

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**MARTIN SALVADOR ROMERO CABIEDES**

**PROMOCIÓN**

**1990-I**

**LIMA – PERÚ**  
**2007**

# **VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES**

Dedicado a mis padres, Angélica y Salvador

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>PROBLEMÁTICA DEL CENTRO DE DATOS</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Problemática</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Consolidación a través de la Virtualización de Servidores</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Ambiente físico – ambiente virtual</b>	<b>8</b>
<b>1.4 Costo de propiedad de una solución de virtualización</b>	<b>9</b>
1.4.1 Costo del hardware	9
1.4.2 Costos del software	10
1.4.3 Costos de operación	10
1.4.4 Costos por tiempos de para (Downtime cost)	11
1.4.5 Costos administrativos	12
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Historia</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Conceptos</b>	<b>15</b>
2.2.1 Servidor anfitrión (Host)	15
2.2.2 Recursos Virtuales	16
2.2.3 Máquina Virtual (Virtual Machine)	17
2.2.4 Hypervisor	19
2.2.5 Sistema Operativo huésped (guest)	21
2.2.6 Virtualización por software	22
2.2.7 Paravirtualización	23
2.2.8 Repositorio de recursos	23
<b>2.3 Soluciones de virtualización</b>	<b>24</b>
2.3.1 Xen	24
2.3.2 VMware ESX	29
<b>2.4 Topología de un ambiente virtualizado</b>	<b>38</b>

<b>2.5 Conversión física - virtual</b>	<b>40</b>
2.5.1 Herramientas P2V	41
<b>2.6 Aplicaciones virtualizables</b>	<b>42</b>
<b>2.7 Aplicaciones no virtualizables</b>	<b>43</b>
<b>2.8 Virtualización y sus aplicaciones</b>	<b>44</b>
2.8.1 Consolidación de servidores	44
2.8.2 Ambientes de prueba y desarrollo	44
2.8.3 Contingencia y recuperación ante desastres	44
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>DISEÑO DE UN AMBIENTE VIRTUALIZADO</b>	<b>46</b>
<b>3.1 Antecedentes</b>	<b>46</b>
<b>3.2 Objetivos</b>	<b>47</b>
<b>3.3 Selección de la solución</b>	<b>48</b>
<b>3.4 Diseño</b>	<b>49</b>
3.4.1 Componentes	49
3.4.2 Datos para el diseño	50
3.4.3 Configuración de los servidores anfitrión	55
3.4.4 Configuración del sistema de almacenamiento	64
3.4.5 Software de virtualización	65
3.4.6 Resumen de la configuración de hardware software y servicios.	66
3.4.7 Esquema de la solución	67
<b>3.5 Plan de implementación</b>	<b>67</b>
<b>3.6 Resultados y cumplimiento de objetivos</b>	<b>69</b>
3.6.1 Utilización de los recursos	69
3.6.2 Espacio físico en el centro de datos	70
3.6.3 Consumo de energía y ambiente	70
3.6.4 Administración	73
3.6.5 Cableado	73
3.6.6 Alta disponibilidad	73
3.6.7 Ambiente de pruebas y laboratorio	74
3.6.8 Contingencia	74
<b>3.7 Herramientas en línea</b>	<b>74</b>
3.7.1 HP VMware solution sizer	75
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>INSTALACIONES EN EL PERÚ</b>	<b>77</b>

<b>4.1 Neptunia S.A.</b>	<b>77</b>
4.1.1 Resumen	77
4.1.2 Situación	78
4.1.3 Objetivos	78
4.1.4 Componentes de la solución	79
4.1.5 Tablas de virtualización	81
4.1.6 Resultados y cumplimiento de objetivos	82
<b>4.2 Minera Yanacocha SRL</b>	<b>84</b>
4.2.1 Resumen	85
4.2.2 Situación	85
4.2.3 Objetivos	86
4.2.4 Componentes de la solución	86
4.2.5 Tablas de virtualización	88
4.2.6 Resultados y cumplimiento de objetivos	90
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO B</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO C</b>	<b>99</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>105</b>

## SUMARIO

El presente informe de suficiencia trata sobre la tecnología de Virtualización de Servidores, la cual permite ejecutar varios sistemas operativos y diversas aplicaciones en un solo servidor físico. Hace una descripción general de la problemática actual de los centros de datos y cómo, mediante la virtualización, se puede mejorar la administración, reducir el espacio y el número de servidores incrementando el número de aplicaciones, el retorno de la inversión y un menor costo total de propiedad. Se reseñan los aspectos históricos de la evolución de las tecnologías de manejo de la información y como es que estos han impulsado el desarrollo de una solución de virtualización. Se describen los conceptos generales de la virtualización de servidores para poder comprender la arquitectura de las soluciones comerciales y de código libre existentes. De los varios productos de software de virtualización, se estudian dos: Xen y VMware ESX 3. A través de ellos se puede ver aplicar los conceptos descritos y se crea un ambiente basado ya no en servidores físicos sino en recursos virtuales. Se comparan ambos productos, se explican sus ventajas y desventajas mencionando los segmentos del mercado donde se usan. Como aplicación práctica, se realiza el diseño de una solución aplicando la virtualización, especificando la información necesaria para el diseño y una metodología. Se discute la importancia de un plan de implementación para migrar desde un ambiente físico en producción a uno virtualizado. De igual forma se presentan dos implementaciones realizadas en el Perú, las características de las mismas y los beneficios reportados. Finalmente las conclusiones y recomendaciones.

## PRÓLOGO

El propósito del presente informe es el de introducir al lector en la tecnología de Virtualización de Servidores y cómo es que puede solucionar muchos de los problemas que actualmente enfrentan los administradores de centros de datos. En el Perú, la virtualización de servidores ha estado en un período de introducción por más de cinco años, pero se espera que con el tiempo (en uno o dos años más) sea la tecnología predominante en los centros de datos de todo tamaño por las grandes ventajas a nivel técnico y económico que representa.

Las empresas peruanas están a la búsqueda de una solución que pueda llevar al máximo la utilización de la infraestructura de cómputo en la cual se ha invertido. Otro objetivo es el poder disminuir el costo de la operación de los mismos.

Este informe presenta una solución que se está aplicando en la actualidad para resolver la problemática descrita. Esta solución es la Virtualización de Servidores. Se mostrará como es que permite incrementar el uso de los recursos, minimizar la inversión en equipos y disminuye los costos de operación de los centros de datos. Existe otra área de aplicación que se concentra en virtualizar los computadores de escritorio llamada Virtual Desktop Infrastructure (Infraestructura Virtual de Escritorio), la problemática, tecnologías y productos para esta aplicación no serán abordadas en este informe.

Se presenta una descripción de las tecnologías usadas sobre equipos para propósitos generales basados en la tecnología Intel x86 que incluye a los procesadores de la empresa AMD. No se incluyen servidores basados en otras tecnologías tales como SPARC, Power e Itanium. Estos servidores están orientados a otros propósitos más específicos y tienen soluciones de virtualización basados en otros principios.

La información presentada se basa en literatura sobre el tema, manuales, documentos técnicos y documentación producto de soluciones reales en el Perú. En el capítulo dedicado al diseño de una solución genérica se utilizan datos estándar apropiados para hacer una simulación de una situación real.

El primer capítulo describe la problemática común compartida por todas las empresas que poseen un centro de datos. Se realiza un análisis y se plantean las posibles soluciones. El capítulo finaliza con las ventajas de aplicar una solución de Virtualización de Servidores.

En el segundo capítulo se hace una introducción a los conceptos de virtualización y los productos de software que hacen posible su implementación. Se listan dos de los productos más utilizados describiendo sus funcionalidades, ventajas y desventajas. De los dos productos descritos, se hace mayor hincapié en la solución de la empresa VMware por sus mejores características.

El tercer capítulo muestra el diseño de un ambiente virtualizado para un caso genérico. Se describen los antecedentes. Se hace una descripción de la información necesaria para el diseño. Se realiza el análisis y el diseño mostrando la metodología usada. Se hace un estudio de la inversión económica necesaria en equipamiento y servicios. Se enumeran las ventajas producto de la implementación del nuevo diseño basado en la virtualización. Se incluye un plan de implementación sugerido, haciendo hincapié en que se necesita planificar el proceso de virtualización cuando se trata de un ambiente en producción. Al final del capítulo se hace referencia a una herramienta de diseño que aplica la misma metodología y que se puede acceder libremente desde Internet.

En el cuarto capítulo se describen dos soluciones implementadas en el Perú para dos empresas: una del ramo industrial y otra del ramo minero. En ellas se muestran las características de la solución y los resultados reportados al final de las mismas.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que se espera sirvan para impulsar mucho más el uso de esta tecnología en los próximos años.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMÁTICA DEL CENTRO DE DATOS

Durante los últimos años, debido a la expansión económica y el efecto de la globalización, la infraestructura requerida para el manejo de la información ha experimentado un gran crecimiento debido a las exigencias de los usuarios por nuevas aplicaciones y mejores niveles de servicio. Estas exigencias han generado una creciente serie de adquisiciones de servidores y aplicaciones, los que a su vez han suscitado un aumento en la complejidad de la administración, el espacio físico, conexiones, consumo de energía y el incremento del costo de operación. Todos estos temas constituyen una problemática que requiere una solución.

### 1.1 Problemática

De acuerdo a Gartner Dataquest, el 91% de los servidores adquiridos en el año 2004 se basaron en la arquitectura x86. Pero ya en esa época no eran utilizados de manera eficiente. Un típico servidor x86 utiliza un 6% de su capacidad de CPU y solo tiene una sola aplicación. Niveles similares de subutilización se presentan con la memoria, uso de disco y redes.

La subutilización de los recursos de un servidor representa una pérdida económica por que se tiene inversión realizada en procesador, memoria, discos y redes que no se esta usando y que no puede ser compartida por otros servidores. Las barreras físicas del mismo servidor así como el hecho que ejecuta una sola aplicación no permiten aprovechar estos recursos ociosos.

Desde el punto de vista de las aplicaciones, la naturaleza distribuida de las soluciones informáticas actuales, incrementa el número de servidores que una empresa debe adquirir y mantener. Las soluciones exigen más servidores para poder funcionar, tal es el caso de la interacción entre servidores Web, servidores de colaboración, servidores de aplicaciones, servidores de correo, servidores de bases de datos, servidores de archivos,

servidores de respaldo, antivirus, cortafuegos, proxy, detección de intrusos, servidores para pruebas, certificación, etc.

Como las aplicaciones informáticas se han convertido en uno de los componentes estratégicos de la empresa, se debe procurar un funcionamiento continuo las 24 horas del día, los 365 días del año y en caso de ocurrir un siniestro en las instalaciones de la empresa se debe poder seguir brindando servicios. Alcanzar estos objetivos en muchos casos es complicado y costoso.

El crecimiento en el número de servidores reduce el espacio disponible para colocar más equipos. La complejidad del cableado de red y energía, los requerimientos ambientales (consumo de energía, aire acondicionado, humedad) incrementan los costos de operación.

Con respecto a la administración, crece en complejidad. La instalación de nuevos servidores para nuevas aplicaciones y la migración de aplicaciones son actividades que consumen mucho tiempo y son costosas en términos de horas hombre. Además, los administradores deben trabajar con una mixtura de equipos, modelos, fabricantes, sistemas operativos y configuraciones. Existen temas de compatibilidad de hardware y se requiere soporte para la instalación de los sistemas operativos y las aplicaciones. La ampliación de recursos en los servidores como: aumento de memoria, aumento de espacio en discos duros y aumento de procesamiento ocasiona cortes prolongados en la operación, lo que atenta contra la calidad de servicio que se debe brindar a las otras áreas de la organización.

Muchas empresas deben mantener y soportar un ambiente de pruebas, en muchos casos con una gran inversión en equipamiento ya que debe ser similar en características a los equipos en producción.

Toda empresa tiene gran cantidad de equipos discontinuados que requieren reemplazo. Estos equipos tienen las aplicaciones y servicios críticos. Aquí se agrega la dificultad y los costos para trasladar dichas aplicaciones a nuevos equipos más modernos y de mejores características.

Por razones de economía, para ejecutar las aplicaciones críticas del negocio, muchas empresas hacen uso de servidores compatibles que carecen de las características de alta

disponibilidad y confiabilidad que son propias de los servidores de tipo empresarial. Por la importancia que dichas aplicaciones han adquirido, se requiere trasladar dichas aplicaciones a servidores con características de alta disponibilidad y confiabilidad.

La inversión realizada en discos no se utiliza de la manera más óptima. La mayoría de los servidores usa almacenamiento interno lo que produce gran cantidad de espacio no utilizado (islas de almacenamiento) que no se puede compartir de manera sencilla y eficiente con otros servidores.

Por lo descrito, urge buscar una solución con la que se pueda incrementar la eficiencia operacional, mejorar la administración, y mantener la continuidad de los servicios ante la ocurrencia de un desastre. Todo con un menor costo de propiedad y generando un aumento del retorno de la inversión.

A continuación se listan las posibles soluciones para resolver los problemas descritos:

Consolidación de aplicaciones. Ignorando las recomendaciones de los fabricantes e instalando varias aplicaciones sobre el mismo servidor. Realizar esto puede generar algunos problemas:

- La instalación de aplicaciones potencialmente incompatibles puede afectar la habilidad del usuario para obtener un adecuado soporte técnico del fabricante.
- Algunas aplicaciones no toleran otras aplicaciones en el mismo servidor.
- Se complica la configuración del servidor.

Consolidación Física. La utilización de servidores del tipo rackeable o la tecnología blade, permite obtener un gran ahorro de espacio en el centro de datos. Pero esta solución no incrementa la eficiencia en el uso de los recursos. La consolidación física disminuye los costos asociados con el tamaño del centro de datos, impacta favorablemente en el tiempo de implementación de los servidores pero es una solución parcial al problema.

Otra variante de la consolidación física es la de particionar internamente el hardware del servidor, creando porciones del mismo que contienen CPU, memoria, disco, redes y energía para ser usados por un sistema operativo. Son los llamados dominios. Un servidor de este tipo puede contener varios dominios.

Esta tecnología es propietaria y los costos de adquisición y mantenimiento son altos, sólo al alcance de las empresas que pueden costearlo.

Consolidación a través de la virtualización. La virtualización permite empaquetar un servidor x86, hardware, sistema operativo, aplicaciones y configuración, en una máquina virtual. Muchas máquinas virtuales pueden ser creadas y ejecutarse de manera simultánea sobre un solo servidor físico. Siendo cada una independiente de las otras. Estas máquinas virtuales pueden ser creadas muy rápidamente y ser transportadas de un servidor físico a otro sin importar el fabricante. Las aplicaciones no se percatan que están ejecutándose sobre una máquina virtual y no existe interacción entre las aplicaciones más allá de la misma que existiría si se ejecutaran sobre servidores físicos independientes.

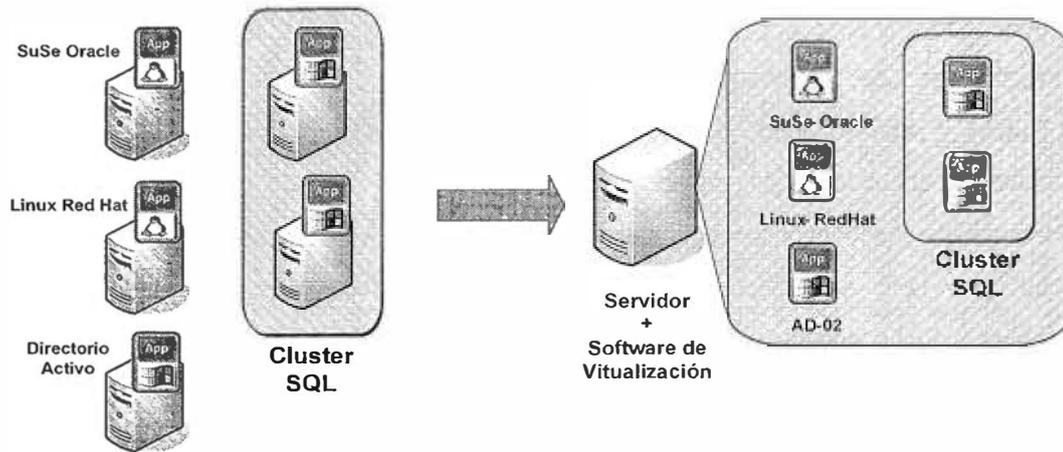
Estas características hacen que la consolidación a través de la virtualización sea la opción que mejor soluciona la problemática planteada.

Soluciona el problema del crecimiento del número de servidores reduciendo de forma drástica el número de estos, generando un gran ahorro en activos físicos. Mediante la virtualización se optimiza la utilización del hardware existente, incrementando el tiempo que los servicios están disponibles y reduciendo los costos de administración.

Las empresas medianas y pequeñas también pueden obtener beneficios de la consolidación mediante la virtualización. No existe empresa que no sea elegible para un proyecto de este tipo. La virtualización permite aumentar la capacidad para brindar servicios. Aumenta el nivel de uso de los recursos informáticos (servidores) disminuyendo los costos de operación y optimizando el retorno de la inversión, haciendo más rentable a la empresa.

## **1.2 Consolidación a través de la Virtualización de Servidores**

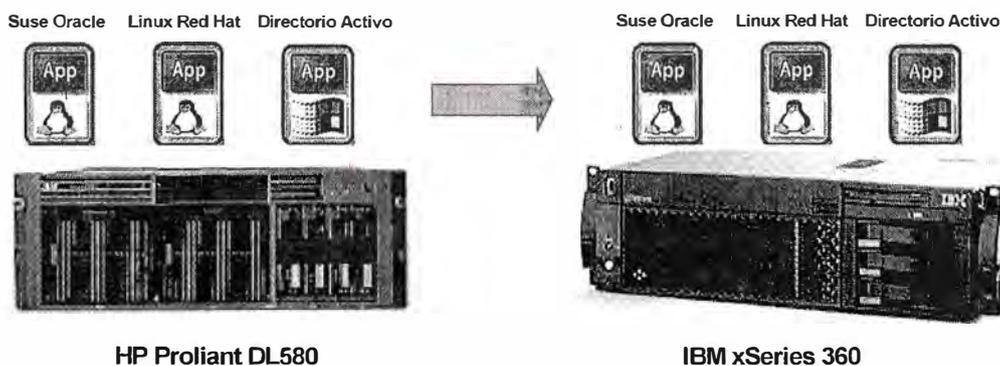
La Consolidación a través de la Virtualización de servidores, reduce el número de equipos gracias a que permite que en un solo servidor basado en la arquitectura x86 se puedan crear y ejecutar muchas máquinas virtuales (llamados también servidores virtuales). Cada una de ellas se comporta como un servidor independiente. La figura 1.1 muestra un ambiente virtualizado y las aplicaciones soportadas.



**Fig. 1.1** Ambiente virtualizado y aplicaciones soportadas

Entre las ventajas de una solución de virtualización están la reducción de los costos de adquisición y mantenimiento de hardware debido a que los servidores virtuales son archivos, no es necesario comprar más equipos. Al crear más máquinas virtuales sobre un servidor físico, se incrementa el nivel de utilización de los recursos optimizando la inversión. Se reduce el consumo de energía y el cableado ya que las máquinas virtuales no poseen fuentes de poder, ventiladores, ni puertos de red.

La virtualización transforma a los servidores físicos en repositorios de recursos computacionales, pero vistos de manera lógica (recursos virtuales). Los recursos del servidor se comparten y se asignan de forma dinámica a las máquinas virtuales de acuerdo a las necesidades y a los privilegios asignados por el administrador. Las aplicaciones y los sistemas operativos que residen en un mismo servidor físico (llamado también anfitrión) están aisladas protegiendo la integridad de los datos. La virtualización permite controlar los recursos del computador de manera similar al control que se tiene en los mainframes.

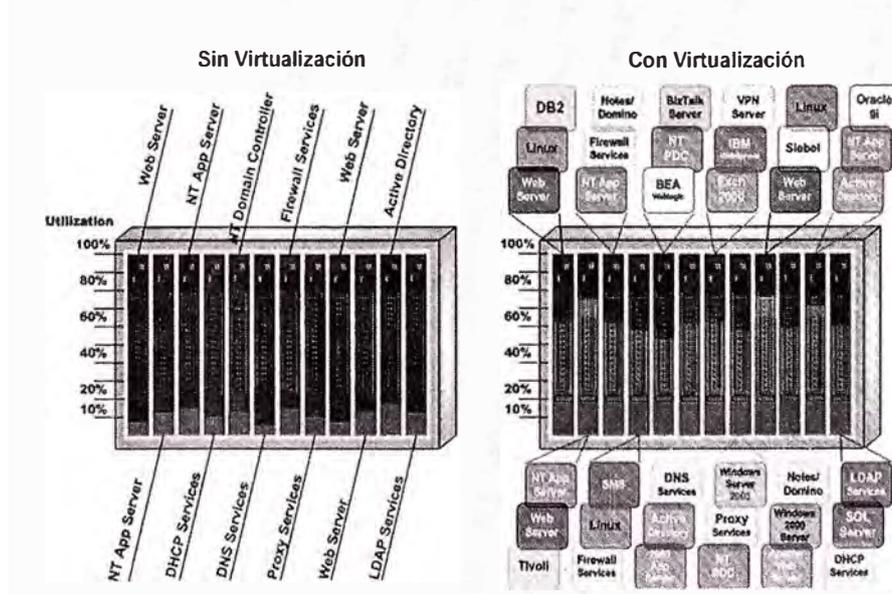


**Fig. 1.2** Máquinas virtuales y la independencia del hardware

La virtualización es una tendencia del mercado. En la actualidad, los fabricantes ofrecen servidores virtuales, almacenamiento virtual, unidades de cinta virtual y redes virtuales por las ventajas que ofrecen. La figura 1.2 muestra las máquinas virtuales y la independencia del hardware. Las máquinas virtuales que se ejecutan en un servidor HP Proliant DL580 pueden transportarse a un servidor IBM xSeries 360 y ejecutarse sin problemas. Entre las dos soluciones de virtualización de servidores que se describirán en el CAPITULO II existen soluciones independientes del hardware en menor o mayor grado. De manera que es posible combinar equipos de diferentes fabricantes en una misma solución (servidores HP, IBM y DELL por ejemplo).

### 1.3 Ambiente físico – ambiente virtual

La figura 1.3 muestra un ambiente basado en servidores Blade. A la izquierda se ve el modo tradicional de instalar un sistema operativo y una aplicación en cada servidor con la consiguiente subutilización de los recursos. A la derecha se puede ver como es que se incrementa la utilización de los recursos de cada blade usando la virtualización. Con la virtualización se puede ejecutar más de un sistema operativo y aplicación sobre el mismo servidor. Para el caso mostrado, en lugar de adquirir 36 servidores para el mismo número de aplicaciones, solo es necesario 12. Esto fuerza la utilización de los recursos al máximo.



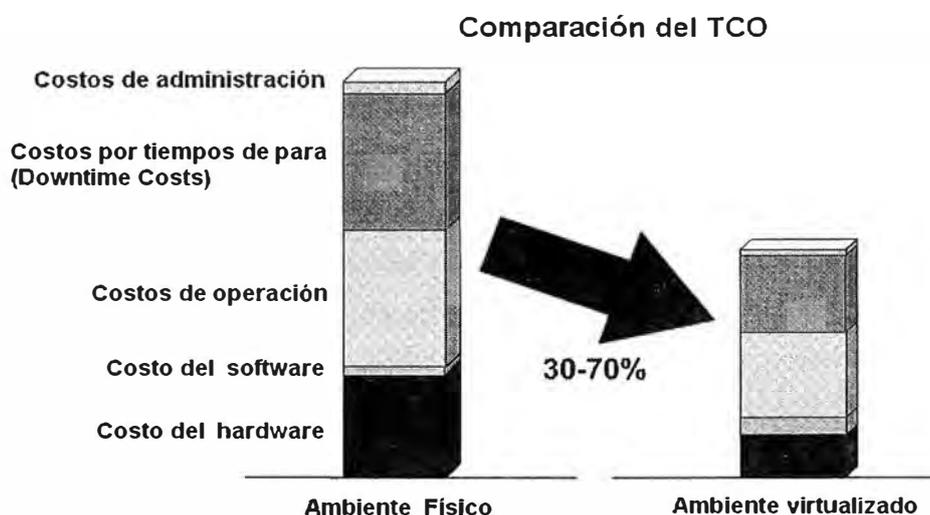
**Fig. 1. 3** Incremento de la utilización de recursos con la virtualización

El administrador debe monitorear el uso de los recursos, el software de virtualización se encarga de compartir los recursos. Los productos de software que realizan la virtualización incluyen herramientas de monitoreo y control para ayudar a los

administradores. Puede ser que debido al número de máquinas virtuales que está soportando el servidor físico se pueda llegar a agotar sus recursos. Es entonces cuando se debe considerar el incremento del número de procesadores, aumento de memoria, tarjetas de red o espacio en disco, y si no es suficiente, se debe considerar la adquisición de un nuevo servidor físico para seguir creando máquinas virtuales.

#### 1.4 Costo de propiedad de una solución de virtualización

Si se hace una comparación entre la implementación de un ambiente físico y un ambiente virtual, la reducción en el costo total de propiedad (TCO en inglés) puede ser de un 30 a 70%. La figura 1.4 muestra los componentes del TCO para un ambiente físico (sin virtualizar) y un ambiente virtualizado.



**Fig. 1.4** Comparación del TCO entre el ambiente físico y el virtualizado

El aspecto más sorprendente de una solución de consolidación por virtualización es el tremendo ahorro en costos. A continuación se mostrará como es que se logra.

##### 1.4.1 Costo del hardware

El ahorro más perceptible al realizar una consolidación y virtualización de servidores es la reducción de los costos de hardware. La empresa ahorra dinero al reducir el número de servidores necesarios, manteniendo los niveles de servicio o incrementándolos. En un ambiente físico sin virtualización, la utilización de los recursos puede ser de un 5 a 15%, mientras que con la virtualización se puede llegar a utilizar más del 80% de los recursos del servidor ejecutando varias máquinas virtuales.

¿En qué medida se puede reducir la inversión en servidores? La razón de consolidación (*consolidation ratio* en inglés) puede decirnos hasta que nivel se puede reducir el número

de servidores físicos. En el caso peruano por ejemplo, existen empresas que han tenido una razón de consolidación de 4 a 1, o de 6 a 1. En otros países existen casos en que la razón ha sido de 8 a 1 o de incluso 10 a 1 teniendo en cuenta los nuevos procesadores de doble núcleo y de cuatro núcleos que han sido liberados recientemente. Esto hace que la adquisición de servidores se reduzca en la misma proporción.

Además, no sólo es en el número de servidores donde se puede obtener ahorros notorios. Debemos recordar que los servidores físicos deben ser almacenados, manipulados, instalados, enfriados y energizados. Los servidores virtuales no poseen fuentes, ventiladores, no necesitan ser manipulados ni ocupan espacio físico adicional, solo son archivos.

#### **1.4.2 Costos del software**

El software de virtualización se puede obtener de dos formas: de una distribución libre sin costo, o de un fabricante, que además del software provee más herramientas de administración y tiene una infraestructura de soporte creada para sus clientes. En cualquiera de los dos casos, los costos del software pueden ser compensados por el ahorro en equipamiento y en los costos de administración y operación.

Dependiendo de la situación, ya no es necesario software para restauración automática de servidores en caso de falla (como el Ghost o el Veritas NetBackup Bare Metal Restore) o para la provisión de servidores (Veritas Provisioning Manager, HP Rapid Deployment Pack). Por otro lado, Microsoft solo cobra por las licencias de los servidores que están activos, de modo que la creación de máquinas virtuales de contingencia que estén inactivas no incurre en costos de licenciamiento. El administrador puede generar periódicamente copias (clones) de las máquinas virtuales (los clones son archivos) y restaurar desde la copia cuando el servidor activo tenga una falla. El ahorro que se obtiene gracias a estas funcionalidades supera el costo del software de virtualización.

#### **1.4.3 Costos de operación**

Por lo general, la discusión sobre el ahorro a obtener de la virtualización se centra alrededor de los costos del hardware y software, pero existe un ahorro adicional con respecto a los costos de operación del centro de datos.

La reducción del número de servidores implica una reducción en el número de puertos. Esto significa menos puertos hacia la SAN o red y menos cableado. A diferencia de una

configuración SAN en la que cada servidor utiliza una conexión y un LUN, en un ambiente virtual, varias máquinas virtuales pueden compartir una sola conexión de fibra óptica y un LUN. Con los altos costos de las tarjetas con interfases de fibra canal, esta reducción permite un gran ahorro. Otros ahorros adicionales se obtienen de la reducción del consumo de energía y el enfriamiento. Además, ya no es necesario hacer ampliaciones en el centro de datos por un tiempo prolongado. En muchos casos, las reducciones en los costos de energía y enfriamiento están en el mismo orden de magnitud que el número de servidores adquiridos.

Otro aspecto que se debe tener en consideración son los costos asociados al tiempo que se invierte en el mantenimiento y la provisión de los equipos (instalación, configuración y puesta en operación). Cuantificar estos costos es más difícil. En un ambiente virtualizado la provisión de los servidores se puede hacer en minutos en lugar de horas o días, permitiendo que los administradores puedan emplear ese tiempo adicional en otras tareas más productivas para la empresa.

#### **1.4.4 Costos por tiempos de para (Downtime cost)**

Los costos o pérdidas producidas por la falta de acceso a los servicios críticos de la empresa (sistema de pedidos, facturación, almacén, ERP, CRM, etc.) son muy altos, no importando la escala o tamaño de la empresa. La empresa se perjudica por la pérdida de productividad de los empleados y el tiempo empleado por los administradores para resolver el problema.

Un ambiente virtualizado contribuye a reducir los tiempos de para debido a que la reconfiguración de las máquinas virtuales es muy sencilla (modificación de parámetros en lugar de instalación o desinstalación de hardware). Otra ventaja es que las máquinas virtuales se pueden “mover” a otro servidor anfitrión para poder realizar cambios en el hardware y luego retornar al servidor original. Esto será explicado en el capítulo 2.

Uno de los productos que se describen en el capítulo 2 incluye un esquema de alta disponibilidad. En el caso que un servidor anfitrión falle, es posible activar automáticamente las máquinas virtuales en cualquier otro servidor anfitrión disponible. Incluso las aplicaciones que no pueden configurarse en alta disponibilidad por el costo del software o por lo complejo de la configuración pueden tener esta funcionalidad en un ambiente virtual.

La virtualización justifica la inversión en servidores del tipo empresarial con características mejoradas de alta disponibilidad (con fuentes y ventiladores redundantes, RAID de memoria, etc.), para colocar allí gran cantidad de aplicaciones que de otra forma sería muy riesgosa, complicada y costosa.

#### **1.4.5 Costos administrativos**

La virtualización reduce los costos administrativos al tener que adquirir menos servidores. De esta manera se emplea menos tiempo en pedidos de cotizaciones, y se requieren menos aprobaciones de órdenes de compra. Al tener menos equipos, se simplifican las coordinaciones con los proveedores y se manejan mejor las garantías.

