



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración
Maestría en Administración

**VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES, SU IMPACTO FINANCIERO EN
EMPRESAS GRANDES**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestro en Administración

Presenta:

Fausto Vega Anaya

Dirigido por:

M. en A. Ma. de Lourdes Gabriela de la Parra Garrido

SINODALES

M. en A. Ma. de Lourdes Gabriela de la Parra Garrido
Presidente

M. en A. Arturo Castañeda Olalde
Secretario

Dr. Ignacio Almaraz Rodríguez
Vocal

Dra. Graciela Lara Gómez
Suplente

Dr. Fernando Barragán Naranjo

M. en I. Héctor Fernando Valencia Pérez
Director de la Facultad de Contaduría y
Administración

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
Director de Investigación y
Posgrado

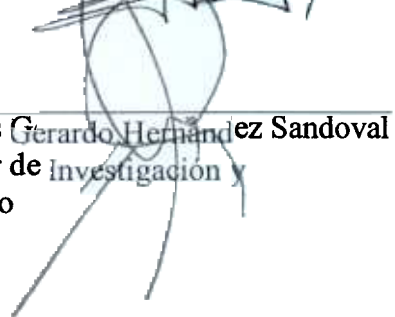

Firma


Firma


Firma


Firma


Firma


Firma

Centro Universitario
Santiago de Querétaro, Qro.
Junio, 2010
México

RESUMEN

En esta investigación se estudió la tecnología de virtualización de servidores en una empresa grande. Se realizó un estudio minucioso de las necesidades de una empresa, se analizó qué es lo que necesitan las grandes empresas para que sus áreas de Tecnologías de Información sean más productivas y logren alcanzar los objetivos de las compañías. Este proyecto logró reducir en gran medida el número de servidores con los que contaba la empresa. De necesitar 33 servidores en un principio, se logró reducir a 6 el número de servidores físicos, lo cual trajo muchos beneficios a la misma, logrando un retorno de la inversión (ROI) del 541.5%, lo cual representa que en 5 meses se recuperará la inversión. Se obtuvo una disminución en la contaminación que generan los sistemas de cómputo y en gastos administrativos que éstos generan. Se optimizaron los recursos humanos y financieros de la compañía, mejorando la administración de los servidores y teniendo una infraestructura más robusta, en caso de que ocurra algún desastre.

(Palabras clave: Virtualización, servidores, beneficios, optimización, tecnología.)

SUMMARY

This research studies server virtualization technology in a large company. A careful study was made of the company's needs. What is needed for large companies to make their Information Technology areas more productive and to achieve the objectives of the company was analyzed. This project resulted in a great reduction of the number of servers the company used. From 33 servers in the beginning, the number of physical servers was reduced to 6. This brought many benefits to the company and allowed for a return on investment (ROI) of 541.5% which means that in 5 months the investment will be recovered. A decrease in pollution created by computer systems was obtained, as well as a reduction in administrative expenses arising from these systems. Both the company's human and financial resources were optimized, improving the management of the servers and creating a stronger infrastructure in case of an unforeseen disaster.

(Key words: Virtualization, servers, benefits, optimization, technology)

DEDICATORIAS

A mis padres, Fausto y Ma. Guadalupe, por todo el amor, esfuerzo, apoyo y confianza que me han brindado para que yo pudiera lograr este gran sueño. Mi amor y agradecimiento.

A mi hermana Guadalupe Cristina, por sus consejos y apoyo brindados durante toda mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

A la Universidad Autónoma de Querétaro

A la Facultad de Contaduría y Administración

A mis maestros

A mi maestra y asesora M. en A. Ma. de Lourdes Gabriela de la Parra Garrido

Al departamento de TI de la empresa en la que laboro

A mis compañeros y amigos

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES, SU IMPACTO FINANCIERO EN EL ÁREA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA GRANDE	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Servidor	4
2.3. Tipos de servidores	5
2.4. Data Center	6
2.4.1. Historia	7
2.4.2. Centro de proceso de datos (Data Center Process)	8
2.5. Virtualización	11
2.5.1. Historia de la virtualización	11
2.5.2. Qué es virtualización	12
2.5.3. Categorías principales de virtualización	14
2.5.4. Beneficios de la Virtualización	18
2.5.5. Usos más frecuentes de las máquinas virtuales	21
2.6. Herramientas financieras a utilizar	22
2.6.1. El valor presente neto (VPN)	22
2.6.2. La inversión inicial previa	22
2.6.3. Payback	25
2.6.4. Retorno de la Inversión (Return of Investment) (ROI)	26
3. PLANTEAMIENTO, JUSTIFICACIÓN Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.1. Planteamiento y justificación	28
3.2. Metodología	29
3.3. Herramientas financieras a utilizar	29
3.4. Variables de la investigación	29
4. MODELO DESARROLLADO PARA PROBAR LA CONVENIENCIA DE LA VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES	30
4.1. Planteamiento del proyecto	30
4.2. Situación actual de la empresa	37
4.3. Análisis de TCO (costos totales)	40
5. RESULTADO	54
5.1. Aportaciones	61
5.2. Recomendaciones	61
5.3. Conclusiones	62
BIBLIOGRAFÍA	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
4.1.	Cuestionario para determinar tipo de empresa y moneda que se utilizará	31
4.2.	Cuestionario de características de los servidores	31
4.3.	Cuestionario para determinar las variables de investigación	32
4.4.	Cuestionario para conocer los precios promedio de los servidores	33
4.5.	Cuestionarios para conocer las horas que labora la empresa	33
4.6.	Cuestionario para conocer la capacidad de almacenamiento de la empresa	34
4.7.	Cuestionario para conoce la infraestructura de red actual	34
4.8.	Cuestionario para conocer las características del site	35
4.9.	Cuestionario para conocer el consumo de energía eléctrica (kwatt/hora)	36
4.10.	Cuestionario para conocer el incremento de servidores por año en la empresa	36
4.11.	Cuestionario para conocer cuánto cuesta una caída del sistema por hora	37
4.12.	Cuestionario para conocer los riesgos y costos en recuperación de desastres	37
4.13.	Propuesta de configuración utilizando virtualización	38
4.14.	Costos de licenciamiento del software de virtualización	39
4.15.	Gastos y beneficios obtenidos utilizando Virtualización	39

4.16.	Beneficios obtenidos con virtualización	40
4.17.	Consolidación de servidores utilizando Virtualización	40
4.18.	Ahorros obtenidos y amortización utilizando virtualización	42
4.19.	Proyección a 3 años con virtualización	43
4.20.	Propuesta de almacenamiento utilizando virtualización	44
4.21.	Ahorros de almacenamiento utilizando virtualización	44
4.22.	Infraestructura de red necesaria para virtualización	45
4.23.	Ahorros en infraestructura de red utilizando virtualización	46
4.24.	Consumo de energía eléctrica y aire acondicionado	47
4.25.	Consumo de energía eléctrica y aire acondicionado utilizando virtualización	47
4.26.	Ahorros de energía eléctrica durante los siguientes 3 años	47
4.27.	Espacio en el site de datos	48
4.28.	Ahorros de espacio del site obtenidos con virtualización	49
4.29.	Suministro de servidores	49
4.30.	Ahorros en el suministro de servidores utilizando virtualización	49
4.31.	Administración de servidores	50
4.32.	Ahorros en la administración de servidores	50
4.33.	Recuperación de desastres del centro de datos (indirectos)	51
4.34.	Ahorros en recuperación de desastres	51
4.35.	Inactividad no planificada del centro de datos (indirectos)	51
4.36.	Ahorros en inactividad no planificada del centro de datos (indirectos)	52

5.1.	Análisis de costos totales de la virtualización	54
5.2.	Retorno de la inversión	54
5.3.	Costos de las licencias de software para la virtualización	55
5.4.	Inversión en la solución de virtualización (licencias)	55
5.5.	Infraestructura necesaria para la virtualización	56
5.6.	Beneficios esperados con la virtualización	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1.	Servidores de la empresa	41
4.2.	Servidores sin virtualizar vs. virtualizados	43
4.3.	Costos de almacenamiento con virtualización y sin virtualización	45
4.4.	Costos de red con virtualización y son virtualización	46
4.5.	Costos de consumo de energía con virtualización vs. sin virtualización	48
4.6.	Costos por tiempo de inactividad no planificado del centro de datos (indirecto)	53
5.1.	Comparativo de TCO de 3 años. Directos contra indirectos	58
5.2.	Comparativo de los costos totales implementando virtualización	59
5.3.	Beneficios esperados durante 3 años implementando virtualización	60

1. INTRODUCCIÓN

La virtualización, para definirlo en una forma sencilla, es reunir y compartir varios recursos de equipo de cómputo, como son los servidores, equipos de almacenamiento, redes, entre otros, mejorando la calidad de los servicios del área de Tecnologías de Información (TI), permitiendo la continuidad y la disponibilidad operacional de las empresas. En resumen, es una manera de distribuir la carga de manera inteligente dentro de la infraestructura de TI, lo cual trae múltiples beneficios a las empresas, no importando su tamaño, ni naturaleza o propósito. Este trabajo de investigación muestra la implementación de virtualización en servidores en una empresa grande

En el capítulo dos se dan a conocer algunos antecedentes sobre las computadoras, servidores y de la virtualización, con el fin de que el lector se familiarice con los términos que se utilizarán más adelante y quede más claro lo que se realizó. En ese capítulo también se manejan conceptos financieros básicos para comprender qué es lo que se logró con la implementación del proyecto.

En el capítulo tres se detalla cómo se llevó a cabo la investigación y el por qué de la misma. Se explica cuáles fueron las herramientas que se utilizaron para la realización del proyecto y qué variables se manejaron dentro del mismo.

En el capítulo cuatro se analiza el modelo que se desarrolló para la implementación de la propuesta y se muestra paso a paso cómo se realizó el proyecto, detalles técnicos del mismo y los beneficios obtenidos. Se muestran los resultados que arrojó el modelo a manera de tabla, para que al lector le sea más fácil observarlos.

En el capítulo cinco se presentan los resultados obtenidos con la implementación del proyecto de virtualización y los beneficios que se obtuvieron. Es en este capítulo donde se puede apreciar, de mejor manera, los grandes beneficios que aportó la virtualización a

la empresa, tanto en aspectos financieros como en cuestiones ambientales, los cuales también son de gran importancia en la actualidad. También se dan a conocer las aportaciones que realizó esta investigación, y algunas recomendaciones para posibles implementaciones futuras de virtualización en empresas grandes. Estas aportaciones fueron una reducción considerable en la cantidad de servidores que necesitaba la empresa para su operación. Al reducir el número de servidores, se lograron ahorros en el consumo de energía eléctrica tanto para la operación de los mismos como del aire acondicionado, logrando un mejor aprovechamiento de espacio dentro del site de datos y reduciendo el costo de administración de éstos. Se recomienda seguir el estudio de este tema para computadoras personales y portátiles.

2. VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES, SU IMPACTO FINANCIERO EN EL ÁREA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA GRANDE

La virtualización simplifica la tecnología de tal manera que las compañías aprovechan sus recursos computacionales, de almacenamiento de información y de redes para controlar los costos y responder con mayor rapidez. El enfoque de la virtualización hacia la administración de Tecnologías de Información (TI), crea servicios virtuales a partir de la infraestructura física de TI, lo que permite que los administradores asignen estos recursos virtuales rápidamente a las áreas que más los necesitan.

La administración del hardware está completamente separada de la administración de software, y el equipo de hardware puede ser tratado como un repositorio único con capacidad de procesamiento, almacenamiento de información y redes para asignar y eliminar inmediatamente la carga de trabajo de varios servicios de software.

En una infraestructura virtual, los usuarios ven los recursos como si éstos estuvieran dedicados a ellos, mientras que los administradores los gestionan y optimizan de manera global en toda la empresa.

2.1. Antecedentes

Los servidores han tenido un gran auge en los últimos años, ya que cada día las tecnologías de información los han aprovechado de mejor manera. En los principios de las computadoras, el concepto de servidor ni siquiera estaba considerado, ya que solo se tenía el enfoque de un equipo de cómputo dedicado a cierta aplicación y concentrando todos sus recursos en la misma. Al avanzar tan rápido, la tecnología tuvo que adaptarse a las necesidades del mercado, por lo que se empezó a idear la manera de atenderlo de mejor forma. Tradicionalmente el desarrollo de hardware avanzaba más rápido que el software, por tal motivo, se observó que se podía obtener mejor provecho al hardware si

se contaba con un software adecuado. Esto fue lo que ocasionó el auge de los servidores, debido a que se podía aprovechar las características del hardware para nuevas aplicaciones.

2.2. Servidor

Un servidor puede ser software que realiza algunas tareas en nombre de los usuarios. Servidor también se utiliza para referirse a un equipo de cómputo físico en el cual funciona ese software, una computadora cuya función es proveer datos con el fin de que otras puedan utilizar esos datos. En el caso de un servidor, este término puede referirse a una computadora que almacena y maneja los sitios de Internet, y en este sentido es utilizado por las compañías que ofrecen *hosting* u hospedaje. A su vez, un servidor podría referirse al software, como un servidor de http, que funciona en la computadora y maneja la entrega de los componentes de las páginas Web como respuesta a peticiones de los navegadores de las computadoras clientes.

Los programas y archivos para cada sitio de Internet se almacenan y se ejecutan en un servidor. Existen muchos servidores en Internet y muchos tipos de los mismos, pero comparten la función común de proporcionar el acceso a los archivos, programas y servicios. Un servidor provee información a las computadoras que se conectan a él. Cuando los usuarios se conectan a un servidor pueden acceder a programas, archivos y a cualquier información del servidor.

En la Web, un servidor Web es un equipo de cómputo que utiliza el protocolo http para enviar páginas Web a las computadoras de los usuarios cuando éstos las solicitan. Los servidores Web, de correo y de bases de datos, son a lo que tiene acceso la mayoría de la gente que utilizan Internet.

Algunos servidores manejan solamente correo o archivos, mientras que otros realizan más de un trabajo, ya que una misma computadora puede tener diferentes programas de servidor funcionando al mismo tiempo (www.wikipedia.com.mx).

2.3. Tipos de servidores

Algunos tipos de servidores en el mercado actual:

- ***Servidores FTP:*** Es de los servicios más antiguos de Internet, *File Transfer Protocol* permite mover uno o más archivos de un sitio a otro.
- ***Servidores Web:*** Sirven contenido estático a un navegador, carga un archivo y lo sirve a través de la red al cliente o usuario que necesita consultar cierta información.
- ***Plataformas de Servidor:*** Término utilizado a menudo como sinónimo de sistema operativo, la plataforma es el hardware o software subyacentes para un sistema, es decir, el motor que dirige el servidor.
- ***Servidores de Correo:*** Manejan y almacenan el correo electrónico a través de las redes corporativas (vía *Local Area Networks (LANs)* y *Wide Area Networks (WANs)*) y a través de Internet.
- ***Servidores Proxy:*** Se sitúan entre un programa del cliente (un navegador) y un servidor externo (otro servidor Web) para filtrar peticiones, mejorar el funcionamiento y compartir conexiones.
- ***Servidores de Aplicaciones:*** Designados a veces como un tipo de *middleware* (software que conecta dos aplicaciones), éstos ocupan una gran parte del territorio entre los servidores de bases de datos y el usuario, y a menudo los conectan.

