

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES



Proyecto previo aprobación para la obtención del título de
INGENIERA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

TEMA:

Estudio de tecnologías informáticas para asegurar la continuidad de servicios de sistemas computacionales mediante virtualización.

APLICATIVO:

Virtualización de servidores en el Municipio de Ibarra.

AUTORA:

Rosero Vinueza Verónica Azucena

DIRECTOR:

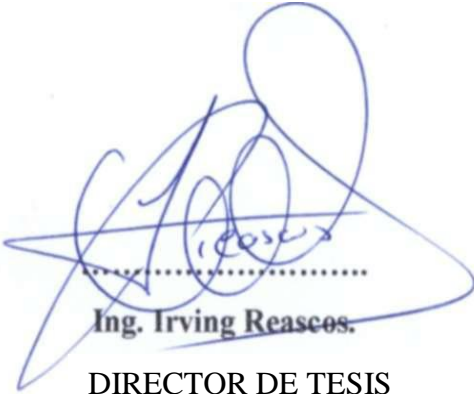
Ing. Irving Reascos

IBARRA - ECUADOR

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que la Srta. Verónica Azucena Rosero Vinueza; estudiante de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas – Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, ha desarrollado y terminado en su totalidad la tesis **“ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE SERVICIOS DE SISTEMAS COMPUTACIONALES MEDIANTE VIRTUALIZACIÓN”**, con el aplicativo **“VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES EN EL MUNICIPIO DE IBARRA”**, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.



.....
Ing. Irving Reascos.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

Ibarra, 27 de diciembre del 2012

Señores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Presente.

De mis consideraciones.-

Siendo auspiciantes del proyecto de tesis de la Egresada Verónica Azucena Rosero Vinueza, con CI. 100366121-0, quien desarrolló su trabajo con el tema “**ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE SERVICIOS DE SISTEMAS COMPUTACIONALES MEDIANTE VIRTUALIZACIÓN**”, con el aplicativo “**VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES EN EL MUNICIPIO DE IBARRA**”, me es grato informar que se han superado con satisfacción las pruebas técnicas y la revisión de cumplimiento de los requerimientos funcionales, por lo que se recibe el proyecto como culminado. Una vez que hemos recibido la capacitación y documentación respectiva, nos comprometemos a continuar utilizando el mencionado aplicativo en beneficio de nuestra institución.

La egresada Verónica Azucena Rosero Vinueza, puede hacer uso de este documento para los fines pertinentes en la Universidad Técnica del Norte.

Atentamente,



.....
Ing. Gabriel Bucheli

HARDWARE Y COMUNICACIONES

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE SAN MIGUEL DE IBARRA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, VERÓNICA AZUCENA ROSERO VINUEZA, con cédula de identidad Nro. 100366121-0, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículo 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: **“ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE SERVICIOS DE SISTEMAS COMPUTACIONALES MEDIANTE VIRTUALIZACIÓN”**, con el aplicativo **“VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES EN EL MUNICIPIO DE IBARRA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniería en Sistemas Computacionales, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes mencionada, aclarando que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma: 

Nombre: Verónica Azucena Rosero Vinueza

Cédula: 100366121-0

Ibarra a los 27 días del mes de Diciembre del 2012



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital institucional, determinó la necesidad de disponer los textos completos de forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente investigación:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD	100366121-0
APELLIDOS Y NOMBRES	ROSERO VINUEZA VERÓNICA AZUCENA
DIRECCIÓN	OTAVALO – URB. MARÍA JOSE # 126
E-MAIL	verito_niki@hotmail.com
TELÉFONO FIJO	
TELÉFONO MOVIL	087764428

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE SERVICIOS DE SISTEMAS COMPUTACIONALES MEDIANTE VIRTUALIZACIÓN”
AUTOR	ROSERO VINUEZA VERÓNICA AZUCENA
FECHA	27 DE DICIEMBRE DEL 2012
PROGRAMA	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
ASESOR / DIRECTOR	ING. IRVING REASCOS

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, VÉRONICA AZUCENA ROSERO VINUEZA, con cédula de identidad Nro. 100366121-0, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional con fines académicos, para ampliar, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.



Firma:

Nombre: Verónica Azucena Rosero Vinueza

Cédula: 100366121-0

Ibarra a los 27 días del mes de Diciembre del 2012

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mi padre Dios, por darme la fe necesaria para salir adelante y no desmayar en este recorrido, permitiéndome alcanzar todos mis sueños con su amor y bondad infinita.