## CAPÍTULO II

### VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES

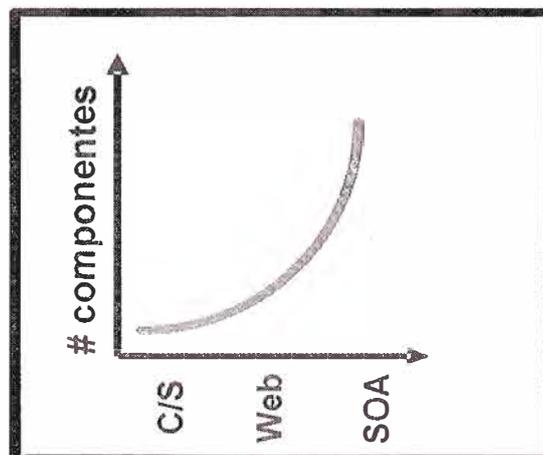
La tecnología de virtualización de servidores ha tenido un desarrollo que ha tomado muchos años. Ha sido necesario que ocurra la convergencia de varias tecnologías y desarrollos para que sea una solución viable para el centro de datos y estar a la disposición de más empresas y usuarios. A continuación describiremos los aspectos que hacen de la virtualización de servidores la tendencia actual de la industria.

#### 2.1 Historia

A través de la historia se observa que el número de componentes que se requieren para implementar servicios hacia los usuarios ha ido creciendo bajo el impulso de los nuevos modelos de servicios tales como:

- Cliente/Servidor
- Servicios basados en la Web
- SOA (Service Oriented Architecture)

#### Explosión en el # de componentes físicos & lógicos



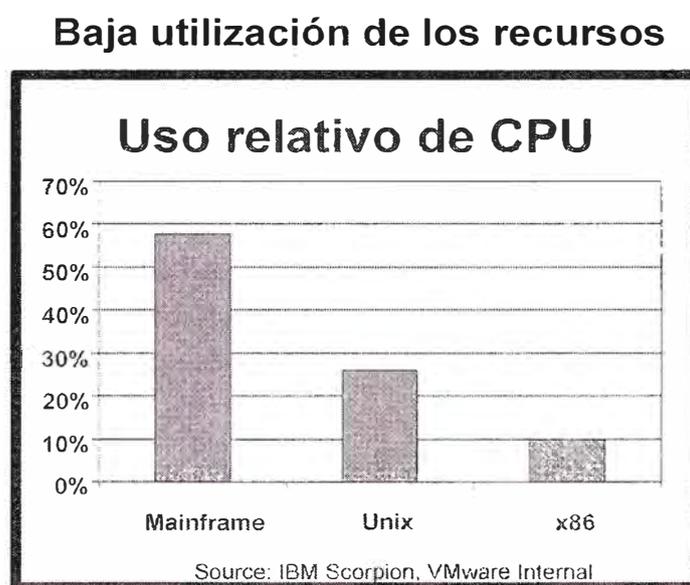
SOA: Service Oriented Architecture

**Fig. 2.1** Explosión en el número de componentes físicos y lógicos.

A medida que se han ido implementando estos modelos, se han requerido más servidores, dispositivos de red, cableado estructurado, sistemas de energía, fuentes de poder, sistemas de aire acondicionado etc. La Fig. 2.1 ilustra la explosión en el número de componentes físicos y lógicos para los modelos de servicio.

A pesar del gran nivel en la integración de los componentes electrónicos, que ha permitido tener servidores más compactos y eficientes; esa misma característica impulsa la creación y desarrollo de aplicaciones más distribuidas y complejas (aplicaciones web, CRM, ERP, colaboración, operaciones, mesa de ayuda, bases de datos, seguridad, etc.) para las cuales se requieren más servidores, discos, infraestructura de red y espacio para los equipos.

Otra característica que se ha observado a través del tiempo es que el aprovechamiento de los recursos de los servidores (CPU, memoria, discos, red) ha ido disminuyendo proporcionalmente, debido a que los componentes físicos han ido incrementando su rendimiento. Mientras que las aplicaciones, como están distribuidas, no utilizan al 100% esa potencia de cómputo. La Fig. 2.2 muestra la baja utilización de los recursos a través de las arquitecturas de hardware más extendidas.



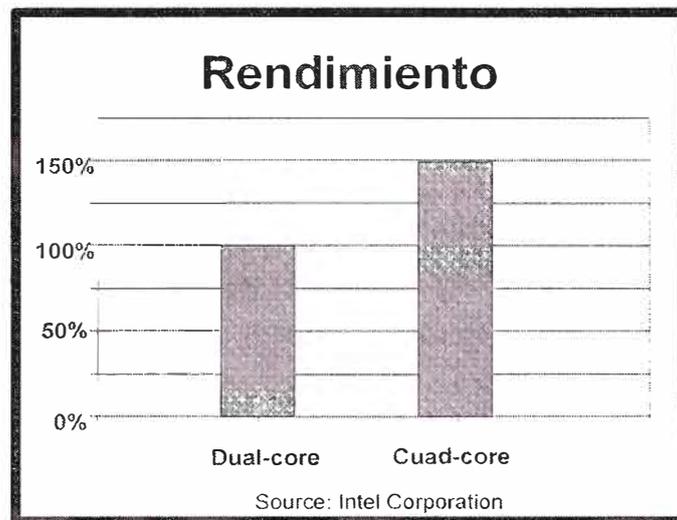
**Fig. 2.2** Baja utilización de los recursos

Para las empresas que han invertido en sistemas mainframe, el nivel de uso de los componentes llega a más del 50%. Pero para el caso de la mayoría de los servidores basados en la arquitectura Intel x86 la utilización está entre 6 a 10% o un poco más.

salvo excepciones. A pesar de las diferencias del costo entre las dos arquitecturas, se debe tomar en cuenta que siempre hay una parte de la inversión que no se usa y esa inversión no utilizada se encuentra más acentuada en los sistemas de arquitectura x86.

Un ejemplo lo tenemos con el avance ocurrido en la tecnología de los microprocesadores. Es el caso del fabricante Intel que ha liberado a fines del 2006 sus nuevos procesadores de cuatro núcleos (la serie Xeon 5300 Quad-core) que logran hasta 4 veces más rendimiento que los de un solo núcleo y hasta 1.5 veces más rendimiento que los de dos núcleos: la figura 2.3 muestra el rendimiento de los procesadores de dos y cuatro núcleos. Existe una gran probabilidad de que las mismas aplicaciones, ejecutándose sobre estos nuevos procesadores, desperdicien toda esa capacidad. Se necesita una tecnología para poder llegar a obtener el máximo de utilización.

### Avances en la tecnología de CPUs



**Fig. 2.3** Rendimiento de los procesadores de dos y cuatro núcleos (2006)

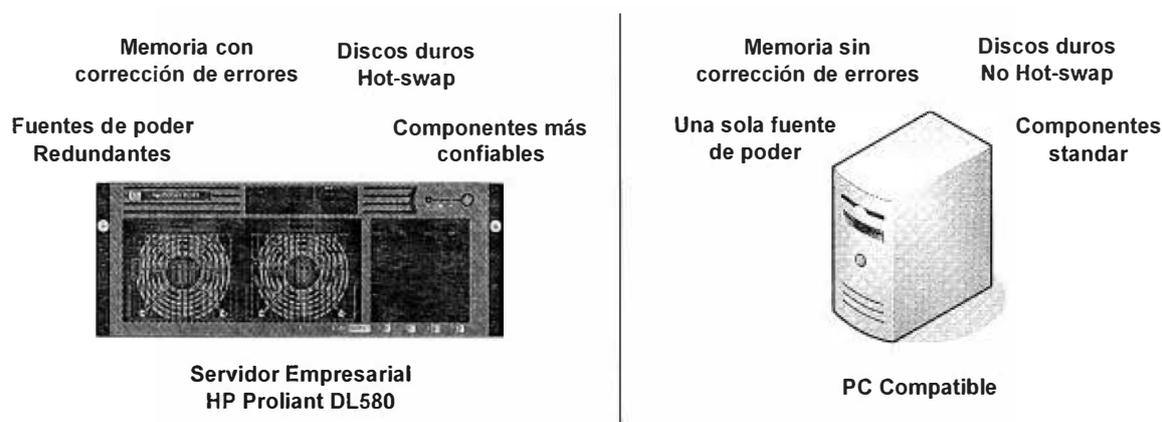
## 2.2 Conceptos

A continuación se explicarán los conceptos y términos usados en los temas relacionados a la Virtualización de servidores.

### 2.2.1 Servidor anfitrión (Host)

Se denomina servidor anfitrión (Host) al servidor basado en tecnología Intel x86 sobre el que se van a crear las máquinas virtuales. Está compuesto de partes físicas y se adquieren de cualquier fabricante. Pueden ser equipos compatibles o servidores tipo empresarial (HP, IBM, DELL). Dos ejemplos de servidores físicos empresariales son el HP Proliant DL380 G5 y el IBM xSeries 365. La figura 2.4 muestra una comparación entre

servidores empresariales y PCs compatibles. Para los proyectos de virtualización no se recomiendan los equipos compatibles por carecer de características de tipo empresarial y de alta disponibilidad (procesadores de mayor rendimiento, memoria con corrección de errores, fuentes de poder redundante y componentes más confiables).



**Fig. 2.4** Comparación entre servidores empresariales y PCs compatibles

### 2.2.2 Recursos Virtuales

La Virtualización, es la creación de substitutos de los verdaderos recursos de hardware del servidor anfitrión. Estos substitutos son llamados recursos virtuales. Los recursos virtuales tienen las mismas funciones que sus contrapartidas físicas, pero difieren en sus atributos como por ejemplo el tamaño, rendimiento y costo. Los sistemas operativos son los que hacen uso de estos recursos virtuales y asumen que son físicos. Las aplicaciones no perciben la substitución realizada. Los recursos virtuales pueden tener funciones o características que no están disponibles en los recursos físicos de los cuales provienen. Por ejemplo, no consumen energía, no ocupan espacio, pueden tomar valores mas pequeños o mayores a los que comúnmente se obtienen físicamente y pueden aumentar sus valores de forma dinámica (sin afectar la el funcionamiento de las aplicaciones). En el caso de la memoria, se pueden adquirir módulos de memoria física de 512, 1024, 2048MB, mientras que si se encuentran virtualizados se pueden definir con tamaños de 68, 124, 484, 640 MB, etc.

En base a los componentes de un servidor físico (anfitrión) podemos enumerar los principales recursos virtuales que podemos obtener (mínimos para la operación de una aplicación genérica) como se ve en la TABLA N° 2.1.

TABLA N° 2.1: Componentes físicos y recursos virtuales

Recurso Físico	Recurso Virtual
CPU	CPU Virtual (Virtual CPU)
Memoria	Memoria Virtual (Virtual Memory)
Interfase de Red	Interfase de red Virtual (Virtual NIC)
Disco	Controlador de disco (virtual Controller) y Disco Virtual (Virtual Disk)

### 2.2.3 Máquina Virtual (Virtual Machine)

Es la abstracción de un servidor físico (anfitrión). La máquina virtual se construye a partir de recursos virtuales: CPUs virtuales, memoria virtual, controlador de disco virtual, discos virtuales, redes virtuales, tarjeta de video virtual, unidad de CD ROM y unidad de disco flexible virtual. Existe una capa de código que permite reunir estos recursos virtuales y convertirlos en una máquina virtual que es vista por el sistema operativo huésped como si fuera un servidor real. La figura 2.5 muestra una representación esquemática de 2 máquinas virtuales sobre un mismo servidor.

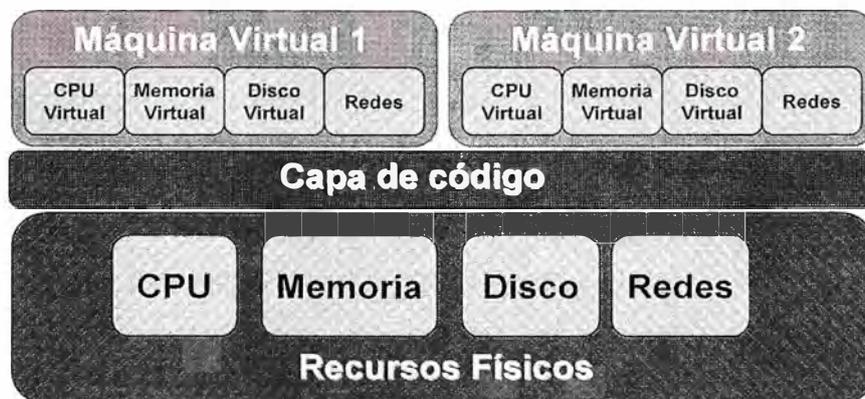


Fig. 2.5 Máquinas virtuales sobre un mismo servidor

La máquina virtual se compone de un archivo de texto puro donde se especifica la configuración de la misma y archivos binarios que representan los discos virtuales donde se instala el sistema operativo y las aplicaciones, de allí que el costo de su creación es nulo. La capa de código, crea una instancia de la máquina virtual en base a esos componentes. Esta capa de código se llama Hypervisor y se explicará su funcionamiento más adelante. La figura 2.6 muestra los componentes de una máquina virtual.

El concepto de máquina virtual no es nuevo, lo que es nuevo y revolucionario es la aplicación de este concepto a los servidores basados en la arquitectura Intel x86. La virtualización se usa desde 1964 en que se construyó en IBM el primer sistema que soportaba esta característica: el sistema operativo CP-40 para el IBM System 360.

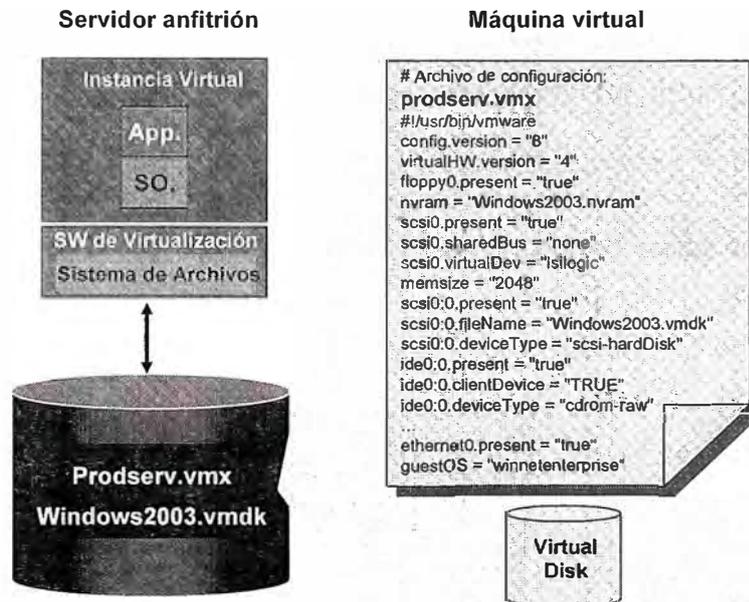


Fig. 2.6 Componentes de una máquina virtual

A continuación se listan las características que debe satisfacer una máquina virtual:

### Particionamiento

Las máquinas virtuales permiten particionar de manera lógica un servidor físico. Cada partición ejecuta un sistema operativo y aplicación de manera concurrente. Cada máquina virtual tiene su propio espacio de disco, espacio de memoria e interfaces de red basados en los recursos virtuales. Una máquina virtual apagada, no consume recursos, solo los utiliza cuando esta en operación.

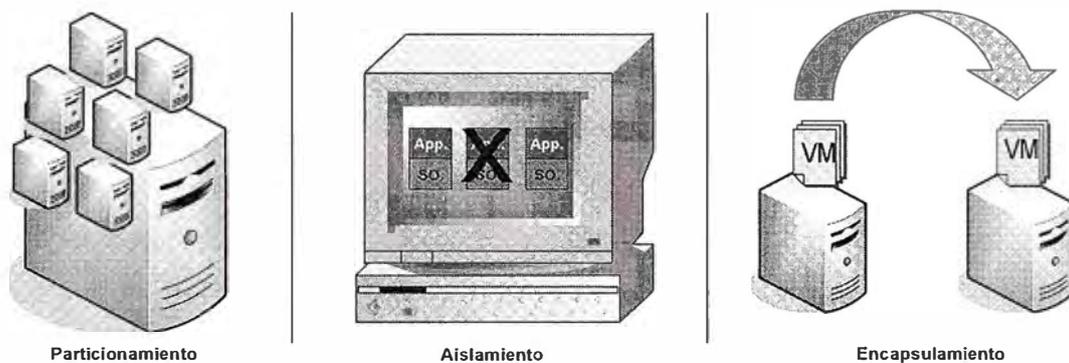
### Aislamiento

Esta característica es crítica para la seguridad y confiabilidad de las máquinas virtuales. A pesar de trabajar concurrentemente y sobre el mismo servidor, cada máquina virtual opera de forma aislada a las otras. Una falla en una máquina virtual no afecta la operación de las otras. Por ejemplo, la aparición de la "pantalla azul", la mala ejecución de un programa, o el ingreso de virus no afecta a las otras que siguen operando normalmente. Cada máquina virtual debe ser similar a un servidor físico separado.

## Encapsulamiento

La tercera característica de las máquinas virtuales es el encapsulamiento. El estado completo de una máquina virtual: memoria, almacenamiento en disco, dispositivos de entrada/salida, estado del procesador, y la configuración del hardware virtual, todo se almacena en un juego de archivos. Estos archivos son independientes del hardware, así que se pueden trasladar a otro servidor físico por ejemplo desde un servidor DELL a un servidor IBM. Si ambos tienen la misma capa de código de virtualización podrán ejecutar la máquina virtual sin cambios.

La figura 2.7 muestra las características que comparten todos los tipos de máquinas virtuales.



**Fig. 2.7** Características de las máquinas virtuales

### 2.2.4 Hypervisor

En la actualidad, el software fundamental que permite la virtualización es una capa de código llamado Hypervisor. Se le denomina también Monitor de Maquinas Virtuales (Virtual Machine Monitor en inglés). El Hypervisor toma control de los recursos del servidor físico. El concepto de Hypervisor es la base de la tecnología de virtualización. Permite que varias máquinas virtuales con diferentes sistemas operativos puedan ejecutarse sobre un solo servidor físico (anfitrión). El Hypervisor se encarga de administrar de modo concurrente el acceso a los recursos. Existen dos tipos de Hypervisor llamados tipo 1 y tipo 2.

#### Hypervisor Tipo 1 (Type 1 Virtual Machine Monitor)

Es una capa de código que se ejecuta directamente sobre el hardware (similar a un programa de control de dispositivos). El sistema operativo huésped se ejecuta en un segundo nivel sobre el hardware. Un ejemplo de este tipo es el CP/CMS desarrollado por

IBM en los 60's. Ejemplos más recientes son el ESX Server de VMware y el Xen. La Fig. 2.8 muestra la estructura de capas donde se encuentra el Hypervisor tipo 1.

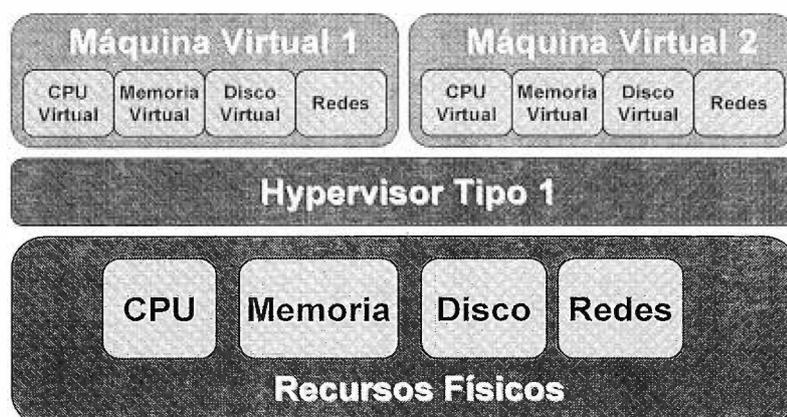


Fig. 2.8 Hypervisor Tipo 1.

Uno de los primeros Hypervisor de tipo 1 para la arquitectura Intel x86 fue liberado en 1998 por la empresa VMware. Actualmente esta tecnología ha madurado y trabaja sobre la mayoría de los servidores físicos empresariales basados en la arquitectura Intel x86. La ventaja de este modelo está en que solo existe una capa de procesamiento (el mismo Hypervisor) entre el hardware y las máquinas virtuales. Una desventaja es que su desarrollo es más complejo ya que tiene que interactuar directamente con el hardware. Es por eso que en la actualidad, los grandes fabricantes de microprocesadores, como Intel y AMD, están incorporando extensiones a nivel de hardware en los microprocesadores para dar un apoyo adicional al Hypervisor tipo 1. Estas extensiones permiten un código más simple y un mejor rendimiento. Los desarrolladores de software Hypervisor están trabajando para incorporar esta tecnología en los nuevos productos y aprovechar las ventajas en desempeño y facilidad de desarrollo que esto trae.

### Hypervisor Tipo 2 (Type 2 Virtual Machine Monitor)

En este caso, el Hypervisor se ejecuta sobre un "Sistema Operativo anfitrión". El sistema operativo huésped se encuentra en un tercer nivel sobre el hardware. Ejemplos de este software son el VMware Server, el Microsoft Virtual Server o el Virtual PC. La Fig. 2.9 muestra la estructura de capas del Hypervisor tipo 2. El sistema operativo anfitrión puede ser Linux o Windows. Este esquema tiene un menor rendimiento que el de Tipo 1 ya que se tiene una capa más que agrega retardo y procesamiento. También es dependiente de la seguridad y robustez del sistema operativo anfitrión, el cual por lo general es Windows o Linux. Por ejemplo, si el sistema operativo anfitrión es atacado por virus, el Hypervisor tipo 2 y las máquinas virtuales se ven comprometidos en su conjunto. La ventaja radica

en que es más sencillo de programar e implementar ya que se ejecuta como un programa más.



Fig. 2.9 Hypervisor Tipo 2.

### 2.2.5 Sistema Operativo huésped (guest)

Es el sistema operativo (Microsoft Windows, Linux o Solaris) que se ejecuta dentro de la máquina virtual y utiliza los recursos virtuales que se le han asignado. La figura 2.10 muestra la relación entre el sistema operativo huésped y el Hypervisor.

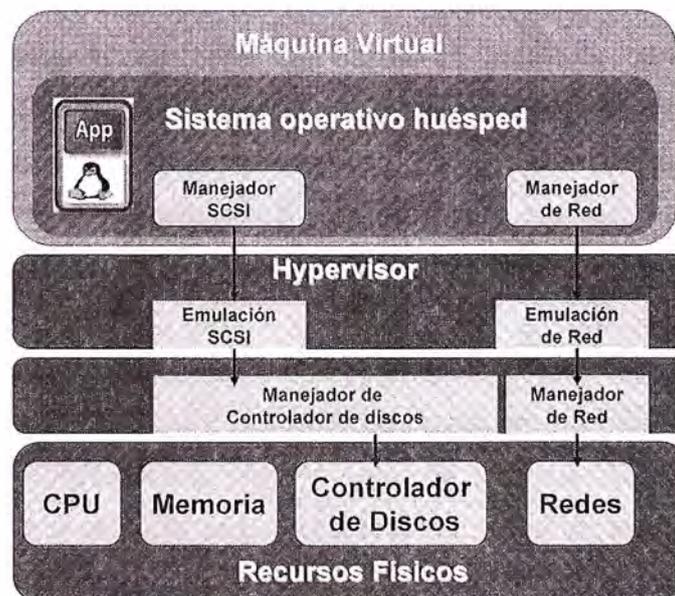


Fig. 2.10 Sistema operativo huésped (guest)

Existen dos opciones para el tipo de sistema operativo a usar:

El sistema operativo no necesita modificaciones por lo que se puede usar el mismo CD que se utiliza para instalarlo sobre un servidor físico.

El sistema operativo necesita modificaciones en el núcleo (kernel) para poder ser soportado por el Hypervisor. Es posible modificar el kernel en los sistemas operativos de código abierto (Linux) pero no es permitido en Windows por el peligro de incurrir en penalidad.

Como se puede observar en la figura 2.10, el sistema operativo huésped utiliza sus propios manejadores (SCSI o Red) los cuales establecen una comunicación con los manejadores virtuales del Hypervisor los cuales están en modo de emulación. El Hypervisor tiene sus propios manejadores (SCSI o red) que son compatibles con el hardware y a través de los cuales se logra el acceso a los recursos físicos. El licenciamiento del sistema operativo huésped, hasta el momento, es similar al de un servidor físico. Si se desea tener 4 máquinas virtuales con Windows 2003 Standard Server, se licenciará el Windows 4 veces. El mismo esquema se aplica para el licenciamiento del Linux en sus versiones comerciales. Las versiones libres se mantienen sin costo.

### **2.2.6 Virtualización por software**

La virtualización por software, llamada también Virtualización Total (Full Virtualization en inglés) provee una abstracción total del hardware sobre la cual el sistema operativo puede ejecutarse. No se necesitan modificaciones en el kernel. El sistema operativo y la aplicación no perciben el ambiente virtualizado. La virtualización por software permite un aislamiento total entre las aplicaciones y el hardware subyacente, lo que ayuda en la compatibilidad.

Sin embargo, la virtualización por software genera cierta latencia ya que el Hypervisor se debe encargar de interceptar todas las llamadas del sistema operativo hacia los recursos y servicios usando la emulación. Otra fuente de latencia que puede impactar en el rendimiento se debe a que en la arquitectura Intel todo el software se ejecuta en uno de cuatro “niveles de privilegios” o “anillos”. El sistema operativo sin virtualización tradicionalmente se ejecuta en el anillo-0, el cual permite un acceso privilegiado a la mayoría de los recursos de procesador y del sistema. Las aplicaciones se ejecutan en el anillo-3, el cual restringe algunas funciones como el mapeo de memoria que puede impactar en las otras aplicaciones. Así, el sistema operativo mantiene el control y garantiza una operación estable.

En un ambiente virtualizado, como el Hypervisor debe tener control de los recursos del servidor anfitrión, la solución es que se ejecute en el anillo-0 y los sistemas operativos huéspedes en los anillos 1 al 3. Pero, un sistema operativo está diseñado para ejecutarse en el anillo-0. Esto genera ciertos problemas sobre todo por la existencia de las instrucciones “privilegiadas” que controlan recursos críticos. Cuando un sistema operativo no se está ejecutando en el anillo-0, cualquiera de esas instrucciones puede crear un conflicto, causando un evento de falla del sistema o una respuesta errónea. En ese caso, el Hypervisor monitorea las máquinas virtuales y toma el control del procesador cada vez que una de esas instrucciones es ejecutada. El Hypervisor se encarga de manejar el conflicto durante la ejecución y luego devuelve el control al sistema operativo huésped. Todo este trabajo es complejo y tiene cierto impacto sobre el rendimiento.

### 2.2.7 Paravirtualización

La paravirtualización es similar a la virtualización por software. La principal diferencia es que el kernel del sistema operativo huésped es modificado para que no se produzcan los conflictos relacionados a las instrucciones privilegiadas. El resultado de la modificación es que el sistema operativo “sabe” que se está ejecutando sobre una máquina virtual, de modo que hace llamadas al Hypervisor por que conoce de su existencia; éstas son las denominadas hypercalls. Como las hypercalls no se incluyen en el CD original del sistema operativo, se debe modificar el kernel. Entonces, como no se tiene que manejar conflictos y la comunicación es directa entre el sistema operativo y el Hypervisor se logra un rendimiento más cercano al de una máquina física. Esta es la aproximación del Xen.

### 2.2.8 Repositorio de recursos

Los productos de virtualización permiten crear uno o más repositorios de recursos, que es la suma de los recursos tanto de procesador como de memoria del servidor anfitrión.

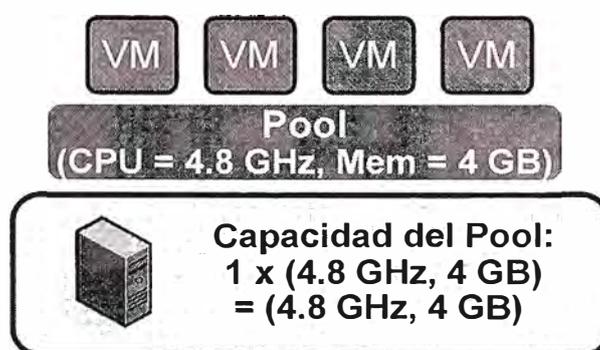


Fig. 2.11 Repositorio (Pool) de recursos.

En base a varios servidores físicos, el administrador puede definir repositorios de recursos independientes para asignarlos a áreas de la empresa y dárselos a administradores de menor jerarquía. De este modo se evita que un área pueda acaparar todos los recursos disponibles. Solo pueden usar los que se les ha asignado dentro del pool. La capacidad flotante puede ser agregada en línea a cada pool de acuerdo a las necesidades. La figura 2.12 muestra esta funcionalidad.

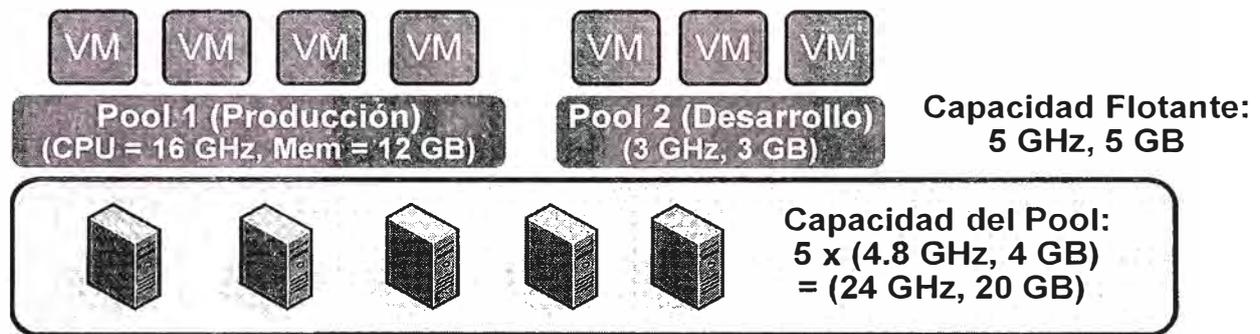


Fig. 2.12 Repositorios (Pool) de recursos.

## 2.3 Soluciones de virtualización

En la actualidad, existen varios desarrollos de software que permiten realizar la virtualización de servidores. A continuación, se describen las principales características, ventajas y desventajas de dos productos: el Xen y el ESX 3 VMware.

### 2.3.1 Xen

#### Descripción

Xen es un software de código abierto para crear máquinas virtuales desarrollado por la Universidad de Cambridge. La primera versión se liberó en octubre de 2003. Xen es un Hypervisor o monitor de máquinas virtuales (Virtual Machine Monitor en inglés) especialmente diseñado para computadoras basadas en la tecnología Intel x86. El objetivo del Xen es poder ejecutar varias instancias de sistemas operativos (máquinas virtuales) con todas sus características en un equipo sencillo. Xen proporciona el aislamiento seguro entre máquinas virtuales, control de recursos y migración de máquinas virtuales en vivo entre servidores físicos. Como se basa en la paravirtualización, el kernel del sistema operativo huésped debe ser modificado (no es necesario modificar las aplicaciones).

Las arquitecturas soportadas actualmente por Xen son x86/32 y x86/64. La última versión liberada de Xen es la 3.0.2.

Como la técnica utilizada por Xen es la paravirtualización, se consiguen rendimientos más cercanos al de una máquina física real. La modificación del kernel es posible en aquellos sistemas operativos de libre distribución, ya que es totalmente legal. Los sistemas operativos propietarios (Windows, Solaris) deben desarrollar versiones específicas para trabajar con Xen.