- ***Servidores Telnnet:*** Permite a los usuarios entrar en una computadora huésped y realizar tareas como si estuviera trabajando directamente en esa computadora.
- ***Servidores de Audio/Video:*** Agregan capacidades multimedia a los sitios Web permitiéndoles mostrar contenido multimedia en forma de flujo continuo (*streaming*) desde el servidor.
- ***Servidores de Chat:*** Permiten intercambiar información a una gran cantidad de usuarios ofreciendo la posibilidad de llevar a cabo discusiones en tiempo real.
- ***Servidores de Fax:*** Es una solución ideal para organizaciones que tratan de reducir el uso del teléfono pero necesitan enviar documentos por fax.
- ***Servidores Groupware:*** Software diseñado para permitir colaborar a los usuarios, sin importar su localización, vía Internet o vía Intranet corporativo y trabajar juntos en un ambiente virtual.
- ***Servidores de Listas:*** Ofrecen una mejor forma de manejar listas de correo electrónico, bien sean discusiones interactivas abiertas al público o listas unidireccionales de anuncios, boletines de noticias o publicidad.
- ***Servidores de Noticias:*** Actúan como fuente de distribución y entrega para los miles de grupos de noticias públicos actualmente accesibles a través de una red de noticias (<http://www.masadelante.com/faqs/tipos-de-servidores>).

2.4. Data Center

Un *Data Center* es una sala de gran tamaño usada para mantener en él una cantidad grande de equipo electrónico. Normalmente los crean y mantienen organizaciones con objeto de tener acceso a la información necesaria para sus operaciones. Un ejemplo puede ser un banco, ya que puede tener un *data center* con el propósito de almacenar

todos los datos de sus clientes y las operaciones que estos realizan sobre sus cuentas. Prácticamente todas las compañías que son medianas o grandes tienen algún tipo de *data center*, mientras que las empresas más grandes pueden llegar a tener varios.

2.4.1. Historia

Los *Data Centers* tienen sus orígenes desde los enormes cuartos donde se encontraban las computadoras de las primeras generaciones. Estas computadoras eran complejas para operar y mantener, y necesitaban un ambiente especial para que pudieran trabajar. Se necesitaban muchos cables para conectar todas sus partes. Las computadoras antiguas requerían de mucha energía eléctrica y tenían que ser enfriadas para evitar algún sobre calentamiento. Además, la seguridad era importante, pues las computadoras eran muy caras, y sobretodo, en los inicios de éstas, se usaban con propósitos militares. Por esta razón, se iniciaron a establecer procedimientos o políticas de seguridad desde el inicio de las computadoras. Se comenzaron a diseñar guías básicas para el control de acceso a los centros de datos, entre otras medidas de seguridad. Algunos elementos, como *racks* para montar equipos, pisos elevados y cableados especiales, se fueron introduciendo en estas primeras generaciones, y se han modernizado relativamente poco comparado con las actuales computadoras.

Durante el auge de la industria de las microcomputadoras, especialmente en la década de los 80's, las computadoras comenzaron a ser distribuidas en todas partes, en muchos casos con un poco o casi nada de cuidados para cubrir los requerimientos de espacio de cada computadora. Como las tecnologías de información comenzaron a crecer en complejidad, las compañías empezaron a pensar un poco más en cómo controlar estos recursos. Con el auge de la computación cliente-servidor durante la

década de los 90, las microcomputadoras o servidores, comenzaron a encontrar su lugar en los antiguos cuartos de las computadoras. La disponibilidad de equipo no caro de red, acoplado con nuevos estándares en el cableado de red, hizo posible el uso de ciertos diseños, los cuales colocan a los servidores en cuartos diseñados especialmente para computadoras, los cuales fueron ganando popularidad durante este tiempo.

El auge de los *data centers* vino durante el periodo de los sitios .com (punto com). Las compañías necesitaban conectividad de Internet más rápida y una operación que no se detuviera para entregar los sistemas y tener presencia en Internet. Para las pequeñas compañías no era viable instalar mucho equipo. Algunas compañías comenzaron a construir instalaciones muy grandes, llamadas Centro de datos de Internet o IDC's por sus siglas en Inglés (*Internet Data Centers*), los cuales proveían negocios de soluciones para la entrega de sistemas y de su operación. Nuevas prácticas y tecnologías fueron diseñadas para mantener los requerimientos de operación de cada negocio. Estas prácticas eventualmente fueron migradas a centros de datos privados, los cuales fueron ampliamente adoptados por sus prácticos y positivos resultados (http://en.wikipedia.org/wiki/Data_center).

2.4.2. Centro de proceso de datos (Data Center Process)

El centro de proceso de datos es la ubicación donde se concentran los recursos necesarios para el procesamiento de información de una organización. Estos recursos consisten principalmente en espacios físicos debidamente acondicionados, con equipos de cómputo y de comunicaciones. Los centros de proceso de datos suelen ser denominados por su acrónimo: CPD. En inglés y quizá más conocidos, se les llama *Data Center*.

Entre los factores más importantes que motivan la creación de un *datacenter* se puede destacar garantizar la continuidad del servicio a clientes y empresas colaboradoras, pues en estos ámbitos es muy importante la protección física de los equipos de cómputo y de comunicaciones implicados, así como servidores de bases de datos que puedan contener información crítica.

Diseño: Se comienza por la elección de su ubicación geográfica, y requiere un balance entre diversos factores:

- Costo económico: costo del terreno, impuestos, seguros, gastos.
- Infraestructuras disponibles en la zona en que se ubica: energía eléctrica, carreteras, acometidas de electricidad, centrales de telecomunicaciones, bomberos, entre otras.
- Riesgo: posibilidad de inundaciones, huracanes, incendios, robos y terremotos.

Ya que se ha seleccionado la ubicación geográfica, es necesario encontrar algunas instalaciones adecuadas para su finalidad. Algunos requisitos de las instalaciones son:

- Doble acometida eléctrica.
- Zona de carga y descarga.
- Montacargas y puertas anchas.
- Altura suficiente de las plantas.
- Contar con medidas de seguridad en caso de incendio o inundación: drenajes adecuados, extintores, vías de evacuación, puertas ignífugas.
- Aire acondicionado, teniendo en cuenta que se usará para el enfriamiento del equipo de cómputo y de telecomunicaciones.

- Bodegas de almacenamiento.

Aun contando con un local adecuado, se necesita revisar la infraestructura interior:

- Pisos y techos falsos.
- Cableado de telefonía y red.
- Doble cableado eléctrico.
- Generadores y cuadros de distribución eléctrica.
- Acondicionamiento de salas.
- Instalación de alarmas, control de temperatura y humedad.

Otro factor importante a considerar en estos sitios, es la seguridad física de la instalación, lo que incluye:

- Cerraduras electromagnéticas.
- Puertas de seguridad.
- Cámaras de seguridad.
- Detectores de movimiento
- Tarjetas de control de acceso e identificación

Una vez acondicionada la instalación, se procede a la instalación de las computadoras, servidores y las redes de área local. Esto requiere de un diseño lógico de redes y entornos, sobre todo en la parte de seguridad. Algunas otras consideraciones son:

- Segmentación de redes locales y creación de redes virtuales (VLAN).
- Configuración de la electrónica de red: *gateways*, routers, conmutadores, etc.
- Creación de la red de almacenamiento.

- Instalación y configuración de los servidores y periféricos

Site: Generalmente, todos los grandes servidores concentran en una sala denominada sala fría o site. Esta sala requiere de un sistema de aire acondicionado para mantener una temperatura baja (entre 21 y 23 grados centígrados), necesaria para evitar averías en las computadoras a causa del sobrecalentamiento.

- Según las normas internacionales la temperatura exacta debe ser 22.3 grados centígrados.

El site debe contar con medidas estrictas de seguridad en el acceso físico, así como medidas de extinción de incendios adecuadas al material eléctrico, tales como extinción por agua nebulizada o bien por gas, dióxido de carbono o nitrógeno y correctas instalaciones eléctricas (http://es.wikipedia.org/wiki/Centro_de_proceso_de_datos).

2.5. Virtualización

La virtualización es una capa abstracta que desacopla el hardware físico del sistema operativo para brindar una mayor flexibilidad y utilización de los recursos del área de TI.

2.5.1. Historia de la virtualización

La virtualización se introdujo inicialmente en los años 60 para permitir la división de grandes unidades de hardware *mainframe*, un recurso costoso y escaso. Con el tiempo, las minicomputadoras y las computadoras personales (PC's) proporcionaron una manera más eficiente y accesible de distribuir el poder de procesamiento, por lo que en los años 80, la virtualización ya casi no se utilizó más.

En los años 90, los investigadores comenzaron a ver cómo la virtualización podía solucionar algunos de los problemas relacionados con la proliferación de hardware menos costoso, incluyendo la sub-utilización, crecientes costos de administración y vulnerabilidad.

Hoy en día, la virtualización está a la vanguardia, ayudando a los negocios con la escalabilidad, seguridad y administración de sus infraestructuras globales del área de TI. Últimamente la virtualización se ha convertido en un elemento crítico en las hojas de ruta de toda la industria de la alta tecnología. Los fabricantes de procesadores están constantemente cambiando sus arquitecturas para permitir más capacidades de virtualización, y las compañías de hardware están suministrando servidores con configuraciones dedicadas para optimizar al máximo la virtualización.

2.5.2. Qué es virtualización

La virtualización permite que múltiples máquinas virtuales con sistemas operativos heterogéneos puedan ejecutarse individualmente, aunque en la misma máquina. Cada máquina virtual tiene su propio hardware virtual (por ejemplo, RAM, CPU, NIC, etc.) a través del cual se cargan el sistema operativo y las aplicaciones. El sistema operativo distingue al hardware como un conjunto normalizado y consistente, independientemente de los componentes físicos que realmente formen parte del mismo.

La virtualización es una capa de software que particiona o reparte los recursos de un servidor de modo que múltiples sistemas operativos puedan acceder a ellos simultáneamente. Esto crea lo que se llama máquinas virtuales, software que actúa como servidores físicos. La virtualización permite que un menor número de servidores pueda ejecutar más aplicaciones y sistemas operativos.

Esta tecnología también puede ser empleada para agregar recursos de más de un servidor, lo que crea un espacio de recursos computacionales que se mantiene funcionando independientemente de la demanda. Si llega a fallar una máquina virtual, las aplicaciones del negocio pueden ser trasladadas a otro entorno virtualizado sin influir en las operaciones.

Las máquinas virtuales se encapsulan en archivos, permitiendo guardar, copiar y proporcionar una máquina virtual de manera rápida. Se pueden mover en segundos sistemas enteros (aplicaciones, sistemas operativos, BIOS y hardware virtual completamente configurados) de un servidor a otro con consolidación continua de trabajo y un mantenimiento sin tiempo de inactividad.

En esencia, la virtualización permite transformar el hardware en software. Si se utiliza un software como VMWare ESX Server para transformar o virtualizar los recursos de hardware de una computadora basada en una arquitectura x86, incluyendo el CPU, la memoria RAM, el disco duro y la tarjeta de red, puede crear una máquina virtual completamente funcional, la cual puede correr su propio sistema operativo y aplicaciones como si fuera una computadora real.

Varias máquinas virtuales pueden compartir recursos del hardware sin interferir una con cada una de las otras, correr varios sistemas operativos y aplicaciones de manera segura en una sola computadora o servidor (<http://vmware.com.mx/technology/virtualization.html>).

2.5.3. Categorías principales de virtualización

Para explicar de mejor manera lo que es la virtualización, se han definido algunas categorías, las cuales se explicarán a continuación.

Virtualización de plataforma

Es la creación de una máquina virtual utilizando una combinación de hardware y software. El término máquina virtual aparentemente tiene su origen en el experimento del sistema de paginación (*paging system*) de IBM M44/44X. La creación y administración de las máquinas virtuales también se refiere a la creación de *pseudo máquinas*, en los primeros días de la CP-40, y de virtualización de servidores más recientemente. Los términos virtualización y máquina virtual han adquirido, a través de los años, significados adicionales.

Ésta virtualización es llevada a cabo en una plataforma de hardware mediante un software *host* (anfitrión, un programa de control) que simula un ambiente computacional (máquina virtual) para su software *guest*. Este software *guest*, que normalmente es un sistema operativo completo, corre como si estuviera instalado en una plataforma de hardware autónoma. Típicamente muchas máquinas virtuales son simuladas en una máquina física dada. Para que el sistema operativo *guest* funcione, la simulación debe ser lo suficientemente robusta para soportar todas las interfaces externas de los sistemas *guest*, las cuales pueden incluir (dependiendo del tipo de virtualización) los controladores de hardware.

Existen muchos enfoques a la virtualización de plataformas. Aquí se detallarán algunos de ellos.

Emulación o simulación

La máquina virtual simula ser un hardware completo, admitiendo un sistema operativo *guest* sin modificar para una CPU completamente diferente. Este enfoque se utilizó para permitir la creación de software para nuevos procesadores antes de que estuvieran físicamente disponibles. La emulación es puesta en práctica utilizando una variedad de técnicas, desde *state machines* hasta el uso de la recompilación dinámica en una plataforma virtual completa.

Virtualización nativa y virtualización completa

La máquina virtual simula un hardware suficiente para permitir un sistema operativo *guest* sin modificar (uno diseñado para la misma CPU) para correr de forma aislada. Típicamente, muchas instancias pueden correr al mismo tiempo. Este enfoque fue el pionero en 1966 con CP-40 y CP[-67]/CMS, predecesores de la familia de máquinas virtuales de IBM. Algunos ejemplos: *VMware Workstation*, *VMware Server*, *Parallels Desktop*, *Adeos*, *Mac-on-Linux*, *Win4BSD*, *Win4Lin Pro* y *z/VM*.

Virtualización parcial

La máquina virtual simula múltiples instancias de gran parte del entorno subyacente del hardware, particularmente *address spaces*. Este ambiente admite compartir recursos y aislar procesos, pero no permite instancias separadas de sistemas operativos *guest*. Aunque no se considera dentro de la categoría de máquina virtual, históricamente éste fue un importante acercamiento, y fue usado en sistemas como CTSS, el experimental IBM M44/44X, y podría decirse que en sistemas como OS/VS1, OS/VS2 y MVS.