A mis padres, porque creyeron en mí y me apoyaron en todo. Gracias a ustedes papitos hoy puedo ver reflejado sus sueños en los míos y esa es mi mayor recompensa, gracias por apoyarme en los momentos más difíciles de mi carrera.

A mis hermanos y amigos que de cierta manera estuvieron a mi lado apoyándome con palabras de aliento, para que llegue a cumplir esta meta.

A mi tía Judith que ha sido incondicional para mí y que siempre ha estado apoyándome, muchas gracias por todo.

A la persona que me ha acompañado durante toda mi carrera y que más que un novio ha sido mi amigo y ha estado a mi lado en los momentos de alegría y tristeza, demostrándome que siempre podré contar con él.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, comprensión y consejos en los momentos más difíciles, espero no defraudarlos y que este sea el principio de muchos más logros.

Verónica Rosero V.

AGRADECIMIENTOS

Es muy grato para mí haber contado con el apoyo de muchas grandes personas en el desarrollo de esta tesis y me complace exteriorizar mi sincero agradecimiento a mi querida universidad que ha sido mi segundo hogar durante los años de estudio y me siento muy orgullosa de pertenecer a la Universidad Técnica del Norte.

Además quiero agradecer a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, quienes con su profesionalismo y ética, me han guiado por el buen camino, espero no defraudarlos.

Me encuentro infinitamente agradecida con mi Director de tesis el Ingeniero Irving Reascos, muchas gracias por su apoyo incondicional y sobre todo por su amistad.

También quería agradecer a las personas que conforman la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación del Municipio de Ibarra y de manera especial al Ingeniero Gabriel Bucheli, por haberme brindado su apoyo y conocimientos para el desarrollo de mi tesis.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Verónica Rosero V.

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	i
CERTIFICACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
TABLA DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xv
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
1. Antecedentes	1
2. Base legal de la institución	1
3. Problema	4
4. Objetivos	5
5. Justificación	5
6. Alcance	6
CAPÍTULO 1. Fundamentos teóricos	8
1.1. Virtualización.....	9
1.1.1. Definición de virtualización	9
1.1.2. Características de Virtualización	10
1.1.3. Máquina virtual	13
1.1.4. Hipervisor	13
1.1.5. Modelos de Virtualización.....	14
1.1.6. Factores a considerar para la virtualización	20
1.2. Hardware para virtualización	22
1.2.1. Intel – VT	22
1.2.2. AMD–V	25
1.3. Sistemas de almacenamiento	26
1.3.1. Storage	26
1.3.2. RAID (Redundant Array of Independent Disks).....	27
1.3.3. LVM (Logical Volume Manager)	30
1.3.4. Redes de almacenamiento	31
CAPÍTULO 2. Análisis y selección de los sistemas de virtualización	34
2.1. Entorno de Pruebas	35
2.2. Requerimientos de comparación.....	35
2.2.1. Por Características	35
2.2.2. Por uso de recursos	36

2.2.3.	Por gestión de la plataforma	36
2.2.4.	Por recuperación	37
2.3.	Valorización de los requerimientos	37
2.3.1.	Por Características	37
2.3.2.	Por uso de recursos	38
2.3.3.	Por gestión de la plataforma	38
2.3.4.	Por recuperación	39
2.4.	Sistemas de virtualización	39
2.4.1.	XenServer	40
2.4.2.	VMware ESXi	45
2.4.3.	Red Hat Enterprise Virtualization	54
2.4.4.	KVM con DEBIAN	61
2.5.	Selección del sistema de virtualización	68
2.5.1.	Calificación de los sistemas de virtualización	68
2.5.2.	Resultado de la Evaluación.....	68
CAPÍTULO 3. Plan de implementación de una infraestructura virtual.....		35
3.1.	Metodología para una infraestructura virtual.....	71
3.1.1.	Estudio en la infraestructura	71
3.1.2.	Análisis del retorno de la inversión	75
3.1.3.	Planificación	76
3.2.	Gestión de continuidad del negocio	77
3.2.1.	Objetivos.....	77
3.2.2.	Metodología.....	78
CAPÍTULO 4. Implementación del sistema de virtualización		82
4.1.	Estudio de la infraestructura	83
4.1.1.	Inventario de Servidores	83
4.1.2.	Inventario de red	85
4.1.3.	Criticidad de los recursos	88
4.1.4.	Monitoreo de recursos	88
4.1.5.	Recopilación de información.....	91
4.1.6.	Escenarios de virtualización	91
4.2.	Análisis del Retorno de la Inversión	96
4.2.1.	Análisis de TCO (Total Cost of Ownership - Costo total de propiedad) ..	96
4.2.2.	Determinación del retorno de la inversión	100
4.3.	Planificación	100
4.3.1.	Plan de implementación.....	100
4.3.2.	Plan de pruebas	112
4.4.	Gestión de continuidad del negocio	114
4.4.1.	Introducción.....	114
4.4.2.	Objetivo	114
4.4.3.	Análisis del negocio y evaluación de riesgos	114
4.4.4.	Selección de estrategias	116