Es posible trabajar con Xen sin necesidad de modificar el sistema operativo huésped, pero para ello es necesario que el servidor anfitrión utilice microprocesadores que incluyan virtualización a nivel de hardware. Existen en el mercado dos microprocesadores con estas características: Intel VT (Vanderpool) y AMD-V (Pacífica), el primero está soportado ya por Xen 3.0. Así que se puede ejecutar Windows sin modificaciones.

Xen tiene diversos usos, aunque se pueden destacar los siguientes:

Por no tener costo, se trata de una excelente herramienta didáctica para el aprendizaje de redes de computadoras, ya que permite al alumno configurar de forma virtual una red completa en un solo equipo.

Es una alternativa cada vez más real para la creación y utilización de servidores virtuales en empresas que ofrezcan servicios Internet y quieran ahorrar costos sin perder confiabilidad.

En el Xen, las máquinas virtuales reciben el nombre de "dominios". Existe una máquina virtual o dominio privilegiado que recibe el nombre de Dom0. Este dominio crea y controla los manejadores (drivers) virtuales de los otros dominios. Los dominios restantes reciben el nombre genérico de DomU. El Dom0 se usa para la administración y los DomU son las máquinas virtuales con los sistemas operativos huésped.

Las máquinas virtuales Xen se basan en un archivo de configuración en texto y archivos binarios que representan los discos virtuales donde están instalados el sistema operativo huésped y las aplicaciones.

Con el Xen es posible virtualizar:

1. Procesador (CPU)
2. Memoria RAM

3. Disco duro
4. Interfaz de red

Para los otros dispositivos (tarjeta gráfica, disquetera, CD-ROM, USB, etc.) se debe elegir el dominio que va a utilizarlo, pero no pueden ser “compartidos”. Esto es una limitación para determinados usos de las máquinas virtuales. Pero se puede usar archivos compartidos vía la red para interactuar con ellos

Xen es un proyecto de código abierto. Muchas porciones del código están licenciadas bajo los términos de la GNU General Public Licence. El proyecto GNU es parte de la FSF (Free Software Foundation) que se encarga de proteger y promover la libertad de usar, estudiar, modificar, y redistribuir software para computadoras y defender los derechos de los usuarios de software libre.

### **Principales características**

La última versión de Xen (Versión 3) ya provee funcionalidades de tipo empresarial las cuales incluyen:

1. Máquinas virtuales con rendimiento cercano al de un servidor físico.
2. Capacidad de reconocer los procesadores lógicos (Logical CPUs) que se generan en base a la propiedad Hyperthreading en la arquitectura Intel. Esto quiere decir que si se tienen 2 procesadores físicos, el software de virtualización reconoce 4 CPUs lógicas y distribuye los recursos de procesamiento de esos 4 procesadores lógicos.
3. Migración en vivo de máquinas virtuales entre servidores anfitrión.
4. Hasta 32 CPUs virtuales por cada máquina virtual. Incluye “VCPU hot-plug”, esta característica permite aumentar o disminuir el número de CPUs virtuales sin apagar la máquina virtual.
5. Soporte a arquitecturas x86/32, x86/32 con PAE, y soporte a plataforma x86/64.
6. La versión 3 permite el uso de la tecnología de virtualización de Intel VT-x (Vanderpool) para poder trabajar con sistemas operativos sin modificaciones, este sería el caso del Microsoft Windows.
7. Soporte de hardware. Soporta prácticamente todos los manejadores de dispositivos Linux (Linux device drivers).

## Sistemas operativos huésped soportados

La TABLA 2.2 muestra los sistemas operativos soportados por el Xen en su versión más reciente (Versión 3). Cabe indicar que la mayoría son distribuciones libres de Linux.

## Componentes del Xen

La instalación del monitor de máquinas virtuales Xen (Dom0) comprende tres elementos principales:

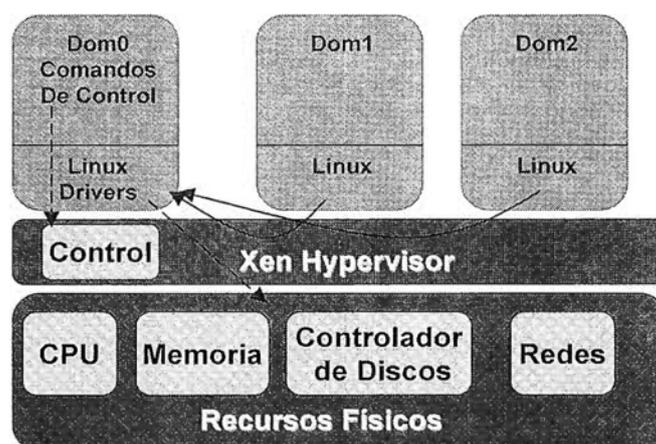
1. El hypervisor de Xen, que realiza la paravirtualización.
2. Núcleo (kernel) modificado del sistema operativo huésped que pueda trabajar sobre el hypervisor.
3. Herramientas y comandos para el manejo de las máquinas virtuales: creación, arranque, reinicio, apagado, etc.

La figura 2.13 muestra la arquitectura del Xen. En el Xen, es el Hypervisor el que se encarga de virtualizar el procesador, la memoria y los dispositivos de entrada y salida. Las máquinas virtuales o dominios (DomU) se comunican directamente con el Hypervisor para usar el procesador y la memoria virtual. Sin embargo, es el Dom0 quien controla el acceso a los dispositivos virtuales de entrada y salida (disco, redes). El Dom0 permite también controlar y administrar las máquinas virtuales mediante comandos.

**TABLA N° 2.2** Sistemas operativos soportados por Xen

Sistema operativo	Ejecución como Dom0 (host)	Ejecución como DomU (invitado-guest)
Linux 2.6	Si	Si
NetBSD 3.1	No	Si
NetBSD 4.0 BETA2	Si	Si
FreeBSD 5.3	No	Se esta haciendo el desarrollo.
FreeBSD 7-corriente	No	A través de parche (patch).
Plan 9	No	No se conoce estado de desarrollo
ReactOS	No	Planeado, desarrollo detenido
Solaris 10	No probado	Si
Sistemas operativos sin modificaciones	No	Soporte sobre procesadores con tecnología Intel VT. Ejemplo: Windows.

En el Dom0 se ejecuta un proceso llamado xend que es el que administra el sistema. El xend es responsable de la administración de las máquinas virtuales y del acceso a los dispositivos de entrada y salida (disco y redes). Los comandos de control se escriben en línea de comando.



**Fig. 2.13** Arquitectura del Xen

### Comentarios

La principal ventaja del Xen es su naturaleza de código abierto. En el Perú no se tiene noticias de haber sido utilizado debido a que existen otros productos que permiten crear máquinas virtuales sin costo (Virtual PC de Microsoft, VMware Server de VMware). Por otro lado, su carácter libre lo orienta hacia el ámbito de la investigación o educativo, no el comercial. En otras partes del mundo el Xen ya es usado en el centro de datos para brindar servicios de hosting. Un ejemplo de esto es Amazon.

Xen es uno de los hypervisors más rápidos de la industria. Fue el primero que utilizó la tecnología de paravirtualización que con cambios en el kernel logra un mayor desempeño de las máquinas virtuales, este hecho ha obligado a otros fabricantes a incluir la paravirtualización en sus productos. El Xen, al poder aprovechar las características de hardware de virtualización de Intel y AMD ya permite que se pueda ejecutar Windows como sistema operativo huésped.

La última versión de Xen (versión 3) incluye características de tipo empresarial que pueden impulsar su uso en el Perú por parte de las empresas que deseen crear una Infraestructura Virtual y ejecutar aplicaciones críticas y no solo crear máquinas virtuales a nivel de pruebas de laboratorio o para fines educativos. El único problema es que la versión libre soporta solo Linux y el soporte para Windows se da solo sobre servidores

con la tecnología Intel VT-x y AMD Pacifica que muchas veces no está disponible. El Xen es un producto muy interesante y que puede ser usado para la virtualización de servidores en todos los ámbitos tanto comercial como educativo.

### **2.3.2 VMware ESX**

El VMware ESX Server es un producto comercial de la empresa VMware (adquirida por EMC el año 2005). Es la capa de código que realiza la virtualización e incluye el Hypervisor. Está orientado principalmente a centros de datos y ambientes de misión crítica.

#### **Descripción**

VMware ESX Server implementa la virtualización por software (full virtualization). Goza de gran aceptación en la industria debido a su robustez, opciones, facilidad de uso y su compatibilidad. Es un monitor de máquinas virtuales diseñado especialmente para computadoras basadas en la tecnología Intel x86 y AMD. Se instala directamente sobre el servidor anfitrión ya que contiene su propio sistema operativo y genera una capa de virtualización muy liviana que toma control de los recursos de hardware de la misma forma que el hypervisor. El VMware ESX permite ejecutar varias instancias de sistema operativo sin modificaciones al kernel (a diferencia del Xen).

El hardware que es posible virtualizar actualmente con el VMware ESX 3 es:

1. Procesador CPU
2. Memoria RAM
3. El almacenamiento
4. Interfaz de red

Cada máquina virtual creada representa un sistema completo, con procesadores, memoria, redes y BIOS. Cada máquina virtual tiene una tarjeta gráfica virtual la cual permite emular una consola de video. La disquetera, CD-ROM, puertos USB son virtualizados y pueden ser compartidos de manera concurrente entre varias máquinas virtuales. Incluye políticas de asignación de recursos que garantizan los niveles de utilización necesarios para las aplicaciones más exigentes.

De la misma manera que se ha trabajado en los mainframes, la máquina virtual ESX ofrece virtualización total (full virtualization), así se consigue que el sistema operativo

huésped y las aplicaciones no perciben que están trabajando con componentes virtualizados.

Cada máquina virtual ejecuta su propio sistema operativo y aplicaciones, no pueden conversar o pasar datos entre ellas a no ser que sea vía los mecanismos de la red, similar a como lo harían dos servidores físicos separados. Esto es lo que hemos llamado aislamiento.

Las máquinas virtuales VMware ESX se basan en un archivo de configuración en texto y archivos binarios que representan los discos virtuales donde está instalado el sistema operativo huésped y las aplicaciones.

### **Principales características**

Cada máquina virtual se puede crear con más de una CPU virtual (hasta 4) pero los hilos de ejecución pueden estar sobre cualquier CPU físico del servidor. Por ejemplo, si el servidor tiene 4 CPUs físicas y se crea una máquina virtual con 2 CPUs virtuales, el VMware ESX usará cualquier par de los 4 CPUs físicos para ejecutar las instrucciones de la máquina virtual distribuyendo los hilos de ejecución (threads) entre los procesadores físicos. Esta característica es única del VMware ESX.

Capacidad de reconocer los procesadores lógicos (Logical CPUs) que se generan en base a la propiedad Hyperthreading en la arquitectura Intel. Esto quiere decir que si se tienen 2 procesadores con Hyperthreading instalados en el servidor anfitrión, el software de virtualización reconoce 4 CPUs lógicas y distribuye los recursos de procesamiento de esos 4 procesadores lógicos.

Entre los diferenciales del VMware ESX está la ejecución directa, es decir, las instrucciones a nivel de usuario (user-level code) son ejecutadas directamente por la CPU sin introducir demora por la emulación. Las instrucciones a nivel de sistema operativo se ejecutan mediante emulación.

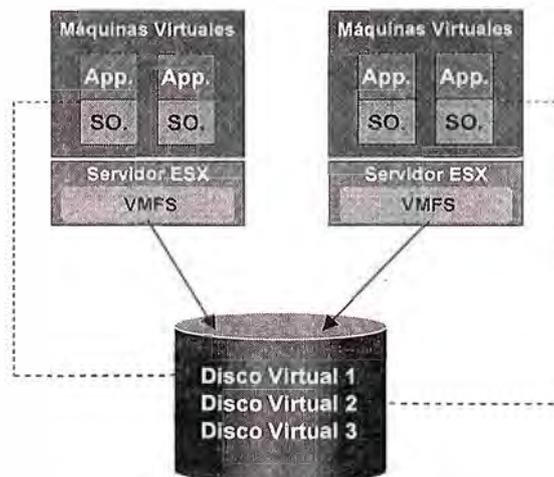
Existen mecanismos de administración de memoria que permiten un uso racional de la memoria, estas son:

1. Asignación de memoria bajo demanda. Es una característica que va asignando la memoria física a la máquina virtual de acuerdo a los requerimientos de esta. Por ejemplo, si la máquina virtual fue creada con 1024MB de memoria virtual, cuando esta es activada y el sistema operativo empieza a operar, este no ocupa más de unos 180MB, entonces la máquina virtual solo ocupará ese espacio en la memoria

física. Si se activan las aplicaciones el requerimiento de memoria se incrementa y llegará solo hasta un máximo de 1024MB. Dicho de otra forma, no se reserva memoria física cuando se crea ni cuando se activa la máquina virtual, esta se va asignando y liberando en forma dinámica y bajo demanda.

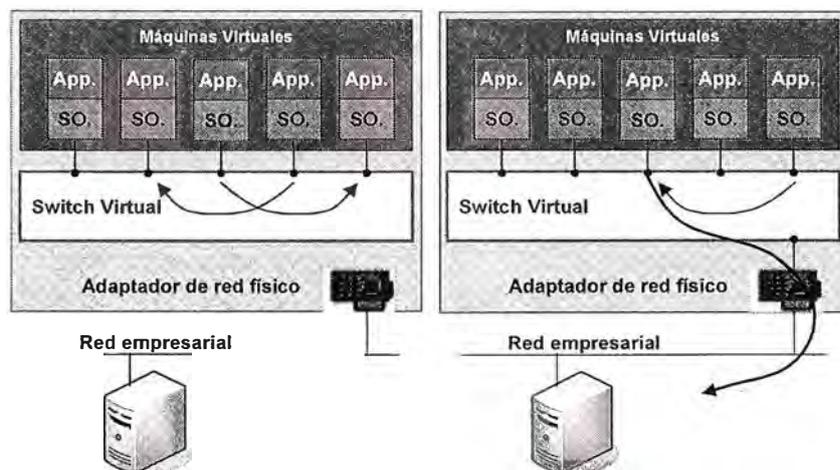
2. Memoria Compartida Transparente (Transparent sharing). Es una característica de manejo de memoria que esta activada siempre. Lo que hace es compartir las páginas de memoria iguales entre varias máquinas virtuales. Por ejemplo, en el caso de máquinas virtuales con Windows, permite que las páginas de memoria que son propias del sistema operativo (mismo contenido) solo ocupen una sola vez espacio en memoria y no estén duplicadas. Estas páginas están en modo de solo lectura. Si una máquina virtual trata de modificar la página, se hace una copia de esta y la máquina virtual trabajará sobre la copia. Las otras máquinas virtuales siguen usando la página original.
3. Redistribución de memoria entre máquinas virtuales. Es una característica que siempre está activada. Cuando ya no existe memoria física suficiente en el servidor anfitrión, el VMware ESX elige una máquina virtual que no esté usando activamente parte de la memoria física que ocupa y la pone a disposición de otras máquinas virtuales que la necesiten.

La figura 2.14 muestra la relación entre la máquina virtual y el almacenamiento en el VMware ESX. Se usa un sistema de archivos especial llamado VMFS donde se almacenan todos los discos virtuales de todas las máquinas virtuales. En el archivo de configuración se especifica él o los archivos binarios que corresponden a cada máquina virtual. El acceso a los discos virtuales es controlado por el servidor ESX.



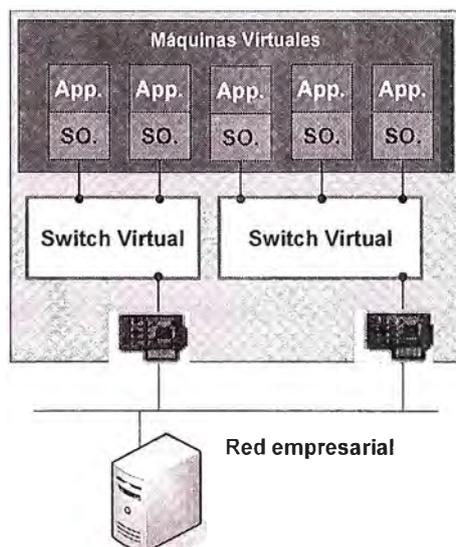
**Fig. 2.14** Relación entre las máquinas virtuales y el almacenamiento

Cada máquina virtual puede tener 4 interfases de red virtuales. Cada interfase tiene su propia MAC (que se puede modificar). La dirección IP se define a nivel del sistema operativo huésped de modo que por la interfase física circula el tráfico correspondiente a varias direcciones IP de origen o destino. Se pueden crear switches virtuales en memoria los cuales se usan para conectar las máquinas virtuales a las interfaces físicas del servidor anfitrión. Estos switches virtuales pueden no estar conectados a las interfaces físicas así se pueden crear redes internas para pruebas, las cuales no tienen acceso al exterior y se evita perjudicar la red en producción.



**Fig. 2.15** Virtual Switch sin conexión y con conexión al exterior

La figura 2.16 muestra como se pueden configurar más de un switch virtual para distribuir las máquinas virtuales por grupos. Aprovechando cada grupo una interfase de red física.



**Fig. 2.16** Switches virtuales y grupos de máquinas virtuales

## Sistemas operativos soportados

La TABLA 2.3 muestra los sistemas operativos soportados por el VMware ESX 3.

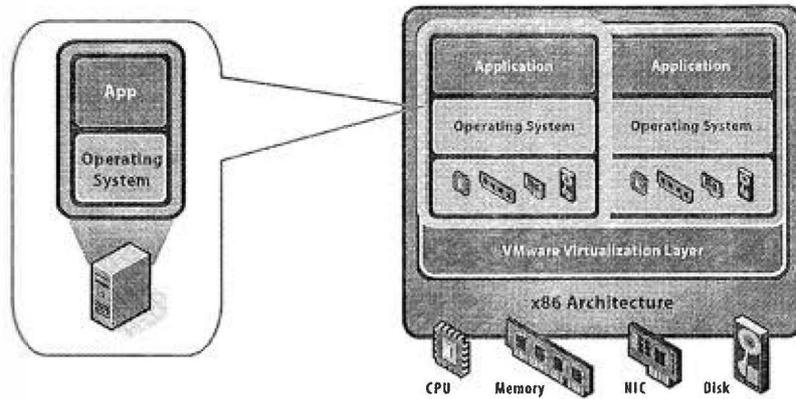
**TABLA 2.3** sistemas operativos soportados por el VMware ESX 3

Fabricante	Sistema Operativo	Versión
Microsoft	Windows Server 2003 Standard, Enterprise, Web, or Small Business Server	Service Pack ½
	Windows XP Professional	Service Pack ½
	Windows Server 2000 Advanced Server, Server y Terminal Server Edition	Service Pack ¾
	Windows NT 4.0 Server	Service Pack 6 o sup.
	Windows XP Pro.	Service Pack 2
Red Hat Linux	Linux enterprise Advanced Server, Enterprise Server, Workstation.	2.1 upgrade 6/7/8 3.0 upgrade 6/7/8 4.0 upgrade 6/7/8
SuSE Linux	Enterprise Server (SLES)	8.0, 9.0, 10.0
Novell	Netware	Versión 5.2, 6.0, 6.5
Sun	Solaris 10	1/06, 6/06

## Componentes del VMware ESX

El VMware ESX Server es parte de un grupo de productos que conforman el VMware Virtual Infrastructure 3 (VI3). Está diseñado para consolidar servidores, soportar aplicaciones de misión crítica, ser robusto, rápido, de fácil administración, seguro y generar un rápido retorno de inversión. Sus principales componentes son:

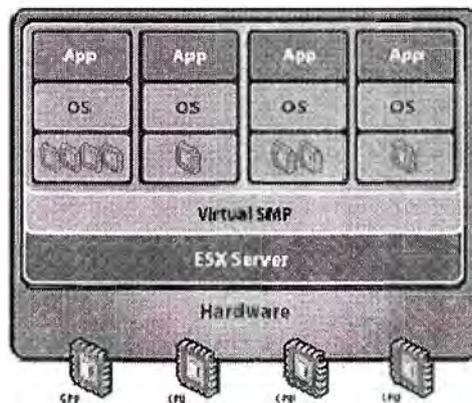
ESX Server 3. Es la capa de virtualización que se ejecuta sobre el servidor anfitrión y permite realizar la abstracción de los recursos de procesador, memoria, almacenamiento y redes. Para las aplicaciones críticas, se recomienda que el servidor anfitrión sea del tipo empresarial (con soporte para fuentes redundantes, memoria con detección y corrección de errores, etc.). La figura 2.17 muestra un ambiente tradicional y un ambiente virtual con la capa de virtualización que permite un ambiente con varios sistemas operativos.



**Fig. 2.17** VMware ESX Server como una capa de virtualización.

VMFS. El Virtual Machine File System (VMFS) a diferencia del NTFS y el ext3, es un sistema de archivos de alto rendimiento, diseñado específicamente para ambientes virtuales. Incluye funcionalidades de cluster y no necesita configuración. En este sistema de archivos se almacenan los discos virtuales. Su diseño permite alcanzar el rendimiento de una máquina física a nivel del almacenamiento.

Virtual SMP. El Virtual SMP permite a una máquina virtual el uso de varios procesadores físicos simultáneamente. Aquellas aplicaciones que han sido diseñadas para aprovechar un ambiente de multiprocesamiento simétrico podrán tomar ventaja de esa característica en un ambiente virtualizado. La figura 2.18 muestra esta funcionalidad.



**Fig. 2.18** Virtual SMP y máquinas virtuales multiprocesador.

Componentes de alta disponibilidad. El VMware ESX tiene otros componentes que permiten incrementar el tiempo que las aplicaciones están brindando servicios y

mejorar el nivel de disponibilidad. También se consiguen ahorros al no tener que adquirir versiones de software que incluyan capacidades de alta disponibilidad ni realizar configuraciones complicadas (por ejemplo versiones enterprise de Windows o Linux).

### VMware Vmotion

Es un componente que permite la migración en vivo de las máquinas virtuales desde un servidor ESX a otro. El administrador usa el Vmotion cuando lo ve conveniente, por ejemplo si necesita apagar uno de los servidores anfitrión para realizar mantenimiento o mejoras. Con el Vmotion, los usuarios que están realizando transacciones con la máquina virtual no perciben que esta se está migrando hacia otro servidor ESX. La figura 2.19 muestra el VMware VMotion. Para funcionar, el VMotion requiere que los discos virtuales estén almacenados en una SAN para que puedan ser accedidos desde ambos servidores ESX. La memoria y el estado de la máquina virtual en funcionamiento se trasladan a través de la red ethernet hacia el otro anfitrión. A veces es recomendable usar una red dedicada para garantizar la rapidez en la migración de gran número de máquinas virtuales.

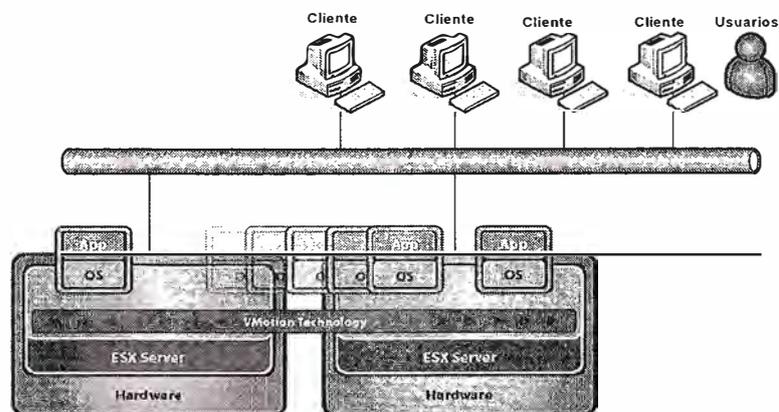


Fig. 2.19 VMware Vmotion

### VMware HA

Es un componente que proporciona alta disponibilidad (High Availability en inglés) para las máquinas virtuales. El VMware HA está monitoreando continuamente los servidores anfitriones. Detectada la falla de uno de ellos, las máquinas virtuales afectadas se reactivan en otro servidor ESX. La figura 2.20 muestra como funciona el VMware HA. Se hace hincapié en el hecho de que es una solución de alta disponibilidad, de manera que hay un tiempo  $t$  en que las aplicaciones estarán fuera de servicio pero proporciona un tiempo de recuperación mínimo.

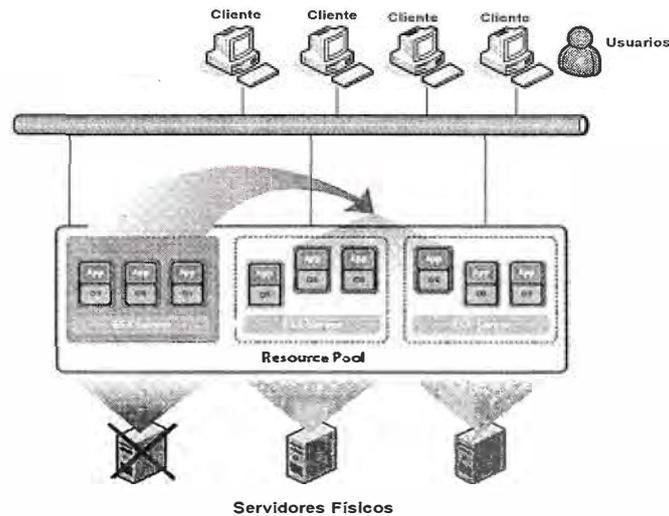


Fig. 2.20 VMware HA, alta disponibilidad

### VMware Distributed Resource Scheduler (DRS)

Componente que asigna y balancea las capacidades de cómputo para las máquinas virtuales de manera dinámica a partir de un repositorio de recursos de hardware (Resource Pool). Cuando se crea una nueva máquina virtual, el DRS decide en que servidor anfitrión se ejecutará de acuerdo a los recursos disponibles. También, cuando una máquina virtual está usando demasiados recursos en detrimento de las otras es migrada a otro servidor ESX usando la característica VMotion. La operación de migración se realiza en línea, los usuarios no se percatan del proceso. La figura 2.21 muestra el VMware DRS.

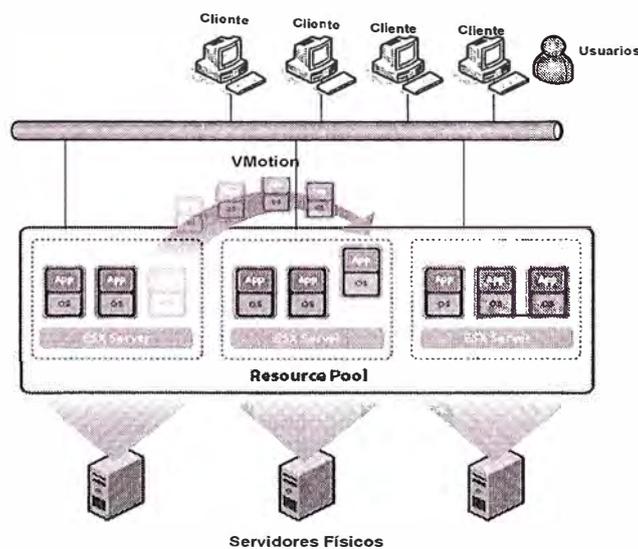


Fig. 2.21 VMware DRS, balanceo de recursos.

Componentes de administración. Para monitorear y administrar los servidores anfitrión y las máquinas virtuales, se cuenta con herramientas gráficas. Se tienen dos componentes para realizar la administración de todo el ambiente virtual, estos son:

### Servidor de Administración (VirtualCenter Management Server)

Permite la administración centralizada de todos los servidores ESX y sus máquinas virtuales. Presenta gráficamente toda la información sobre la infraestructura virtual. Usa una base de datos donde se almacenan todos los objetos creados (servidores anfitrión, máquinas virtuales y configuración) y los registros usados para el monitoreo de todo el ambiente virtualizado. Este servidor de administración se comunica con los servidores anfitriones a través de la red ethernet usando direcciones IP. Los servidores ESX tienen un proceso llamado Agente que recibe por la red los comandos desde el servidor de administración para su ejecución local (creación de máquina virtual, eliminación, configuración de red, prender, apagar, crear disco virtual, etc.).

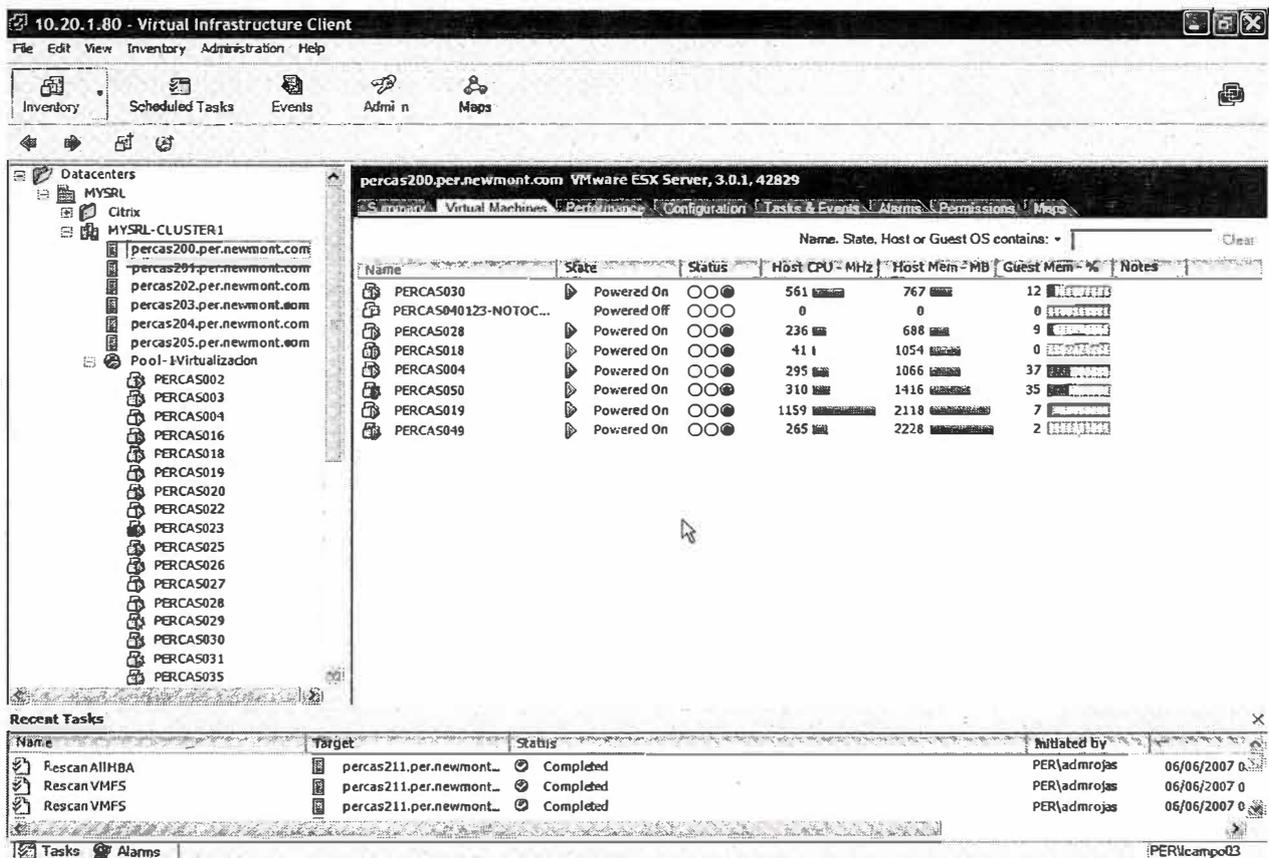


Fig. 2.22 El cliente de administración mostrando los objetos del ambiente virtualizado.