Paravirtualización

La máquina virtual no necesariamente simula un hardware, en cambio ofrece una API (*Application Programming Interface*) especial que solo puede usarse mediante la

modificación del sistema operativo *guest*. La llamada del sistema al *hypervisor* tiene el nombre de *hypercall* en *Xen* y *Parallels Workstation*; está implementada vía el hardware *instruction* DIAG (*diagnose*) en el CMS de VM en el caso de IBM (este fue el origen del término *hypervisor*). Ejemplo: *VMware ESX Server*, *Win4Lin 9x* y *z/VM*.

Virtualización a nivel del sistema operativo

Virtualizar un servidor físico a nivel del sistema operativo permite a múltiples servidores virtuales aislados y seguros correr en un solo servidor físico. El entorno del sistema operativo *guest* comparte el mismo sistema operativo que el del sistema *host* (el mismo *kernel* del sistema operativo es usado para implementar el entorno del *guest*). Las aplicaciones que corren en un entorno *guest* dado lo ven como un sistema autónomo. Ejemplos: *Linux-VServer*, *Virtuozzo*, *OpenVZ*, *Solaris Containers* y *FreeBSD Jails*.

Virtualización de aplicaciones

Consiste en correr una computadora o una aplicación de server localmente, usando los recursos locales, en una máquina virtual apropiada. Esto contrasta con correr la aplicación como un software local convencional (software que fue instalado en el sistema). Semejantes aplicaciones virtuales corren en un pequeño entorno virtual que contienen los componentes necesarios para ejecutar, como entradas de registros, archivos, entornos variables, elementos de uso de interfaces y objetos globales. Este entorno virtual actúa como una capa entre la aplicación y el sistema operativo, y elimina los conflictos entre aplicaciones y el sistema operativo. Los ejemplos incluyen el *Java Virtual Machine* de *Sun*, *Softricity*, *Thinstall*, *Altiris* y *Trigence* (esta metodología de virtualización es claramente diferente a las anteriores; solo una pequeña línea divisoria los separa de entornos de máquinas virtuales como *Smalltalk*, *FORTH*, *Tel*, *P-code*)

(<http://epics-usmp.blogspot.com/2008/09/virtualizacin-de-plataforma.html>).

Virtualización de los recursos

La virtualización de plataforma, descrita anteriormente, se extendió a la virtualización de recursos específicos del sistema como la capacidad de almacenamiento, recursos de la red y nombre de los espacios.

Los términos agregación de recursos, separación y concatenación se utilizan cuando se combinan componentes individuales en un mayor recurso o en un recurso de uso común (pools de recursos).

Por ejemplo:

- RAID y *volume managers* combinan muchos discos en un gran disco lógico.
- Virtualización de almacenamiento (*Storage virtualization*) se refiere al proceso de abstraer el almacenamiento lógico del almacenamiento físico, y es comúnmente usado en SAN's (*Storage Area Network*). Los recursos de almacenamientos físicos son agregados al *storage pool*, del cual es creado el almacenamiento lógico. Múltiples dispositivos de almacenamiento independientes, que pueden estar dispersos en la red, le aparecen al usuario como un dispositivo de almacenamiento independiente del lugar físico, monolítico y que puede ser administrado centralmente.
- *Channel bonding* y el equipamiento de red utilizan para trabajar múltiples enlaces combinados mientras ofrecen un enlace único y con mayor amplitud de banda.
- Red privada virtual (en inglés *Virtual Private Network*, VPN), Traducción de dirección de red (en inglés *Network Address Translation*, NAT) y tecnologías de red similares crean una red virtual dentro o a través de subredes.

- Sistemas de computación multiprocesador y multi-core muchas veces presentan lo que aparece como un procesador único, rápido e independiente.
- Cluster, *grid computing* y servidores virtuales usan las tecnologías anteriormente mencionadas para combinar múltiples y diferentes computadoras en una gran metacomputadora.
- Encapsulación es ocultar los recursos complejos mediante la creación de una interfaz simple. Por ejemplo, muchas veces las CPUs incorporan memoria caché o segmentación (*pipeline*) para mejorar el rendimiento, pero estos elementos no son reflejados en su interfaz virtual externa. Las interfaces virtuales similares que ocultan implementaciones complejas se encuentran en los discos, módems, routers y otros dispositivos inteligentes (*smart*) (<http://www.ideasmultiples.com/imvps/virtualizacion.php>).

2.5.4. Beneficios de la Virtualización

La virtualización trae consigo varios beneficios. De los más importantes se tienen los siguientes.

División

- Se pueden ejecutar múltiples aplicaciones y sistemas operativos en un mismo sistema físico.
- Los servidores se pueden consolidar en máquinas virtuales con una arquitectura de escalabilidad vertical (*scale-up*) u horizontal (*scale-out*).
- Los recursos computacionales se tratan como un conjunto uniforme que se distribuye entre las máquinas virtuales de manera controlada.

Aislamiento

- Las máquinas virtuales están completamente aisladas entre sí y de la máquina *host*. Si existen fallas en una máquina virtual, las demás no se ven afectadas.
- Los datos no se filtran a través de las máquinas virtuales y las aplicaciones sólo se pueden comunicar a través de conexiones de red configuradas.

Encapsulamiento

- El entorno completo de la máquina virtual se guarda en un solo archivo, fácil de mover, copiar y resguardar.
- La aplicación reconoce el hardware virtual estandarizado de manera que se garantiza su compatibilidad.

Reducción de costos administrativos

La virtualización puede reducir sustancialmente los costos de adquisición de hardware, y las empresas no deben preocuparse de su ubicación, ya que, como es sabido, su cantidad siempre aumenta. La administración de las aplicaciones y los sistemas operativos es más efectiva en términos de costo porque las aplicaciones críticas de negocio ya no se dispersan entre múltiples servidores.

Reducción de consumo de energía

Muchas empresas de suministro así lo piensan y ofrecen rebajas e incentivos para las compañías con programas de virtualización. De acuerdo con estudios de la empresa VMWare, los costos medios de energía y refrigeración de un servidor se reducen en 560 dólares anuales al emplear tecnología de virtualización. Esto se debe a que la aplicación media usa habitualmente entre un 10 y un 15 por ciento de la energía del servidor, mientras que el servidor requiere la misma energía y refrigeración tanto para ejecutar unas pocas aplicaciones como para ejecutar muchas. Por lo tanto, si un servidor que

habitualmente funciona al 10 por ciento de su capacidad puede ser empleado al 50 por ciento, el resultado puede ser cinco veces mayor en eficiencia energética.

Rápida respuesta a cambios en el mercado

La virtualización ha realizado un largo camino para lograr satisfacer más rápido las cambiantes condiciones del mercado, y a medida que la tecnología madura se van observando más beneficios. Por ejemplo, comprar, probar e implementar más servidores suele ser la forma en que las compañías satisfacen el incremento de la demanda de los clientes. Pero con la virtualización, una organización puede emplear la potencia de proceso de sus servidores existentes para responder a la demanda en cuestión de días o incluso minutos, en lugar de las semanas y meses requeridos anteriormente para estar a la altura de los nuevos retos del mercado (<http://www.vmware.com/es/overview/vmachine.html>).

Aplicación de virtualización a servidores y computadoras personales

Puede ser empleada para computadoras personales, particularmente para mejorar su manejo y la seguridad. Por ejemplo, las computadoras personales empleadas por los contratistas y los empleados en ubicaciones remotas no son siempre fáciles de administrar, pero con la virtualización los administradores de sistemas pueden particionar áreas en estas máquinas de modo que las aplicaciones sólo puedan comunicarse sobre conexiones de red autorizadas.

Pocos límites tecnológicos de la virtualización

Los límites de la virtualización giran en torno a cuánta potencia de procesamiento necesita la aplicación. Sólo algunas aplicaciones de negocio (un 10 por ciento del mercado) requieren ser ubicadas en un solo servidor. Pero para el resto de las aplicaciones de misión crítica, la virtualización funciona de manera adecuada.

2.5.5. Usos más frecuentes de las máquinas virtuales

Las máquinas virtuales tienen la capacidad de aprovechar al máximo el hardware disponible ofreciendo una gran cantidad de posibilidades a nivel empresarial y a nivel doméstico.

Consolidación de servidores

Convertir servidores físicos en virtuales. De este modo se aprovecha el hardware de una mejor manera.

Recuperación ante desastres

Las máquinas virtuales se pueden respaldar fácilmente, y además su estado se puede almacenar, por lo que en caso de desastre se puede recuperar la información de una manera rápida y sencilla.

Pruebas de aplicaciones

En ocasiones se necesita un entorno limpio para probar aplicaciones. Usar máquinas virtuales permite instalar un sistema operativo desde cero, probar la aplicación y luego eliminar la máquina.

Ejecución de entornos completos sin instalación ni configuración

La posibilidad de descargar máquinas virtuales desde Internet permite ahorrar tiempo en instalaciones y configuraciones. Existen muchas máquinas virtuales con servidores LAMP (Linux, Apache, mySQL y PHP) completos listos para ser usados, máquinas con gestores de contenidos, wikis, etc., gratuitos y funcionales desde el primer momento.

Aplicaciones portátiles

Con las máquinas virtuales se pueden tener computadores personales completas listas para usar en dispositivos de almacenamiento masivo, lo que puede ser de mucha utilidad

para tener un entorno privado y usarlo en cualquier equipo de cómputo (<http://observatorio.cnice.mec.es/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=462>).

2.6. Herramientas financieras a utilizar

Las herramientas que se utilizaron en esta investigación son:

2.6.1. El valor presente neto (VPN)

Es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El VPN permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. El VPN permite determinar si ésta inversión puede incrementar o reducir el valor de las empresas. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significa que el valor de la empresa tendrá un incremento equivalente al monto del VPN. Si es negativo indica que la empresa reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

Se debe tener en cuenta que el valor del VPN depende de las siguientes variables:

La inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de periodos que dure el proyecto.

2.6.2. La inversión inicial previa

Monto o valor del desembolso que la empresa hará en el momento de contraer la inversión. En este monto se pueden encontrar: El valor de los activos fijos, la inversión diferida y el capital de trabajo. Los activos fijos serán aquellos bienes tangibles necesarios para el proceso de transformación de materia prima (edificios, terrenos, maquinaria, equipos, etc.) o que pueden servir de apoyo al proceso. Los activos fijos conforman la capacidad de inversión de la cual dependen la capacidad de producción y la capacidad de comercialización.

La inversión diferida es la que no entra en el proceso productivo y que es necesaria para poner a punto el proyecto: construcción e instalación de una planta, la papelería que se requiere en la elaboración del proyecto, los gastos de organización, patentes y documentos legales necesarios para iniciar actividades, son algunos ejemplos de la inversión diferida.

El capital de trabajo son los activos corrientes que se requiere para la operación del proyecto: Efectivo, cuentas por cobrar, los inventarios se encuentran en este tipo de activos. Es importante recordar que las empresas deben tener niveles de activos corrientes necesarios tanto para realizar sus transacciones normales, como para tener la posibilidad de especular y prever situaciones futuras impredecibles que atenten en el desarrollo de sus operaciones. Los niveles ideales de activos corrientes serán aquellos que permitan reducir al máximo posible los costos de oportunidad (costos por exceso + costos por insuficiencia + costos por administración).

Los activos fijos son bienes sujetos al desgaste por el uso o por el paso del tiempo. La depreciación juega un papel importante, ya que afecta positivamente a los flujos netos de efectivo por ser ésta deducible de impuestos lo que origina un ahorro fiscal. Los activos diferidos, también afectan al flujo neto de efectivo pues son inversiones susceptibles de amortizar, tarea que se ejecutará con base a las políticas internas de la compañía. Estas amortizaciones producirán un ahorro fiscal muy positivo para determinar el flujo neto de efectivo.

Las inversiones durante la operación

Son las inversiones en reemplazo de activos, las nuevas inversiones por ampliación e incrementos en capital de trabajo.

Los flujos netos de efectivo (FNE)

Hay que tener en cuenta la diferencia que existe entre las utilidades contables y el flujo neto de efectivo. La primera es el resultado neto de una empresa tal y como se reporta en el estado de resultados (la utilidad sobre un capital invertido). El flujo neto de efectivo es la sumatoria entre las utilidades contables con la depreciación y la amortización de activos nominales, partidas que no generan movimiento alguno de efectivo y, que por lo tanto, significa un ahorro por la vía fiscal debido a que son deducibles para propósitos tributarios. Cuanto mayor sea la depreciación y mayor sea la amortización de activos nominales menor será la utilidad antes de impuestos y por consiguiente menor los impuestos a pagar.

Los flujos netos de efectivo son aquellos flujos que el proyecto debe generar después de poner en marcha el proyecto, de ahí la importancia en realizar un pronóstico muy acertado con el fin de evitar errores en la toma de decisiones. Los flujos netos de efectivo pueden presentarse de diferente forma: FNE con ahorro de impuestos, FNE para el inversionista y FNE puro. La diferencia entre el FNE con ahorro de impuestos y el FNE para el inversionista radica en que el primero incluye el ahorro tributario de los gastos financieros (intereses). Así mismo este FNE se hace para proyectos que requieren financiación y su evaluación se hará sobre la inversión total. El FNE para el inversionista se utiliza cuando se desea evaluar un proyecto nuevo con deuda inicial que tienda a amortizarse en el tiempo después de pagado el crédito a su propia tasa de descuento.

La tasa de descuento

Es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. La tasa de descuento refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente por lo que también se le conoce

como costo o tasa de oportunidad. Su operación consiste en aplicar en forma contraria el concepto de tasa compuesta. Es decir, si a futuro la tasa de interés compuesto capitaliza el monto de intereses de una inversión presente, la tasa de descuento revierte dicha operación. En otras palabras, esta tasa se encarga de descontar el monto capitalizado de intereses del total de ingresos percibidos en el futuro.

En evaluación de proyectos un inversionista puede llegar a tener dificultad para determinar la tasa de descuento. Es este quizás el mayor problema que tiene el VPN (<http://www.pymesfuturo.com/vpneto.htm>).

2.6.3. Payback

Este método proporciona el plazo en el que se recupera la inversión inicial a través de los flujos de caja netos, ingresos menos gastos, obtenidos con el proyecto. Consiste en dividir la inversión inicial más los gastos que origine entre los distintos flujos de caja positivos que origina el proyecto.

Ventajas

Es útil cuando se realizan inversiones en situaciones de incertidumbre o no se tiene claro el tiempo que se va a poder explotar la inversión. De esta forma proporciona información sobre el tiempo mínimo necesario para recuperar la inversión.

Desventajas

No proporciona ningún tipo de medida de rentabilidad. Si la empresa fija una fecha límite, solo se aceptarán proyectos de corta duración. No considera el valor del dinero en el tiempo. No tiene en consideración los flujos positivos que se pueden producir con posterioridad al momento de recuperación de la inversión inicial.

Fórmula de Cálculo

$$P \& B = \frac{\sum A}{\sum Q}$$

Donde:

- $\sum A =$ Suma de la inversión inicial así como de todos los flujos negativos.