CAPÍTULO 5. Conclusiones y recomendaciones	120
5.1. Conclusiones	121
5.2. Recomendaciones	122
GLOSARIO.....	123
BIBLIOGRAFÍA	127
ANEXOS	130

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

Figura 1. Organigrama Estructural por Procesos Municipio de Ibarra.....	4
Figura 2. Servidores con los que cuenta el Municipio de Ibarra	6
Figura 3. Esquema futuro de un servidor del Municipio de Ibarra.....	7

CAPÍTULO 1. Fundamentos Teóricos

Figura 1.1. Ambiente Virtualizado dentro de un servidor	9
Figura 1.2. Representación gráfica de Grid Computing	10
Figura 1.3. Niveles de utilización de los servidores	11
Figura 1.4. Aislamiento	12
Figura 1.5. Encapsulamiento	12
Figura 1.6. Independencia de hardware	13
Figura 1.7. Hipervisor tipo 1.....	14
Figura 1.8. Hipervisor tipo 2.....	14
Figura 1.9. Emulación.....	15
Figura 1.10. Virtualización completa	16
Figura 1.11. Anillos de privilegio en arquitecturas x86	17
Figura 1.12. Paravirtualización.....	18
Figura 1.13. Virtualización de almacenamiento	19
Figura 1.14. Ejemplo de consolidación de servidores	21
Figura 1.15. Capa de funcionamiento de Intel–VT	23
Figura 1.16. Funcionamiento de Intel VT-d	24
Figura 1.17. Funcionamiento de AMD-V.....	25
Figura 1.18. Diagrama de configuración RAID 0	27
Figura 1.19. Diagrama de configuración RAID 1	28
Figura 1.20. Diagrama de configuración RAID 5	29
Figura 1.21. Diagrama de configuración RAID 10	29
Figura 1.22. Diagrama de configuración RAID 01	30
Figura 1.23. Estructura de un LVM.....	31
Figura 1.24. Modelo de almacenamiento NAS	31
Figura 1.25. Modelo de almacenamiento SAN	33

CAPÍTULO 2. Análisis y selección de los sistemas de virtualización

Figura 2.1. Características del servidor de pruebas	35
Figura 2.2. Arquitectura de XenServer.....	40
Figura 2.3. Performance XenServer sobre Windows XP	44
Figura 2.4. Arquitectura de VMware.....	46
Figura 2.5. Funcionamiento de vMotion	50
Figura 2.6. Funcionamiento de Storage VMotion	50
Figura 2.7. Funcionamiento de High Availability de VMware	51
Figura 2.8. Performance VMware ESXi sobre Windows XP	52
Figura 2.9. Arquitectura de Red Hat Enterprise Virtualization	56

Figura 2.10. Migración en vivo de máquinas virtuales	59
Figura 2.11. Funcionamiento de RHEV HA	60
Figura 2.12. Performance Red Hat Enterprise Virtualization sobre Windows XP	61
Figura 2.13. Arquitectura de KVM.....	63
Figura 2.14. Performance KVM sobre Windows XP	67
Figura 2.15. Error en reconocimiento de Storage	69

CAPÍTULO 3. Plan de implementación de una infraestructura virtual

Figura 3.1. Funcionamiento de Up.time	73
Figura 3.2. Metodología de implementación de un Plan de Negocio.....	78