### Cliente de Administración (Virtual Infrastructure Client - VI Client)

Es un programa basado en ventanas (GUI) que se conecta con el Servidor de Administración (VirtualCenter Management Server) y es la interfase que permite al administrador acceder a los objetos del ambiente virtualizado para modificarlos y monitorearlos. Es una interfase gráfica que se puede instalar en cualquier PC con Windows. La figura 2.22 muestra la interface, los objetos y los controles.

### **Comentarios sobre el VMware ESX**

El VMware ESX es un producto que tiene gran aceptación y ya se han realizado un buen número de instalaciones en el Perú. Es el único software que ha probado ser el más adecuado para virtualizar los ambientes de misión crítica por su confiabilidad y la variedad de opciones de alta disponibilidad que posee.

A diferencia del Xen, el VMware no es software libre, pero eso no ha impedido que haya sido usado en muchas empresas que desean un software confiable y consistente en el tiempo. VMware provee servicios de consultoría, soporte y capacitación. Además los principales fabricantes de servidores empresariales (HP e IBM) recomiendan el VMware ESX y lo incluyen como valor agregado con sus equipos.

Las ventajas de VMware sobre el Xen están en el soporte (brindado por VMware y sus asociados en cada país), el rendimiento que es casi similar al nativo, y sobre todo por las opciones de alta disponibilidad que le dan valor y que el Xen no incluye todavía.

### **2.4 Topología de un ambiente virtualizado**

Como se muestra en la figura 2.23, un típico centro de datos basado en máquinas virtuales consiste de varios componentes tales como servidores de arquitectura x86, sistemas de almacenamiento SAN, redes IP, un servidor de administración y clientes.

Con el VMware ESX, los administradores pueden construir un centro de datos virtual usando servidores empresariales estándar. No hay necesidad de adquirir equipos especializados para realizar la virtualización.

En este ambiente, podemos hacer lo siguiente:

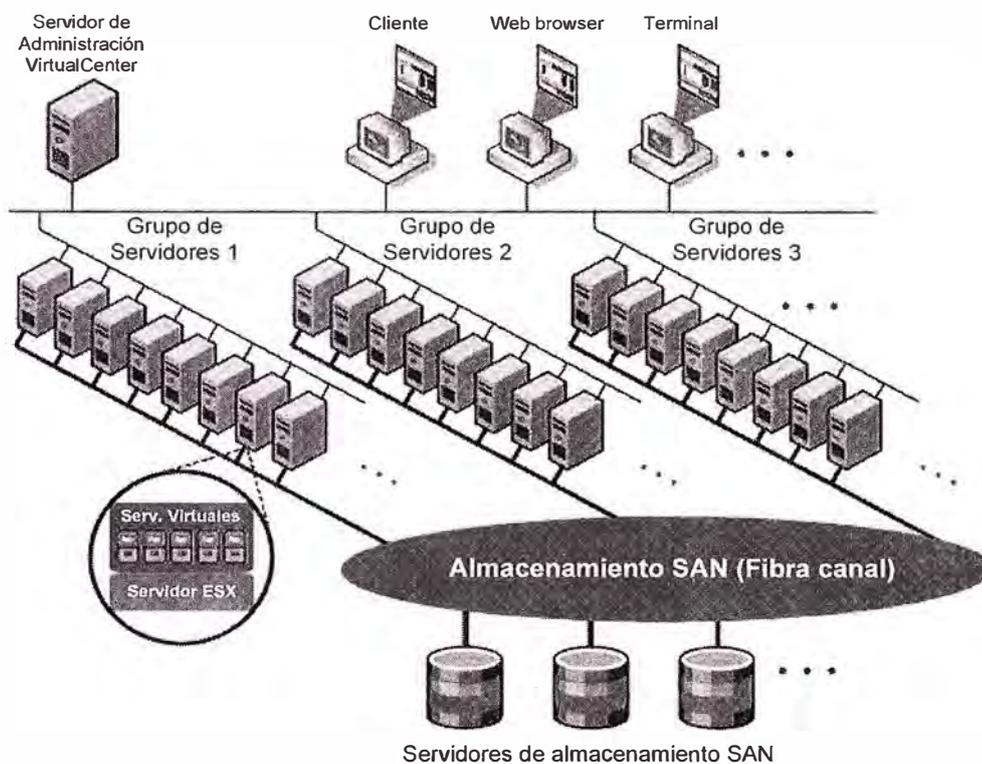
Crear nuevos servicios de manera rápida. Los servidores virtuales pueden ser creados en pocos minutos desde la interfase de administración. No se necesita

generar órdenes de compra, esperar la llegada de los equipos ni las horas hombre en ensamblaje de equipos.

A nivel de administración y rapidez en la provisión de nuevos servidores. La característica de encapsulamiento de las máquinas virtuales permite que puedan ser copiadas (clonadas) con toda su configuración con sus discos virtuales dentro del mismo servidor ESX o hacia otro servidor ESX. De ese modo se pueden crear “librerías” de máquinas virtuales con sistema operativo y aplicaciones listos, los cuales pueden ser activados en minutos en lugar de horas, días o incluso meses. También las características de una máquina virtual, como la cantidad de CPUs, memoria, controladores de disco, disquetera, CD, redes virtuales pueden ser modificadas sin invertir ni instalar más hardware. Las cantidades son simplemente valores de los parámetros en un archivo de configuración que se modifica desde la interfase de administración. Por ejemplo es posible crear máquinas virtuales con valores de memoria que no se pueden conseguir con componentes físicos. Es el caso de una máquina virtual que requiera aumentar en 600MB su memoria virtual. Se puede asignar exactamente esa cantidad a la máquina virtual. En otras circunstancias se habría tenido que comprar un modulo de memoria de 1GB y esperar a que la aplicación use toda esa capacidad, lo cual no se va a dar en la práctica y se generará un desperdicio de inversión. Siendo las pérdidas mayores si se trata de un gran número de servidores lo que suma muchos gigabytes en módulos de memoria inutilizados.

A nivel de red se puede aprovechar el gran ancho de banda que tienen ahora los servidores empresariales. Los servidores de ese tipo se adquieren por lo general con un mínimo de dos o cuatro interfaces de red gigabit integradas en la placa madre. En condiciones normales, sin virtualización, con un solo sistema operativo y una sola aplicación, esas dos o cuatro interfaces de red estarían subutilizadas ya que el tráfico real es mucho menor (aproximadamente un 5%) que la capacidad de solo una de ellas. La única forma de poder utilizar al máximo tal cantidad de hardware es poder usarlas con varias aplicaciones simultáneamente, esto se logra solo con la virtualización. Por el lado del almacenamiento también se logra un alto grado de granularidad. Se pueden crear discos virtuales de cualquier tamaño. Por ejemplo si se necesita un disco virtual de 100 GB, este se puede crear con ese tamaño específico y ya estaría protegido por algún nivel de RAID. Si se trabajara con un servidor físico se tendría que adquirir 2 discos de 72GB (144GB) ó 3 discos de 72GB para poder ponerlos en RAID 5, así se tendrían 44GB de exceso que no podrán ser usados por ningún otro servidor. Otra gran ventaja se basa en que los discos virtuales son

archivos binarios independientes del hardware. Se puede crear una copia de un disco virtual con el sistema operativo Linux instalado y configurado para ser usado por otra máquina virtual en otro servidor ESX, así se ahorra tiempo en reinstalar y reconfigurar el sistema operativo, que se sabe puede ser prolongado.



**Fig. 2.23** Topología de un ambiente virtualizado

A nivel de continuidad de negocio se tienen las características VMotion, HA y DRS que permiten continuar las operaciones mientras se da mantenimiento a los equipos o ante la falla de alguno de ellos. Para aquellas aplicaciones que no soportan o no incluyen alta disponibilidad, es la capa de virtualización la que ahora les brinda esa funcionalidad. El administrador se libera de los complejos procedimientos de configuración ya que ahora son pasos más simples. Por otro lado no será necesario adquirir las versiones de sistema operativo o aplicaciones que incluyan alta disponibilidad ya que esta característica se encuentra a un nivel inferior y opera de forma transparente tanto para el sistema operativo como para la aplicación.

## 2.5 Conversión física - virtual

Existen dos escenarios de virtualización, el primero consiste en a) crear la máquina virtual, instalar el sistema operativo y la aplicación, todo desde cero. El segundo

escenario b) es el que se presenta cuando no es posible reinstalar la aplicación por que es muy complicado o no se cuenta con la información necesaria para hacer una nueva instalación o se quiere migrar a un ambiente virtual en el menor tiempo posible,

El primer caso es muy común y solamente requiere el trabajo de los administradores de sistemas y los proveedores de la aplicación para poder poner en producción la máquina virtual (desde cero). Para el segundo caso se requiere de un método que pueda realizar la conversión de una máquina física en una máquina virtual sin tener que reinstalar nada, esta forma o esquema se llama P2V (Physical to Virtual Conversión en inglés).

### **2.5.1 Herramientas P2V**

Existen varios productos que pueden realizar la conversión de servidor físico a virtual. Entre ellos están:

- VMware P2V Assistant y el VMware Converter
- HP Server Migration Pack
- Platespin Power Converter

Los productos mencionados permiten convertir un servidor físico basado en Windows en una máquina virtual que residirá sobre un servidor ESX. Esta herramienta evita que se tenga que volver a instalar y configurar las aplicaciones. Otra utilidad es la de crear clones virtuales de los servidores físicos para casos de recuperación de desastres. Los clones pueden activarse y ponerse en producción rápidamente mientras se repara el servidor principal. Los sistemas operativos soportados por estas herramientas son Windows NT 4, Microsoft Windows 2000 Professional, Microsoft Windows 2000 Server, Microsoft Windows 2000 Advanced Server, con service packs 1 o superior, Microsoft XP, Microsoft Windows Server 2003. La figura 2.24 muestra de manera general el proceso de conversión física a virtual.

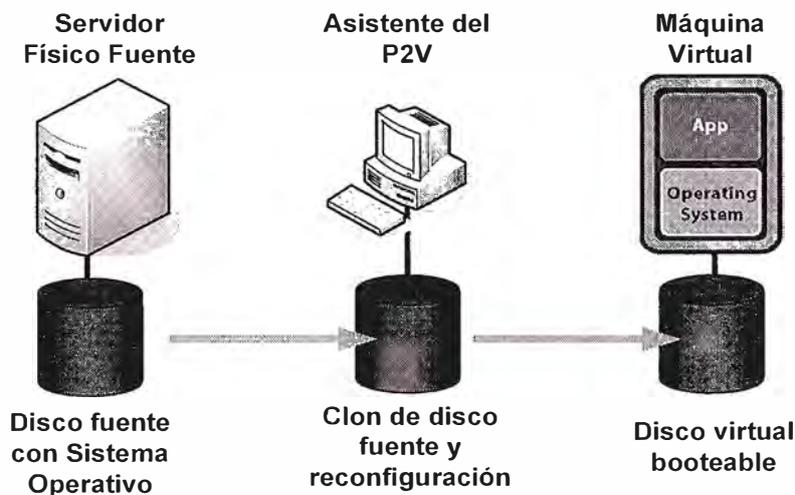
El P2V funciona de la siguiente manera:

1. Se instala un módulo de software llamado Asistente del P2V en una PC o máquina virtual existente.
2. Se reinicia el servidor físico, llamado fuente, con un CD llamado P2V Boot CD (CD de arranque). El servidor físico debe estar en una lista de compatibilidad de servidores ya que se requiere que el P2V Boot CD reconozca como mínimo el controlador de discos

y las tarjetas de red del servidor fuente. Si alguno de ellos no es compatible, se puede reemplazar por uno que si lo sea. Esto no afecta los pasos subsiguientes.

3. Desde el Asistente del P2V se crea una imagen clon del disco de arranque del servidor físico.
4. Luego, el Asistente P2V reconfigura el sistema operativo. Esta tarea reemplaza en la imagen los drivers de los controladores de disco y redes para que pueda funcionar como máquina virtual. La imagen se convierte en un disco virtual.
5. Se crea una máquina virtual y se configura para hacer uso del disco virtual creado y reconfigurado.

Las operaciones con el P2V requieren que el servidor físico original esté fuera de servicio mientras se realiza la creación de la imagen, por lo que se requiere realizar estas tareas previa coordinación con el administrador del servidor y los usuarios. Una vez terminada la creación de la imagen, el servidor físico original podrá continuar brindando el servicio hasta que se termine de configurar su contraparte virtual.



**Fig. 2.24** Conversión física - virtual

## 2.6 Aplicaciones virtualizables

La razón de consolidación es el número de máquinas virtuales que se pueden crear en un servidor anfitrión. Una razón de 6 a 1 quiere decir que es posible tener 6 aplicaciones corriendo en un solo servidor anfitrión. La experiencia en proyectos de virtualización ha mostrado que no todo es virtualizable. Se requiere un análisis de tipo funcional, de políticas de la empresa y de compatibilidad para poder decir que se puede migrar una aplicación.

- Los servidores Web, DHCP, cortafuegos, servidores de archivos e impresión, controladores de dominio, servidores de monitoreo de red, puertas de enlace (gateways), antivirus son aplicaciones que generan una gran razón de consolidación. Toda aplicación que trabaja con puertos de red ethernet y opera sobre una infraestructura de red (IP, IPX) es candidata ideal para ser migrada a un ambiente virtual.
- Los servidores de bases de datos o aquellas aplicaciones que consumen una mayor cantidad de recursos se benefician de la virtualización por la mejora en la administración pero generan una menor razón de consolidación.

## 2.7 Aplicaciones no virtualizables

Existen sistemas operativos y aplicaciones que no se recomienda migrar hacia un ambiente virtual. Estas aplicaciones son aquellas que por su naturaleza no permiten consolidar recursos de hardware o consumen muchos recursos por lo que requieren un servidor dedicado. Podemos listar las siguientes:

Sistemas de manejo de información geográfica. Por su uso intensivo de imágenes y bases de datos en línea. La capacidad gráfica y de procesamiento hacen que la virtualización no sea conveniente por que requieren uso exclusivo de ese tipo de recursos.

Aplicaciones que operan sobre sistemas operativos propietarios como AS400, mainframe o UNIX debido a que no son soportados. Por otro lado es común que estas aplicaciones utilicen un gran porcentaje de recursos del servidor.

Grandes bases de datos corporativas o aquellas que consumen muchos recursos y tienen un gran crecimiento. Sean estas basadas en Oracle, MS SQL u otras. Este tipo de aplicaciones usan gran capacidad de procesamiento y grandes cantidades de memoria. En la actualidad, se prefieren aquellos sistemas operativos de 64 bits que están muy ligados al hardware y que pueden entregar los recursos necesarios asegurando un alto rendimiento. Ejemplo son los sistemas UNIX, Linux o Windows orientados a las arquitecturas RISC o EPIC (procesadores SPARC, Power o Itanium). También aquellas bases de datos que realmente están utilizando los recursos del servidor en un porcentaje tal que no contribuyen a optimizar un ambiente virtual

Aplicaciones en tiempo real. Como las aplicaciones SCADA, las cuales necesitan procesar un flujo de información de manera muy rápida y en muchos casos necesitan interfaces o puertos especiales de comunicación (paralelo, captura de video, serial u otros) y que no son soportados por el software de virtualización.

Aplicaciones con interfaces especiales de propósito específico. Como los sistemas de adquisición de datos que poseen gran número de puertos de entrada y salida serial, paralelo, entrada de video, salida de video, puertos SCSI para periféricos externos como unidades de cinta o librerías, etc. No se recomienda la virtualización de servidores de respaldo (backup) por su uso intensivo de red y lectura/escritura en disco durante la ventana de respaldo. Por otro lado, puede ser la única opción que queda para recuperar las máquinas virtuales que han sido respaldadas en cinta o disco y debería estar en otro equipo separado.

## **2.8 Virtualización y sus aplicaciones**

En base a los conceptos introducidos describimos las aplicaciones en las que se aplica la virtualización de servidores:

### **2.8.1 Consolidación de servidores**

Permite reducir el número de servidores a un número menor mediante el particionamiento lógico. La reducción en el número de servidores resulta en la disminución de los costos recurrentes (energía, aire acondicionado, espacio, entre otros). Desde el punto de vista estratégico y de administración, se logra la unificación de la infraestructura ya que sin importar el hardware que esta debajo, la administración se basa en máquinas virtuales y no servidores físicos. Para todo nuevo proyecto, se usarán máquinas virtuales, evitando las demoras y tiempos en que incurren las nuevas adquisiciones. Por otro lado, se incrementa el porcentaje de utilización de los recursos y se disminuyen los costos de operación gracias a la consolidación. Y a medida que los centros de datos se hacen más complejos su administración continúa siendo sencilla.

### **2.8.2 Ambientes de prueba y desarrollo**

La virtualización permite consolidar los servidores de prueba y desarrollo en menos equipos, ahorrando costos. Debido a la naturaleza dinámica de los ambientes de prueba, los servidores deben ser creados, eliminados y reconfigurados continuamente. Con la virtualización, la provisión de servidores es rápida ahorrando tiempo y facilitando el manejo de los requerimientos de los desarrolladores. La creación de librerías de máquinas virtuales permite tener servidores listos para pruebas en menor tiempo.

### **2.8.3 Contingencia y recuperación ante desastres**

Mediante la virtualización, se pueden crear centros de datos de contingencia más económicos ya que no es necesario que los servidores sean físicos sino máquinas virtuales disminuyendo los costos. No es necesario tener un servidor físico de

contingencia similar al servidor en producción. De esta forma se hace factible crear un centro de datos de contingencia a las empresas que no pueden asumir los gastos de duplicar todos o gran parte de sus servidores principales.

La característica de encapsulamiento de las máquinas virtuales permite que se puedan crear copias (clones) de las mismas y tenerlas almacenadas para ser usadas cuando el servidor físico o la máquina virtual original falle o se destruya. Solamente es necesario activar el clon y este tendrá toda la configuración.

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DE UN AMBIENTE VIRTUALIZADO**

En este capítulo se describe la metodología para el diseño de un ambiente virtualizado. Se toma como punto de partida la presentación de un requerimiento que incluya todos los aspectos de la problemática descrita en este informe. Luego se describen los pasos y las herramientas utilizadas para el diseño de la implementación de la solución. Obtenido el diseño, se hará un listado de los componentes necesarios tanto de hardware como de software. Se incluyen precios referenciales de hardware y software para tener una idea clara del nivel de inversión requerido.

#### **3.1 Antecedentes**

La empresa MSR S.A. ha realizado una evaluación de sus activos en equipamiento de TI, específicamente servidores y se encuentra la siguiente situación:

El equipamiento materia del análisis son los 21 servidores de aplicaciones de red, bases de datos y otros actualmente en producción basados en la plataforma Windows Server. Diez (10) son equipos compatibles (PCs) de factor de forma torre mientras que once (11) son servidores de modelos discontinuados adquiridos a fabricantes como HP e IBM, también de factor de forma torre, la antigüedad promedio de los equipos es de mínimo 3 años. Todos los servidores son basados en la arquitectura Intel x86. La garantía de fábrica ya caducó y no se tiene soporte.

El aumento de solicitudes para nuevos servicios y servidores en los últimos dos años a dado lugar a que el espacio físico disponible se vea reducido drásticamente no permitiendo la adición de más servidores sin tener que invertir en una ampliación del ambiente físico actual.

El número creciente de servidores ha llevado el sistema de respaldo de energía (UPS) al límite de su capacidad, lo que obliga a planear la adquisición de una nueva unidad UPS.

Por otro lado se ha detectado que existe capacidad de procesamiento, memoria y espacio en disco no utilizada en un porcentaje significativo. A pesar de ser equipos antiguos.

La administración del hardware de los servidores se realiza servidor por servidor individualmente, no se cuenta con una herramienta centralizada. La ampliación de recursos en los servidores como: aumento de memoria, aumento de espacio en discos duros y aumento de procesamiento ocasiona un corte prolongado de los servicios.

### **3.2 Objetivos**

Se requiere la adquisición de nuevos servidores de última generación del tipo empresarial para reemplazar los existentes. Deben estar basados en la arquitectura Intel x86 e incluir características mejoradas de rendimiento, confiabilidad, disponibilidad y servicio. Cada servidor debe incluir como mínimo:

Procesadores y memoria de última generación.

Fuentes de poder redundantes con capacidad de reemplazo en caliente.

Capacidad avanzada de detección y corrección de errores de memoria.

Capacidad de instalación y reemplazo en caliente de discos duros.

El factor de forma de los nuevos servidores debe ser tal que permita la disminución del espacio ocupado por los equipos actuales de modo que no se requiera invertir en ampliaciones de las instalaciones físicas.

El consumo de energía debe reducirse junto con la complejidad del cableado de red y poder.

Se requiere poder administrar los componentes y la utilización de los recursos de hardware como procesadores, memoria, disco y redes para llevar al máximo su empleo de manera de justificar la inversión. Permitiendo un crecimiento a futuro de por lo menos un 25% para futuras aplicaciones.

Se debe incluir una herramienta que permita mejorar la administración del hardware. La herramienta debe reducir los tiempos de implementación de nuevos servidores, eliminar las demoras generadas por los pedidos, órdenes de compra, entrega de equipos y el ensamblaje. También se requiere que la herramienta disminuya los tiempos de corte de los servicios debidos a cambios y ampliaciones en los servidores.

Consolidar el almacenamiento y permitir que sea compartido por todos los servidores. Aprovechar al máximo la inversión en discos y reducir la subutilización del espacio. Aplicar la protección de datos (niveles RAID) de manera centralizada.

Se deben aumentar las capacidades de continuidad del negocio incluyendo alta disponibilidad para las aplicaciones. Incluso para aquellas que no se pueden configurar en alta disponibilidad, si es que es posible.

### **3.3 Selección de la solución**

La solución que puede satisfacer estos requerimientos combina servidores del tipo empresarial, almacenamiento centralizado SAN y Virtualización. Con estos tres componentes se puede alcanzar cada uno de los objetivos mencionados. A continuación mencionamos las ventajas de la solución:

Los servidores empresariales proporcionan una plataforma de hardware de alto rendimiento, con características de protección de la inversión, crecimiento, confiabilidad y administración. El factor de forma del tipo para instalación en gabinete (rack) es el más adecuado para permitir el ahorro de espacio. Estos servidores incluyen las características solicitadas que son: fuentes de poder redundantes con capacidad de reemplazo en caliente, capacidad avanzada de detección y corrección de errores de memoria e instalación y reemplazo en caliente de discos duros.

Un sistema de almacenamiento centralizado (SAN) permite compartir la inversión en discos entre los servidores físicos conectados. Brinda protección de los datos a través de la tecnología RAID (Redundant Array of Inexpensive disks). También brinda redundancia en el acceso a los discos para garantizar la continuidad de los servicios.

La virtualización ofrece las siguientes ventajas:

Permite reducir el número de servidores a ser adquiridos ya que gracias al particionamiento lógico se podrá ejecutar más de un sistema operativo sobre un solo servidor físico.

La reducción en el número de servidores resulta en la disminución de los costos recurrentes (energía, aire acondicionado, espacio, entre otros).

Desde el punto de vista estratégico y de administración, se logra la unificación de la infraestructura ya que sin importar el hardware que esta debajo, la administración se basa en máquinas virtuales y no servidores físicos.

Los tiempos de para se reducen drásticamente ya que es posible hacer mejoras y ampliaciones en los servidores físicos sin detener las máquinas virtuales (por ejemplo: usando la funcionalidad del VMotion en el VMware ESX).

Para todo nuevo proyecto, se crearán máquinas virtuales, evitando las demoras y tiempos en que incurren las nuevas adquisiciones de hardware. Las nuevas adquisiciones .

Como beneficios adicionales inherentes a la virtualización tenemos los siguientes:

Se podrán crear máquinas virtuales para ser usadas en pruebas y desarrollo. No será necesario adquirir hardware adicional para este fin. Terminadas las pruebas o desarrollos, estas pueden ser eliminadas o mantenerse apagadas, quedando los recursos libres para ser usados en producción o en la creación de nuevas máquinas virtuales.

Se podrán crear máquinas virtuales como servidores de contingencia para ser usados en caso de falla de las máquinas virtuales en producción. Esas maquinas virtuales permanecerán “apagadas” sin consumir recursos hasta que sean necesitadas.

### **3.4 Diseño**

Habiendo descrito la solución de modo general. A continuación definimos explícitamente los componentes y los pasos para la realización del diseño de la solución.

#### **3.4.1 Componentes**

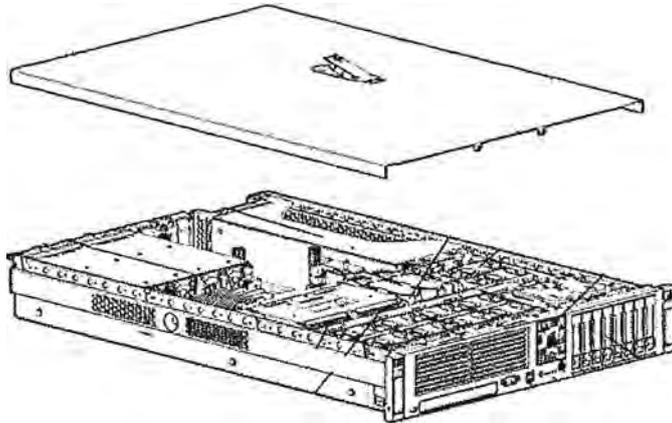
##### **a) Servidores empresariales**

Los servidores de este tipo poseen un diseño avanzado con características de funcionamiento continuo y facilidad de administración. Un ejemplo es el HP Proliant DL385 G2. La figura 3.1 muestra el servidor HP Proliant DL385 G2. Información completa sobre este servidor está disponible en el siguiente enlace:

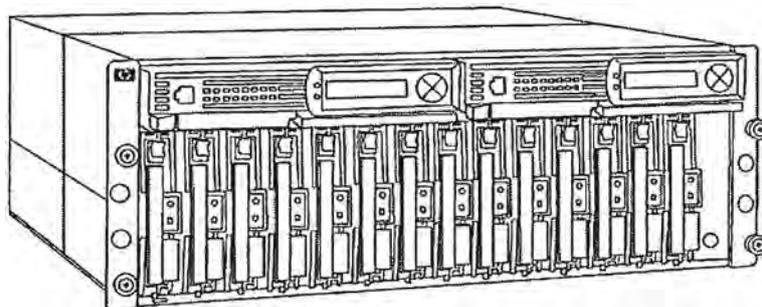
<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/us/en/en/WF05a/15351-15351-3328412-241644-241475-3219233.html>

### b) Almacenamiento centralizado SAN

Para poder tener alta disponibilidad, se va a tener en cuenta incluir un sistema de almacenamiento SAN. Un ejemplo es el HP StorageWorks MSA1000 por ser compacto, de bajo costo y de alto rendimiento. La figura 3.2 muestra este equipamiento.



**Fig. 3.1** El servidor empresarial HP ProLiant DL385 G2



**Fig. 3.2** El HP StorageWorks MSA1000, sistema SAN.

### c) Virtualización de servidores

Para la solución de virtualización se ha elegido el VMware ESX 3 con las características Vmotion, HA, DRS. La descripción de las características del VMware ESX 3 se encuentra en el CAPITULO II.

#### 3.4.2 Datos para el diseño

Para realizar el diseño de la solución se requiere de la siguiente información por cada servidor la cual se debe proporcionar en forma tabular. El cuadro que incluye toda la información recopilada para el diseño se encuentra en el Anexo A, Figura A.1:

Nombre del servidor a ser virtualizado.

Modelo del servidor a ser virtualizado.

- Fabricante
- Modelo
- Configuración y periféricos externos.
- Función del servidor. Aplicaciones
- Sistema Operativo
- Familia de Procesador en uso.
- Número de procesadores instalados.
- Velocidad de los procesadores.
- Tamaño deseado del disco o discos virtuales para la máquina virtual.
- Porcentaje de utilización de CPU promedio.
- Porcentaje de utilización de CPU máximo.
- Memoria utilizada promedio.
- Memoria utilizada máxima.
- Número de operaciones de entrada/salida (IOPs) promedio.
- Número de operaciones de entrada/salida (IOPs) máximo.
- Ancho de banda de red utilizado promedio.
- Ancho de banda de red utilizado máximo.

La información sobre la utilización de recursos se puede obtener por diversos medios. Para los sistemas MS Windows uno de los métodos es el manual, práctico para el caso de uno hasta cuatro servidores. Para una mayor cantidad de equipamiento se recurre a herramientas de monitoreo automático. Para obtener una visión más exacta de la utilización de los recursos se recomienda realizar las mediciones y tomar las muestras en horas de oficina y períodos pico durante por lo menos una semana o dos. En la TABLA 3.1 proporcionamos un listado de herramientas de monitoreo de recursos que se pueden usar para obtener la información requerida:

### **Nombre del servidor a ser virtualizado**

Esta información nos permite especificar el servidor actual del cual proviene la información de utilización de recursos. La máquina virtual creada reemplazará a este servidor. Por lo general son servidores candidatos donde se ha observado un bajo uso de recursos o son modelos discontinuados que se van a reemplazar.

Se debe recalcar que por la naturaleza dinámica de los ambientes virtualizados, durante la implementación ocurren muchos cambios o nuevos requerimientos de servidores. La

ventaja es que aquellos que se dejan de virtualizar, dejan recursos que pueden ser usados para los nuevos proyectos. Con la virtualización no se pierde.

**TABLA 3.1** Herramientas para el monitoreo del uso de recursos

Sistema Operativo	Herramienta	Descripción
Windows	Monitor de Tareas (Microsoft) Incluido en el Windows	Herramienta en tiempo real - Porcentaje de uso de CPU - Uso de memoria física - Ancho de banda
	Monitor de Rendimiento (Performance Monitor) incluido en el Windows	Herramienta en tiempo real y generación de históricos. - Porcentaje de uso de CPU - Uso de memoria física - Ancho de banda - Operaciones de entrada y salida.
	MOM (Microsoft Monitor) Producto licenciado.	Herramienta en tiempo real y generación de históricos. - Porcentaje de uso de CPU - Uso de memoria física - Ancho de banda
	System Edge de la empresa Concord	Herramienta en tiempo real y de generación de reportes. - Porcentaje de uso de CPU - Uso de memoria física - Ancho de banda
Linux	System Monitor	Herramienta en tiempo real. - Porcentaje de uso de CPU - Uso de memoria física
	Vmstat	Herramienta en tiempo real - Uso de memoria
	lstat	Herramienta en tiempo real - Número de operaciones de entrada/salida.
	Netstat	Herramienta en tiempo real. - Ancho de banda de red utilizado.

### **Modelo, fabricante y modelo del servidor a ser virtualizado**

Se especifica el modelo si es de algún fabricante o solo se indica que es un equipo compatible. Es necesario conocer el modelo para tener una referencia sobre sus

características generales y si se trata de un servidor de tipo empresarial, para verificar si tiene opciones de crecimiento o está discontinuado. Se puede dar el caso que el servidor puede ser ampliado en el número de procesadores y cantidad de memoria para ser reutilizado y colocar allí máquinas virtuales.