- $\sum Q =$ Suma de todos los flujos positivos originados por el proyecto de inversión.

Criterio de Elección

Con el criterio anterior se elegirán en primer lugar los proyectos con un menor plazo de recuperación. Deberá ser complementado con otros criterios

(<http://www.abanfin.com/modules.php?tit=pay-back-o-plazo-de-recuperacion&name=Manuales&fid=ef0bcad>).

2.6.4. Retorno de la Inversión (Return of Investment) (ROI)

El ROI es el criterio de valoración financiera más simple y el más usado en el ámbito de los sistemas de información (Parker y Benson, 1988). El ROI es un valor que mide el rendimiento de una inversión evaluando qué tan eficiente es el gasto que se está haciendo o que se planea realizar. Existe una fórmula que da este valor calculado en función de la inversión realizada y el beneficio obtenido. $ROI = (\text{beneficio obtenido} - \text{inversión}) / \text{inversión}$

Es decir, al beneficio obtenido de una inversión se le resta el costo de inversión realizada. Luego se divide entre el costo de la inversión y el resultado es el ROI.

Por ejemplo, se ha hecho una inversión de 1000 pesos y se ha obtenido 3000 pesos. Entonces el ROI sería igual a $(3000 - 1000) / 1000 = 2$

El valor de ROI es un ratio, por lo que se expresa en porcentaje. En el ejemplo anterior se tiene un ROI de 2%.

Para conocer el porcentaje de beneficios de la inversión, se puede multiplicar el resultado del ROI por 100. Lo que significa que, con un ROI del 2%, en realidad se gana un 200% del dinero invertido, o lo que es lo mismo, de cada peso invertido se está obteniendo 2 pesos (una vez descontado el costo de la inversión).

El ROI es muy simple de calcular para saber lo positiva que puede ser una inversión. Si se obtiene valores de ROI altos, es mejor. Si se tiene un ROI negativo es que se está perdiendo dinero y si se obtiene un ROI muy cercano a cero, también se puede pensar que la inversión no es muy atractiva. Al evaluar una inversión conviene calcular el ROI, con el fin de comparar dos posibles inversiones, ya que, si con una inversión se consigue un ROI mejor que con otra, se debe pensar en invertir el dinero únicamente en la fórmula que reporte mejores ratios (<http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-es-roi.html>).

3. PLANTEAMIENTO, JUSTIFICACIÓN Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

La siguiente investigación se realizó con el fin de reducir gastos en el área de TI, ya que en la actualidad y dada la situación económica global, los costos de la tecnología están variando constantemente, con la tendencia a incrementarse sus costos. Dado el tamaño de la empresa en que se llevó a cabo la investigación, es necesario invertir mucho dinero en equipo de cómputo de vanguardia. Por tal motivo, se busca una alternativa con la cual se pueden satisfacer las necesidades de la empresa con una menor inversión.

3.1. Planteamiento y justificación

Actualmente, las grandes empresas se plantean reducir costos en el área de TI, esto es, utilizar diferentes soluciones tecnológicas o distintas alternativas para reducir costos en cuanto a la compra de hardware, mantenimiento de *data centers*, y se preocupan en preveer algún desastre. Por tal motivo, es importante buscar la mejor manera de reducir los costos y definir planes de recuperación de desastres, ya que la información es el principal activo de las empresas.

Esta investigación está enfocada al estudio y análisis de las tecnologías de información en las grandes empresas, para lograr una reducción de costos con virtualización.

En la actualidad las empresas están siendo sometidas al impacto de la globalización, por lo que se ven afectadas por una baja rentabilidad, lo que trae como consecuencias pérdidas al final de su cuadro de resultados, que reduzcan su participación en el mercado debido a los altos costos, que carezcan de capacidad de maniobra, o se vean ante una falta de liquidez, por lo cual, recurren invariablemente a la reducción de costos. Una reducción de costos aplicada generalmente sin proyección estratégica, carente de método

y sistema, que muchas veces no produce los resultados esperados en el corto plazo, y nunca logra objetivos ni en el mediano ni en el largo plazo.

3.2. Metodología

En México y en el mundo, la virtualización está tomando auge en la mayoría de las grandes empresas, por lo novedoso de esta técnica, se tiene más información disponible en Internet y muchos libros comienzan a hablar de ésta, por lo cual se diseñó este estudio para ser de tipo bibliográfico.

La metodología que se utilizó en esta investigación es cuantitativa, consiste en presentar el costo de un proyecto sin utilizar virtualización y presentar el costo de un proyecto virtualizando los servidores de una empresa grande.

Se presenta el costo que tendría la empresa implementando virtualización en sus servidores, con lo cual se puede observar la diferencia con esta solución propuesta.

3.3. Herramientas financieras a utilizar

Las herramientas financieras que se utilizaron en esta investigación fueron el Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno. Permitirán evaluar la ventaja de realizar la inversión utilizando virtualización contra una inversión en servidores sin virtualizar.

3.4. Variables de la investigación

En este estudio, el número de servidores será lo que esté variando para probar la tesis de utilizar virtualización para una reducción de costos en las áreas de Tecnologías de Información.

Se estarán variando las diferentes aplicaciones que se pueden virtualizar, las tarifas del personal de TI, algunos recursos que consumen los servidores. Con esto se buscará demostrar los beneficios de virtualizar.

4. MODELO DESARROLLADO PARA PROBAR LA CONVENIENCIA DE LA VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES

Se investigó sobre el costo que hubiera tenido reemplazar 33 servidores en una empresa de manera tradicional, esto es, comprando 33 equipos nuevos para realizar alguna tarea específica, cuánto costaría instalarlos, configurarlos, administrarlos, los gastos que ocasionaría tener 33 nuevos servidores, en cuanto a consumo de energía eléctrica, consumo de aire acondicionado y espacio de los sites.

En este capítulo se analizará cuánto costaría adquirir, instalar, configurar y administrar servidores en la empresa, sin considerar la virtualización de los mismos. Además se analizará un comparativo entre el proyecto sin virtualizar y el proyecto con servidores virtualizados.

Para realizar el proyecto, se tomó en cuenta, cuántos servidores deben ser reemplazados, para lo cual se revisó qué tipo podrían ser virtualizados, qué aplicaciones estarían funcionando en los mismos, características de ellos, se revisó cuánto tiempo le dedican los ingenieros de el área de TI en instalar, configurar, administrar, dar mantenimiento y reparar éstos servidores.

4.1. Planteamiento del proyecto

Se aplica un cuestionario al cliente o a la empresa, para obtener información necesaria para el proyecto. El modelo diseñado, permite realizar el cálculo de la inversión en diferentes tipos de moneda, utilizando el dólar americano como base para realizar los cálculos. Se toma el dólar, ya que la mayoría del hardware y el software se cotizan en esta moneda. La información que se encuentra en la parte sombreada de la tabla 4.1 es la que estará cambiando de acuerdo a la empresa.

Tabla 4.1. *Cuestionario para determinar tipo de empresa y moneda que se utilizará*

¿Cuál es el nombre de la organización?	X
¿A qué se dedica su organización?	Aeronáutica
Localización de su organización	México
Moneda	México, Peso (Mex\$)

Fuente: Elaboración propia

Es importante definir a qué se dedica la organización o empresa, ya que se toman en cuenta diferentes consideraciones o criterios para evaluar el proyecto. El modelo, permite seleccionar a qué se dedican las organizaciones, al hacer esto, automáticamente el modelo tomará datos específicos para éste tipo de empresas.

También se necesita saber cuántos servidores se requieren, algunas características importantes de los mismos, el tiempo que le invierte un ingeniero de TI preparar, reparar y administrar un servidor y cuántos servidores se encuentran en un esquema de almacenamiento en red:

Tabla 4.2. *Cuestionario de características de los servidores*

Número y tipo de servidores que pretende virtualizar	
Características de los servidores	Número de servidores
1 CPU	18
2 CPU	9
4 CPU	3
8 CPU	3
16 CPU	0
32 CPU	0
Total	33
Actualmente, ¿cuántas horas por persona se requieren para procurar, preparar y configurar un servidor nuevo?	10.0
¿Cuántos gigabytes (GB) de almacenamiento tiene en su actual negocio?	3,300
¿Qué porcentaje de sus servidores actuales están en una SAN ?	10.0%

Fuente: Elaboración propia

Con la información de la tabla 4.2. se comienza el análisis, ya que el modelo toma la información del cuestionario para realizar los cálculos necesarios. En otra hoja de cálculo del modelo, se piden más detalles para realizar cálculos. Lo que se pide es:

Tabla 4.3. *Cuestionario para determinar las variables de investigación*

	Valores usados en el análisis
Tasa de descuento	
¿Qué tasa de descuento se usará para los cálculos del valor presente neto (VPN)?	15.0%
Salario	
¿Cuál es la tarifa promedio por hora por administrador y staff de soporte del área de Tecnologías de Información?	\$87.98
¿Cuál es la tarifa promedio por hora por staff proveedor de servicios del área de Tecnologías de Información?	\$94.50
¿Cuál es la tarifa por hora de desarrolladores?	\$101.02
¿Cuál es la tarifa promedio por hora para ingenieros de soporte a cliente del área de Tecnologías de Información?	\$87.98
¿Cuál es el incremento anual promedio en salarios para los siguientes 3 años?	4.0%
¿Qué porcentaje consideraría para otros beneficios (indirectos)?	10.0%

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la tabla 4.3. se pueden modificar de acuerdo a las necesidades de la empresa. El cálculo del salario se realizó consultando distintos negocios, revisando tarifadores y el comportamiento histórico de los mismos.

Teniendo esta información, se requiere especificar qué tipo de servidores necesita la empresa, características de los mismos, el porcentaje del costo promedio del soporte y mantenimiento y el porcentaje de ahorro que se puede lograr de los costos anuales de los servidores:

Tabla 4.4. *Cuestionario para conocer los precios promedio de los servidores*

Servidores de Datos actuales	
En promedio, ¿en qué porcentaje se incrementan los servidores cada año?	5.0%
En promedio, número de años de vida útil de los servidores	3
Promedio de precio de los servidores existentes	
1 CPU	\$26,620
2 CPU	\$59,895
4 CPU	\$203,643
8 CPU	\$266,200
16 CPU	\$665,500
32 CPU	\$1,331,000
¿Cuál es el costo de soporte y mantenimiento (porcentaje por servidor) de los servidores existentes?	15.0%
¿Qué porcentaje de ahorro puede ser logrado de los costos anuales del servidor?	100.0%

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, estos precios se podrán modificar, ya sea por necesidades del cliente o por el constante cambio en los precios de hardware.

Para seguir con los cálculos, es necesario revisar cuántas horas opera la empresa por día, semana y año:

Tabla 4.5. *Cuestionarios para conocer las horas que labora la empresa*

Horas de operación del centro actual	Horas
¿Cuántas horas por día opera el centro?	24
¿Cuántos días a la semana opera el centro?	7
¿Cuántas semanas por año opera el centro?	52

Fuente: Elaboración propia

Se solicita información para saber la capacidad de almacenamiento de datos que requiere la empresa, es necesario conocer esto para considerar la compra de equipo para almacenar más información:

Tabla 4.6. *Cuestionario para conocer la capacidad de almacenamiento de la empresa*

Almacenamiento de datos actual de la empresa	
En promedio, ¿qué porcentaje de capacidad de almacenamiento se incrementa cada año?	10.0%
Cuando un server es agregado a una SAN, ¿Cuál es el número de HBAs por servidor?	2.0
¿Cuántos puertos tiene un switch SAN típico?	24
¿Cuál es el costo de cada HBA?	\$16,638
¿Cuál es el costo de los switches SAN?	\$119,790
¿Cuál es el costo de almacenamiento DAS (por GB)?	\$133.10
¿Cuál es el costo de almacenamiento SAN (por GB)?	\$266.20

Fuente: Elaboración propia

Se revisan algunas características necesarias de la infraestructura de red de la empresa, para ver si es necesario adquirir más equipo o es suficiente para soportar los servidores:

Tabla 4.7. *Cuestionario para conoce la infraestructura de red actual*

Infraestructura de red actual de los servidores del centro	
¿Cuál es el número actual de tarjetas de red por servidor?	2
¿Cuál es el número actual de puertos por tarjeta de red?	2
¿Cuál es el número actual de puertos por switch de red?	24
¿Cuál es el costo total por switch de red?	\$79,860
En promedio, ¿en qué porcentaje se incrementan los costos de red por año?	10.0%
¿Qué porcentaje del costo anual de la infraestructura de red de los servidores puede ser liquidado?	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Es necesario conocer la infraestructura del site, esto es, para poder calcular cuánto se ahorrará en espacio, en consumo de energía eléctrica y en aire acondicionado:

Tabla 4.8. *Cuestionario para conocer las características del site*

Instalaciones del site actuales	
¿Cuál es el tamaño promedio del rack para los servidores actuales (en número de U por servidor)?	
1 CPU	1
2 CPU	2
4 CPU	4
8 CPU	6
16 CPU	12
32 CPU	24
¿Cuál es el tamaño promedio del actual rack (en U)?	42
Número total de Racks	2
¿Qué sistema de medición quiere usar para calcular el espacio?	Metro cuadrado
¿Cuál es el número promedio de metros cuadrados por rack?	0.65
¿Qué porcentaje de espacio está actualmente utilizado por los racks?	30%
Área total consumida por estos servidores (metros cuadrados)	4
¿Cuál es el costo capital de las instalaciones donde se encuentran los servidores (por metro cuadrado)?	\$19,965
¿Cuál es el costo capital por energía y equipo de aire acondicionado (por metro cuadrado)?	\$19,965
Porcentaje de depreciación por uso de instalaciones y equipo(en años)?	10
¿Cuál es el costo por el espacio (renta, hipoteca, etc) en metros por año?	\$5,730.71
El promedio total figurado del costo del lugar de servidores por metro cuadrado por año	\$9,723.71
En promedio, ¿qué porcentaje se incrementa por año el costo de las instalaciones donde se encuentran los servidores?	10.0%
¿Qué porcentaje del costo anual de las instalaciones del site puede ser liquidado?	100.0%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.8. se le solicita a la empresa que de detalles de los servidores que se tienen y los que se están considerando adquirir, esto con el fin de definir si se requiere equipo adicional para la instalación de los mismos. Además, se requieren detalles del espacio físico del site y de algunos costos que tiene, para tomar en cuenta durante la planeación del proyecto.