CAPÍTULO 4. Implementación del sistema de virtualización

Figura 4.1. Diagrama de Red del Edificio Central, Municipio de Ibarra	86
Figura 4.2. Diagrama de Red completo del Municipio de Ibarra	87
Figura 4.3. Uso del CPU, servidor de aplicaciones internas	89
Figura 4.4. Uso de memoria, servidor de aplicaciones internas	89
Figura 4.5. Ocupación del disco duro, servidor de aplicaciones internas.....	90
Figura 4.6. Capacidad unidad C, servidor de aplicaciones internas	90
Figura 4.7. Capacidad unidad D, servidor de aplicaciones internas	91
Figura 4.8. Escenario de virtualización servidor HP BL 460 G6	92
Figura 4.9. Escenario de virtualización servidor HP BL 460 G6	93
Figura 4.10. Escenario de virtualización servidor HP 160 G5	94
Figura 4.11. Escenario de virtualización servidor HP BL 460 G6	95
Figura 4.12. Operaciones del sistema SmartStart	101
Figura 4.13. Operaciones de la opción mantenimiento	101
Figura 4.14. Selección del dispositivo de almacenamiento	102
Figura 4.15. Creación de array (1).....	102
Figura 4.16. Creación de array (2).....	102
Figura 4.17. Creación de unidades lógicas	103
Figura 4.18. Selección tipo de Raid.....	103
Figura 4.19. Visualización de Raid Creado	104
Figura 4.20. Ventana principal de instalación sistema operativo DEBIAN	104
Figura 4.21. Vista Virt-Manager	107
Figura 4.22. Reconocimiento de unidad física	108
Figura 4.23. Ejecución del programa Putty	110
Figura 4.24. Configuración de Putty.....	111
Figura 4.25. Administrador Web FreeNAS	111
Figura 4.26. Volúmenes creados en FreeNAS.....	112
Figura 4.27. Migración del correo institucional	113

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

Tabla 1. Servicios, sistemas y base de datos del Municipio de Ibarra.....	6
--	---

CAPÍTULO 2. Análisis y selección de los sistemas de virtualización

Tabla 2.1. Requerimientos de XenServer	40
Tabla 2.2. Sistemas operativos soportados por XenServer.....	41
Tabla 2.3. Versiones de XenServer.....	45
Tabla 2.4. Requerimientos de VMWare ESXi.....	46
Tabla 2.5. Sistemas operativos soportados por VMWare.....	47
Tabla 2.6. Costo soporte	48
Tabla 2.7. Versiones del hipervisor VMware	53
Tabla 2.8. Resumen de requerimientos de Red Hat Enterprise Virtualization.	56
Tabla 2.9. Sistemas operativos soportados por Red Hat Enterprise Virtualization.....	57
Tabla 2.10. Soporte de Red Hat Enterprise Virtualization	58
Tabla 2.11. Resumen de requerimientos de KVM.....	62
Tabla 2.12. Sistemas operativos soportados por KVM.....	64
Tabla 2.13. Evaluación de los sistemas de virtualización.....	68

CAPÍTULO 3. Plan de implementación de una infraestructura virtual

Tabla 3.1. Formato para la recolección de información de activos críticos	72
Tabla 3.2. Hardware mínimo recomendado para la estación de vigilancia	74
Tabla 3.3. Sistemas operativos para el servidor.....	74
Tabla 3.4. Sistemas operativos para el agente	74
Tabla 3.5. Formato para la recolección de información de activos críticos	79
Tabla 3.6. Formato para un plan de contingencias (Antes, Durante o Después).....	80
Tabla 3.7. Formato del directorio de funcionarios.....	80
Tabla 3.8. Formato de directorio de Proveedores	80

CAPÍTULO 4. Implementación del sistema de virtualización

Tabla 4.1. Características del servidor de HP DL 380 G5.....	83
Tabla 4.2. Características del servidor de HP ML 350	83
Tabla 4.3. Características del servidor de HP DL 160 G5.....	84
Tabla 4.4. Características del servidor de HP DL 160 G5.....	84
Tabla 4.5. Características del servidor de HP BL 460 G6.....	84
Tabla 4.6. Características del servidor de HP BL 460 G6.....	85
Tabla 4.7. Características del servidor de HP BL 460 G6.....	85
Tabla 4.8. Características del servidor de HP DL 380 G5.....	85
Tabla 4.9. Activos Críticos Municipio de Ibarra	88
Tabla 4.10. Uso de recursos de los servidores	91
Tabla 4.11. Cálculo del costo de implementación de un sistema de virtualización.....	96
Tabla 4.12. Cálculo de costo de administración	97
Tabla 4.13. Costo de inversión de equipos para virtualización – IMI.....	97