### **Configuración y periféricos externos**

Esta información nos muestra la cantidad de procesadores, memoria, tipo de discos usados (por lo general discos ATA o SCSI). Además es importante conocer si el servidor tiene periféricos externos instalados. Se debe indicar que los servidores que se van a virtualizar son aquellos que usan solamente los puertos de red. Los equipos que tienen conexiones especiales a dispositivos seriales como lectoras de tarjetas o puntos de venta, impresoras, o que tienen tarjetas PCI con funciones especializadas de captura de datos (SCADA) no se deberían virtualizar. Lo que se recomienda en este caso es que permanezcan físicos. En la práctica se ha visto que este tipo de servidores, los que realizan tareas especiales no requieren ser virtualizados.

### **Función del servidor. Aplicaciones**

Se especifica la función del servidor dentro de la red, por ejemplo: Servidor de Dominio, Servidor de Correo, servidor de aplicaciones, CRM, antivirus, cortafuegos etc.

### **Sistema Operativo**

El sistema operativo que se está ejecutando en el servidor. Es necesario conocer la versión del sistema operativo para ver si es soportado por el software de virtualización.

### **Familia del procesador en uso, número y velocidad**

Es un dato de referencia para verificar la compatibilidad con el software de virtualización en el caso que se quiera utilizar dicho servidor como anfitrión. También su número para estimar el rendimiento.

### **Tamaño en disco deseado para la máquina virtual**

Esta información se recopila desde el mismo sistema operativo o desde las herramientas de monitoreo. Para el caso del proyecto, se han obtenido tablas donde se lista el espacio en disco usado por cada servidor a virtualizar. Este dato permite determinar el tamaño del sistema de almacenamiento SAN. El número de discos y el nivel de RAID que se va a aplicar en disco.

### **Porcentaje de uso de CPU promedio y máximo**

Esta información nos permite tener el uso del procesador como recurso. Como se ha mencionado en el CAPITULO II por lo general, el uso del procesador en promedio es menor al 10%. La utilización máxima puede llegar al 100% pero solo por períodos muy cortos o de sobre carga que no son normales.

### **Memoria utilizada promedio y máxima**

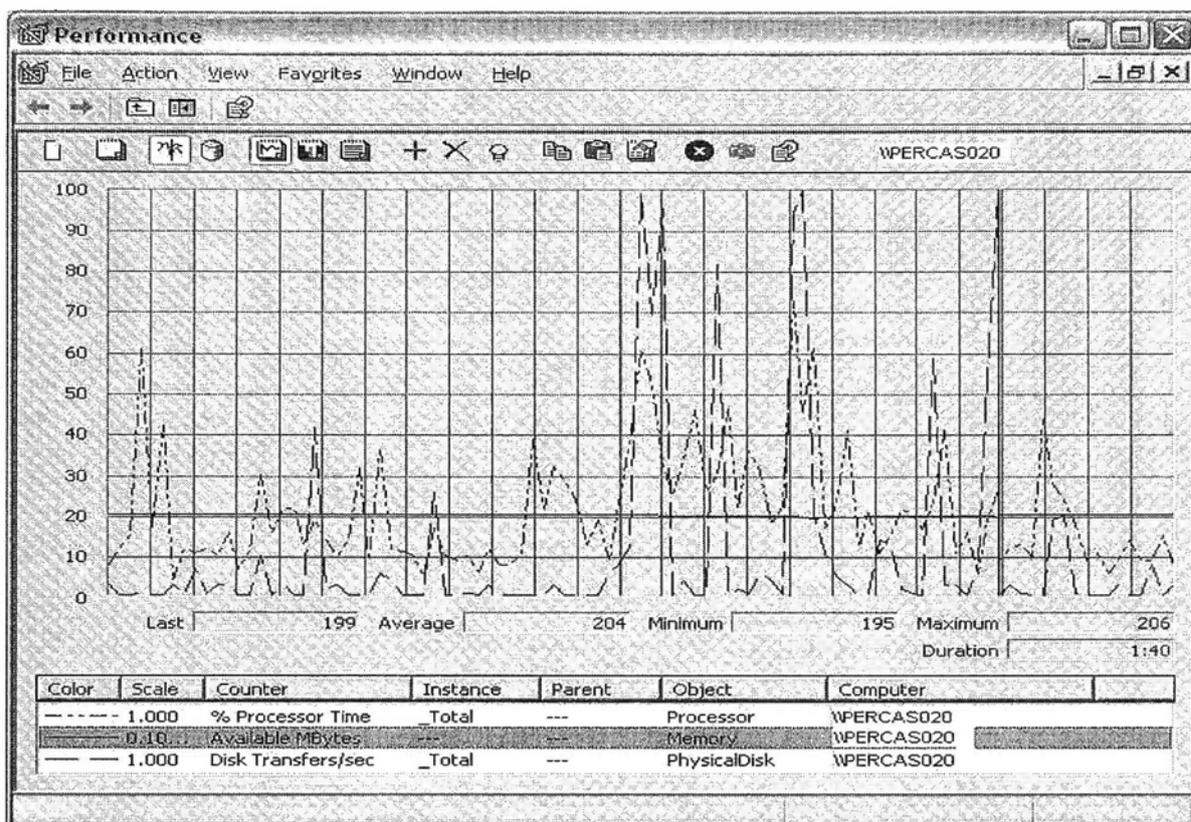
Este dato nos muestra el promedio y el máximo de uso de la memoria física, por consiguiente la memoria libre del servidor. Es importante conocer este dato por que de él dependerá la memoria física con que se van a diseñar los servidores anfitrión. La virtualización depende mucho del recurso de memoria ya que es el que más se consume.

### **Número de operaciones de entrada/salida (IOPs) promedio y máximo**

Se mide en Operaciones de Entrada y Salida por Segundo (Input Output Operations per Second: IOPS en inglés). Esta medida representa el tráfico generado por el servidor sobre los discos. Este dato es importante por que permite dimensionar el sistema de almacenamiento externo SAN que se va a usar. Los sistemas de almacenamiento tienen como uno de sus parámetros principales los IOPs que soportan. Existen tres tipos de parámetro:

- **IOPS totales:** Promedio del numero total de operaciones de Entrada y Salida por segundo.
- **IOPS de lectura:** Promedio del número de operaciones de lectura por segundo.
- **IOPS de escritura:** Promedio del número de operaciones de escritura por segundo.

Para nuestro caso se necesitan los IOPS promedio y totales de Entrada y Salida. Esta información se puede obtener por medio de las herramientas de monitoreo tales como el Monitor de Rendimiento de Windows (Performance Monitor). La figura 3.4 muestra el parámetro Disk Transfers/second que representa el número de operaciones de lectura y escritura por segundo del servidor. Con algunas de las herramientas mencionadas en la TABLA 3.1 se pueden obtener valores promedio, mínimo y pico.



**Fig. 3.3** Monitor de rendimiento del Windows (Performance Monitor)

### **Ancho de banda de red utilizado promedio y máximo**

Los valores del parámetro de uso de la red para cada servidor también se obtienen con las herramientas de monitoreo, por ejemplo el Monitor de Tareas de Windows. Si el servidor trabaja con más de una interfase de red activa, se deben sumar los anchos de banda de cada interfase para obtener el promedio y el total. Las unidades del ancho de banda son Mbps (Millones de bits por segundo).

### **3.4.3 Configuración de los servidores anfitrión**

Un listado de la información total obtenida se muestra en el Anexo A. Los pasos a seguir para el diseño y las consideraciones hechas se muestran a continuación.

#### **a) Selección de servidores a ser virtualizados**

La TABLA 3.4 muestra un extracto de la tabla del Anexo A donde se muestra en nombre del servidor, el sistema operativo, la aplicación y los periféricos conectados para el análisis de compatibilidad.

**TABLA 3.4** Extracto tabla anexo A para selección de servidores a ser virtualizados

Nombre del Servidor	Fabricante	Modelo	Periféricos Externos	Función del servidor	Sistema Operativo
MSRSA1	Compaq	Proliant ML350	No	SQL Server 2000	Windows 2000 Server SP4
MSRSA3	Compatible	Mar R1000	No	Exchange Server 2000	Windows 2000 Server SP4
MSRSA4	Compatible	Pentium	No	Servidor Archivos / Servidor Wins	Windows 2000 Server SP4
MSRSA5	IBM	Netfinity 3000	No	Servidor Directorio Activo	Windows 2000 Server SP4
MSRSA6	Compatible	Pentium	No	SIA Visual - SQL Server 2000	Windows 2003 Server SP1
MSRSA7	Coseinco	Compatible	No	Firewall CA E-Trust	Windows NT4.0
MSRSA9	Compaq	Proliant ML570	No	SQL 7.0	Windows 2000 SP2
MSRSA10	Compatible	Pentium IV	No	Contabilidad, SQL 2000	Windows 2000 Professional
MSRSA11	Compatible	Pentium	No	SQL Server 2000	Windows 2000 Server SP4
MSRSA13	Compaq	Proliant ML330 G2	No	Web Server IIS Pruebas	Windows 2000 Server SP4
MSRSA14	Coseinco	Compatible	No	CA Etrust Detector de Intrusos	Windows 2000 Server SP4
MSRSA15	Coseinco	Compatible	No	Contabilidad Terminal Server	Windows 2000 Server SP4
MSRSA16	HP	Proliant ML330	No	Web Server IIS Producción	Windows 2003 Server SP1
MSRSA18	Compaq	Proliant ML350	No	SQL Server	Windows 2000 Server SP4
MSRSA20	Compatible	Pentium IV	No	Contabilidad Supervisión	Windows 2000 Professional
MSRSA30	Compaq	Proliant ML370	No	SQL Server 2000	Windows 2000 Server SP4
MSRSA31	Compaq	Proliant 3000	No	SQL Server 2000 Data Warehouse	Windows 2000 Server SP4
MSRSASCM	Compatible	Pentium	No	Servidor Proxy	Windows 2000 Server SP4
MSRSA33	Compatible	Pentium IV	No	Servidor de pruebas	Windows 2000 Server SP4
MSRSA34	Compatible	Pentium IV	Tape	Servidor de Respaldo	Windows 2000 Server SP4
HIPATH5000	Fujitsu Siemens	Scenic	No	Servidor Terminal Server	Windows 2000 Server

En base a la información de la tabla procedemos a verificar la compatibilidad del software de virtualización (VMware ESX 3) con el sistema operativo que se está ejecutando y que se ejecutará cuando el servidor sea convertido en una máquina virtual:

- Windows Server 2000 SP4: compatible con el VMware ESX 3
- Windows Server 2003 SP1: compatible con el VMware ESX 3
- Windows 2000 Professional: compatible con el VMware ESX 3
- Windows NT 4.0: compatible con el VMware ESX 3

Por lo tanto todos los servidores podrán ser virtualizados manteniendo el sistema operativo que se está usando. Esto permite ahorrar en licencias ya que no se requerirá la adquisición de más licencias de Windows Server 2000 o Professional.

Cabe indicar que las aplicaciones no requieren modificaciones para ejecutarse sobre el VMware ESX 3. Aun así se ha realizado una revisión con los fabricantes (que no es materia del presente informe) a nivel de reportes de problemas trabajando sobre un ambiente virtual.

Los servidores MSRSA7, MSRSA14 que están ejecutando aplicaciones del fabricante Computer Associates ([www.ca.com](http://www.ca.com)) no reportan haber tenido problemas con respecto a las funcionalidades sobre una máquina virtual.

Los servidores restantes que ejecutan aplicaciones Microsoft como Directorio Activo, SQL Server 2000, SQL 7.0, IIS, Terminal Server, son compatibles y podrán operar en un ambiente virtualizado sin problemas.

El servidor MSR34 es un servidor de respaldo basado en CA Brighstor con agentes en los otros servidores para realizar el backup a través de la red. Como este servidor tiene una unidad de cinta SCSI como periférico, puede ser virtualizado pero se ha preferido no hacerlo ya que se prefiere su uso aislado. Se recomendará la adquisición de un nuevo equipo de tipo empresarial que reemplazará es este servidor.

Como caso común en este tipo de proyectos, de las conversaciones con la empresa, se decide no virtualizar los siguientes servidores:

MSRSA7: Servidor cortafuegos, será reemplazado por un equipo dedicado.

MSRSA14: Servidor detector de intrusos. Será reemplazado por un equipo dedicado.

MSRSA34: Servidor de respaldo CA Brighstor. Se mantiene físico.

El total de servidores a virtualizar se reduce a 18.

## **b) Dimencionamiento de hardware**

Con los servidores seleccionados para la virtualización procedemos a realizar el proceso de configurar el hardware necesario para los servidores anfitrión. Se mostrará un proceso manual que se basa en la premisa que el software de virtualización genera los repositorios de recursos por la suma de los recursos físicos como se revisó en el Capítulo II. Esto facilita llegar a la configuración óptima.

### Procesadores y Memoria

La TABLA 3.5 muestra un extracto de la tabla del Anexo A donde se muestran los valores de cantidad y velocidad de los procesadores originales, los porcentajes de uso de procesador y los usos de memoria de los 18 servidores seleccionados.

**TABLA 3.5** Información de uso de procesador y memoria de los servidores seleccionados.

Nombre del Servidor	# CPUs	Vel. (MHz)	% uso CPU promedio	% uso CPU máximo	uso memoria promedio	uso memoria máximo	Uso de disco
MSRSA1	2	800	15	65	400	600	32
MSRSA3	2	800	45	42	350	570	70
MSRSA4	1	1600	10	20	120	200	30
MSRSA5	1	500	10	46	100	150	25
MSRSA6	1	3000	10	30	100	120	50
MSRSA9	2	700	45	70	270	540	72
MSRSA10	1	2800	15	29	190	250	50
MSRSA11	1	1700	25	30	400	800	72
MSRSA13	1	1400	10	26	250	300	40
MSRSA15	1	1300	15	40	220	350	10
MSRSA16	1	1600	15	35	300	590	15
MSRSA18	1	1200	15	30	420	515	18
MSRSA20	1	1800	15	55	98	128	25
MSRSA30	1	700	30	50	350	450	30
MSRSA31	2	300	50	90	390	500	72
MSRSASCM	1	2800	10	40	128	200	18
MSRSA33	1	2800	12	29	198	275	32
HIPATH5000	1	2800	15	45	190	269	50

En base a los datos de la TABLA 3.5 calculamos los valores reales del uso de procesador y memoria. Con respecto a los procesadores es el producto del número de CPUs por la velocidad y el porcentaje máximo de uso. El porcentaje promedio es útil para tener un valor mínimo de uso que se debe tener como límite inferior.

**Uso real estimado de CPU = # CPUs x Velocidad (MHz) x %uso CPU máximo**

El uso de memoria para nuestro diseño debe basarse en el uso de memoria máximo detectado y ya no en la memoria física instalada en el servidor. Esto ya nos está permitiendo consolidar recursos y optimizar el uso de memoria. La TABLA 3.6 muestra los valores reales estimados de uso de recursos.

**Uso real estimado de Memoria = uso memoria máximo**

Como hemos indicado anteriormente, la memoria física es el recurso más utilizado y escaso. Además, tiene la mayor tasa de consumo. Por lo tanto, se debe tener cuidado durante el diseño y tomar las previsiones del caso considerando el crecimiento futuro.

**TABLA 3.6** uso real estimado de recursos de CPU y memoria.

Nombre del Servidor	Función del servidor	uso real estimado CPU	uso real memoria estimado	Uso de disco
MSRSA1	SQL Server 2000	1040	600	32
MSRSA3	Exchange Server 2000	672	570	70
MSRSA4	Servidor Archivos / Wins	320	200	30
MSRSA5	Servidor Directorio Activo	230	150	25
MSRSA6	SIA Visual - SQL Server 2000	900	120	50
MSRSA9	SQL 7.0	980	540	72
MSRSA10	Contabilidad SQL Server 2000	812	250	50
MSRSA11	SQL Server 2000	510	800	72
MSRSA13	Web Server IIS Pruebas	364	300	40
MSRSA15	Contabilidad Terminal Server	520	350	10
MSRSA16	Web Server IIS Producción	560	590	15
MSRSA18	SQL Server	360	515	18
MSRSA20	Contabilidad Supervisión	990	128	25
MSRSA30	SQL Server 2000	350	450	30
MSRSA31	SQL Server 2000 Data Warehouse	540	500	72
MSRSASCM	Servidor Proxy	1120	200	18
MSRSA33	Servidor de pruebas	812	275	32
HIPATH5000	Servidor Terminal Server	1260	269	50

Pero los usuarios pueden tener consideraciones respecto a la memoria de la máquina virtual para el nuevo entorno virtual. De las conversaciones con los dueños de las aplicaciones surgen los valores de memoria que deberían usarse teniendo en cuenta los actuales y futuros incrementos de carga. La tabla 3.7 muestra los valores finales en base a las conversaciones con los usuarios.

**TABLA 3.7** Valores finales de memoria dados por los usuarios.

Nombre del Servidor	Función del servidor	uso real estimado CPU	uso real memoria final	Uso de disco
MSRSA1	SQL Server 2000	1040	1024	32
MSRSA3	Exchange Server 2000	672	1024	70
MSRSA4	Servidor Archivos / Wins	320	200	30
MSRSA5	Servidor Directorio Activo	230	512	25
MSRSA6	SIA Visual - SQL Server 2000	900	512	50
MSRSA9	SQL 7.0	980	1024	72
MSRSA10	Contabilidad SQL Server 2000	812	250	50
MSRSA11	SQL Server 2000	510	1024	72
MSRSA13	Web Server IIS Pruebas	364	768	40
MSRSA15	Contabilidad Terminal Server	520	512	10
MSRSA16	Web Server IIS Producción	560	768	15
MSRSA18	SQL Server	360	1024	18
MSRSA20	Autorizador Ultragestión	990	256	25
MSRSA30	SQL Server 2000	350	512	30
MSRSA31	SQL Server 2000 Data Warehouse	540	1024	72
MSRSASCM	Servidor Proxy	1120	256	18
MSRSA33	Servidor de pruebas	812	512	32
HIPATH5000	Servidor Terminal Server	1260	512	50

La TABLA 3.7 muestra los valores que se tomaran para el diseño con el consenso de los usuarios. El servidor MSRSA31 (Data Warehouse) se ha considerado con un 50% adicional de uso de procesador considerando que va a crecer en el nuevo ambiente virtualizado.

Para los servidores anfitriones a diseñar, se debe especificar el grado de utilización máximo al que se desea llegar una vez que se han virtualizado todos los servidores. Esto permite tener espacio para el crecimiento y soportar los picos de sobrecarga. También permite tener recursos disponibles para el balanceo de carga y la alta disponibilidad. El requerimiento es de una utilización del 75%. Lo que es equivalente a un 25% de capacidad de crecimiento. La TABLA 3.8 muestra los valores finales incrementados en un 25% en MHz, MB y disco para el diseño. De acuerdo a la experiencia, los usuarios prefieren hacer crecer toda la configuración en lugar de hacerlo por cada aplicación, lo que también es posible.

**Tabla 3.8** Valores finales para el diseño.

Nombre del Servidor	Función del servidor	uso real CPU c/crecimiento	uso real memoria c/crecimiento	Uso de disco
MSRSA1	SQL Server 2000	1300	1280	40
MSRSA3	Exchange Server 2000	840	1280	87.5
MSRSA4	Servidor Archivos / Wins	400	250	37.5
MSRSA5	Servidor Directorio Activo	287.5	640	31.25
MSRSA6	SIA Visual - SQL Server 2000	1125	640	62.5
MSRSA9	SQL 7.0	1225	1280	90
MSRSA10	Contabilidad SQL Server 2000	1015	312.5	62.5
MSRSA11	SQL Server 2000	637.5	1280	90
MSRSA13	Web Server IIS Pruebas	455	960	50
MSRSA15	Contabilidad Terminal Server	650	640	12.5
MSRSA16	Web Server IIS Producción	700	960	18.75
MSRSA18	SQL Server	450	1280	22.5
MSRSA20	Autorizador Ultragestión	1237.5	320	31.25
MSRSA30	SQL Server 2000	437.5	640	37.5
MSRSA31	SQL Server 2000 Data Warehouse	675	1280	90
MSRSASCM	Servidor Proxy	1400	320	22.5
MSRSA33	Servidor de pruebas	1015	640	40
HIPATH5000	Servidor Terminal Server	1575	512	62.5

Veamos ahora el tema de los IOPs y la red. La tabla 3.9 muestra los valores obtenidos para el uso de entrada/salida y la red. Los valores de entrada/salida están en IOPs (operaciones de entrada/salida por segundo) y los de red en mega bits por segundo.

Si sumamos todos los valores de la columna Máximo IOPs y Uso de red máximo obtenemos los siguientes valores.

**Total Máximo IOPs = 4,275 IOPs**

**Total Máximo Uso de Red = 115 Mega bits por segundo**

Un sistema como el HP StorageWorks MSA1000 garantiza hasta 41,000 IOPs de rendimiento, por lo que es más que suficiente para nuestro proyecto.

Tomando en cuenta que el tamaño máximo de la trama es de 1500 bytes. El máximo número de tramas por segundo del servidor de correo es de 670 lo que da un total aproximado de 8 mega bits por segundo según la tabla 3.9. El total de 115 Mega bits por segundo puede ser soportado muy bien por un solo puerto de red de 1 giga bit por segundo. Los servidores HP Proliant DL385 G2 vienen de fábrica con 2 puertos ethernet de 1 giga bit por segundo. Para nuestro diseño se considerarán 4 puertos de red para distribuir la carga y para el futuro crecimiento.

**Tabla 3.9** Valores de entrada/salida y uso de red

Nombre del Servidor	Modelo	Función del servidor	Promedio IOPS	Máximo IOPS	Uso de red promedio (Mbps)	Uso de red máximo (Mbps)
MSRSA1	Proliant ML350	SQL Server 2000	210	350	2	4
MSRSA3	Mar R1000	Exchange Server 2000	125	225	6	8
MSRSA4	Pentium	Servidor Archivos / Servidor Wins	114	204	5	8
MSRSA5	Netfinity 3000	Servidor Directorio Activo	175	265	3	6
MSRSA6	Pentium	SIA Visual - SQL Server 2000	50	120	5	7
MSRSA9	Proliant ML570	SQL 7.0	200	360	4	6
MSRSA10	Pentium IV	Contabilidad, SQL 2000	50	75	3	6
MSRSA11	Pentium	SQL Server 2000	189	240	3	5
MSRSA13	Proliant ML330 G2	Web Server IIS Pruebas	124	223	4	7
MSRSA15	Compatible	Contabilidad Terminal Server	153	221	2	5
MSRSA16	Proliant ML330	Web Server IIS Producción	159	227	3	6
MSRSA18	Proliant ML350	SQL Server	240	360	5	7
MSRSA20	Pentium IV	Contabilidad Supervisión	60	89	5	8
MSRSA30	Proliant ML370	SQL Server 2000	190	287	3	6
MSRSA31	Proliant 3000	SQL Server 2000 Data Warehouse	210	305	4	7
MSRSASCM	Pentium	Servidor Proxy	125	263	2	4
MSRSA33	Pentium IV	Servidor de pruebas	123	204	4	8
HIPATH5000	Scenic	Servidor Terminal Server	180	257	3	7

En base a las tablas 3.8 y 3.9 se procede a realizar un proceso de varias iteraciones buscando acomodar de la manera más eficiente las máquinas virtuales sobre uno, dos o más servidores anfitrión. Las tablas obtenidas son las tablas 3.10, 3.11 y 3.12 basados en

criterios de roles y de acuerdo a cómo la empresa considera que deberían estar distribuidos. Cada tabla representa un servidor anfitrión, en este caso, servidor anfitrión 1, 2 y 3 respectivamente. Con esos datos se procede a elegir un modelo de servidor adecuado con las características de hardware necesarias para cumplir los requerimientos.

Los procesadores AMD de doble núcleo son muy usados para ambientes de virtualización por su arquitectura, orientada al uso intensivo de procesador y memoria. Existen en el mercado procesadores de 2.8, 2.6, 2.4 y 2.2 Ghz de velocidad. El rendimiento mínimo de un doble núcleo es de 2 veces el rendimiento de un procesador de un solo núcleo, por lo que se recomienda usar solo 2 procesadores doble núcleo de 2.2 GHz para un total de 8.8 GHz por servidor anfitrión (total de 4 núcleos). Usamos la velocidad como índice de rendimiento. La memoria se iguala en 7 GB y las interfaces de red se llevan a 4 por servidor anfitrión para poder distribuir la carga y que el Vmotion trabaje sin problemas (el Vmotion usa la red de manera intensiva cuando está trabajando, es posible dedicar un puerto de red solo para el Vmotion).

**Tabla 3.10** Valores de virtualización para el servidor anfitrión 1.

Nombre del Servidor	Función del servidor	CPU MHz	memoria MB	Uso de disco (GB)
MSRSA1	SQL Server 2000	1300	1280	40
MSRSA10	Contabilidad, SQL Server 2000	1015	312.5	62.5
MSRSA13	Web Server IIS Pruebas	455	960	50
MSRSA18	SQL Server	450	1280	22.5
MSRSA20	Contabilidad Supervisión	1237.5	320	31.25
MSRSA33	Servidor de pruebas	350	640	40
	<b>TOTAL</b>	<b>4807.5</b>	<b>4792.5</b>	<b>246.25</b>

**Tabla 3.11** Tabla de virtualización para el servidor anfitrión 2

Nombre del Servidor	Función del servidor	CPU MHz	memoria MB	Uso de disco (GB)
MSRSA3	Exchange Server 2000	840	1280	87.5
MSRSA5	Servidor Directorio Activo	287.5	640	31.25
MSRSA9	SQL 7.0	1225	1280	90
MSRSA11	SQL Server 2000	637.5	1280	90
MSRSA30	SQL Server 2000	437.5	640	37.5
HIPATH5000	Servidor Terminal Server	1575	512	62.5
	<b>TOTAL</b>	<b>5002.5</b>	<b>5632</b>	<b>398.75</b>

**Tabla 3.12** Valores de virtualización para el servidor anfitrión 3

Nombre del Servidor	Función del servidor	CPU MHz	memoria MB	Uso de disco (GB)
MSRSA4	Servidor Archivos / Servidor Wins	400	250	37.5
MSRSA6	SIA Visual - SQL Server 2000	1125	640	62.5
MSRSA15	Contabilidad Terminal Server	650	640	12.5
MSRSA16	Web Server IIS Producción	700	960	18.75
MSRSA31	SQL Server 2000 Data Warehouse	1012.5	1280	90
MSRSASCI	Servidor Proxy	1400	320	22.5
	<b>TOTAL</b>	<b>5287.5</b>	<b>4090</b>	<b>243.75</b>

Finalmente se presentan las tablas de virtualización que servirán para realizar la configuración de los equipos. Se asignan nombres tentativos a los servidores anfitriones. Se hace la indicación que el VMware ocupa unos 300MB de la memoria física para su propia operación y el control de los recursos.

**Tabla 3.13** Tabla de virtualización para el servidor anfitrión MSRA50

**Server:** MSRSA50  
**Modelo:** 2 x AMD 2.2 GHz Dual core - 7GB RAM  
**Versión:** ESX Server 3 + Vmotion, HA, DRS

	Nombre	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	MSRSA1	Compaq ML370	Si	SQL Server 2000	2	2.2	7	247 (246.25)	4
	MSRSA10	Compatible	Si	Contabilidad SQL Server 2000					
	MSRSA13	Proliant ML330 G2	Si	Web server IIS Pruebas					
	MSRSA18	Proliant ML350	Si	SQL Server 2000					
	MSRSA20	Compatible	Si	Contabilidad Supervisión					
	MSRSA33	Compatible	Si	Servidor de Pruebas					

**Tabla 3.14** Tabla de virtualización para el servidor anfitrión MSRA51

**Server:** MSRSA51  
**Modelo:** 2 x AMD 2.2 GHz Dual core - 7GB RAM  
**Versión:** ESX Server 3 + Vmotion, HA, DRS

	Name System	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	MSRSA3	Compatible	Si	Exchange Server 2000	2	2.2	7	399 (398.75)	4
	MSRSA5	Netfinity 3000	Si	Servidor Directotio Activo					
	MSRSA9	Hp Proliant ML570	Si	SQL 7.0					
	MSRSA11	Compatible	Si	SQL Server 2000					
	MSRSA30	Hp Proliant ML370	Si	SQL Server 2000					
	HIPATH5000	Fujitsu Siemens	Si	Terminal Server					

**Tabla 3.15** Tabla de virtualización para el servidor anfitrión MSRA52

**Server:** MSRSA52  
**Modelo:** 2 x AMD 2.2 GHz Dual core - 7GB RAM  
**Versión:** ESX Server 3 + Vmotion, HA, DRS

	Name System	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	MSRSA4	Compatible	Si	Servidor Archivos / Servidor wins	2	2.2	7	244 (243.75)	4
	MSRSA6	ML570	Si	SIA Visual - SQL Server 2000					
	MSRSA15	Compatible	Si	Contabilidad Terminal Server					
	MSRSA16	ML350	Si	Web server IIS Producción					
	MSRSA31	Compatible	Si	SQL Server 2000 Data Warehouse					
	MSRSASCM	ML330	Si	Servidor Proxy					

### 3.4.4 Configuración del sistema de almacenamiento

A partir de las tablas 3.13, 3.14 y 3.15 determinaremos el número de discos necesarios para esta implementación. Se elige usar RAID 5 como nivel de protección para cada disco. Se calcula el total de espacio en disco utilizable requerido:

1. Determinamos el total del espacio de disco virtual requerido (EVR) por todos los servidores anfitriones. Separamos el espacio utilizable en dos grupos, debido a que el esquema de RAID 5 es mejor con un máximo de 5 discos. Este espacio debe ser utilizable.

Para los servidores MSA50 y 52 se reúne el espacio utilizable para dar un total de:

$$EVR1 = 247 + 244 = 491 \text{ GB}$$

$$EVR2 = 399 \text{ GB}$$

2. Para el EVR calculado se elige usar discos de 146 GB en RAID 5. La paridad distribuida ocupará el espacio equivalente a un disco. Por ejemplo, en un volumen RAID formado por cuatro discos de 146 GB, el espacio utilizable en RAID5, EUR5 será el equivalente al total de discos menos uno, tres discos de 146 GB (438 GB). El número de discos requeridos (NDR) será:

$$NDR1 = \frac{EVR1}{146} + 1 = 3.36 + 1 = 4.36 \Rightarrow 5 \text{ discos}$$

$$NDR2 = \frac{EVR2}{146} + 1 = 2.73 + 1 = 3.73 \Rightarrow 4 \text{ discos}$$

EL número total de discos es de 9.

### 3.4.5 Software de virtualización

El software de virtualización para esta solución es el VMware Virtual infrastructure 3. Las características de este producto son las siguientes:

- Todas las funcionalidades del VMware ESX y las de continuidad de negocio: Vmotion, HA, DRS y Consolidated Backup.
- Hasta 64 GB RAM / servidor anfitrión.
- 32 cores máximo por servidor anfitrión
- SMP Virtual de 4-vías.
- Límite Memoria 16 GB por máquina virtual.

- Hasta 4 puertos de red virtuales por máquina virtual.
- Hasta 4 controladores SCSI virtuales por máquina virtual
- 2TB máximo de tamaño de disco virtual.
- Soporta conexión a SAN, NAS e iSCSI
- Snapshots de máquinas virtuales.
- Desempeño Mejorado
- Alta disponibilidad, balanceo de carga.
- Administración de recursos integrada (CPU, mem, disco, redes)
- Virtualización por software (desacople total del hardware)
- Software de administración centralizada VirtualCenter.