Tabla 4.9. *Cuestionario para conocer el consumo de energía eléctrica (kwatt/hora)*

Energía y aire acondicionado actual en el centro	
¿Cuál es el costo actual de electricidad (costo por kWatt hora) para las instalaciones del centro?	\$1.0821
¿Cuál es el consumo (en Watts) por servidor?	
1 CPU	475
2 CPU	550
4 CPU	950
8 CPU	1,600
16 CPU	4,400
32 CPU	9,200
¿Cuál es la constante usada para "estabilizar" el consumo de energía??	0.67
¿Cuál es el porcentaje de utilización en los servidores virtualizados?	115.0%
¿Cuál es el estimado del factor de cargas de enfriamiento (Watts de energía de enfriamiento que se necesitan para disipar 1W de calor)?	0.8
¿Qué redundancia en el flujo de aire se requiere para enfriar el site del centro?	25%
¿Cuál es el actual flujo de aire (porcentaje disponible para enfriamiento)?	80%
¿En qué porcentaje se incrementarán el uso de electricidad y aire acondicionado cada año?	10.0%

Fuente: Elaboración propia

Otros factores a considerar son, el crecimiento que puede tener la empresa en cuanto a servidores, el incremento de aplicaciones y tareas:

Tabla 4.10. *Cuestionario para conocer el incremento de servidores por año en la empresa.*

Crecimiento en servidores y aplicaciones	
¿Cuántos servidores son suministrados por año (crecimiento / reemplazos)?	14
En promedio, ¿qué porcentaje de aumento de tareas de servidores se incrementa cada año?	10.0%
¿Qué porcentaje del costo anual del incremento en servidores puede ser liquidado?	100.0%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.10. se obtiene la información de cuántos servidores y aplicaciones se van incrementando anualmente.

Tabla 4.11. *Cuestionario para conocer cuánto cuesta una caída del sistema por hora*

Caída de sistema del site (actualmente)	
¿Cuáles aplicaciones serán soportadas por estos servidores?	Varias
En promedio, ¿cuántas horas de caída de sistema no planeado ocurren con estos servidores?	43.7
En promedio, ¿cuál es el costo por hora en pérdida de productividad cuando ocurre una caída de sistema?	\$527,076

Fuente: Elaboración propia

El costo por hora pérdida varía mucho del tipo de empresa. En este caso, el impacto es muy fuerte, pues todas las personas que trabajan en la empresa dependen de los servidores, por este motivo, es muy costoso tener una caída de sistema.

Tabla 4.12. *Cuestionario para conocer los riesgos y costos en recuperación de desastres.*

Riesgos y costos en la recuperación de desastres del site (actualmente)	
¿Cuál es el porcentaje probable de que ocurra un desastre en cualquier año, el cual se deberá recuperar el servidor?	1.0%
¿Cuál es el costo estimado por hora de recuperación de desastre?	\$536,750
¿Cuál es el tiempo esperado (en horas) para recuperar toda la información y servidores?	33

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la tabla 4.12. el modelo desarrollado puede determinar el impacto que tendría comprar tantos servidores, el tiempo que se les debe invertir en moverlos, instalarlos, configurarlos, administrarlos, repararlos y darles mantenimiento. Además se puede observar si la infraestructura con la que cuenta la empresa es suficiente para soportar los nuevos servidores en cuanto a espacio, energía eléctrica, aire acondicionado, personal para administrarlos y tal vez lo más importante, cuánto le costaría a la empresa recuperarse de un desastre si se tuviera tal cantidad de servidores.

4.2 Situación actual de la empresa

Con los datos obtenidos de la tabla 4.1. a la tabla 4.12., el modelo permite mostrar, qué se necesitaría, para satisfacer las necesidades del cliente, con un ambiente de servidores virtualizados. Al llenar los cuestionarios del capítulo anterior, se obtiene la información

para que el modelo desarrollado determine el número de servidores que serán utilizados. Esto es posible, ya que el modelo sugiere el número de servidores necesarios para virtualizar. Como se explicó en el capítulo 4.1., muchos servidores están subutilizados, de acuerdo a la información obtenida por los cuestionarios de la Tabla 4.2., estos datos podrán indicar con cuántos servidores se pueden satisfacer las necesidades de la empresa. Al reducirse el número de servidores, el modelo desarrollado para la investigación indica en qué áreas se tendrán reducción de costos. Lo cual puede ir dando una idea de los resultados obtenidos de esta investigación.

Tabla 4.13. *Propuesta de configuración utilizando virtualización.*

Configuración propuesta con Virtualización	
Para la solución de virtualización, el número de servidores virtualizados por servidor es	4
¿Cuál es el estimado del factor de reducción de tiempo en tareas realizadas utilizando virtualización?	13.48
¿Cuál es el número estimado de tareas por personal de tiempo completo de TI con virtualización?	75
¿Cuál es estimado del factor de reducción de recuperación de desastres usando virtualización?	75.0%
¿Cuál es el estimado del factor de reducción en caídas de sistema no planeadas?	75.0%
Para la solución de virtualización, cantidad en GB (gigabytes) que se aumentarán por unidad de virtualización	20
Después de implementar virtualización, ¿qué porcentaje de almacenamiento estará en la SAN?	100%
¿Qué número de tarjetas de red tendrá por servidor con la solución de virtualización?	3
¿Cuál es el número de puertos por tarjeta de red con la solución de virtualización?	2

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la tabla 4.13., el modelo los obtiene de acuerdo a encuestas, tarifadores, especificaciones técnicas de los fabricantes de hardware y software, experiencia y por estándares que se manejan en las áreas de TI. La tabla 4.13. indica en cuánto se pueden reducir los equipos de cómputo, el tiempo de afectación en caso de un desastre, muestra qué se necesita para poder utilizar la virtualización como solución.

Para poder implementar virtualización, se tiene que tomar en cuenta cuestiones de licencias de software, hardware que se requiere instalar y considerar el tiempo que será reducido al utilizar virtualización.

Tabla 4.14. *Costos de licenciamiento del software de virtualización.*

Costos de las licencias necesarias de Software para virtualizar	
VMware Lab Manager Foundation Enterprise Bundle	\$598,950
VMware Lab Manager Expansion Bundle	\$399,300
VMware Lab Manager Server License (a la carte)	\$199,650
VMware Lab Manager Agent (a la carte - per 2 CPUs)	\$13,310
VMware Infrastructure License (per 2 CPUs)	\$76,533
VMware Lab Manager Support and Subscription	21.0%
VMware Lab Manager Jumpstart Service	\$79,860

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del proveedor Vmware

La tabla 4.14. muestra los costos de las licencias del software Vmware, este software es necesario para implementar la tecnología de virtualización.

Tabla 4.15. *Gastos y beneficios obtenidos utilizando virtualización.*

Consolidación con el software de virtualización VMware Lab Manager	
Sobrecarga de la virtualización	10.0%
Costo de un arreglo de 4 vías / 146 GB HD para implementar la virtualización	\$203,643
Contrato de mantenimiento anual de sistemas compatibles de 4 vías / 146 GB	\$30,546
Costo anual de consumo de energía, aire acondicionado y espacio para los servidores virtualizados	\$15,972
Costo de 1.5 TB de almacenamiento	\$306,662
Costo de la red (Gigabit Ethernet)	\$53,240
Costo de Software (Windows 2003)	\$26,620
Taza deseable de la utilización del servidor virtualizado	60.0%
Beneficios adicionales con la consolidación con Lab Manager	25.0%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.15. indica algunos gastos que se deben hacer y beneficios esperados con la virtualización.

Tabla 4.16. *Beneficios obtenidos con virtualización*

Beneficios asumidos con virtualización	
Reducir las horas de la persona de TI necesarias para completar la requisición de un servidor	90.0%
Reducir las horas de la persona de TI necesarias para reproducir fallas o errores	95.0%
Reducir el número de reportes solicitando soporte generados por fallas de software o por pruebas en los sistemas	50.0%
Reducir los días necesarios para actualizar software en servidores	75.0%
Reducir los días por actualización y fallas generadas por la misma	75.0%
Reducir los días necesarios por actualización y/o escalamiento de los recursos, lo cual consume tiempo de los ingenieros	50.0%

Fuente: Elaboración propia con datos del fabricante VMware

Finalmente, la tabla 4.16. muestra los beneficios que los responsables de las áreas de TI asumen que obtendrán al virtualizar los servidores.

4.3 Análisis de TCO (costos totales)

En esta sección se presenta el análisis de costos arrojado por el modelo propuesto. Para obtener los costos, se toman en cuenta los datos proporcionados por la tabla 4.1. y las consideraciones necesarias para implementar virtualización.

Con la virtualización, las cargas de trabajo pueden ser consolidadas. Cada instancia del servidor virtualizado ESX puede soportar mas de 100 máquinas virtuales, y la mayoría de la gente de TI es capaz de correr 10 o más aplicaciones en un solo servidor.

Tabla 4.17. *Consolidación de servidores utilizando virtualización*

Estrategia propuesta de consolidación	Actualmente	Carga de trabajo de servidor (después de re-localizarlos)	Número de servidores para Virtualización	Número de procesadores después de virtualizar
1 CPU	18	0	0	0
2 CPU	9	27	4	8
4 CPU	3	3	1	4
8 CPU	3	3	1	8
16 CPU	0	0	0	0
32 CPU	0	0	0	0
Total	33	33	6	20

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla 4.17. una consolidación de 5.5 a 1. Esto es, que 5.5 servidores tradicionales pueden ser soportados en un solo servidor siendo virtualizados.

En la tabla 4.17. se muestra el ahorro en el número de servidores y la amortización promedio de cada uno de ellos.

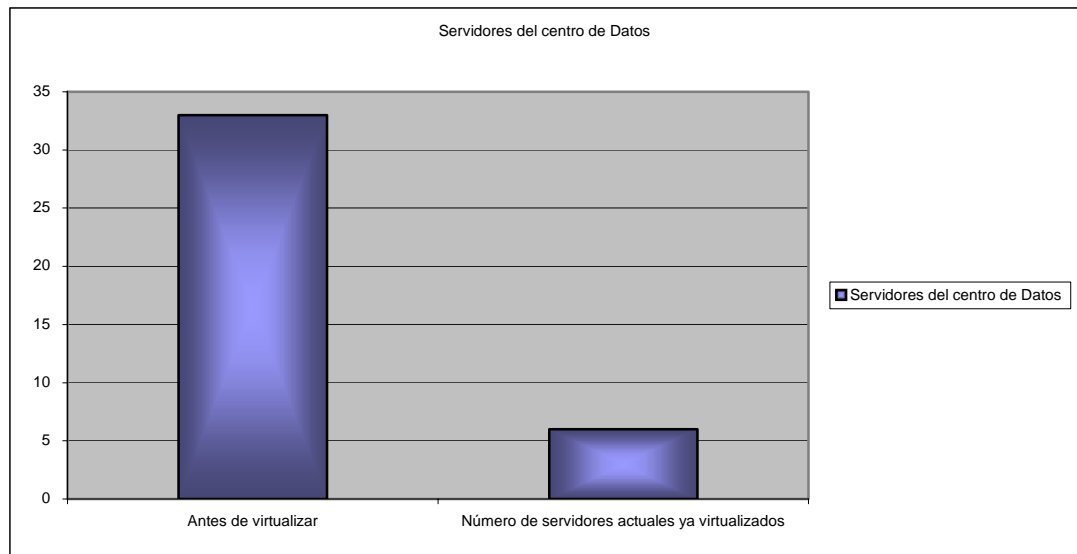


Figura 4.1. Servidores de la empresa. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 4.17.

La figura 4.1. muestra una proporción de 5.5, esto es, que de tener 33 servidores, se reduce el número a solamente 6 servidores, lo cual da claramente una idea de lo que pretende la virtualización en cuanto la optimización de los recursos.

Tabla 4.18. *Ahorros obtenidos y amortización utilizando virtualización.*

Hardware del servidor	Actual	Ahorros propuestos con Virtualización	Con Virtualización (proyectado)
1 CPU			
Número de servidores	18		0
Amortización promedio por servidor por año	\$12,866		\$12,866
Total	\$231,588	\$231,588	\$0
2 CPU			
Número de servidores	9		4
Amortización promedio por servidor por año	\$28,949		\$28,949
Total	\$260,541	\$144,745	\$115,796
4 CPU			
Número de servidores	3		1
Amortización promedio por servidor por año	\$98,427		\$98,427
Total	\$295,281	\$196,854	\$98,427
8 CPU			
Número de servidores	3		1
Amortización promedio por servidor por año	\$128,663		\$128,663
Total	\$385,989	\$257,326	\$128,663
16 CPU			
Número de servidores	0		0
Amortización promedio por servidor por año	\$321,658		\$321,658
Total	\$0	\$0	\$0
32 CPU			
Número de servidores	0		0
Amortización promedio por servidor por año	\$643,317		\$643,317
Total	\$0	\$0	\$0
Número total de servidores	33	27	6
Total de la amortización	\$1,173,399	\$830,513	\$342,886
Ahorros (100%)		\$830,513	\$342,886

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.18. indica el ahorro que se tendrá en la compra de hardware, si se virtualizan los servidores. Muestra la reducción que existirá de los mismos y el costo que tienen según su configuración.

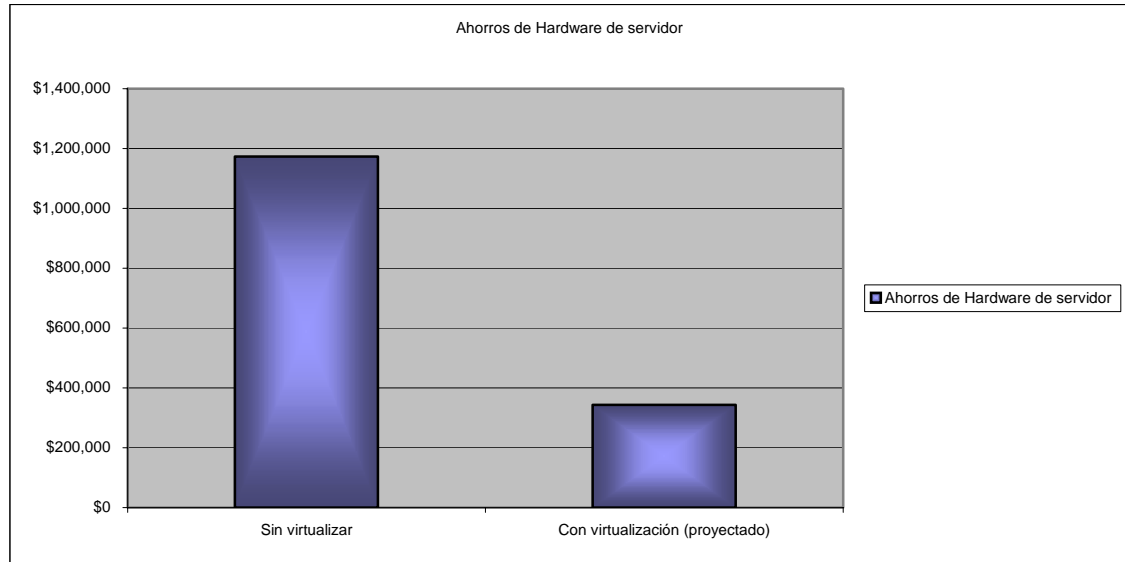


Figura 4.2. Servidores sin virtualizar vs. Virtualizados. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 4.18.