Tabla 4.14. Consumo anual de un servidor, UPS y sistema de enfriamiento	97
Tabla 4.15. Consumo anual de energía con y sin virtualización	98
Tabla 4.16. Depreciación de equipos en ambiente sin virtualización.....	98
Tabla 4.17. Depreciación de equipos en ambiente con virtualización.....	98
Tabla 4.18. Costos anuales downtime.....	99
Tabla 4.19. Resumen del TCO del proyecto de virtualización	99
Tabla 4.20. Cronograma de implementación de servidores virtuales IMI.....	100
Tabla 4.21. Activos Críticos Municipio de Ibarra	116
Tabla 4.22. Antes de la contingencia Municipio de Ibarra	117
Tabla 4.23. Durante la contingencia Municipio de Ibarra	118
Tabla 4.24. Después de la contingencia Municipio de Ibarra.....	119
Tabla 4.25. Directorio de funcionarios de la Dirección de TIC.....	119

RESUMEN

Esta investigación representa un referente aplicable a cualquier institución que busca un crecimiento equilibrado con la economía y sustentabilidad.

La virtualización en los sistemas informáticos se usa para disminuir o eliminar, la subutilización de servidores, haciendo un uso más eficiente de los recursos del servidor, mejorando su disponibilidad, facilitando la recuperación, y descentralizando los servicios de administración.

Hoy en día acceder a las ventajas de la virtualización ya no representa un limitante. En el mercado existen varios sistemas de virtualización gratuitos o licenciados, que pueden ser acoplados a las necesidades de una institución.

Para llevar a cabo la investigación se ha estudiado los sistemas de virtualización XenServer, VMWare, Red Hat Enterprise Virtualization y KVM sobre el sistema operativo DEBIAN, que son herramientas muy robustas y permiten una virtualización de servidores eficiente.

Al finalizar el estudio de las herramientas mencionadas se determinará la mejor alternativa a implementar de acuerdo a características y requerimientos del Municipio de Ibarra.

Durante este estudio se determinarán los pasos que se deben seguir, para la realización de un proyecto que garantice la continuidad de servicios computacionales, mediante la metodología para la implementación de una infraestructura virtual y la gestión de continuidad del negocio, que ayudará a detectar puntos críticos y determinar posibles reacciones en el caso de un contingente.

SUMMARY

This investigation represents a benchmark applicable to any institution that looking balanced growth to the economy and sustainability.

Virtualization in the computer systems is used to reduce or eliminate the underutilization of servers, making more efficient use of server resources, improving availability, facilitating recovery, and decentralizing management services.

Today access to advantages of virtualization is no longer a limiting factor. In the market there are several systems virtualization free or licensed, which can be coupled to an institution needs.

To implement the investigation is analyzes virtualization systems XenServer, VMWare, Red Hat Enterprise Virtualization and KVM on Debian operating system, which are very robust tools and enable efficient server virtualization.

To end the realization of the study of these tools is will determine the best options to be implemented according to the characteristics and requirements of Ibarra Municipality.

In this study we determined the steps to be followed for the implementation of a project to ensure continuity of computing services, using the methodology for implementing a virtual infrastructure management and business continuity, which help detect critical points and identify possible reactions in the case of contingency.

INTRODUCCIÓN



IBARRA  *Hacia el Futuro*

CONTENIDO:

Antecedentes
Base legal de la institución
Problema
Objetivos
Justificación
Alcance

La introducción representa el fundamento de la realización de la tesis, partiendo del análisis de la problemática a abordar, alcance y planteamiento de objetivos, justificando la realización de la investigación, además de hacer conocer que es el Municipio de Ibarra.

1. Antecedentes

El Ilustre Municipio de Ibarra es una Institución pública que tiene como misión “Planificar, regular, ejecutar y promover el desarrollo integral sostenible del cantón de Ibarra, a través de servicios de calidad eficientes y transparentes con la participación activa de la ciudadanía socialmente a fin de lograr un buen vivir”.

Dentro de cualquier empresa, organización o institución la información fluye día con día, y cada actividad genera más información que puede apoyar las distintas tareas que se llevan a cabo para su buen funcionamiento.

De esta forma la información cumple con una función primordial, siendo esta un recurso vital para toda organización, y el buen manejo de esta, puede significar la diferencia entre el éxito o el fracaso para todos los proyectos que se emprendan dentro de un organismo que busca el crecimiento y el éxito, es por esta razón que se debe garantizar su disponibilidad, para lo cual es importante la virtualización de los sistemas, mismo que representa la creación de un plan de continuidad de negocio, por lo que debe garantizar las operaciones necesarias para cumplir con el funcionamiento establecido en el desarrollo habitual del negocio ante cualquier tipo de desastre, interrupción o contingencia, de no ser así las pérdidas serían enormes.