### 3.4.6 Resumen de la configuración de hardware software y servicios.

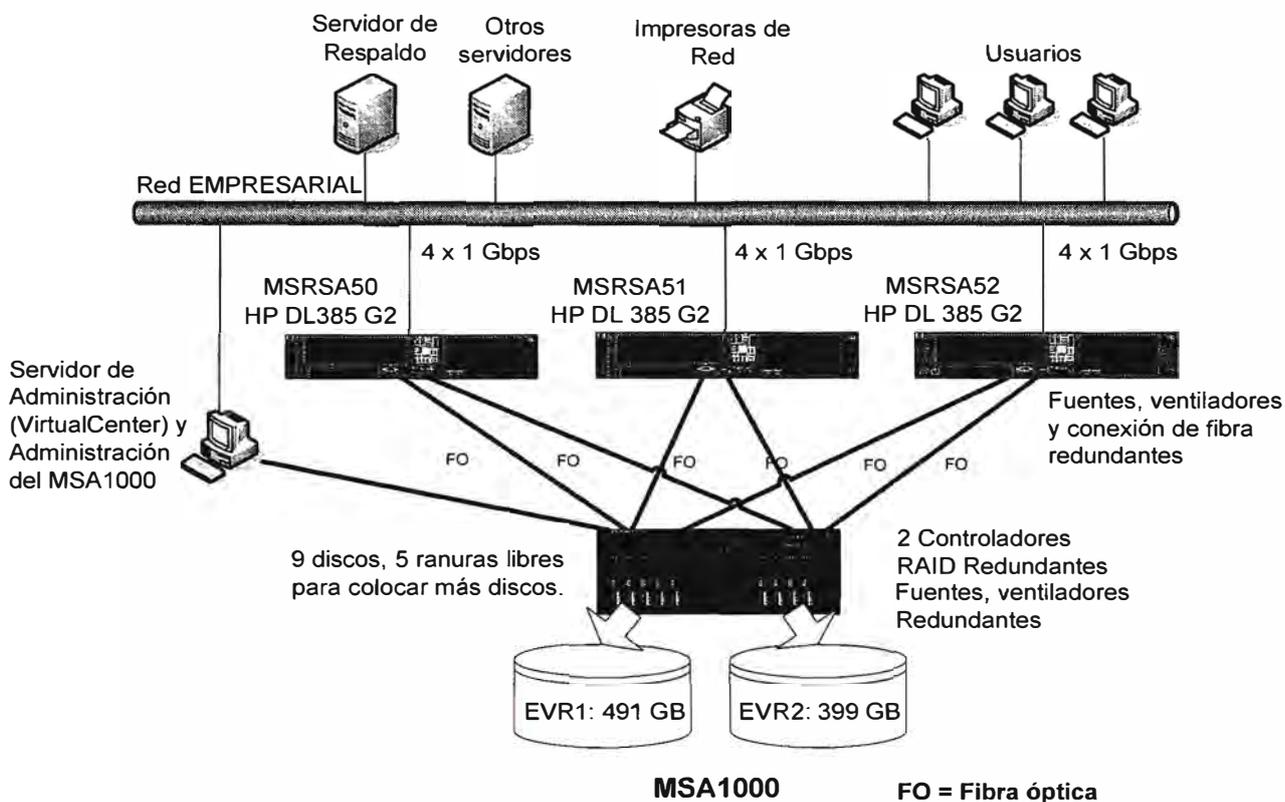
En base al análisis realizado en 3.4.3, 3.4.4 y 3.4.5 la tabla 3.10 muestra el resumen de toda la configuración de hardware, software y los servicios de migración.

**Tabla 3.10** Resumen de la configuración

Cantidad	Modelo	Precio	Rol	Descripción
3	DL385G2	\$16,292.00	Servidores Anfitrión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 CPUs de doble núcleo de 2.2 GHz.</li> <li>- 7 GB memoria RAM con corrección de errores.</li> <li>- 4 puertos de RED.</li> <li>- Ventiladores, fuentes de poder redundantes. Incluye Rack 42U</li> </ul>
1	MSA1000	\$14,123.00	Almacenamiento externo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 controladores redundantes.</li> <li>- 9 discos de 146 GB, 10000 RPM</li> <li>- Fuentes de poder, ventiladores y conexión a los servidores redundantes.</li> </ul>
3	VMware Virtual Infrastructure 3	\$15,295.00	Software de Virtualización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capa de virtualización</li> <li>- VMotion, HA, DRS, Consolidated Backup.</li> <li>- Alta disponibilidad, balanceo de carga.</li> </ul>
1	VMware Virtual Center	\$4,433.00	Software Administración Centralizada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración centralizada de todo el ambiente virtual.</li> </ul>
1	Servicios de Migración y Soporte desde Ambiente Físico a Virtual	\$8,000.00	Diseño y realización de la solución. Soporte post venta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicios diseño. Instalación del hardware y software. Configuración y puesta en producción del ambiente virtual.</li> <li>- Soporte post venta. Por 3 años.</li> </ul>
	<b>TOTAL</b>	<b>\$58,145.00</b>		

### 3.4.7 Esquema de la solución

Definido el equipamiento y las tablas de virtualización, presentamos el diagrama esquemático de la solución en la figura 3.5. En los diagramas del Anexo B se ve la distribución física del ambiente virtualizado comparado con el ambiente previo.



**Fig. 3.5** Diagrama esquemático de la solución de hardware (Servidores, storage)

### 3.5 Plan de implementación

Para este tipo de proyectos, en que están involucrados los servidores y aplicaciones de misión crítica de la empresa, es importante que se realice un plan de implementación que sea parte del Servicio de Migración. Se debería adquirir los servicios de una empresa especializada en virtualización que incluya el hardware, software y servicios. La experiencia ha demostrado que este enfoque es el más adecuado para poder obtener todas las ventajas de la tecnología de virtualización.

El plan sugerido consta de las siguientes etapas:

- Etapas 1: Visión alcances y preparación.
- Etapas 2: Instalación del hardware de los servidores destinados al VMware ESX 3.
- Etapas 3: Instalación y configuración del sistema de almacenamiento SAN.
- Etapas 4: Instalación del VMware ESX 3 en los servidores anfitriones.

Etapa 5: Creación del ambiente de pruebas.

Etapa 6: Virtualización.

Etapa 7: Puesta en Producción, soporte post instalación y documentación

Durante la etapa 1 de Visión y Alcances es donde se reúnen los especialistas y los usuarios de las aplicaciones. Se establece el esquema de trabajo y los pasos a seguir en detalle para todas las etapas restantes, con la finalidad de minimizar el impacto sobre el negocio. Se sigue algún esquema de manejo de proyectos (por ejemplo PMF o MSF) al final se emite un documento con un plan y cronograma de implementación bien definidos pero con la suficiente flexibilidad para soportar cambios a medida que se progresa en su realización. Las etapas 2, 3 y 4 se realizan en base a lo establecido en la etapa 1.

La etapa 5 es muy importante. La creación del ambiente de pruebas permite tener una idea clara de cómo se desarrollará el proyecto sobre todo para los sistemas que están en producción y son de misión crítica. Es la aplicación del plan desarrollado en la etapa 1 en una escala menor. Se detectan los errores conceptuales, se optimizan los tiempos, se hacen pruebas de los procedimientos básicos de contingencia elaborados en la etapa 1. Se prueba el software de virtualización y se integra con la red de la empresa. Se validan o modifican los procedimientos de virtualización. Es importante probar la estrategia de virtualización a utilizar con cada servidor. Se tienen dos estrategias a aplicar:

1. Creación una máquina virtual sin datos, instalación del sistema operativo y aplicación. En este caso se debe contar con toda la información necesaria para la configuración del sistema operativo y la aplicación. La ventaja de esta estrategia radica en que se pueden aplicar cambios y mejoras en la nueva instalación. El tiempo de realización de esta tarea puede ser prolongado.
2. Aplicación del P2V al servidor a virtualizar. En este caso no es necesario la instalación ni la configuración de la aplicación. La ventaja de esta estrategia es la rapidez, ya que se puede contar con el servidor en producción con toda su configuración de manera muy rápida. La desventaja de este método es que no da oportunidad a realizar mejoras ni cambios en el sistema operativo o la aplicación.

En la etapa 6, la etapa de Virtualización, es donde se realizan las acciones para poner en práctica todos los procedimientos estudiados en las etapas anteriores. El objetivo es migrar de un ambiente físico a uno virtual con el mínimo impacto a la continuidad del negocio.

La etapa 7 de puesta en producción y soporte, es cuando se realiza el monitoreo de toda la implementación realizada para detectar errores de hardware o problemas de rendimiento en las aplicaciones y realizar los ajustes necesarios. Se elaboran los manuales de operación y mantenimiento para que los administradores y operadores puedan realizar las tareas del día a día basados en información precisa y procedimientos ensayados con anterioridad.

### 3.6 Resultados y cumplimiento de objetivos

A continuación se presentan los resultados y los hechos que determinan el cumplimiento de los objetivos del diseño y la implementación. Este esquema se cumple para todos los proyectos de virtualización en general.

#### 3.6.1 Utilización de los recursos

La figura 3.6 muestra el uso de recursos estimado para la configuración resultante del análisis. Compara las sugerencias de los usuarios de la tabla 3.7 con la configuración final de las tablas de virtualización, tablas 3.13, 3.14 y 3.5. Un (1) procesador AMD dual core de 2.2 GHz es equivalente a 4.4 GHz. Por otro lado el VMware consume un máximo de 5% de CPU y necesita de al menos 300MB de memoria física para operar, el resto puede ser usado por las máquinas virtuales. Se observa que el porcentaje de crecimiento se cumple. Se recuerda también que a los servidores anfitriones se les puede colocar a futuro procesadores más rápidos y elevar a 32 GB de memoria, lo que incrementaría mucho más la capacidad de procesamiento sin comprar nuevos servidores.

Servidor físico	Utilización	
MSRSA50	Uso de CPU	59.6% (40.4% de crecimiento)
	Uso de Memoria	71.9% (38.1% de crecimiento)
MSRSA51	Uso de CPU	61.8% (38.2% de crecimiento)
	Uso de Memoria	84.5% (15.5% de crecimiento)
MSRSA52	Uso de CPU	65.1% (34.9% de crecimiento)
	Uso de Memoria	61.3% (38.7% de crecimiento)

Fig. 3.6 Uso de recursos estimado de la configuración resultante

### 3.6.2 Espacio físico en el centro de datos

Los nuevos servidores ocupan mucho menor espacio. Comparando 18 servidores con un promedio de 5U de altura versus 3 servidores de solo 2U. Además el sistema de almacenamiento solo ocupa 4U de altura. En el Anexo B se ve una comparación gráfica del espacio ocupado por los dos ambientes.

### 3.6.3 Consumo de energía y ambiente

La disminución en el consumo de energía se puede ver de 2 formas. La primera es comparando el consumo de los 18 equipos originales que fueron virtualizados contra el consumo de los nuevos servidores y el sistema de almacenamiento. La segunda forma es comparar el consumo si es que no se hubiera optado por la tecnología de virtualización. A continuación se muestran los cálculos:

- a. Los servidores originales a virtualizar son 18. De los cuales 11 son PCs compatibles y 7 son servidores de marca descontinuados. El consumo promedio de potencia de una PC es de 110 Watts. La tabla 3.13 muestra el cálculo de potencia para los servidores antes de la virtualización.

**Tabla 3.13** Consumo promedio antes de la virtualización.

Nombre servidor	Tipo de servidor	Cant.	Pot. (W)	Pot. Total (W)
MSRSA <sub>n</sub>	PC compatible	11	110	1210
MSRSA1	HP Proliant ML350	1	207	207
MSRSA9	HP Proliant ML570	1	345	345
MSRSA13	HP Proliant ML330 G2	1	118	118
MSRSA16	HP Proliant ML330	1	154	154
MSRSA18	HP Proliant ML350	1	160	160
MSRSA30	HP Proliant ML370	1	227	227
MSRSA31	HP Proliant 3000	1	350	350
<b>Total</b>		<b>18</b>		<b>2771</b>

- b. Los requerimientos de consumo de potencia para la solución con virtualización se presentan en la tabla 3.14. Los valores se obtuvieron usando el Power Calculador de HP para los servidores Proliant.

**Tabla 3.14** Consumo de potencia de la solución de virtualización

Nombre servidor	Tipo de servidor	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total (W)
MSRSA50	HP Proliant DL385 G2	1	417	396
MSRSA51	HP Proliant DL380 G2	1	417	396
MSRSA52	HP Proliant DL380 G2	1	417	396
SAN	HP MSA1000	1	548	548
<b>Total</b>		<b>4</b>		<b>1799</b>

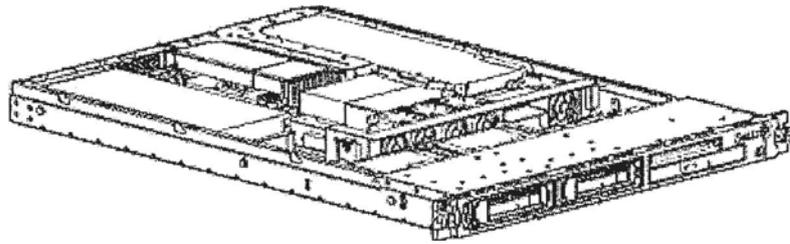
- c. Ahora realizamos la comparación entre los consumos de energía antes y después de la virtualización. La tabla 3.15 muestra la reducción en el consumo de energía con la virtualización.

**Tabla 3.15** Reducción del consumo de energía con la virtualización.

Opción de solución	Consumo (W)
Antes de la Virtualización	2771
Con virtualización	1799
Reducción (%)	35.08

Como se ve, la solución de virtualización permite una reducción del consumo de energía del 35.08%. Esto permite incrementar la autonomía de la UPS y reducción en el costo de la energía.

- d. Para el caso de haber tenido que adquirir 18 nuevos servidores sin usar la virtualización. Un modelo tentativo es el Proliant DL140 Generación 3. Este es un servidor pequeño que soporta los nuevos procesadores Xeon de 2 núcleos. Su factor de forma es de 1U (4.45 cm.) y permiten ahorrar espacio en el centro de datos. La figura 3.7 muestra el servidor DL140 G3. Este servidor es uno de los de menor consumo de potencia de la familia. Es el más adecuado para ambientes de cómputo con gran número de servidores donde el ahorro de espacio es un factor importante.



**Fig. 3.7** Servidor DL140 G3.

Este servidor presenta un consumo de potencia de 201 Watts. Con una configuración mínima de 1 procesador de doble núcleo, 1 GB de memoria y dos discos internos. Para 18 servidores a ser virtualizados se tiene un total de 3618 Watts.

**Tabla 3.16** Consumo de energía con adquisición de nuevos servidores.

Opción de solución	Consumo (W)
Situación actual	2771
Con nuevos servidores uno a uno	3618
Aumento de consumo (%)	30

La tabla 3.16 muestra que la adquisición de nuevos servidores hubiera incrementado el consumo de energía en un 30%. Esto demuestra que la solución de virtualización es la más adecuada.

- e. Con respecto a los requerimientos de ambientación se tiene que los servidores anfitriones DL385 G2 generan 1368 BTU/hr cada uno y los servidores DL140 G3 generan 808 BTU/hr. La tabla 3.17 compara la generación de BTUs de ambos ambientes (18 servidores sin virtualización y 3 servidores con virtualización). La reducción es evidente producto de la virtualización. Ambos ambientes usan el sistema de almacenamiento SAN MSA1000.

**Tabla 3.17** Comparación en la generación de BTUs.

Opción de solución	Ambiente (BTUs)
Con nuevos servidores uno a uno	14544
Con virtualización	4104
Aumento de consumo (%)	30

### 3.6.4 Administración

Con respecto a los costos de administración, la creación y eliminación de las máquinas virtuales es rápida y solo toma entre 2 a 20 minutos en comparación a las horas, días o semanas que puede demorar la adquisición y puesta en operación de un nuevo servidor. La creación de librerías de máquinas virtuales (librerías de clones) permite proveer a los usuarios con servidores preparados con anterioridad. No es necesario adquirir más hardware, solo hasta que el software de virtualización reporte que se han utilizado todos los recursos del repositorio (pool) y existe peligro de afectar a las aplicaciones. El balanceo de carga es controlado por el software de virtualización. Los gastos de almacenamiento, repuestos, manejo de garantías se reducen por el número de servidores físicos.

### 3.6.5 Cableado

Se reduce la complejidad en el cableado de redes y energía. La tabla 3.18 muestra el número de cables y puertos de red antes y después de la virtualización. La reducción en el número de puertos de red necesarios representa un ahorro en componentes (tarjetas PCI). En los switches de la red LAN se liberan más puertos que quedan disponibles para futuros crecimientos. La creación de nuevas máquinas virtuales no genera cableado ni requiere más puertos en los switches LAN, no es necesario habilitar más puntos de red. El número de cables de energía se reduce teniendo ahora la capacidad de alimentación de energía redundante (cada servidor anfitrión y el sistema de almacenamiento externo tienen dos fuentes de poder redundantes).

**Tabla 3.18** Reducción en el número de cables de red y energía.

Situación	Número de cables de red	Número de cables de energía
Sin Virtualización	18	18
Con virtualización	12	8
Reducción (%)	33	55

### 3.6.6 Alta disponibilidad

Se logra el incremento de la alta disponibilidad y la disminución de la complejidad de su implementación. Gracias a la virtualización, la funcionalidad de alta disponibilidad (HA) que viene incluida con el software, está disponible para todas las aplicaciones. Por ejemplo, los servidores de bases de datos MS SQL Server no necesitan configurarse en

alta disponibilidad (Cluster de Microsoft) ya que esa funcionalidad la da el HA a nivel virtual. De igual modo, el servidor de correo Exchange tampoco necesita ser configurado para alta disponibilidad. Así mismo los servidores Web, antispam, incluidas aquellas aplicaciones que no soportan ni están preparadas para un esquema de alta disponibilidad. El administrador ya no está envuelto en toda la complejidad de configurar y administrar clústeres separados, aparte de costo de las versiones de sistema operativo que se deben adquirir para soportarlos (versión Enterprise).

Con respecto al hardware en alta disponibilidad, el ahorro que se obtiene al no tener que adquirir tarjetas de interface de fibra para cada uno de los 18 servidores es un ahorro significativo. Todas las máquinas virtuales se benefician de la alta disponibilidad de un sistema de almacenamiento compartido.

### **3.6.7 Ambiente de pruebas y laboratorio**

Se podrán crear máquinas virtuales para ser usadas en pruebas y desarrollo. No será necesario adquirir hardware adicional para este fin. Terminadas las pruebas o desarrollos, estas pueden ser eliminadas o mantenerse apagadas, quedando los recursos libres para ser usados en producción o en la creación de nuevas máquinas virtuales.

### **3.6.8 Contingencia**

Se crearán máquinas virtuales como servidores de contingencia para ser usados en caso de falla de las máquinas virtuales en producción. Esas máquinas virtuales permanecerán apagadas, sin consumir recursos hasta que sean necesitadas. En el futuro, se podrá crear un centro de datos de contingencia en otra localidad en la cual se podrán instalar nuevos servidores anfitriones. Las máquinas que estén en producción podrán ser clonadas con toda su configuración sobre estos nuevos servidores evitando las complicaciones de volver a reinstalar todo el sistema operativo y la aplicación. Los servidores en el centro de datos de contingencia podrán ser usados para otras aplicaciones hasta que sean activados en caso de desastre. Los tiempos de activación se reducen y se utilizan los recursos al máximo generando más retorno de inversión y menos costo de operación.

## **3.7 Herramientas en línea**

Existen herramientas de configuración disponibles en Internet para que los evaluadores y los que toman las decisiones puedan tener una primera visión aproximada de lo que sería su ambiente virtual. Estas herramientas han sido diseñadas por los fabricantes de servidores empresariales y pueden dar resultados aplicables a sus países de origen. Para

el caso del Perú, son aplicables hasta cierto nivel. Un análisis igual al desarrollado en los acápite anteriores es necesario para obtener un diseño óptimo aplicable a nuestra realidad.

### 3.7.1 HP VMware solution sizer

Un ejemplo de una herramienta en línea que el lector podría utilizar es la que está disponible en la página web de Hewlet Packard. El lector se puede dirigir al siguiente enlace:

<http://h71019.www7.hp.com/activeanswers/cache/120132-0-0-0-121.html>

Este enlace presenta una herramienta automatizada que permite definir el tamaño y los alcances del ambiente virtualizado. Permite calcular la mejor manera de consolidar servidores obsoletos en nuevas máquinas que ejecutarán varios sistemas operativos. La información para el diseño y los algoritmos han sido desarrollados usando datos de prueba y rendimiento con el VMware ESX Server sobre servidores HP.

Después de escribir respuestas en un cuestionario, el usuario obtiene una solución detallando el hardware recomendado con los números de parte y precios de lista. Antes de usar este configurador, el usuario debe coleccionar cierta información acerca de los detalles de la nueva solución. Estos son:

- Estadísticas de la configuración y uso de los recursos de los servidores ha ser consolidados.
- Las opciones del VMware ESX Server que incluyen la redundancia de puertos de red y el Vmotion.
- La configuración del almacenamiento incluyendo los niveles de RAID y los métodos de almacenamiento.
- Los modelos de servidores HP que sean de interés.
- El nivel de utilización deseado de los servidores anfitriones.
- Opciones que detallan la estrategia de consolidación.

La figura 3.8 es la primera ventana de diálogo de la herramienta. En este paso se ingresan los datos necesarios. La ventaja es que se puede ingresar datos directamente de una hoja de calculo Excel. A partir de allí se continuará respondiendo el cuestionario e ingresando los criterios de diseño.

HP VMware Solution Sizer

1 - Servers

### Servers to Consolidate

In order to perform an accurate sizing, it is important to understand the current computing environment you wish to consolidate. What type of server (processor) are your applications running on? How much and which resources do they use? These are critical questions to planning a server consolidation.

Enter data about the current servers to consolidate. Each server will be run as a virtual machine (VM) and will be consolidated onto one or more ESX Server host machines. The required data can be collected using the HP Performance Management Pack, Microsoft Performance Monitor, or other such performance monitoring/collection tool. Hover over the column headers for a detailed explanation of the data expected.

[View more information on HP Performance Management Pack](#)  
[View more information on Perfmon](#)

Data must be entered for each server you wish to consolidate. However, you may wish to use representative data for groups of like servers. For example, a web farm consisting of 120 servers will likely have the same performance characteristics. Therefore, you may wish to collect on one server in the farm to use as a representative workload for each of the web servers.

For easy data entry, you can cut and paste from a Microsoft Excel spreadsheet. If you have a large number of servers, feel free to [download this spreadsheet](#) for later use. If you are pasting from a similar or older version of this spreadsheet, this tool will attempt to decipher the format as best it can.

Use Sample Data    Download Excel File    Clear Current Data

Physical Server					Application							Prefs					
Current Server			Processor		OS version	VM Disk Size	CPU Utilization (%)		RAM Usage (MB)		Disk (IOPS)		Network (Mbps)		SMP		
Name	Model	Form Factor	Power Usage (U)	Power (Watts)			Family	# of procs	Speed (MHz)	Avg	Peak	Avg	Peak	Avg		Peak	Avg
devserver01	DL360	1	85	Pentium III	1	1000	Windows 2003	11	13	27	120	378	28	52	2	4	<input type="checkbox"/>
devserver02	DL380	3	150	Xeon	1	800	Windows 2000	8	12	22	100	465	42	75	3	6	<input type="checkbox"/>
devserver03	DL360	1	85	Xeon DP	2	600	Windows 2000	12	9	28	212	341	38	68	5	8	<input type="checkbox"/>
devserver04	DL360	1	85	Pentium II	1	300	Red Hat Linux	14	12	23	111	150	58	88	3	6	<input type="checkbox"/>
devserver05	DL380	3	150	Pentium III	2	800	Windows NT 4.0	13	13	33	313	456	44	87	5	7	<input type="checkbox"/>
devserver06	DL360	1	85	Pentium Pro	1	700	Windows XP	3	11	24	102	584	42	80	6	8	<input type="checkbox"/>
devserver07	DL360	1	85	Pentium Pro	1	400	Windows 2003	2	7	22	102	278	55	80	4	6	<input type="checkbox"/>
devserver08	DL380	3	150	Xeon DP	2	500	Novell NetWare	8	15	23	102	120	41	85	3	6	<input type="checkbox"/>
devserver09	DL360	1	85	Pentium III	1	400	Red Hat Linux	6	15	28	167	352	37	78	3	5	<input type="checkbox"/>
devserver10	DL360	1	85	Opteron 800	2	800	SuSE Linux	7	15	32	220	355	41	74	4	7	<input type="checkbox"/>

Fig. 3.8 Primera ventana de diálogo de la herramienta de diseño en línea de HP.

## **CAPÍTULO IV**

### **INSTALACIONES EN EL PERÚ**

A continuación se describen dos casos implementados en nuestro país. Mostrando como es que se plantearon los proyectos y como es que a la finalización de los mismos se han conseguido los objetivos previstos.

#### **4.1 Neptunia S.A.**

Neptunia S.A., es desde hace 27 años el Terminal de Almacenamiento Marítimo líder en el sector del Comercio Exterior Marítimo peruano, contando históricamente con una participación de mercado del 35%.

Neptunia S.A., provee asimismo de servicios de operación logística, teniendo un considerable y permanente incremento anual del volumen de operaciones realizadas. La principal característica de esta empresa en la innovación, de negocios, de procesos y tecnológica, hechos que se sustentan en la prestación de servicios de carga metalúrgica, siendo en la actualidad el único operador logístico con acceso ferroviario dentro de sus instalaciones, en la prestación de servicios de transporte aéreo de carga refrigerada, mediante la implementación de una cámara frigorífica en la ciudad de Lima, así como en la implementación de equipos de tecnología de clase mundial.

##### **4.1.1 Resumen**

Esta implementación incluyó: Consultoría a nivel de validación y mejoras en la configuración de las aplicaciones y servicios. Una migración al entorno Microsoft Windows 2003 y la instalación, configuración, puesta en operación de la plataforma de virtualización, la migración de los servidores físicos designados al nuevo ambiente virtual y su puesta en producción. La combinación de estos elementos brinda la mejor y más confiable plataforma para optimizar el rendimiento, mejorar la administración y lograr un rápido retorno de la inversión.

### 4.1.2 Situación

Neptunia S.A. contaba con un parque de 25 servidores ubicados en sus oficinas de la Av. Argentina. Debido al espacio reducido del centro de datos, y el factor de forma de los servidores (todos en formato torre y del tipo compatible) no era posible crecer en número si no se realizaba una ampliación del centro de datos. Además se verificó que la utilización de los recursos (CPU, memoria) era baja y no se estaba haciendo de manera óptima. Se realizó un primer paso adquiriendo nueve (6) servidores del tipo Blade de la marca HP y un sistema de almacenamiento SAN EVA4000 con lo que se logró realizar una consolidación física. Pero se continuaba con la complejidad de la administración, los bajos niveles de utilización y la carencia de una solución de alta disponibilidad para las aplicaciones.

### 4.1.3 Objetivos

El principal objetivo era realizar una mejora tecnológica y consolidar los servidores mediante la virtualización. De esa manera obtener el máximo beneficio de la inversión realizada en los nuevos servidores HP Blade de última generación. Así se podría reducir los costos de soporte, aprovechar mejor el poco espacio disponible y reducir el consumo de energía. Otro objetivo importante es aprovechar las características del VMware VI3 Enterprise para incrementar la disponibilidad de las aplicaciones y reducir las ventanas de mantenimiento. Mejorar la administración al centralizar el control de los recursos de hardware y agilizar la provisión de servidores para responder rápidamente a los cambios en el negocio. Al consolidar el almacenamiento en una SAN, se obtienen las ventajas de la administración centralizada, compartir los discos entre todos los servidores eliminando las islas de almacenamiento, distribuir los espacios con mayor granularidad y proteger todos los datos. La reducción del consumo de energía evitaría la adquisición de un UPS de mayor potencia e incrementaría el tiempo de autonomía de la UPS actual protegiendo así la inversión realizada.

Asimismo, la actualización de la plataforma Microsoft basada en Windows 2000 hacia Windows 2003, Exchange 2003 e ISA Server 2006 permitirá estandarizar, aumentar la funcionalidad de las aplicaciones y mejorar la seguridad de la red

Respondiendo a este desafío, se dedicaron a contrastar las distintas soluciones factibles, prestando atención en las siguientes necesidades:

- Centralizar la administración,

- Reducir el costo de mantenimiento y actualización de la infraestructura.
- Reducir la complejidad, estandarizando plataformas y procesos
- Optimizar la utilización de recursos
- Adecuar la tecnología a los nuevos servicios que demandan los usuarios y las aplicaciones.
- Estabilizar y consolidar servicios,
- Mejorar la calidad de servicios hacia los clientes internos

Como resultado se podrán apreciar los siguientes beneficios asociados al proyecto:

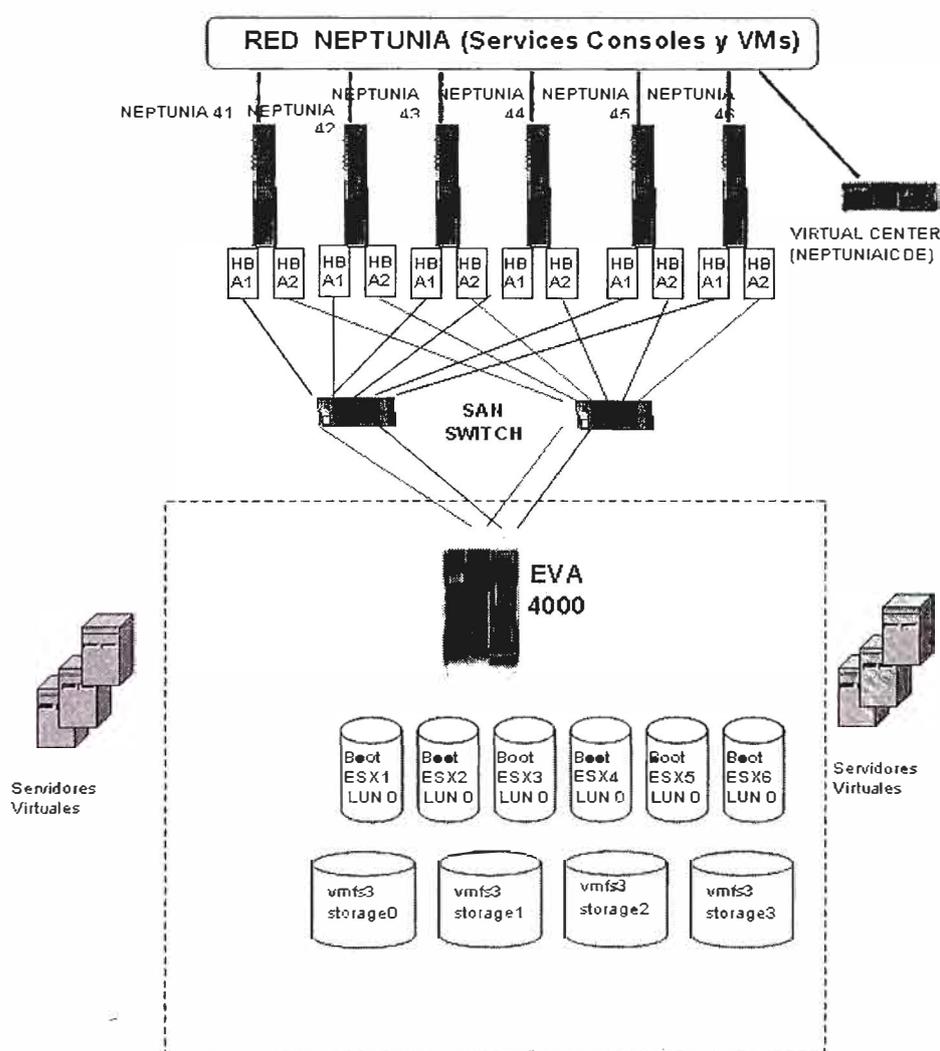
- Disminución de los costos operativos y de administración.
- Crecimiento de los Niveles de Servicios de IT hacia los clientes internos de la compañía y por consiguiente mayor productividad de los usuarios.
- Reducción del Costo Total de Propiedad (TCO) gracias a la facilidad y flexibilidad del nuevo ambiente.
- Incremento de la consistencia y confiabilidad en los sistemas.
- Escalabilidad, por la capacidad para reaccionar más rápido a los requerimientos del negocio.
- Mayor libertad para enfocar los recursos internos en las necesidades centrales del negocio de NEPTUNIA
- Mejoras operativas pues se verá beneficiado por mejor soporte, con efectivo y centralizado manejo de los problemas, de tal manera de ahorrar tiempo y evitar la frustración a los usuarios.