La figura 4.2. muestra el ahorro que se logra en cuanto a la compra de servidores. Como se vio en la tabla 4.2. de requerir comprar 33 servidores solo fueron necesarios 6. Es por esto que se nota tanto la diferencia entre los costos de un proyecto de virtualización de servidores contra uno que no lo es.

Tabla 4.19. *Proyección a 3 años con virtualización.*

Ahorros de Hardware de servidor	Año 1	Año 2	Año 3
Costos actuales	\$1,173,399	\$1,290,739	\$1,419,813
Calendario para virtualizar	100.0%	0.0%	0.0%
Servidores que serán consolidados de acuerdo al calendario	27	27	27
Costos con infraestructura virtualizada (Proyectado)	\$342,886	\$377,175	\$414,892
Total de ahorros	\$830,513	\$913,564	\$1,004,921

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 4.18.

La tabla 4.19. proyecta los beneficios a obtener durante 3 años, ya que es la vida promedio recomendable de los servidores y es el tiempo en que se deprecian los mismos. Con la solución propuesta, los servidores pueden ser consolidados ayudando a reducir la infraestructura SAN necesaria para conectar los servidores a la red de almacenamiento.

Tabla 4.20. *Propuesta de almacenamiento utilizando virtualización.*

Almacenamiento	Actual	Ahorros propuestos con virtualización	Con virtualización (proyectado)
HBA's	7		12
Amortización de cada HBA	\$5,546		\$5,546
Total	\$38,822	(\$27,730)	\$66,552
Switches SAN	2		2
Amortización promedio de cada switch SAN	\$39,930		\$39,930
Total	\$79,860	\$0	\$79,860
Almacenamiento DAS (GB)	2,970		0
Amortización promedio por almacenamiento DAS (por GB)	\$44.37		\$44.37
Total	\$131,779	\$131,779	\$0
Almacenamiento SAN (GB)	330		3,960
Amortización promedio de almacenamiento SAN (por GB)	\$88.73		\$88.73
Total	\$29,281	(\$322,090)	\$351,371
Total	\$279,742	(\$218,041)	\$497,783

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.20. detalla lo que se requiere en cuanto a recursos de almacenamiento. Se nota que es necesario contar con más equipo de almacenamiento para soportar los servidores virtualizados.

Tabla 4.21. *Ahorros de almacenamiento utilizando virtualización.*

Ahorros en almacenamiento	Año 1	Año 2	Año 3
Costos actuales	\$279,742	\$307,716	\$338,488
Calendario para virtualizar	100.0%	0.0%	0.0%
Costos con infraestructura virtualizada (Proyectado)	\$497,783	\$547,561	\$602,318
Total de ahorros	(\$218,041)	(\$239,845)	(\$263,830)

Fuente: Elaboración propia

Para poder virtualizar los servidores, el modelo indica que no habrá ahorro durante 3 años, lo que significa que se tendrá que adquirir infraestructura de almacenamiento de datos. Con la solución propuesta, los servidores pueden ser consolidados ayudando a reducir la infraestructura de red para conectar los servidores a la misma.

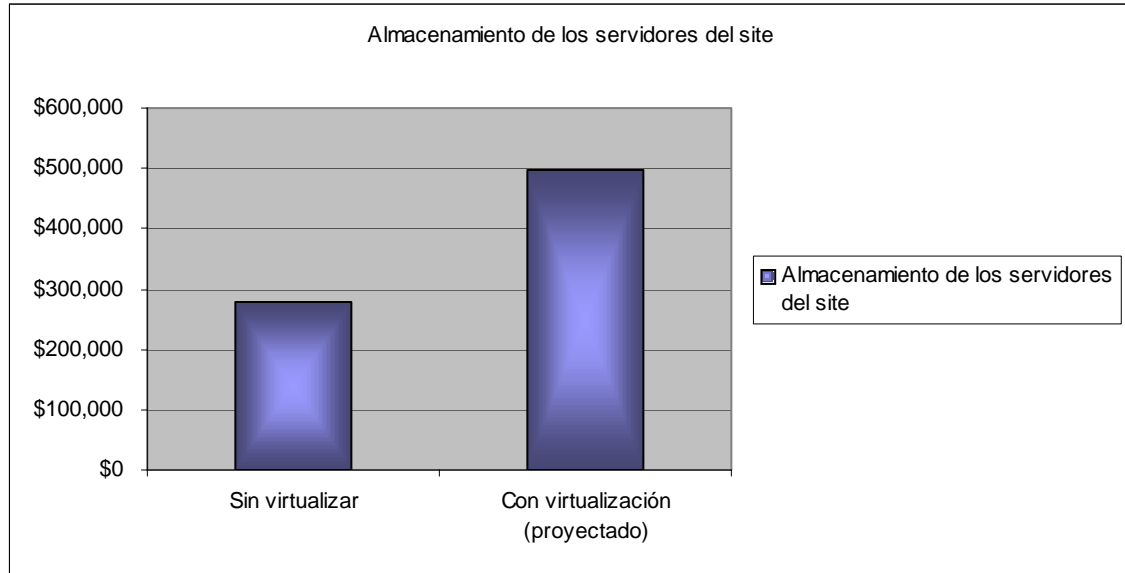


Figura 4.3. Costos de almacenamiento con virtualización y sin virtualización. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 4.21

La figura 4.3. muestra claramente el incremento en los costos que existes en cuanto a capacidad de almacenamiento. Como se mencionó antes, es necesario tener esta capacidad extra para contener los servidores virtualizados.

Tabla 4.22. Infraestructura de red necesaria para virtualización.

Red	Actual	Ahorros propuestos con virtualización	Con virtualización (proyectado)
Número de servidores	33		6
Número de tarjetas de red por servidor	2		3
Número de puertos por tarjeta de red	2		2
Número de puertos por switch de red	24		24
Número de switches de red necesarios	6		2
Amortización anual por switch de red	\$26,620		\$26,620
Total	\$159,720	\$106,480	\$53,240
Ahorros (100%)		\$106,480	\$53,240

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.22. muestra lo que se necesita actualmente en cuanto a infraestructura de red y lo que será necesario utilizando virtualización.

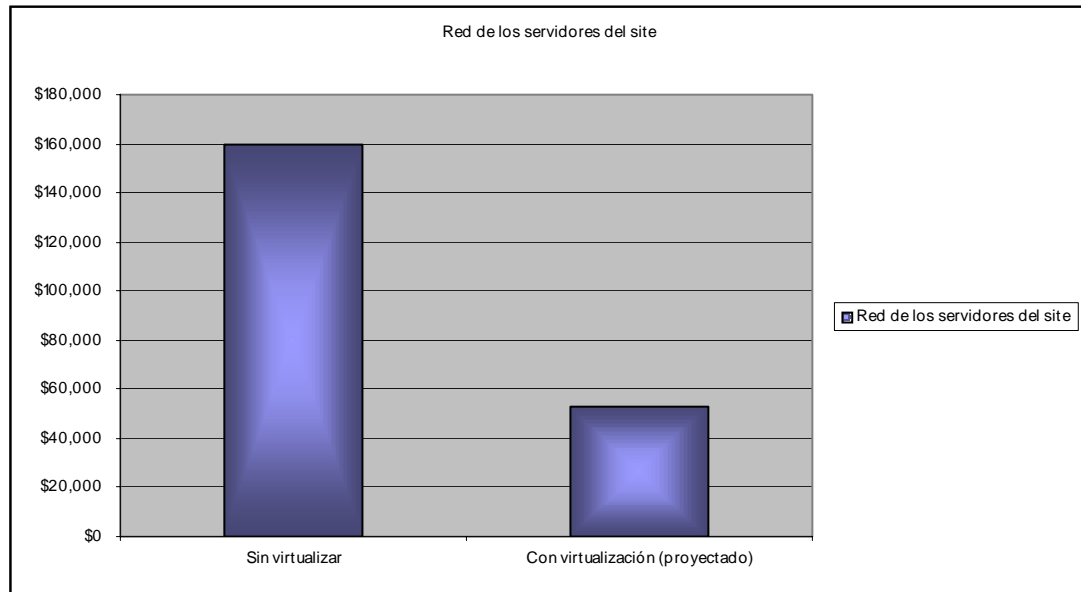


Figura 4.4. Costos de red con virtualización y son virtualización. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 4.22.

La figura 4.4. muestra claramente la reducción en costos que se tiene en cuanto a recursos de red, ya que al ser menos servidores, se requiere menos equipo de redes para la instalación y configuración de los mismos.

Tabla 4.23. Ahorros en infraestructura de red utilizando virtualización.

Ahorros de Red	Año 1	Año 2	Año 3
Costos actuales	\$159,720	\$175,692	\$193,261
Calendario para virtualizar	100.0%	0.0%	0.0%
Costos con infraestructura VMware (Proyectado)	\$53,240	\$58,564	\$64,420
Total de ahorros	\$106,480	\$117,128	\$128,841

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.23. muestra lo que se podrá ahorrar utilizando la virtualización de servidores en la empresa.

Tabla 4.24. *Consumo de energía eléctrica y aire acondicionado*

Actual				
Consumo de electricidad y aire acondicionado antes de virtualizar	Número de servidores	Consumo actual de electricidad (Watts)	Consumo actual enfriamiento (Watts)	Costo total anual de consumo de energía
1 CPU	18	318	398	\$121,833
2 CPU	9	369	461	\$70,616
4 CPU	3	637	796	\$40,639
8 CPU	3	1,072	1,340	\$68,404
16 CPU	0	2,948	3,685	\$0
32 CPU	0	6,164	7,705	\$0
Total	33	14,172 Watts	17,721 Watts	\$301,492

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.24. muestra la energía eléctrica que consumen los servidores que están instalados actualmente en un año.

Tabla 4.25. *Consumo de energía eléctrica y aire acondicionado utilizando virtualización*

Virtualizando (Proyectado)				
Consumo de electricidad y aire acondicionado después de virtualizar	Número de servidores	Consumo actual de electricidad (Watts)	Consumo actual para enfriamiento (Watts)	Costo total anual de consumo de energía
1 CPU	0	366	458	\$0
2 CPU	4	424	530	\$36,074
4 CPU	1	733	916	\$15,588
8 CPU	1	1,233	1,541	\$26,223
16 CPU	0	3,390	4,238	\$0
32 CPU	0	7,089	8,861	\$0
Total	6	3,662 Watts	4,577 Watts	\$77,885
Ahorros estimados		10,510 Watts	13,144 Watts	\$223,607; 74.2%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.25. indica los ahorros que se pueden lograr utilizando virtualización en la empresa.

Tabla 4.26. *Ahorros de energía eléctrica durante los siguientes 3 años*

Ahorros en consumo de energía y enfriamiento	Año 1	Año 2	Año 3
Costos actuales	\$301,492	\$331,641	\$364,805
Calendario para virtualizar	100.0%	0.0%	0.0%
Costos con infraestructura VMware (Proyectado)	\$77,885	\$85,673	\$94,241
Total de ahorros	\$223,607	\$245,968	\$270,564

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla 4.26. que con virtualización, se obtendrán ahorros en el consumo de energía eléctrica durante los siguientes 3 años.

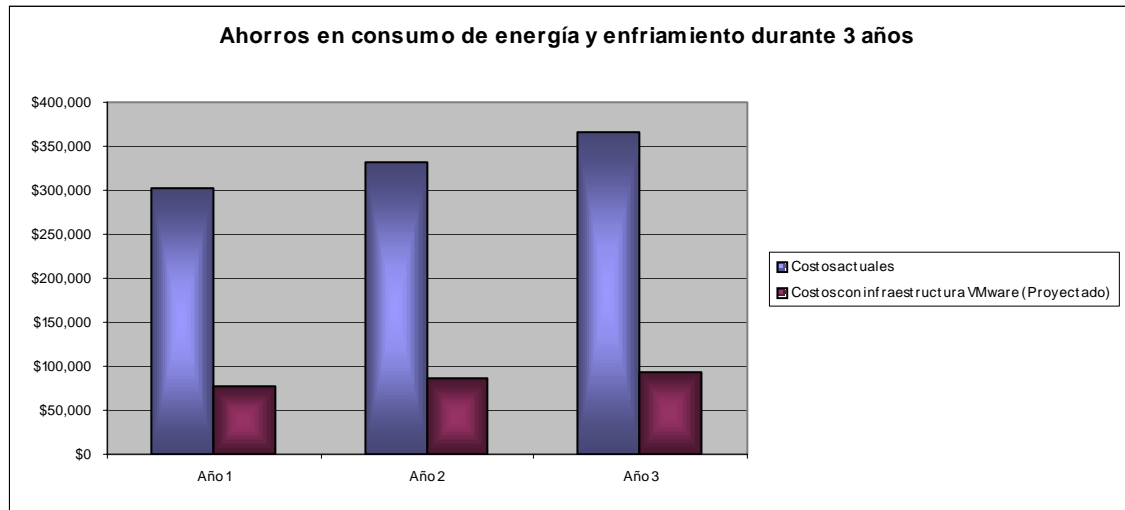


Figura 4.5. Costos de consumo de energía con virtualización vs. sin virtualización. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 4.26

La figura 4.5. permite observar los ahorros en consumo de energía eléctrica que se tienen al tener un ambiente virtualizados. Al tener esa proporción de 5.5 a 1, se logran estos ahorros, ya que se necesita menos energía y aire acondicionado para mantener los servidores virtualizados. También se observa que esto se conserva durante los 3 años, lo cual permite pensar que es conveniente tener estas nuevas tecnologías en las empresas.

Tabla 4.27. *Espacio en el site de datos.*

Espacio del site	Actual	Ahorros propuestos virtualizando	Con virtualización (Proyectado)
Metros cuadrados usados	4	2	2
Costo promedio anual por metro cuadrado	\$9,723.71		\$9,723.71
Costos totales anuales de las instalaciones	\$38,895	\$19,448	\$19,447
Ahorros (100%)		\$19,448	\$19,447

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.28. *Ahorros de espacio del site obtenidos con virtualización*

Ahorro de espacio del site	Año 1	Año 2	Año 3
Costos actuales	\$38,895	\$42,785	\$47,064
Calendario para virtualizar	100.0%	0.0%	0.0%
Costos con infraestructura VMware (Proyectado)	\$19,447	\$21,392	\$23,531
Total de ahorros	\$19,448	\$21,393	\$23,533

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 4.27. y 4.28. se puede observar los ahorros que se obtienen, en cuanto espacio, virtualizando los servidores de la empresa. Con la solución propuesta, los servidores pueden ser consolidados ayudando a reducir el espacio de los racks en los sites de datos, y está asociado en la reducción de las instalaciones y evita sobrecalentamientos. Incluye costo de espacio y amortización de las instalaciones.

