de estar disponible, la alta disponibilidad designa automáticamente otro maestro.

Para configurar la Alta disponibilidad se requirió en los hosts de XenServer:

- Una dirección IP estática para cada host
- Un pool de hosts XenServer
- Un servidor de almacenamiento compartido en el resource pool, con 4MB de espacio libre para el HeartBeat y 256MB para metadata.

Para las máquinas virtuales se requirió:

- Se encuentren en un servidor de almacenamiento compartido
- No debe tener configurada una conexión a un DVD local

- El número de hosts XenServer mínimos en el pool para habilitar la alta disponibilidad sea de 3

La alta disponibilidad quedó habilitada en dos máquinas virtuales en la cual se realizaron pruebas. Se configuró el número máximo de fallas y el orden en el que se deben reiniciar las máquinas virtuales.

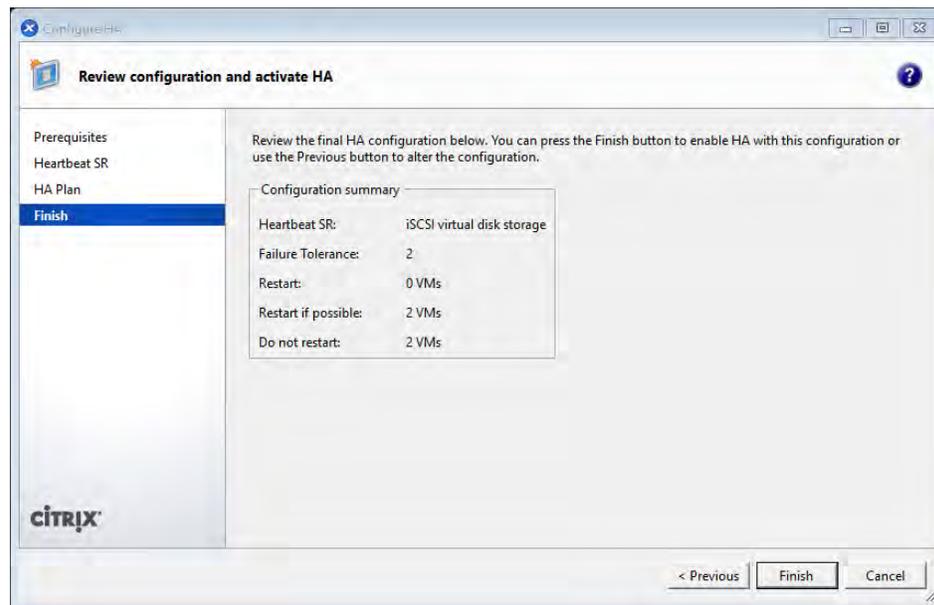


Ilustración 23 Resumen Alta Disponibilidad

Capítulo 4 Resultados y Conclusiones

La parte teórica de mi trabajo explica información básica sobre virtualización, hipervisores, y sistemas de almacenamiento. Se mostraron diferentes ejemplos de sistemas para virtualización. De las diferentes alternativas expuestas, se seleccionó una alternativa gratuita que cuente con suficiente documentación de acceso gratuito y sobre la cual se desarrolló el proyecto de tesis.

El objetivo del proyecto fue conseguir un clúster de aplicaciones informáticas con alta disponibilidad con la posibilidad de admitir varias máquinas virtuales y la oportunidad de trabajar incluso en el caso de un servidor inactivo.

La implementación de XenServer permitió desplegar nuevas características de clúster que no se tenían con el sistema de clúster virtual ejecutado con VMWare. La nueva implementación aumentó las características en conjunto de todo el sistema de clúster.

VMWare vSphere cuenta con muchas limitantes en su licencia gratuita. A diferencia de VMWare, en este proyecto XenServer y su versión gratuita permite una administración centralizada de los servidores sin necesidad de pagar una licencia gracias a XenCenter. Otra limitante que se presenta en VMWare vSphere es al momento de crear un clúster de servidores, algo que ahora es posible en XenServer y su versión gratuita.

Otra de las limitantes que se lograron resolver con XenServer, fue al momento de tener un sistema de clúster con funciones de alta disponibilidad, algo que sin duda no era posible con VMWare y que ahora es posible gracias a este proyecto.

En general, este proyecto de tesis brindó nueva información y mejoró el antiguo conocimiento sobre los temas cubiertos, como los productos de Citrix XenServer que son parte importante de esta implementación y que a la vez se volvieron bastante familiares en el proceso de elaboración de este proyecto de tesis.

Los objetivos de la tesis se cumplieron con éxito en el marco de tiempo dado. Se implementó el entorno de virtualización con todas las funciones deseadas, se implementó y ya se encuentra en uso de producción como parte de la infraestructura. Los problemas encontrados durante la implementación fueron menores y la mayoría de ellos se resolvieron. Algunos problemas no críticos permanecen en el sistema, pero no afectan la operación del día a día.

Capítulo 5 Bibliografía

- A. B., Ngond, G. E., & A. K. (2016). *A Dictionary of Computer Science*. Oxford: Oxford University Press.
- Ahmed, G. (2013). *Implementing Citrix XenServer Quickstarter*. Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd.
- C. B. (2002). *Linux Clustering: Building and Maintaining Linux Clusters*. New Riders Publishing.
- Citrix. (9 de Octubre de 2015). *citrix.com*. Obtenido de docs.citrix.com: <https://docs.citrix.com/de-de/xencenter/6-5/xs-xc-intro-welcome/xs-xc-system-requirements.html>
- David E. Williams, J. G. (2007). *Virtualization with Xen*. Burlington: Syngress Publishing, inc.
- Eadline, D. (2009). *High Performance Computing For Dummies, Sun and AMD Special Edition*. NJ: Wiley Publishing, Inc.
- Golden, B. (2011). *Virtualization For Dumies*. Hoboken, NK: Wiley Publishing Inc.
- Hagen, W. V. (2008). *Professional Xen Virtualization*. Indianapolis, In: Wiley Publishing Inc.
- Kenyon, T. (2002). *High Performance Data Network Design: Design Techniques and Tools*. Digital Press.
- LIU, M. L. (2004). *COMPUTACIÓN DISTRIBUIDA. FUNDAMENTOS Y APLICACIONES*. MADRID: PEARSON EDUCACIÓN, S.A. .
- Luis Ferreira, C. T. (2001). *Linux HPC Cluster Installation*. Austin, Texas: Internacional Business Machines Cooperation .
- M. C., J. M., & E. G. (2008). *Administración de Sistemas Operativos en Red*. Barcelona, España: Editorial UOC.
- Parhami, B. (2002). *Introduction to Parallel Processing*. Santa Barbara, California: Kluwer Academic Publishers.
- Reed, M. (2014). *Mastering Citrix XenServer*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Rio, M. D. (2014). *Tecnologías de Virtualización*. Createspace Independet Pub.
- Springer, F. N. (2016). *Introduction to HPC with MPI for Data Science*. Palaiseau, France: Springer.
- Sterling, T. (2001). *Beowulf Cluster Computing with Linux*. MIT Press.
- Tim Mackey, J. B. (2016). *XenServer Administration Handbook*. Sebastopol, CA: O'Really Media, Inc.
- Tittel, E. (2012). *Cluster For Dummies*. Mississauga, Canada: John Wiley & Sons Canada.

W. G., T. H., R. T., & E. L. (2014). *Using Advanced MPI*. Cambridge: The MIT Press.