#### **4.1.4 Componentes de la solución**

El hardware utilizado para la virtualización son 6 servidores HP Proliant Blade System c-class. Estos servidores son del tipo "cuchilla" con procesadores Intel Xeon Dual Core que permiten una gran capacidad de procesamiento, ahorro en espacio, cableado, menor consumo de energía y mejoras en las técnicas de administración y aprovisionamiento. El almacenamiento se basa en un nuevo HP StoragweWorks EVA 4000, un sistema de almacenamiento SAN de alto rendimiento y que incluye características de virtualización del almacenamiento. Las características de virtualización del almacenamiento en que se basan los sistemas HP EVA 4000 no está dentro de los alcances del presente informe. Para la capa de virtualización se usa el VMware ESX server versión 3 y los módulos de alta disponibilidad y de optimización en el uso de los recursos: Vmotion, HA y DRS. Como parte clave de la solución están los servicios de consultoría brindados por una empresa

especializada en temas de virtualización con sede en Lima. El número de servidores virtualizados es 16

La figura 4.1 muestra la arquitectura sobre la cual se basa la implementación del ambiente virtual. Cada servidor Blade (NEPTUNIA41, NEPTUNIA42, NEPTUNIA43, NEPTUNIA44, NEPTUNIA45, NEPTUNIA46) se conecta hacia la red de Neptunia mediante 4 puertos de red de 1 gigabit y hacia el sistema de almacenamiento mediante 2 interfaces de fibra de 2 gigabits por segundo (HBA1 y HBA2) en un esquema redundante con 2 switches de fibra canal para tolerancia a fallas.



**Fig. 4.1** Arquitectura del ambiente virtual de Neptunia

El servidor con la consola de administración también está conectado a la red de Neptunia para poder administrar las máquinas virtuales. Cada servidor ESX bootea desde un LUN en la SAN (Boot ESX1 LUN0 hasta Boot ESX6 LUN0) Todas las máquinas virtuales y sus

discos virtuales se encuentran almacenados en los LUNs llamados vmkfs storage0 hasta vmkfs storage3.

#### 4.1.5 Tablas de virtualización

Después de realizado el análisis con la información de inventario y de uso de recursos en la etapa de Visión Alcances y preparación, se procedió a crear las tablas de virtualización finales las cuales reflejan la configuración final. La tablas desde la 4.1 a la 4.4 muestran las tablas de virtualización con las que se trabajó en esta implementación.

Se debe indicar que Neptunia decidió que se instalara el software de virtualización en todos los servidores Blades con que cuenta (un total de 6). Sin embargo, solo 4 de ellos contienen máquinas virtuales en producción. Los servidores anfitrión restantes quedan disponibles para todo el crecimiento a futuro. Teniendo en cuenta la configuración de los servidores (capacidad de procesamiento, velocidad de CPU, Memoria, puertos de red y conexión a la SAN) se garantiza una gran capacidad de crecimiento.

**Tabla 4.1 Servidor anfitrión NEPTUNIA41**

Server: NEPTUNIA41  
 Modelo: BL460c  
 Versión: ESX Server 3  
 SAN 2 FC ports  
 Disk Internal 2 x 36GB SAS

	Name System	Modelo	P2V	Rol	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	CALW3DIS001	MV	NO	DC Windows 2003	2 (DC)	3	8	SAN	4
	CALW3MAP004	MV	NO	Servidor Pruebas					
	CALW3MEM001	MV	NO	Exchange Server					
	NEPTUNIA1	MV	NO	SQL Server 2000					
	NEPTUNIA4	MV	NO	Wins Server - File Server					

**Tabla 4.2 Servidor anfitrión NEPTUNIA42**

Server: NEPTUNIA42  
 Modelo: BL460c  
 Versión: ESX Server 3  
 SAN 2 FC ports  
 Disk Internal 2 x 36GB SAS

	Name System	Modelo	P2V	Rol	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	CALW3DIS002	MV	NO	DC Windows 2003	2 (DC)	3	8	SAN	4
	CALW3MAP003	MV	SI	Servidor Pruebas SQL Server 2000					
	NEPTUNIA13	MV	SI	SQL Server 2000					
	NEPTUNIA16	MV	SI	IIS					
	NEPTUNIA18	MV	SI	SQL Server 2000					
	NEPTUNIA31	MV	NO	SQL Server 2000					

**Tabla 4.3 Servidor anfitrión NEPTUNIA43**

**Server:** NEPTUNIA43  
**Modelo:** BL460c  
**Versión:** ESX Server 3  
**SAN** 2 FC ports  
**Disk Internal** 2 x 36GB SAS

	Name System	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Seridores Virtuales	CALW3MAP002	MV	SI	Aplicación de Certificados	2 (DC)	3	8	SAN	4
	CALW3MPX001	MV	NO	ISA Server					
	NEPTUNIA14	MV	SI	IIS					
	NEPTUNIA36	MV	SI	Aplicación Marcador					
	OCEANICA1	MV	NO	SQL Server 2000					

**Tabla 4.4 Servidor anfitrión NEPTUNIA44**

**Server:** NEPTUNIA44  
**Modelo:** BL460c  
**Versión:** ESX Server 3  
**SAN** 2 FC ports  
**Disk Internal** 2 x 36GB SAS

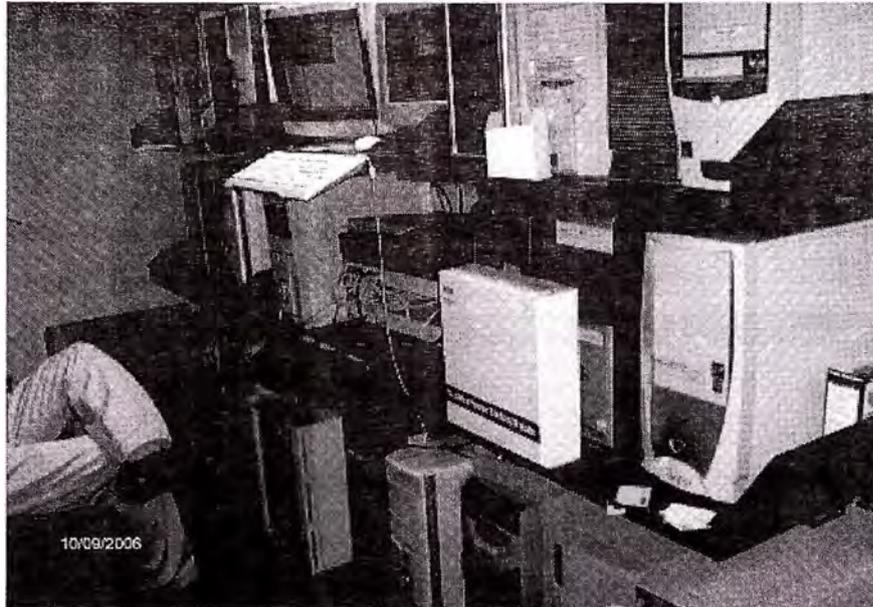
	Name System	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Seridores Virtuales	CALW3DIS003	MV	N/A	MSX BackEnd	2 (DC)	3	8	SAN	4
	CALW3MAP001	MV	N/A	CA Etrust					
	NEPTUNIA2	MV	N/A	Contabilizador Ultragestion					
	NEPTUNIA6								
	NEPTUNIA9	MV	N/A	MicroStrategy					

#### 4.1.6 Resultados y cumplimiento de objetivos

Después de realizada la instalación del software de virtualización y terminada la migración de los 16 servidores de acuerdo a las tablas de virtualización con las modificaciones a nivel de las aplicaciones, la gerencia de TI de Neptunia S.A. reporta los siguientes resultados:

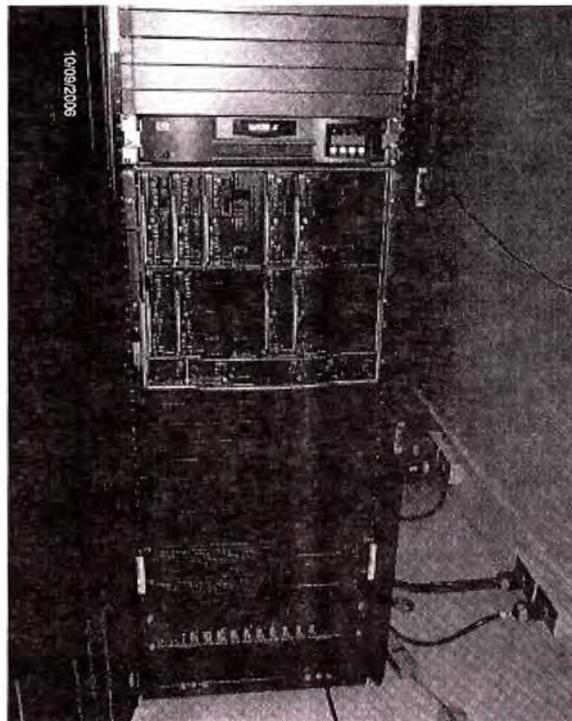
- Ratio de consolidación 5:1
- Capacidad de crecimiento de hasta un 50% (crecimiento en máquinas virtuales).
- Reducción de servidores 16 a 4, 50% más espacio libre.
- Energía: 50% menos consumo, mayor autonomía de UPS.
- Mantenimiento: reducción de costos en 90%.
- Incremento de la capacidad de administración y capacidad de respuesta ante los cambios del negocio.
- Capacidad de balancear la carga de trabajo de manera dinámica.
- Incremento de los niveles de disponibilidad y continuidad del negocio. Las capacidades de los módulos Vmotion y HA del VMware ESX permiten que se tenga un ambiente en cluster el cual puede ser aprovechado por todas las aplicaciones sin necesidad de ser configuradas para este fin.
- Administración Centralizada.

La figura 4.2 muestra la situación antes de realizar la virtualización. Los nuevos servidores se pueden acomodar en las dimensiones de un rack de 0.5 metros cuadrados.



**Fig. 4.2** Servidores antes de ser virtualizados. Instalaciones físicas.

La figura 4.3 muestra la implementación final, donde se ven los servidores blade y el sistema de almacenamiento SAN (en la parte inferior del gabinete).



**Fig. 4.3** Servidores Blade. Estado final.

La figura 4.4 muestra la interface del cliente de administración VirtualCenter con los servidores anfitriones y las máquinas virtuales después de la configuración final. Se observan las máquinas virtuales, el monitoreo del uso de los recursos (procesadores y memoria) y los espacios de disco (Datastore) asignados para almacenar los discos virtuales.

Se puede ver también que hay un servidor anfitrión que no tiene máquinas virtuales, el servidor NEPTUNIA45. Este anfitrión es usado para crecimiento y para alta disponibilidad al 100% para cualquiera de los otros servidores anfitriones.

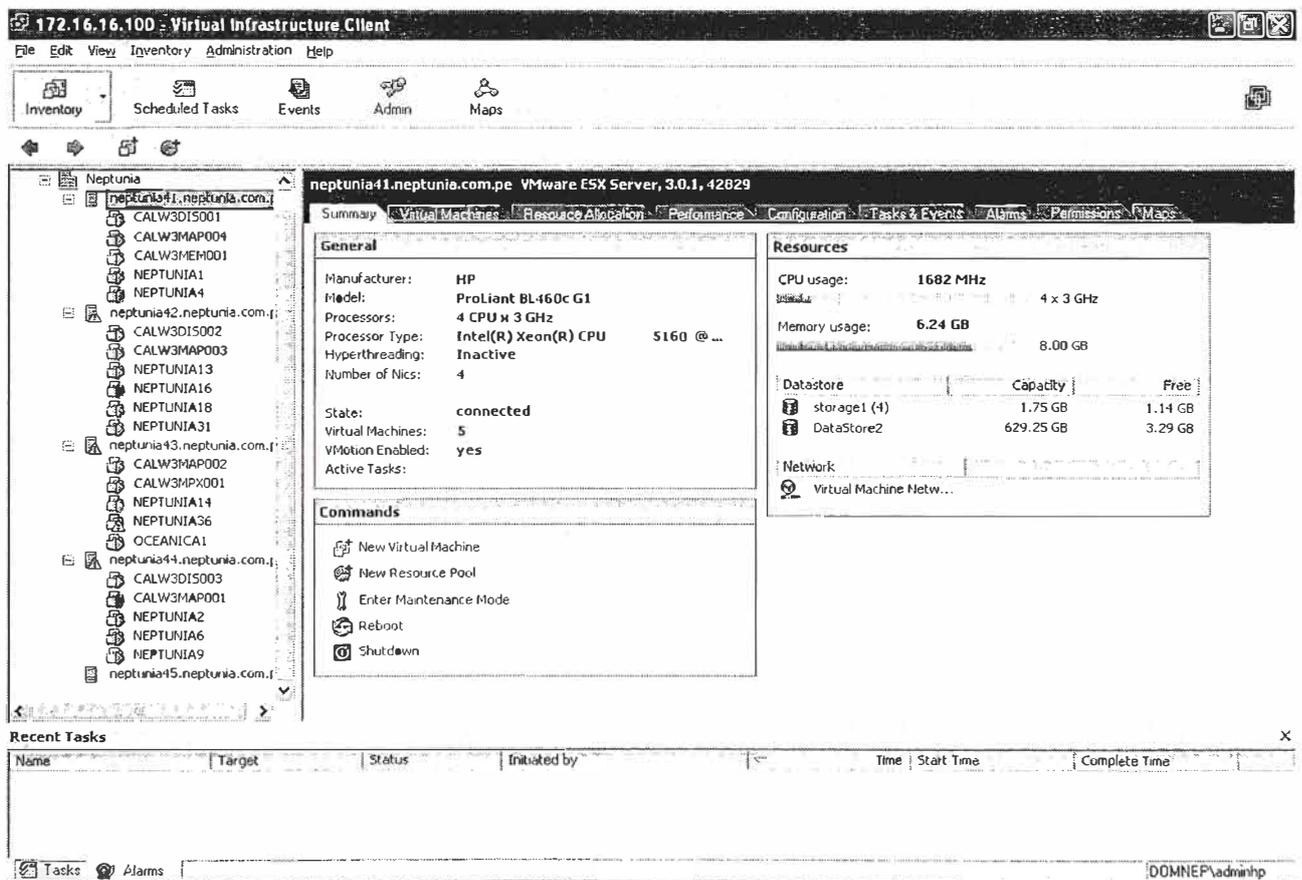


Fig. 4.4 Interface de Administración centralizada. Ambiente virtual de Neptunia

## 4.2 Minera Yanacocha SRL

A continuación se muestra una descripción de otra implementación local en la empresa Minera Yanacocha SRL.

Yanacocha es una empresa minera constituida por 8 mil trabajadores, que viven junto a sus familias en la ciudad de Cajamarca. 104 empresas locales de bienes y servicios son

proveedoras directas de Yanacocha. Las operaciones están en una zona que cuenta con 65 comunidades cercanas con 20 000 habitantes que se han visto beneficiados por los proyectos de salud, educación, saneamiento e infraestructura impulsados por la empresa. El accionariado de Yanacocha lo comparten:

- Newmont Mining Corporation, con sede en Denver, Estados Unidos (51.35% de las acciones)
- Compañía de Minas Buenaventura, empresa peruana (43,65%). Compuesta por más de 2800 socios que comparten acciones de esta compañía.
- Corporación Financiera Internacional (IFC), brazo financiero del Banco Mundial (5%).

La presencia del Banco Mundial garantiza la exigencia de los estándares más altos en seguridad, medio ambiente y responsabilidad social.

#### **4.2.1 Resumen**

Esta implementación incluyó: Instalación de hardware y software de virtualización. Configuración, puesta en operación de la plataforma de virtualización, la migración de los servidores físicos designados al nuevo ambiente virtual y su puesta en producción.

#### **4.2.2 Situación**

En Minera Yanacocha SRL se contaba con un parque de 70 servidores en el centro de datos. Los requerimientos de nuevos servicios y servidores en los últimos dos años se vieron altamente incrementados dando lugar a que el espacio físico, la autonomía de los UPS, la densidad de conexiones de red y fibra por servidor estuvieran llegando al límite de su capacidad. Adicionalmente se detectó que existe capacidad de procesamiento no utilizada. La administración de los recursos de hardware se estaba complicando por el número de servidores físicos, lo que se reflejaba en el aumento en el tiempo invertido en realizar estas tareas. Existían gran cantidad de servicios los cuales estaban instalados en servidores físicos separados lo que aumenta el costo y complejidad de su administración. La ampliación de recursos en los servidores como: aumento de memoria, aumento de espacio en discos duros y aumento de procesamiento ocasionaban un corte prolongado de los servicios.

De las soluciones que se plantearon para resolver estos problemas se identificaron dos posibles:

1. Aumentar las dimensiones del actual centro de datos o construir un nuevo centro de datos.
2. Usar Vmware ESX como herramienta de Virtualización para reducir el número de servidores físicos y consolidar servicios en un menor número de servidores virtuales.

Se elige la segunda opción, de manera que este proyecto se dirigió a implementar la herramienta de Virtualización Vmware ESX. El proyecto tuvo dos fases: consolidar los servicios y servidores y luego virtualizar los servidores a través de Vmware ESX.

#### **4.2.3 Objetivos**

El objetivo principal fue el de optimizar el uso de los recursos de la infraestructura de servidores, permitiendo albergar nuevos servidores y servicios. Obtener los ahorros en el costo total de propiedad y un rápido retorno de la inversión.

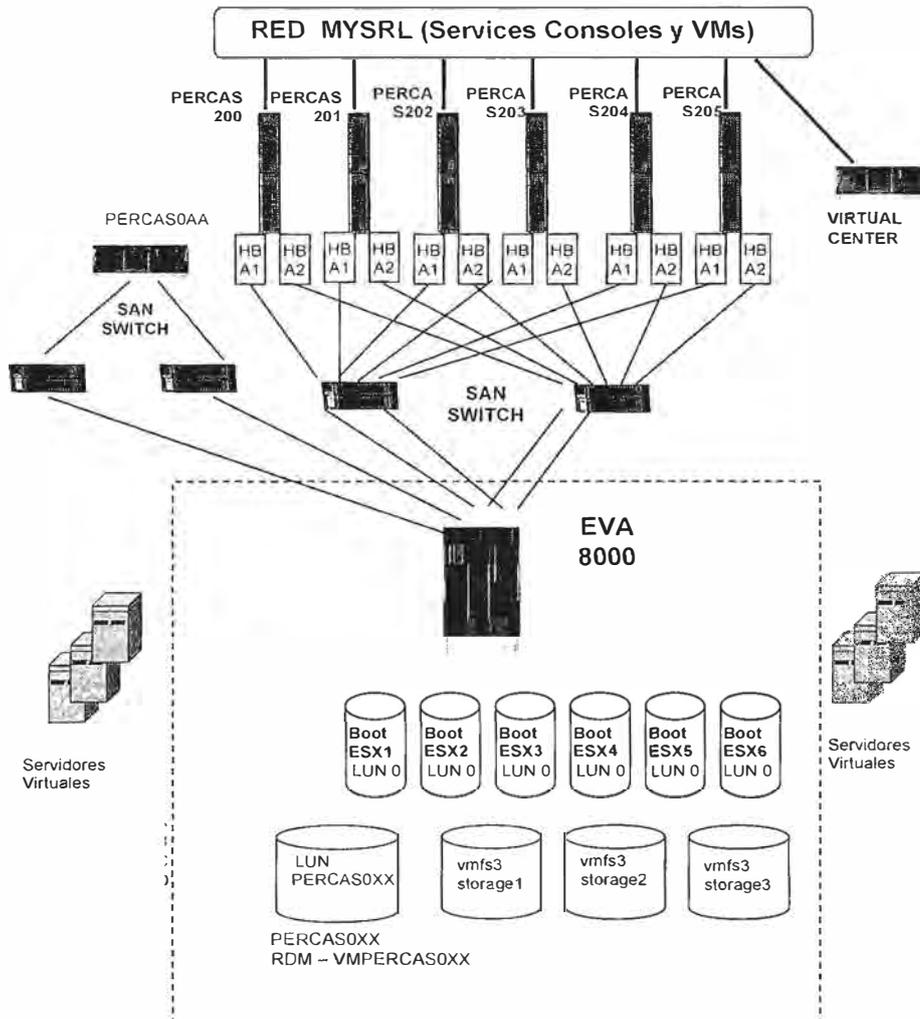
Otro objetivo importante fue centralizar la administración de los recursos informáticos, reduciendo la complejidad de administración y el tiempo incurrido en la ampliación de los recursos asignados a cada servidor.

#### **4.2.4 Componentes de la solución**

El hardware utilizado se basó en la adquisición de 6 nuevos servidores HP Proliant Blade System p-class. Estos servidores son del tipo “cuchilla” con procesadores AMD Opteron Dual Core que permiten una gran capacidad de procesamiento, ahorro en espacio, cableado, menor consumo de energía y mejoras en las técnicas de administración y aprovisionamiento. Adicionalmente se utilizó un servidor existente modelo IBM xSeries con 2 procesadores Xeon de 3.066 GHz y 8GB RAM para contener las máquinas virtuales de la DMZ.

El almacenamiento se basa en un HP StoragweWorks EVA 8000 existente, un sistema de almacenamiento SAN de alto rendimiento y que incluye características de virtualización del almacenamiento. Las características de virtualización del almacenamiento en que se basan los sistemas HP EVA 8000 no está dentro de los alcances del presente informe. Para la capa de virtualización se usa el VMware ESX server 3 y los módulos de alta disponibilidad y de optimización en el uso de los recursos: Vmotion, HA y DRS. Como componente clave de la solución están los servicios de consultoría brindados por una empresa especializada en temas de virtualización con sede en Lima.

La figura 4.5 muestra la arquitectura sobre la cual se basa la implementación del ambiente virtual. Cada servidor Blade (PERCAS200, PERCAS201, PERCAS202, PERCAS203, PERCAS204 y PERCAS205) se conecta hacia la red de Yanacocha mediante 4 puertos de red de 1 gigabit por segundo, y hacia el sistema de almacenamiento mediante 2 interfaces de fibra de 2 gigabits por segundo (HBA1 y HBA2) en un esquema redundante con 2 switches de fibra canal para tolerancia a fallas.



**Fig. 4.5** Arquitectura del ambiente virtual de Yanacocha

El servidor con la consola de administración VirtualCenter también está conectado a la red de Yanacocha para poder administrar las máquinas virtuales. Cada servidor ESX bootea desde un LUN en la SAN (Boot ESX1 LUN0 hasta Boot ESX6 LUN6) Todas las máquinas virtuales y sus discos virtuales se encuentran almacenados en los LUNs llamados vmkfs storage1, storage2 y storage3.

#### 4.2.5 Tablas de virtualización

Después de realizado el levantamiento de información y realizado el análisis con los datos obtenidos, en la etapa de Visión Alcances y preparación, se procedió a crear las tablas de la 4.6 a la 4.12 las cuales relejan la implementación final.

Durante la etapa de planificación, Minera Yanacocha decidió la adquisición de los 6 servidores Blades con la misma configuración y con mucha más memoria de la requerida para el proyecto. Lo que impulsó esta decisión es el conocimiento de que a pesar de haber un sobre dimensionamiento, las ventajas de trabajar en un ambiente virtualizado permitirán el aprovechamiento total de todo lo adquirido y que no se dará el caso de tener recursos ociosos. Por otro lado el ahorro que se produce al realizar una adquisición completa como parte de un proyecto minimiza la inversión a largo plazo.

Todos los 6 servidores adquiridos tienen el software de virtualización VMware ESX instalado con los módulos de alta disponibilidad y administración de recursos (Vmotion, HA, DRS). Teniendo en cuenta la configuración de los servidores (gran capacidad de procesamiento, velocidad de CPU, Memoria, puertos de red y conexión a la SAN) se garantiza una gran capacidad de procesamiento y crecimiento.

**Tabla 4.6** Servidor anfitrión PERCAS200

Server: PERCAS200  
 Modelo: 4 x AMD Opteron 2.4GHz dual core - 16GB RAM  
 Versión: ESX Server 3

	Name System	Modelo	P2V	Rol	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	PERCAS008	IBM xSeries 345	Si	Exchange Back End	4 (DC)	2.4	16	SAN	4
	PERCAS019	IBM xSeries 345	Si	IIS,SharePoint Portal Server					
	PERCAS014	IBM xSeries 345	Si	CCLAS					
	PERCAS046	IBM xSeries 336	No	Cisco ACS					
	PERCAS004	ESX Virtual Machine	No	Intrusion Prevention System - IPS					
	PERCAS018	ESX Virtual Machine	No	K2. Net Server					
	PERCAS026	MS Virtual Machine	No	Oracle PI Server					
	PERCAS029	ESX Virtual Machine	No	EPO (Servidor de Antivirus)					

**Tabla 4.7** Servidor anfitrión PERCAS201

Server: PERCAS201  
 Modelo: 4 x AMD Opteron 2.4GHz dual core - 16GB RAM  
 Versión: ESX Server 3

	Name System	Modelo	P2V	Rol	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	PERCAS002	Virtual	no	Domain Controller	4 (DC)	2.4	16	SAN	4
	PERCAS034	IBM xSeries 345	Si	Exchange Back End					
	PERCAS020	IBM xSeries 345	Si	IIS,SharePoint Index Server					
	PERCAS030	NetServer LPR	Si	Key scan Server					
	PERCAS032	IBM xSeries 305	No	PC Sistel					
	PERCAS049	IBM xSeries 336	No	TIM Access Manager					

**Tabla 4.8** Servidor anfitrión PERCAS202

Server: PERCAS202  
 Modelo: 4 x AMD Opteron 2.4GHz dual core - 16GB RAM  
 Versión: ESX Server 3

	Name System	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	PERCAS005	IBM xSeries 345	Si	Domain Controller	4 (DC)	2.4	16	SAN	4
	PERCAS025	IBM xSeries 346	Si	Sharepoint PI Server, IIS,SQL					
	PERCAS009	IBM xSeries 345	Si	Oracle LM tools					
	PERCAS027	MS Virtual Machine	Si	Ellipse Interface					
	PERCAS035	IBM xSeries 345	Si	Appanalyzer					
	PERCAS003	IBM xSeries 335	Si	Print Server Plotters					
	PERCAS037	IBM xSeries 335	Si	IBM Director Server					
	PERCAS031	ESX Virtual Machine	ESX	Monitoreo de UPSs					

**Tabla 4.9** Servidor anfitrión PERCAS203

Server: PERCAS203  
 Modelo: 4 x AMD Opteron 2.4GHz dual core - 16GB RAM  
 Versión: ESX Server 3

	Name System	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	PERCAS016	IBM xSeries 345	Si	IIS, SQL File Server	4 (DC)	2.4	16	SAN	4
	PERCAS021	IBM xSeries 335	si	IIS, SQL					
	PERCAS022	IBM xSeries 345	Si	IIS Corvu					
	PERCAS039	IBM xSeries 306	No	IIS, Whatsup conference					
	PERCAS050	IBM xSeries 345	Si	Print Server					
	PERCAS053	MS Virtual Machine	Si	AMT					
	PERCAS058	MS Virtual Machine	Si	Cisco Secure					
	PERCAS065	MS Virtual Machine	Si	OSX Xerox					

**Tabla 4.10** Servidor anfitrión PERCAS204

Server: PERCAS204  
 Modelo: 4 x AMD Opteron 2.4GHz dual core - 16GB RAM  
 Versión: ESX Server 3

	Name System	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
Servidores Virtuales	PERCAS023	IBM xSeries 335	Si	WebSense Reportes	4 (DC)	2.4	16	SAN	4
	PERCAS040	IBM xSeries 345	Si	Org Publisher/Net Framework					
	PERCAS045	IBM xSeries 336	No	CISCO ACS					
	PERCAS013	IBM xSeries 235	Si	Oracle					
	PERCAS057	IBM xSeries 346	Si	MOM					

**Tabla 4.11** Servidor anfitrión PERCAS205

Server: PERCAS205  
 Modelo: 4 x AMD Opteron 2.4GHz dual core - 16GB RAM  
 Versión: ESX Server 3

	Name System	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
	PERCASnnn	Maquinas Virtuales ESX	NA	Vmotion, HA, DRS, Contingencia Crecimiento	4 (DC)	2.4	16	SAN	4

**Tabla 4.12** Servidor anfitrión PERCAS0AA

Server: PERCAS0AA  
 Modelo: IBM xSeries 2 x Xeon 3.066 GHz - 8GB RAM  
 Versión: ESX Server 3

Name System	Modelo	P2V	RoI	CPUs	CPU GHz	RAM (GB)	Disk (GB)	NIC (Gbps)
PERCAS033	IBM xSeries 345	Si	ISA Server	2	3.066	8	SAN	4
PERCAS024	IBM xSeries 346	Si	SQL, PI Database					
PERCAS041	N/A	N/A	Exchange Front End					

#### 4.2.6 Resultados y cumplimiento de objetivos

Después de realizada la instalación de los servidores, el software de virtualización y terminada la migración de los servicios al nuevo ambiente virtual, la gerencia de TI de Minera Yanacocha SRL reporta los siguientes resultados:

- Ratio de consolidación 5:1.
- Capacidad de crecimiento a más del 50% (crecimiento en máquinas virtuales).
- Reducción de servidores 38 a 7. 35% más de espacio libre.
- Energía: 15% menos consumo, mayor autonomía de UPS.
- Incremento de la capacidad de administración y capacidad de respuesta ante los cambios del negocio.
- Capacidad de balancear la carga de trabajo de manera dinámica.
- Incremento de los niveles de disponibilidad y continuidad del negocio. Las capacidades de los módulos Vmotion y HA del VMware ESX permiten que se tenga un ambiente en cluster el cual puede ser aprovechado por todas las aplicaciones sin necesidad de ser configuradas.
- Administración Centralizada.

La figura 4.6 muestra la interface del cliente de administración en producción donde están monitoreados los servidores anfitriones reflejo de las tablas de virtualización. Se puede ver que a la fecha, el número de servidores anfitrión se ha incrementado debido a una nueva adquisición de 2 servidores Blade adicionales. Esto demuestra que Minera Yanacocha reconoció las ventajas de la virtualización. Se puede observar que el crecimiento a partir de ahora es sobre un ambiente virtualizado, en lugar de seguir con el esquema de servidores físicos.