Tabla 4.29. *Suministro de servidores*

Suministro de servidores	Actual	Ahorros propuestos virtualizando	Con virtualización (Proyectado)
Número de servidores agregados o suministrados por año	14		14
Horas esperadas por persona para preparar, configurar cada servidor	10.0		0.7
Costo promedio de hora de administración del servidor	\$94.50		\$94.50
Total	\$13,230	\$12,304	\$926
Ahorros (100%)		\$12,304	\$926

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.30. *Ahorros en el suministro de servidores utilizando virtualización.*

Ahorros en el suministro de servidores	Año 1	Año 2	Año 3
Costos actuales	\$13,230	\$15,135	\$17,314
Calendario para virtualizar	100.0%	0.0%	0.0%
Costos con infraestructura VMware (Proyectado)	\$926	\$1,059	\$1,212
Total de ahorros	\$12,304	\$14,076	\$16,102

Fuente: Elaboración propia

Con la solución propuesta, los servidores pueden ser suministrados más eficientemente, permitiendo al equipo de TI agregar nuevos servidores, mover los existentes más productivamente. Con los servidores individuales, antes de virtualizar, se

tomaban típicamente 20 horas para configurar un servidor. Con la Virtualización, estas tareas están consolidadas en los discos virtuales del servidor virtual.

Tabla 4.31. *Administración de servidores*

Administración de servidores	Actual	Ahorros propuestos virtualizando	Con Virtualización (Proyectado)
Número total de servidores por administrar	33		33
Promedio del número de cargas de trabajo administradas por personal de TI y personal de administración de tiempo completo	40.0		75.0
Número de empleados de tiempo completo empleados para administrar los servidores	0.83	0.39	0.44
Costos laborales figurados por el administrador de servidores	\$205,873		\$205,873
Total	\$170,875	\$80,291	\$90,584
Realizable savings (50%)		\$40,146	\$130,729

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.32. *Ahorros en la administración de servidores.*

Ahorros en costos de administración de servidores	Año 1	Año 2	Año 3
Costos actuales	\$170,875	\$195,481	\$223,630
Calendario para virtualizar	100.0%	0.0%	0.0%
Costos con infraestructura Vmware (Proyectado)	\$130,729	\$149,554	\$171,090
Total de ahorros	\$40,146	\$45,927	\$52,540

Fuente: Elaboración propia

Con la solución propuesta, utilizando tecnología de la empresa VMware, los servidores pueden ser consolidados para ayudar a reducir el número de servidores físicos que necesitan ser restaurados en caso de desastre, ayudando a reducir el tiempo de recuperación: no es necesaria una configuración compleja del servidor con VMware Infrastructure, debido a la independencia de la máquina virtual de hardware, y múltiples restauraciones de paso se simplifican a un solo paso para la recuperación de archivos.

Tabla 4.33. *Recuperación de desastres del centro de datos (indirectos)*

Recuperación de desastres	Actual	Ahorros propuestos virtualizando	Con virtualización (Proyectado)
Probabilidad de un evento de recuperación de desastres en un año determinado.	1.0%		1.0%
El tiempo previsto para realizar una recuperación total (horas)	33.0	25.0	8.0
El costo promedio por hora durante el tiempo de inactividad de los desastres	\$536,750		\$536,750
Total (probabilidad de tiempo para recuperarse * costo por hora)	\$177,128	\$134,188	\$42,940
Ahorros realizables	\$17,713	\$13,419	\$4,294

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.34. *Ahorros en recuperación de desastres*

Ahorros en Recuperación de Desastres	Año 1	Año 2	Año 3
Los costos actuales	\$17,713	\$17,713	\$17,713
Calendario para la virtualización	100.0%	0.0%	0.0%
Costos con VMware Infrastructure (Previsión)	\$4,294	\$4,294	\$4,294
Total de ahorro realizable	\$13,419	\$13,419	\$13,419

Fuente: Elaboración propia

Con la virtualización, la disponibilidad del servidor puede ser administrada implementando máquinas virtuales que equilibren cargas de trabajo y proactivamente manejar los equipos sobrecargados; las máquinas virtuales pueden ser rápidamente restauradas en otros servidores si un equipo experimenta fallas de hardware.

Tabla 4.35. *Inactividad no planificada del centro de datos (indirectos)*

El tiempo de inactividad no planificado	Actual	Ahorros propuestos virtualizando	Con virtualización (Proyectado)
Horas de inactividad no planificados por año	43.7		10.9
El costo promedio por hora de tiempo de inactividad no planificados	\$527,076		\$527,076
Total	\$23,033,221	\$17,288,093	\$5,745,128
Ahorros realizables	\$2,303,322	\$1,728,809	\$574,513

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.35. indica que en las empresas, tener detenida la producción es de gran impacto. Muchas veces no se considera esto y se tienen grandes pérdidas de tiempo y de

dinero. En las empresas grandes el costo por hora perdida es muy alto, por lo que es importante tener una infraestructura robusta para evitar inactividad en la producción. En la tabla se muestra el costo que tiene 1 hora de inactividad y en promedio se tienen 43.7 horas de inactividad en un año por diferentes circunstancias.

Tabla 4.36. *Ahorros en inactividad no planificada del centro de datos (indirectos)*

Ahorro de tiempo de inactividad no planificado	Año 1	Año 2	Año 3
Los costos actuales	\$2,303,322	\$2,303,322	\$2,303,322
Calendario para la Virtualización	100.0%	0.0%	0.0%
Costos con virtualización (Previsión)	\$574,513	\$574,513	\$574,513
Total de ahorro realizable	\$1,728,809	\$1,728,809	\$1,728,809

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.36. muestra los ahorros que se logran al tener un ambiente de servidores virtualizados. Aún considerando pérdidas en un caso de inactividad de la producción, es muy bajo comparado con lo que se perdería en una empresa que no tenga esta tecnología implementada.

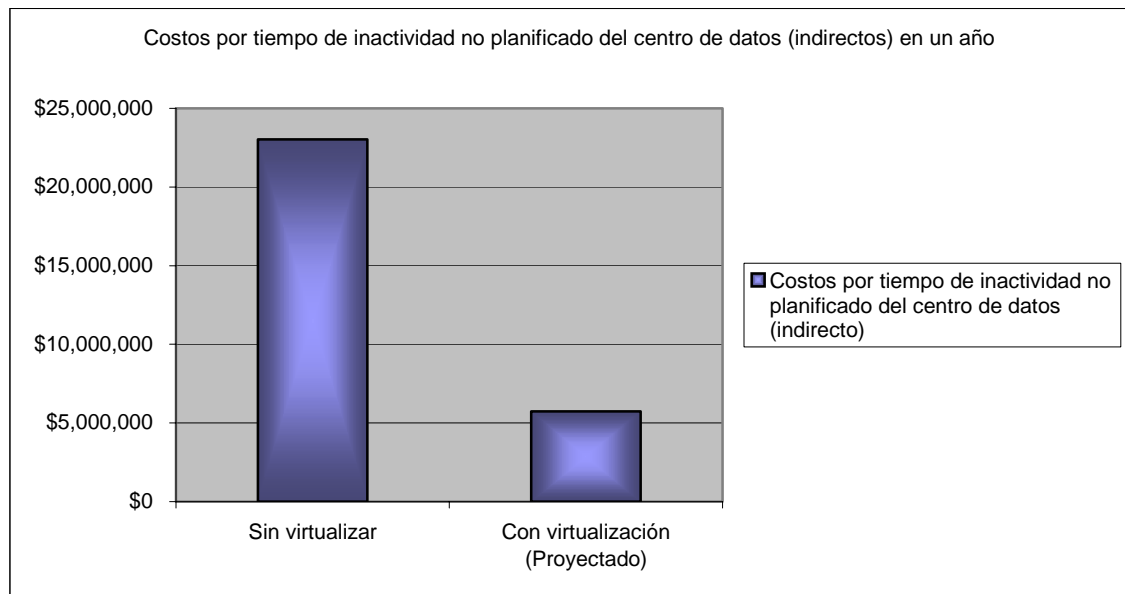


Figura 4.6. Costos por tiempo de inactividad no planificado del centro de datos (indirecto). Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 4.36.

La figura 4.6. permite observar los grandes ahorros que se tienen en caso de que exista un desastre que ocasione que la empresa esté inactiva. Muchas veces, observar una diferencia tan grande, es lo que puede hacer que un experto de TI decida implementar la virtualización como una solución a los problemas comunes de las áreas de sistemas que se tienen en las empresas.

5. RESULTADOS

Después de haber obtenido la información por parte de la empresa y mostrando ahorros obtenidos con la virtualización, se obtienen resultados que darán la pauta para seguir adelante con el proyecto, ya que muestra lo rentable que es la propuesta hecha.

Tabla 5.1. *Análisis de costos totales de la virtualización*

Comparación de TCO acumulativos de 3 años	Actuales (sin virtualizar)	Virtualización (Proyectado)	Diferencia (\$ y % ahorros)
TCO – Directo	\$7,100,917	\$5,074,907	\$2,026,010; 28.5%
TCO - Indirecto	\$6,963,105	\$1,736,421	\$5,226,684; 75.1%
Total TCO (3 años)	\$14,064,022	\$6,811,328	\$7,252,694; 51.6%

Fuente: Elaboración propia

El resultado proyectado con la solución de virtualización propuesta incluye \$2,026,010 en ahorros directos totales en costos en 3 años. También se obtienen \$5,226,684 adicionales en ahorros de indirectos en 3 años. En total, un retorno de inversión (ROI) del 541.5% con \$956,663 de inversión. Este cálculo del ROI se observa en la tabla 5.2., además se obtienen ahorros en el valor presente neto VPN de \$5,288,922 y un plazo de recuperación de la inversión de 5 meses.

Tabla 5.2. *Retorno de la inversión*

Retorno de la inversión (ROI)	541.5%
VPN ahorros (3 años, tasa de descuento = 15.0%)	\$5,288,922
Payback (en meses)	5

Fuente: Elaboración propia

Después de analizar los actuales servidores por mejorar, y simulando el impacto que traería la solución de virtualización, los siguientes beneficios son proyectados para la empresa:

Se logra una proporción 5.5 a 1 para servidores, reduciendo el número de servidores de 33 a 6, ayudando a generar los ahorros antes mencionados.

Tabla 5.3. *Costos de las licencias de software para la virtualización*

Licencias de software	Inicial / Año 1	Año 2	Año 3
Calendario para la Virtualización	100.0%	0.0%	0.0%
Costo de las licencias	\$765,330	\$0	\$0
Costo de las licencias acumuladas	\$765,330	\$765,330	\$765,330
Soporte anual y cuotas de suscripción	\$191,333	\$191,333	\$191,333
Costo total de las licencias y cuotas anuales de suscripción	\$956,663	\$191,333	\$191,333

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5.3. muestra el costo que tiene el software para poder implementar la solución de virtualización. A pesar de que es un costo importante, esta tecnología permite tener ahorros considerables para la empresa.

Tabla 5.4. *Inversión en la solución de virtualización (licencias)*

Inversión en la solución de Virtualización	Inicial / Año1	Año 2	Año 3	Total
Licencias del software de Virtualización	\$956,663	\$191,333	\$191,333	\$1,339,329
Costos totales	\$956,663	\$191,333	\$191,333	\$1,339,329

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se observa que el costo total, durante 3 años, será de \$1,339,329 en costos de licenciamiento para virtualizar los servidores.

Tabla 5.5. *Infraestructura necesaria para la virtualización*

Comparación de TCO acumulativos de 3 años	Actuales (sin virtualizar)	Virtualización (Proyectado)	Diferencia (\$ y % ahorros)
Beneficios de la Virtualización			
Hardware del centro de datos	\$3,883,951	\$1,134,953	\$2,748,998; 70.8%
Almacenamiento de los servidores del site	\$925,946	\$1,647,662	\$-721,716; - 77.9%
Red de los servidores del site	\$528,673	\$176,224	\$352,449; 66.7%
Consumo de Electricidad y aire acondicionado del site	\$997,938	\$257,799	\$740,139; 74.2%
Espacio en el site de datos	\$128,744	\$64,370	\$64,374; 50.0%
Suministro de servidores al centro	\$45,679	\$3,197	\$42,482; 93.0%
Administración del site	\$589,986	\$451,373	\$138,613; 23.5%
Recuperación de desastres del site (indirecto)	\$53,139	\$12,882	\$40,257; 75.8%
Tiempo de inactividad no planificado del site (indirecto)	\$6,909,966	\$1,723,539	\$5,186,427; 75.1%
Inversión requerida			
Licencias del software de Virtualización	\$0	\$1,339,329	\$-1,339,329; 0%
TCO - Directo	\$7,100,917	\$5,074,907	\$2,026,010; 28.5%
TCO - Indirecto	\$6,963,105	\$1,736,421	\$5,226,684; 75.1%
Total TCO (3 años)	\$14,064,022	\$6,811,328	\$7,252,694; 51.6%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5.5. muestra la infraestructura necesaria para la implantación de virtualización y además indica los beneficios que se tienen con la solución propuesta comparados con una solución sin virtualizar. Indica los ahorros que se tienen después de virtualizar los servidores de la empresa.

Tabla 5.6. *Beneficios esperados con la virtualización*

Beneficios esperados con Virtualización	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Hardware del centro de datos	\$830,513	\$913,564	\$1,004,921	\$2,748,998
Almacenamiento de los servidores del site	(\$218,041)	(\$239,845)	(\$263,830)	(\$721,716)
Red de los servidores del site	\$106,480	\$117,128	\$128,841	\$352,449
Consumo de Electricidad y aire acondicionado del site	\$223,607	\$245,968	\$270,564	\$740,139
Espacio en el site de datos	\$19,448	\$21,393	\$23,533	\$64,374
Suministro de servidores al centro	\$12,304	\$14,076	\$16,102	\$42,482
Administración del site	\$40,146	\$45,927	\$52,540	\$138,613
Recuperación de desastres del site (indirecto)	\$13,419	\$13,419	\$13,419	\$40,257
Tiempo de inactividad no planificado del site (indirecto)	\$1,728,809	\$1,728,809	\$1,728,809	\$5,186,427
Beneficios totales	\$2,756,685	\$2,860,439	\$2,974,899	\$8,592,023

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5.6. muestra los beneficios esperado durante 3 años con la solución de virtualización de servidores, además permite consolidar costos de red de SAN, ayuda a reducir el número de adaptadores de 7 a 12, ahorrando 5 HBAs. Además, con la reducción del total de servidores, se reduce el consumo de energía de 10.51 kWatts, energía para enfriamiento de 13.144 kWatts, y ahorro en las instalaciones del centro de datos por 2 metros cuadrados. Estos ahorros permiten una reducción de 277,106 libras (126 toneladas) de emisiones de carbono, equivalente a las emisiones promedio de 23 carros en las calles por año. Por lo que también este proyecto beneficia al medio ambiente.

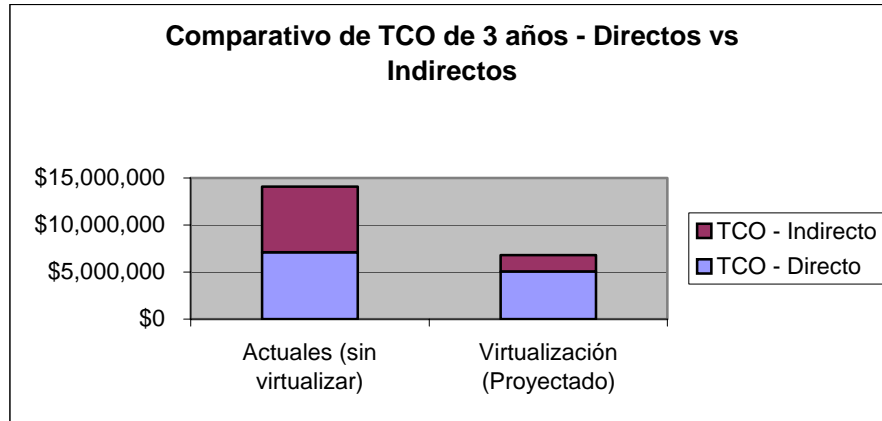


Figura 5.1. Comparativo de TCO de 3 años. Directos contra indirectos. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 5.5.

La figura 5.1. muestra claramente que en un ambiente de servidores no virtualizados, los costos indirectos son muy altos. Muchas veces es complicado considerar todos los costos indirectos en el área de TI. Con la solución de virtualización, se reducen considerablemente estos costos, lo cual indica que trae muchos beneficios virtualizar los servidores de la empresa.

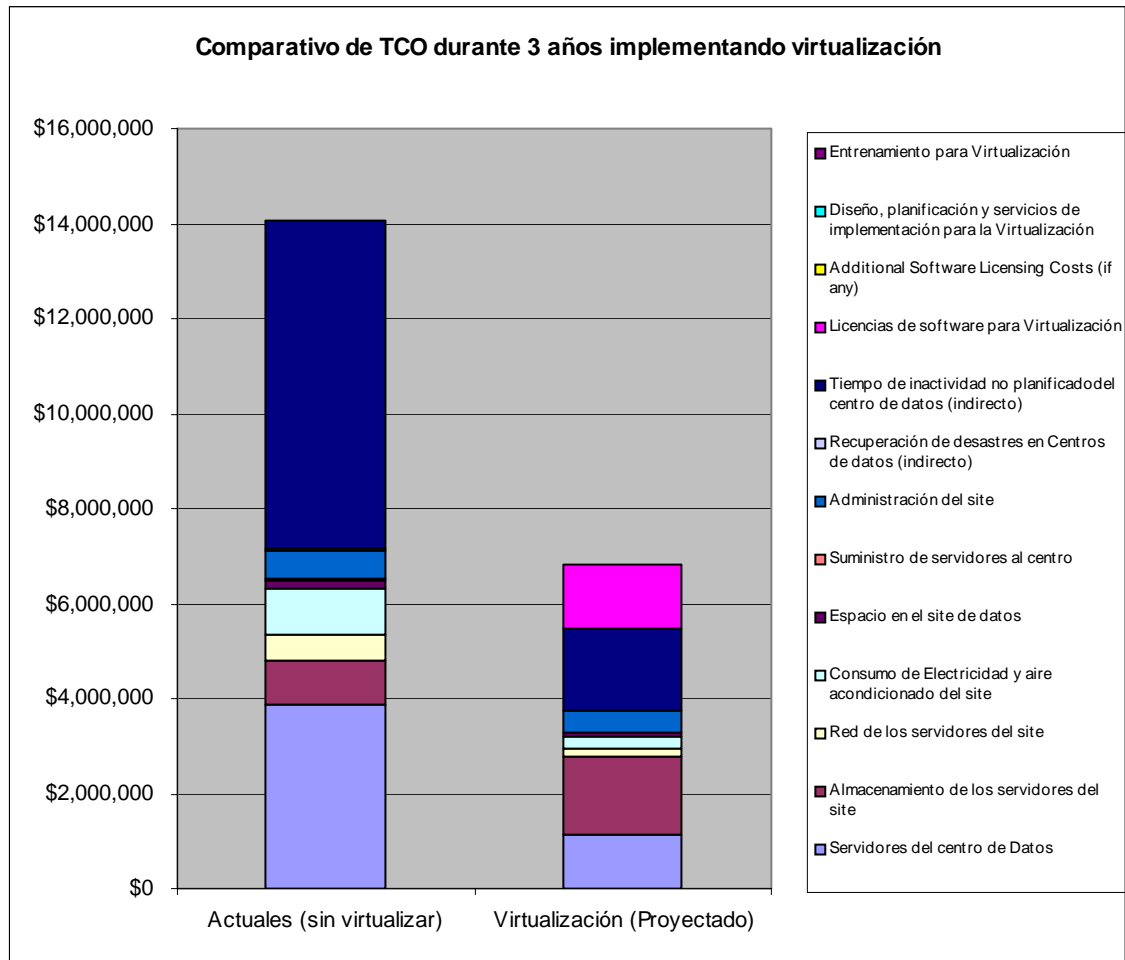


Figura 5.2. Comparativo de los costos totales implementando virtualización. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 5.5.

La figura 5.2. muestra un comparativo entre los costos totales que se tendrían durante 3 años sin virtualizar contra la solución implementada de Virtualización. Se observa que los ahorros considerables se encuentran en la reducción de servidores y en el tiempo de inactividad que se pudiera tener en caso de una falla o desastre con los servidores. Con Virtualización se disminuyen prácticamente todos los costos y solo se incrementan los costos de licenciamiento del software necesario para la Virtualización

de los servidores y la parte de almacenamiento de datos. Aún con este incremento en los costos, se observa un ahorro del 51.6% en los costos totales durante 3 años.

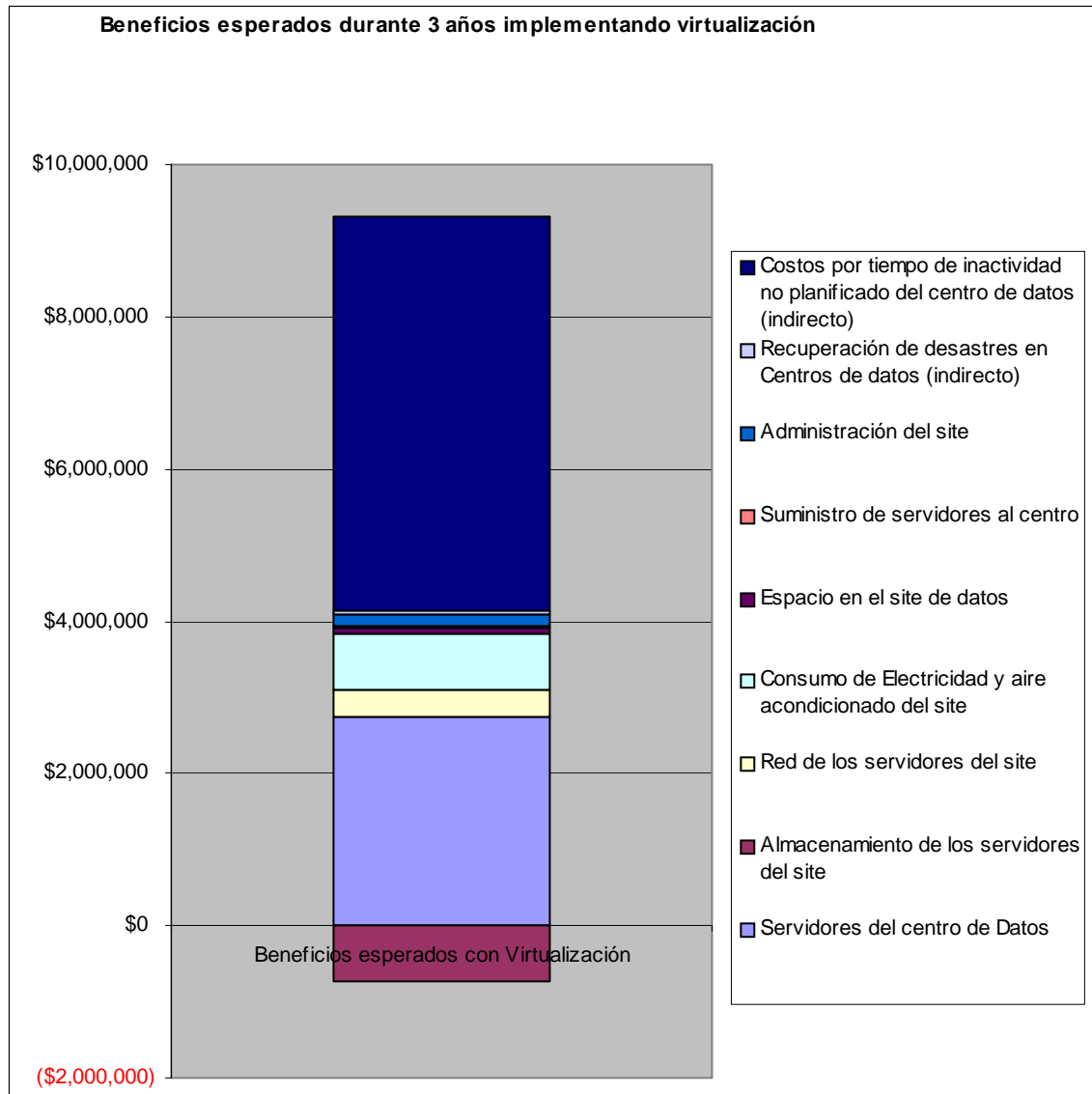


Figura 5.3. Beneficios esperados durante 3 años implementando virtualización. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 5.6.

En la figura 5.3. se puede observar que existen beneficios en todos los aspectos que afectan a los servidores. El único aspecto que se incrementa es en la capacidad de almacenamiento, ya que es necesario incrementar esto para albergar los servidores virtualizados.

5.1. Aportaciones

La investigación realizada le será de utilidad a los profesionales de Tecnologías de Información que buscan implementar soluciones nuevas con el fin de obtener grandes beneficios financieros para sus empresas. Se enfoca a empresas grandes, ya que éstas son las que más necesitan de este tipo de soluciones para mejorar la administración y optimizar los recursos en el área de Tecnologías de Información.

Este proyecto permite conocer nuevas herramientas y ayuda a tener una mejor planeación en las empresas para contar con tecnologías de vanguardia, y a su vez ayuda a entender de mejor manera el impacto financiero que tienen los sistemas en las mismas.

5.2. Recomendaciones

Se hizo este proyecto para empresas grandes y solamente virtualizando servidores. Se recomienda realizar un estudio sobre el impacto que tendría la virtualización en las empresas si se implementan en servidores, computadoras personales y portátiles, ya que se pudieran obtener grandes ahorros para las compañías, pues se estarían optimizando de mejor manera los recursos en el área de Tecnologías de Información. Un estudio, en una empresa mediana, permitiría realizar la recomendación hecha, ya que se tendría la capacidad y los recursos para implementar la virtualización de una manera más completa.

5.3. Conclusiones

Existen dos problemas en los sistemas de servidores diseñados para los centros de procesamiento de datos: por un lado la proliferación de máquinas físicas, y por otro lado, de manera derivada, el aprovechamiento poco óptimo de la potencia de cómputo de las mismas. A cada máquina física se le asigna una función, instalándose los servicios necesarios para cumplir su objetivo. Si con estos servicios ejecutándose, la máquina cuenta con un 80% de su potencia de cómputo libre, se está desperdiciando una cantidad considerable de capacidad de proceso en la máquina. Lo cual indica que también se desperdician recursos financieros.

La virtualización tiene entre sus ventajas, la capacidad de disminuir el problema de la potencia de cómputo no aprovechada. Si el diseño de un sistema de servidores contempla la utilización de varias máquinas enfocadas a distintos objetivos, y para implantar el diseño se utilizan máquinas virtuales ejecutándose sobre una o varias máquinas físicas, se obtendrán varios beneficios:

Una reducción de los costos considerable, al no tener que comprar un servidor por cada aplicación que se tenga. Solamente se comprarán los servidores que contendrán a los servidores virtualizados, aunque tengan que ser de mayor potencia, pero se tendrá un mejor aprovechamiento de los recursos.

Se obtendrá un sistema ampliamente escalable, es decir, si se requieren más servidores, éstos pueden ser servidores virtuales. De esta forma, no se incurre en más gastos, ni se necesita más espacio físico para alojar otro servidor físico.

Se pueden realizar más divisiones de las que en un principio se contaría al tener solo máquinas físicas. Al realizar más divisiones contando con los servidores virtuales, se aísla mejor los servicios obteniendo más seguridad en todo el sistema.

Son claros los beneficios que aporta la virtualización aplicada al diseño de un sistema de servidores. El presente proyecto utiliza esta innovación tecnológica obteniendo un sistema potente y escalable de servidores, con un bajo costo.

BIBLIOGRAFÍA

- Escobar, B. (1997), *La evaluación económica de los sistemas de información*.
España: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla
- Parker M y Benson R. (1988), *Information Economics: Linking Business Performance to Information Technology*. United States of America: Prentice-Hall
- Van Horne, J. (2002), *Fundamentos de administración financiera*, México: Pearson Education
- Weston J. Y Brigham E. (1993), *Fundamentos de administración financiera*.
México:Editorial Mc Graw Hill.
- Tipos de servidores*. Obtenido el 9 de junio de 2009, desde
<http://www.masadelante.com/faqs/tipos-de-servidores>
- Data Center*. Obtenido el 5 de mayo de 2009, desde
http://en.wikipedia.org/wiki/Data_center
- Centro de proceso de datos*. Obtenido el 5 de mayo de 2009, desde
http://es.wikipedia.org/wiki/Centro_de_proceso_de_datos
- Transform your Business with Virtualization*. Obtenido el 11 de mayo de 2009, desde
<http://vmware.com.mx/technology/virtualization.html>
- Virtualización de plataforma*. Obtenido el 19 de mayo de 2009, desde <http://epics-usmp.blogspot.com/2008/09/virtualizacin-de-plataforma.html>
- Virtualización*. Obtenido el 20 de mayo de 2009, desde
<http://www.ideasmultiples.com/imvps/virtualizacion.php>
- Máquinas virtuales*. Obtenido el 21 de mayo de 2009, desde
<http://www.vmware.com/es/overview/vmachine.html>
- Introducción a las máquina virtuales*. Obtenido el 22 de mayo de 2009, desde

<http://observatorio.cnice.mec.es/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=462>

Vaquiroy, C. (s. f.). *El valor presente neto- vpn*. Obtenido el 22 de mayo de 2009, desde

<http://www.pymesfuturo.com/vpneto.htm>

Álvarez, M. (Marzo, 2009). *Qué es ROI*. Obtenido el 24 de mayo de 2009, desde

<http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-es-roi.html>