Name	State	Status	Host	Host CPU	Host Mem	Guest Mem
PERCAS050	Powered On	○○○●	percas200.per.newmont...	951	1408	14
PERCAS025	Powered On	○○○●	percas204.per.newmont...	926	3087	8
PERCAS028	Powered On	○○○●	percas200.per.newmont...	698	682	11
PERCAS030	Powered On	○○○●	percas200.per.newmont...	698	803	10
PERCAS023	Powered On	○○○●	percas203.per.newmont...	345	2255	0
PERCAS002	Powered On	○○○●	percas202.per.newmont...	340	959	21
PERCAS004	Powered On	○○○●	percas200.per.newmont...	321	1072	36
PERCAS057	Powered On	○○○●	percas203.per.newmont...	288	3793	4
PERCAS019	Powered On	○○○●	percas200.per.newmont...	263	2133	11
PERCAS049	Powered On	○○○●	percas200.per.newmont...	250	2166	3
PERCAS045	Powered On	○○○●	percas204.per.newmont...	232	808	6
PERCAS044	Powered On	○○○●	percas202.per.newmont...	146	751	3
PERCAS029	Powered On	○○○●	percas202.per.newmont...	122	762	4
PERCAS020	Powered On	○○○●	percas204.per.newmont...	102	2064	6
PERCAS069	Powered On	○○○●	percas202.per.newmont...	85	819	5
PERCAS065	Powered On	○○○●	percas202.per.newmont...	80	742	7
PERCAS035	Powered On	○○○●	percas204.per.newmont...	74	1365	3
PERCAS071	Powered On	○○○●	percas203.per.newmont...	71	457	7
PERCAS003	Powered On	○○○●	percas202.per.newmont...	69	912	9
PERCAS022	Powered On	○○○●	percas204.per.newmont...	60	2022	14
PERCAS016	Powered On	○○○●	percas201.per.newmont...	48	1474	3
PERCAS027	Powered On	○○○●	percas202.per.newmont...	47	485	12
PERCAS018	Powered On	○○○●	percas200.per.newmont...	46	1049	0
PERCAS053	Powered On	○○○●	percas203.per.newmont...	46	1310	3

Fig. 4.6 Interface de Administración centralizada. Ambiente virtual de Yanacocha

La implementación incluye la puesta en marcha de las características de alta disponibilidad y balanceo de carga: Vmotion, HA y DRS. En la figura 4.7 se observa que se han creado dos (2) repositorios (pool) de recursos: MYSRL-CUSTER-1 y MYSRL-CUSTER-2. Los servidores ESX pertenecientes a cada repositorio están en cluster. Ante la falla de uno de ellos, las máquinas virtuales se activan en los otros miembros del cluster. También se muestra la forma de configurar este esquema. Solo es necesario agrupar los servidores y habilitar para ellos la característica desde una ventana con opciones. Esto demuestra la facilidad de configurar la alta disponibilidad en el ambiente virtual. Notemos que todas las máquinas virtuales contienen aplicaciones sin configuraciones de alta disponibilidad y sin balanceo de recursos. Es el VMware ESX el que les proporciona esa característica desde un nivel más bajo (capa de virtualización)

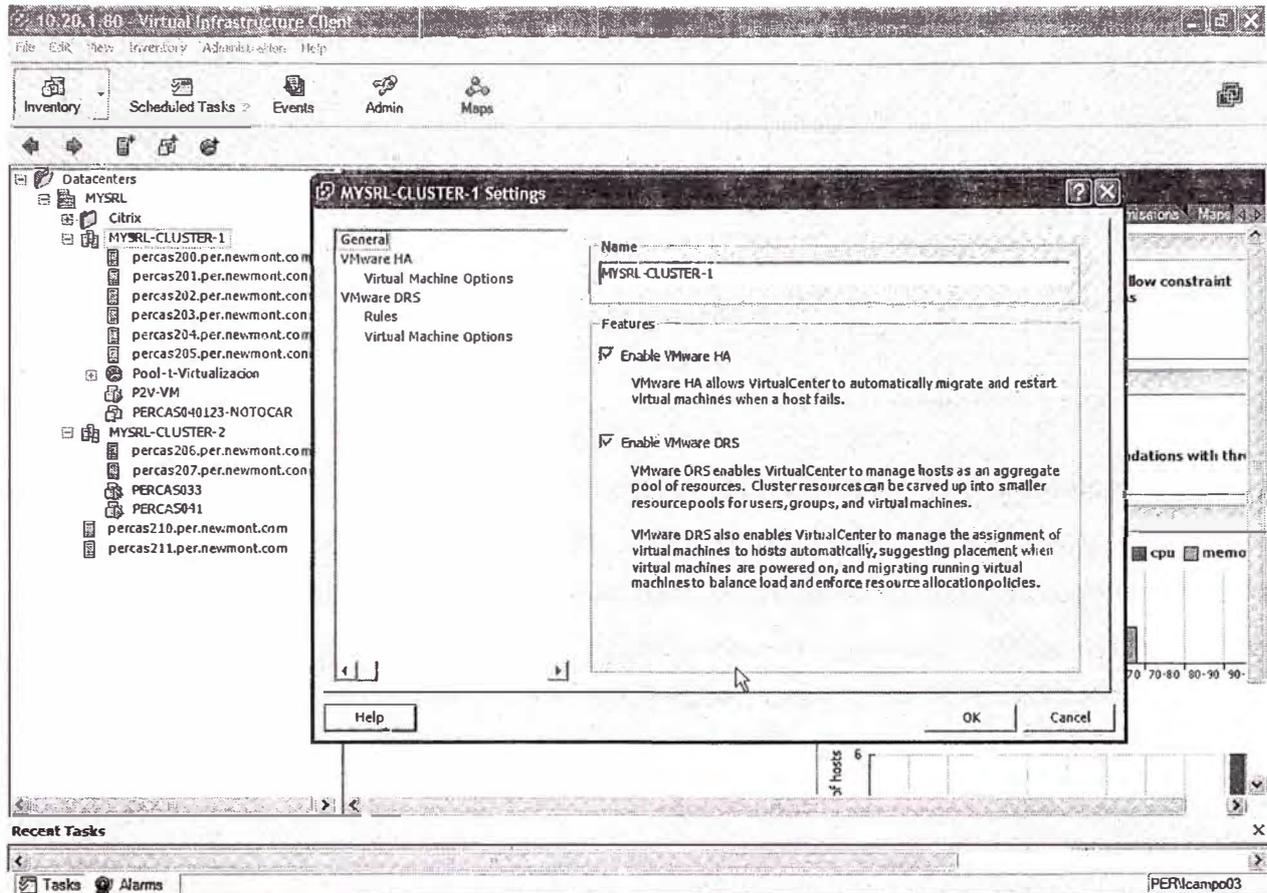


Fig. 4.7 Configuración de la alta disponibilidad y balanceo de carga.

## CONCLUSIONES

1. La tecnología de virtualización de servidores no es nueva. El desarrollo de la misma proviene de los años 60 en que IBM la aplicó en sus sistemas Mainframe.
2. Con el paso de los años, se buscó trasladar la virtualización al ámbito de los sistemas empresariales abiertos. Para tal fin se crearon soluciones de particionamiento físico, los llamados dominios, pero resultaban en soluciones con alto costo de adquisición y mantenimiento.
3. A mediados de los años 90 se trabajó en una solución de software para los servidores basados en la arquitectura Intel x86 cuya ventaja es el bajo costo de adquisición y mantenimiento. A fines de la década de los 90 el resultado fue la creación de varios productos para la virtualización de servidores, de los cuales los más usados en la actualidad son el Xen y el VMware ESX 3.
4. En los primeros años de la aplicación de estos desarrollos, la virtualización estuvo reducida a la creación de servidores virtuales de pruebas y al ámbito educativo ya que la capacidad de los servidores físicos era limitada. Con el paso de los años y el desarrollo de servidores con mayor rendimiento y con características de tipo empresarial, es que se comienza a utilizar la virtualización para consolidar los servidores críticos de la empresa.
5. Esto ha generado una explosión en el número de servidores virtuales. Las empresas han encontrado una nueva forma de optimizar el uso de los recursos y disminuir los costos de adquisición, soporte y mantenimiento.
6. En el mundo se ha generado un movimiento hacia la virtualización de los servidores. Según IDC, la inversión en virtualización de servidores sigue creciendo y para el año 2010 se predice un mercado mundial de más de 18,000 millones de dólares.
7. En el Perú, existe un buen número de empresas medianas y grandes que aplican con éxito la virtualización desde hace más de 5 años. Pero aún se espera que sean muchas más, sobre todo en la pequeña empresa. Para ellas es adecuada la solución basada en el Xen de código libre.

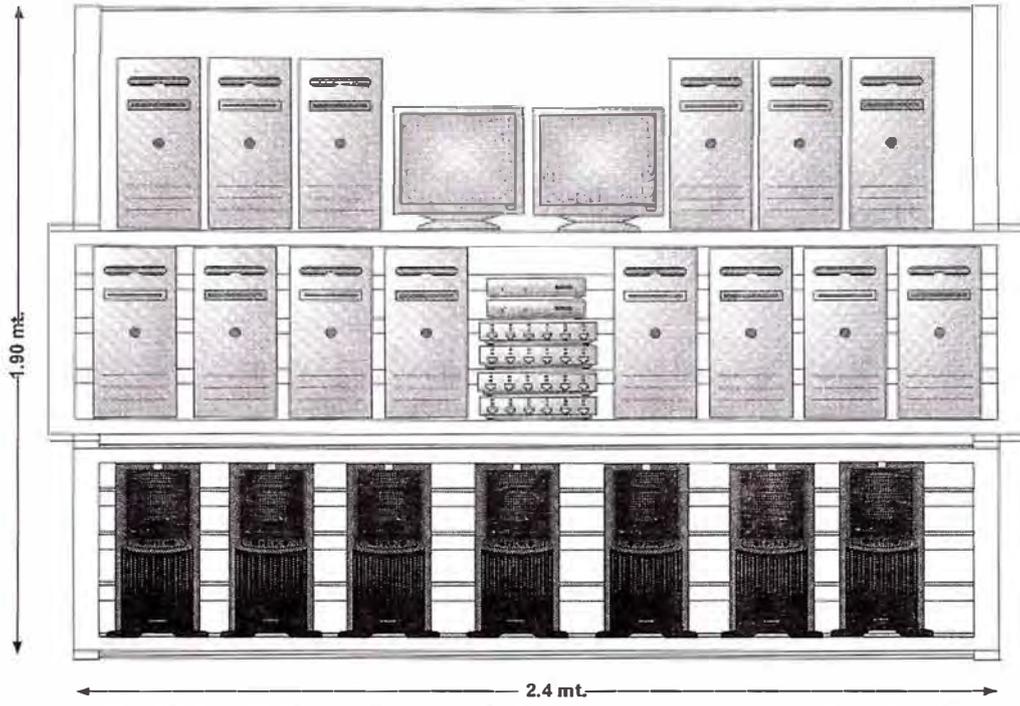
8. La aplicación de la virtualización está generando un cambio en la manera como se administran los sistemas basados en la arquitectura Intel x86. Con la virtualización el administrador ya no depende del hardware. Desaparecen los problemas de compatibilidad gracias a la emulación. Con la virtualización, los servidores son tratados como archivos que pueden ser copiados, respaldados en disco o cinta, editados y eliminados. Este nuevo enfoque permite dedicar más recursos de personal a tareas más ligadas al negocio.
9. En nuestro caso práctico hemos podido ver como se puede diseñar una solución de virtualización, mostrando los parámetros y una metodología requeridos para el diseño. También hemos analizado que no siempre un servidor físico es virtualizable. El problema puede estar en la compatibilidad del software de virtualización o con algún dispositivo o aplicación especializado. Se recomienda a los diseñadores tomar en cuenta eso y evaluar mediante la realización de pruebas si es que es conveniente virtualizar dichos servidores.
10. Los resultados y las ventajas de la solución de virtualización muestran la conveniencia de la aplicación de esta tecnología. Se ha hecho hincapié en el tema de la planificación cuando se trata de migración de los servicios de misión crítica de la empresa.
11. Finalmente, ya se ha llegado a demostrar en el Perú la factibilidad y las ventajas de la aplicación de esta tecnología en nuestras empresas. En la actualidad, no hay empresa mediana o grande en el Perú que no este haciendo planes para adoptar la virtualización como parte de sus planes de nuevas adquisiciones y mejoras para el centro de datos.

## ANEXO A

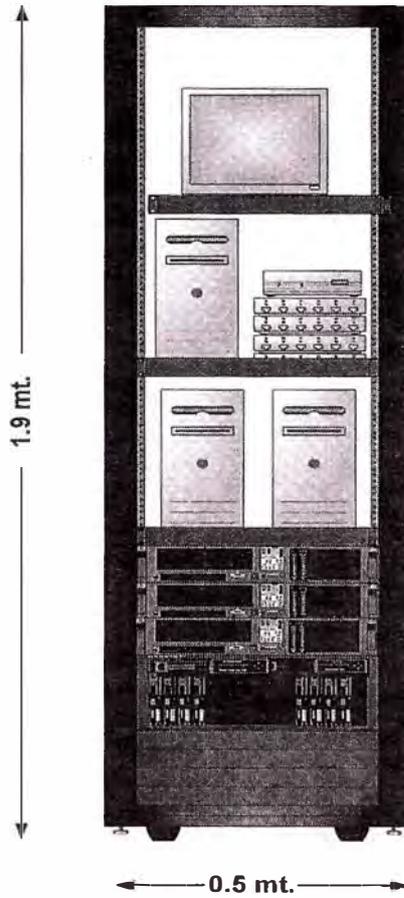
**TABLA A.1** Información requerida para el diseño.

Nombre del Servidor	Fabricante	Modelo	Perifericos Externos	Función del servidor	Sistema Operativo	Familia CPU	# CPUs	Vel. (MHz)	Disco deseado Maquina Virtual (GB)	% uso CPU promedio	% uso CPU máximo	% uso memoria promedio	% uso memoria máximo	Promedio IOPS	Máximo IOPS	Uso de red promedio (Mbps)	Uso de red máximo (Mbps)
MSRSA1	Compaq	Proliant ML350	No	SQL Server 2000	Windows 2000 Server SP4	Pentium III	2	800	32	20	70	400	600	210	350	2	4
MSRSA3	Compatible	Mar R1000	No	Exchange Server 2000	Windows 2000 Server SP4	Pentium III	2	800	70	50	80	350	570	125	225	6	8
MSRSA4	Compatible	Pentium	No	Servidor Archivos / Servidor Wins	Windows 2000 Server SP4	Pentium IV	1	1600	30	16	30	120	200	114	204	5	8
MSRSA5	IBM	Netfinity 3000	No	Servidor Directorio Activo	Windows 2000 Server SP4	Pentium III	1	500	25	30	60	100	150	175	265	3	6
MSRSA6	Compatible	Pentium	No	SIA Visual - SQL Server 2000	Windows 2003 Server SP1	Pentium IV	1	3000	5	15	30	100	120	50	120	5	7
MSRSA7	Coseinco	Compatible	No	Firewall CA E-Trust	Windows NT4.0	Pentium III	1	1500	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual
MSRSA9	Compaq	Proliant ML570	No	SQL 7.0	Windows 2000 SP2	Pentium III	2	700	72	50	90	270	540	200	360	4	6
MSRSA10	Compatible	Pentium IV	No	Contabilidad, SQL 2000	Windows 2000 Professional	Pentium IV	1	2800	8	25	35	190	250	50	75	3	6
MSRSA11	Compatible	Pentium	No	SQL Server 2000	Windows 2000 Server SP4	Pentium IV	1	1700	72	18	30	400	800	189	240	3	5
MSRSA13	Compaq	Proliant ML330 G2	No	Web Server IIS Pruebas	Windows 2000 Server SP4	Pentium III	1	1400	40	10	26	250	300	124	223	4	7
MSRSA14	Coseinco	Compatible	No	CA Etrust Detector de Intrusos	Windows 2000 Server SP4	Pentium IV	1	1600	No virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual
MSRSA15	Coseinco	Compatible	No	Contabilidad Terminal Server	Windows 2000 Server SP4	Pentium III	1	1300	8	20	50	220	350	153	221	2	5
MSRSA16	HP	Proliant ML330	No	Web Server IIS Producción	Windows 2003 Server SP1	Pentium IV	1	1600	15	15	35	300	590	159	227	3	6
MSRSA18	Compaq	Proliant ML350	No	SQL Server	Windows 2000 Server SP4	Pentium III	1	1200	18	15	30	420	515	240	360	5	7
MSRSA20	Compatible	Pentium IV	No	Contabilidad Supervisión	Windows 2000 Professional	Pentium IV	1	1800	8	25	55	98	128	60	89	5	8
MSRSA30	Compaq	Proliant ML370	No	SQL Server 2000	Windows 2000 Server SP4	Pentium III	1	700	30	30	50	350	450	190	287	3	6
MSRSA31	Compaq	Proliant 3000	No	SQL Server 2000 Data Warehouse	Windows 2000 Server SP4	Pentium II	2	300	72	50	90	390	500	210	305	4	7
MSRSASCM	Compatible	Pentium	No	Servidor Proxy	Windows 2000 Server SP4	Pentium IV	1	2800	18	20	40	128	200	125	263	2	4
MSRSA33	Compatible	Pentium IV	No	Servidor de pruebas	Windows 2000 Server SP4	Pentium IV	1	2800	32	12	29	198	275	123	204	4	8
MSRSA34	Compatible	Pentium IV	Tape Backed	Servidor de Respaldo	Windows 2000 Server SP4	Pentium IV	1	3000	No virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual	No Virtual
HIPATH5000	Fujitsu Siemens	Scenic	No	Servidor Terminal Server	Windows 2000 Server	Pentium IV	1	2800	50	40	75	190	269	180	257	3	7

## **ANEXO B**



**Fig. B.1** Distribución física de los servidores a ser virtualizados



**Fig. B.2** Distribución física del ambiente virtualizado

## ANEXO C

## Listado de términos utilizados

**AMD:** Fundada en 1969 y con su central situada en Sunnyvale, California, Advanced Micro Devices (AMD) es la segunda compañía mundial productora de microprocesadores (detrás de Intel) y uno de los más importantes fabricantes de memoria flash y otros dispositivos semiconductores.

**BIOS:** En computación, el sistema básico de entrada/salida Basic Input-Output System (BIOS) es un código de interfaz que localiza y carga el sistema operativo en la RAM. Proporciona la comunicación de bajo-nivel, operación y configuración con el hardware del sistema, que como mínimo maneja el teclado y proporciona salida básica durante el arranque. La BIOS usualmente está escrita en lenguaje ensamblador.

**BTU:** Es una unidad de energía inglesa. Abreviatura de British Thermal Unit. Una BTU representa la energía necesaria para elevar un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales. En nuestros países se usa esta medida para medir la capacidad de enfriamiento de los equipos de aire acondicionado.

**Centro de Datos:** Se denomina centro de proceso de datos a aquella ubicación donde se concentran todos los recursos necesarios para el procesamiento de información de una organización. También se le conoce como centro de cálculo.

**Cliente/Servidor:** Cliente corresponde a la denominación de un programa (software) utilizado para contactar y obtener datos desde un software servidor que se encuentra generalmente en otro ordenador. En la arquitectura cliente-servidor, existe un software cliente corriendo en un ordenador y un software servidor corriendo en otro ordenador que interactúan entre ellos y ejecutan alguna tarea específica.

**Costo Total de Propiedad:** Del término en inglés TCO o Total Cost of Ownership. Permite determinar los costos directos e indirectos, así como los beneficios relacionados con la compra de equipos o programas informáticos.

**Datastore:** En inglés, se denomina así al repositorio de espacio continuo de almacenamiento con formato VMFS creado por el VMware ESX y que se usa para almacenar los discos virtuales. El Datastore es un nivel virtualizado del

almacenamiento, puede estar conformado por la unión de discos individuales o LUNs en una SAN.

**Dual Core:** Doble núcleo en español. Procesador de núcleos múltiples es aquel que combina dos o más procesadores independientes (cores) dentro de un solo paquete, por lo general un circuito integrado. Un procesador dual core contiene dos procesadores independientes y un quad core contiene cuatro. Los cores en un procesador multi core pueden compartir un solo caché de máximo nivel dentro del mismo circuito (por ejemplo caché de nivel 2 en el Intel core 2) o pueden tener cachés separados (por ejemplo los procesadores AMD dual core). Los procesadores comparten también la misma interconexión con el resto del sistema (Bus Frontal). Cada núcleo implementa independientemente sus características de optimización como el Hyperthreading.

**ECC:** Enhanced Memory Correction Code en inglés. Toda memoria RAM puede experimentar errores debido a factores como: rayos cósmicos, partículas alfa, radio frecuencia, fluctuaciones de energía, electricidad estática, falla en otros componentes o un reloj inapropiado del sistema. ECC es capaz de detectar y corregir alguno de esos errores. ECC puede corregir un bit con falla en un bloque de 64 bits. Se recomienda este tipo de memoria para sistemas servidores de tipo empresarial.

**EPIC:** (Explicitly Parallel Instruction Computing en inglés). Intel buscó una nueva arquitectura que le otorgara la flexibilidad de diseñar la evolución de su producto a la vez que le permitiera mantener su posición en el mercado. Se examinaron los diseños CISC (Complex Instruction Set Computer) y RISC (Reduced Instruction-Set Computing), y se concluyó que tenían problemas con la sobrecarga de trabajo, especialmente para ejecutar varias instrucciones paralelamente, una técnica clave para mejorar el rendimiento. Finalmente, Intel comenzó a trabajar en la arquitectura IA-64 (basada en la tecnología EPIC) siendo Itanium su primera implementación. Las aplicaciones pueden utilizar registros generales de 128 64-bits y un segundo conjunto de registros de punto flotante de 128 64-bits. Este conjunto de registros le otorga a los compiladores de IA-64 una buena cantidad de recursos, y la memoria principal de 64-bits permite a los programas o estructuras de datos crecer hasta 18.4 exa bytes.

**Fibra canal:** Arquitectura de transferencia serial de datos desarrollada por un consorcio de fabricantes de computadores y dispositivos de almacenamiento. Ahora es un estándar ANSI. Fue diseñado para los nuevos dispositivos de almacenamiento que requieren un gran ancho de banda. Usa fibra óptica para conectar los dispositivos.

**Hot-plug:** Característica del hardware y del sistema operativo que permite la inserción y el reconocimiento en caliente de componentes nuevos. El sistema operativo configura el nuevo componente de hardware y lo deja listo para operar. No es necesario reiniciar el servidor. La capacidad Hot-swap es aquella que permite retirar componentes de hardware sin necesidad de apagar el servidor. Ambas características requieren una combinación de hardware y software para funcionar.

**Hyperthreading:** La tecnología Hyperthreading es un diseño de la empresa Intel que permite al software ejecutar múltiples hilos (multi-threaded) en paralelo dentro de un único procesador. Esta tecnología consiste en usar dos procesadores lógicos dentro de un único procesador físico, el resultado es una mejora en el rendimiento. Según Intel la mejora que se obtiene es aproximadamente de un 30 por ciento. Las aplicaciones deben haber sido programadas para utilizar múltiples hilos para aprovechar la tecnología Hyperthreading, de lo contrario no se conseguirá el paralelismo en la ejecución que se pretende. Una forma de aprovechar esta capacidad es usando un software de virtualización de servidores.

**Intel:** Es una empresa multinacional fundada por Gordon E. Moore y Robert Noyce en 1968, que fabrica microprocesadores, circuitos integrados especializados tales como circuitos integrados auxiliares para placas base de ordenador y otros dispositivos electrónicos.

**Intel VT:** Intel Virtualization Technology en inglés. Es una característica incluida en los procesadores que permite que los sistemas operativos se ejecuten en los anillos (Rings) para los cuales han sido diseñados mientras que el Hypervisor mantiene el control de los recursos del servidor. Esto evita los conflictos y simplifica el diseño del Hypervisor.

**Kernel:** En informática, el kernel (también conocido como núcleo) es la parte fundamental de un sistema operativo. Es el software responsable de facilitar a los distintos programas acceso seguro al hardware de la computadora. Como hay muchos programas y el acceso al hardware es limitado, el núcleo también se encarga de decidir qué programa podrá hacer uso de un dispositivo de hardware y durante cuánto tiempo.

**MAC:** Media Access Control address. Es un identificador físico, un número único de 48 bits almacenado desde fábrica dentro de una tarjeta de red o una interface. Usada para asignar globalmente direcciones únicas en algunos modelos OSI (capa 2) y en la capa física del conjunto de protocolos de Internet.

**PAE:** Extensión de Memoria Física (en inglés Physical Address Extensión) permite el uso de hasta 64GB e memoria en sistemas de 32 bits, siempre en cuando lo soporte el sistema operativo.

**PCI-express:** Es un nuevo desarrollo del bus PCI que usa los conceptos de programación y los estándares de comunicación existentes, pero se basa en un sistema de comunicación serie mucho más rápido. Este sistema es apoyado principalmente por Intel, que empezó a desarrollar el estándar con nombre de proyecto Arapahoe después de retirarse del sistema Infiniband. PCI-Express no tiene que ver nada con PCI-X, son totalmente diferentes. PCI-X es una evolución de PCI, en la que se consigue aumentar el ancho de banda mediante el incremento de la frecuencia, llegando a ser 32 veces más rápido que el PCI 2.1.

**RAID:** Acrónimo de Redundant Array of Independent Disks en inglés. RAID es un método de combinación de varios discos duros para formar una única unidad lógica en la que se almacenan los datos de forma redundante. Ofrece mayor tolerancia a fallos y más altos niveles de rendimiento que un sólo disco duro o un grupo de discos duros independientes.

**Retorno de la inversión:** Del término en inglés ROI o Return of Investment. Es el beneficio que se obtiene por cada unidad monetaria invertida durante un período de tiempo. Suele utilizarse para analizar la viabilidad de un proyecto y medir su éxito.

**RISC:** (Reduced Instruction Set Computer en Inglés). Es una filosofía de diseño de CPU para computadora que está a favor de conjuntos de instrucciones pequeños y simples que toman menos tiempo para ejecutarse. El tipo de procesador más comúnmente utilizado en equipos de escritorio, el x86, está basado en CISC en lugar de RISC, aunque las versiones más nuevas traducen instrucciones basadas en CISC x86 a instrucciones más simples basadas en RISC para uso interno antes de su ejecución.

**SAS:** Serial Attached SCSI. Es un método usado para acceder los dispositivos periféricos que emplean una interfase serial. Los cables son más delgados, los conectores menos voluminosos y más largos. SAS ofrece velocidades de transferencia de datos de 3 Gigabits por segundo. Se esperan velocidades de 10 Gigabits por segundo en el futuro.

**Servidores Blade:** Tecnología de servidores de formato ultra denso. La principal característica es su forma ultra delgada que permite colocar procesadores, memoria, discos internos, puertos de red y energía en una pequeña caja que se inserta verticalmente en un gabinete (de allí que también se les llame "cuchillas"). El gabinete puede contener hasta 16 de estos servidores en un pequeño espacio.

**SCSI:** Del acrónimo inglés Small Computer System Interface. Es una interfaz estándar para la transferencia de datos entre periféricos en el bus del ordenador (computadora). Se usa para conectar discos a servidores tanto externamente como internamente.

**SOA:** Arquitectura Orientada a Servicios (en inglés Service-oriented architecture o SOA). Es una arquitectura para el diseño de servicios, basada en la interacción en forma “desacoplada” de distintos tipos de software. Esto permite el desarrollo de servicios de forma modular. Las empresas pueden usar y rehusar elementos comunes del diseño para crear nuevos servicios, sean estos servicios web, call-center, portales etc. SOA se ha creado para poder crear servicios de IT de manera rápida y eficiente.

**TI:** Tecnologías de Información (en inglés Information Technology) Es cualquier equipo, sistema o subsistema interconectado que es usado para automatizar la adquisición, almacenamiento, manipulación, administración, traslado, control, presentación, intercambio, transmisión o recepción de datos. Incluye computadores, software y firmware.

**UPS:** Sistema de alimentación ininterrumpida (Uninterruptible Power Supply, en español abreviado como SAI).

**Virtual Desktop Infrastructure:** (Infraestructura Virtual de Escritorio). Tecnologías orientadas a la virtualización de los computadores de escritorio. Basadas por lo general en aquellas usadas para la virtualización de servidores. Agregan herramientas de administración de versiones, y herramientas de provisión de mayor granularidad. Se espera que este sea el paso siguiente en el avance de la virtualización en el Perú

**X86:** Es la denominación genérica dada a ciertos procesadores de la familia Intel, sus compatibles y a la arquitectura básica de estos. X86 se debe a la terminación de sus nombres: 8086, 80286, 80386 y 80486. Los sucesores del 80486 pasaron a ser llamados por nombres no numéricos, bajo la denominación Pentium y Xeon sin embargo todavía se los llama procesadores de la familia x86.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alberto Molina Coballes "Instalación y configuración de Xen 3.0 en Debian GNU/Linux (eth)", CEP de Sevilla – España, 2006.
2. Xen developer's, "Xen user's manual, Xen v3.0", Universidad de Candbridge - Inglaterra, 2005.
3. VMware, "VMware Architecture Overview", VMware Inc. – USA, 2006.
4. Tim Abels S, Puneet Dhawan and Balasubramanian Chandrasekaran, "An overview of Xen virtualization", Dell Power Solutions – Agosto 2.5.
5. Diane Green, "Virtualization: Transforming the IT Landscape", VMware Inc. – Usa, 2006.
6. IBM, "IBM Systems Virtualization Version 2 Release 1", IBM – Diciembre 2005.
7. Irfan Ahmad, Jennifer M. Anderson, Anne M. Holler, Rajit Kambo, Vikram Makhija VMware Inc., "An Analysis of Disk Performance in VMware ESX Server Virtual Machines", IEEE Computer Society – Austing Texas, Octubre 2003.
8. VMware, "Systems Compatibility Guide for ESX Server 3.x", VMware Inc – USA, Febrero 2007.
9. Sun Microsystems, "Consolidation through Virtualization with Sun x64 Servers", Sun Microsystems – USA, 2006.
10. VMware, "Virtualization Overview", VMware – 2006.
11. VMware, "Virtualization: Architectural considerations and other evaluation criteria", VMware – USA, 2005.
12. John Humphreys, "System Virtualization: Sun Microsystems enables choice, flexibility, and management", IDC – USA, Octubre 2006.
13. Mike Neil, "Hypervisor, Virtualization stack, and device virtualization architectures", Microsoft – USA, 2006.
14. Intel White Paper, "Enhanced Virtualization on Intel Architecture based Servers", Intel – 2006.

15. Adexus Perú S.A, “Neptunia - Proyecto de Consolidación y Migración de Servidores (CYMS) Documento de Cierre del Proyecto”, Adexus Perú S.A. – Lima Perú, Mayo 2007.
16. Adexus Perú S.A, “Minera Yanacocha - Proyecto de Consolidación y Migración de Servidores (CYMS) Documento de Cierre del Proyecto”, Adexus Perú S.A. – Lima Perú, Junio 2007.
17. VMware, “Configuration Maximums for VMware Infrastructure 3”, VMware – USA, Diciembre 2006.