2. Base legal de la institución

➤ Misión

El Ilustre Municipio de Ibarra planifica, regula, ejecuta y promueve el desarrollo integral sostenible del cantón, a través de servicios de calidad eficientes y transparentes con la participación activa de la ciudadanía socialmente responsable a fin de lograr el buen vivir.

➤ Visión

Seremos un municipio líder en gestión con responsabilidad social, que garantice equidad, honestidad, trabajo y eficiencia por qué Ibarra se constituya en un cantón próspero, atractivo e incluyente, capital de los servicios y el conocimiento, referente del buen vivir en la región norte del Ecuador.

➤ Principios Institucionales

- Mejoramiento continuo
- Oportunidad

- Colaboración
- Eficacia
- Austeridad
- Eficiencia

➤ **Valores Institucionales**

- Compromiso
- Lealtad
- Responsabilidad
- Puntualidad
- Trabajo en equipo
- Servicio
- Respeto
- Proactividad
- Excelencia
- Integridad
- Liderazgo
- Ética

➤ **Objetivos Generales**

El Plan Estratégico del Municipio de Ibarra 2010-2014, por una Ibarra hacia el futuro, segura, productiva y social, determina cuatro temas estratégicos en base al análisis FODA, para identificar los cinco objetivos generales.

- **Identidad, Participación y Ciudadanía:** Construcción de nueva ciudadanía, multiétnica y pluricultural, con participación ciudadana, incrementando la seguridad, la protección del medio ambiente, la esperanza y la calidad de vida de los ciudadanos.
- **Recuperación Económica, Desarrollo y Competitividad:** Impulsar el crecimiento de la economía, a partir del mejoramiento de la competitividad y productividad, facilitando la instalación de actividades productivas.
- **Desarrollo Territorial:** Orientar el desarrollo físico y ambiental del municipio de forma que permita elevar la calidad de vida de sus habitantes, consolidar y desarrollar el espacio público de manera equitativa y mejorar la imagen urbana.
- **Desarrollo Institucional:** Garantizar una administración municipal con responsabilidad social, bajo los principios de eficiencia, eficacia y transparencia, con procesos y procedimientos estandarizados.

➤ **Objetivos Específicos**

- Construir una ciudad incluyente, solidaria, con la participación de los ibarreños e ibarreñas en todos los aspectos de la vida de la ciudad. Auspiciar la igualdad, la cohesión y la integración social y territorial, con respeto a los ciudadanos con capacidades especiales y de la tercera edad.
- Aumentar la esperanza y la calidad de vida de la población, a través de un medio ambiente sano y sustentable, con acceso equitativo y seguro al agua, aire y suelo.
- Promover los mecanismos necesarios para que Ibarra sea una ciudad segura, con sistemas adecuados de protección de la vida y bienes de las ciudadanas y los ciudadanos, prevención de riesgos y protección en caso de desastres, en base a mecanismos que incluyan la participación social.
- Garantizar en coordinación con el Estado el acceso libre a una educación de calidad, en un ambiente seguro y confortable, con respeto a las culturas, las tradiciones y las etnias, que integre contenidos locales, de manera que se garanticen procesos identitarios a largo plazo, así como vincular la educación a los objetivos de desarrollo del cantón.
- Consolidar estrategias que integren el deporte, el ejercicio y la recreación como partes fundamentales del mejoramiento de calidad de vida de los habitantes del cantón, fortaleciendo el uso de los espacios públicos y de encuentro común.
- Promover el desarrollo de las culturas karanki, Imbayacuna, Cayambi, Natabuela, Awá, Afrochoteña y mestiza, así como de los aportes de los migrantes, a través de mecanismos de recuperación de memoria colectiva, difusión de los artes y saberes tradicionales, educación en contenidos propios de cada cultura, preservación de valores y potenciación de su desarrollo futuro, con respeto, equidad e integración.
- Promover el desarrollo de las culturas karanki, Imbayacuna, Cayambi, Natabuela, Awá, Afrochoteña y mestiza, así como de los aportes de los migrantes, a través de mecanismos de recuperación de memoria colectiva, difusión de los artes y saberes tradicionales, educación en contenidos propios de cada cultura, preservación de valores y potenciación de su desarrollo futuro, con respeto, equidad e integración.
- Proyectar a la comunicación como herramienta transversal en los procesos participativos, sociales, de salud y medio ambiente, de cultura, educación, deportes y recreación, utilizando para el efecto todas las tecnologías para mantener informados a los ciudadanos.

➤ **Organigrama estructural**

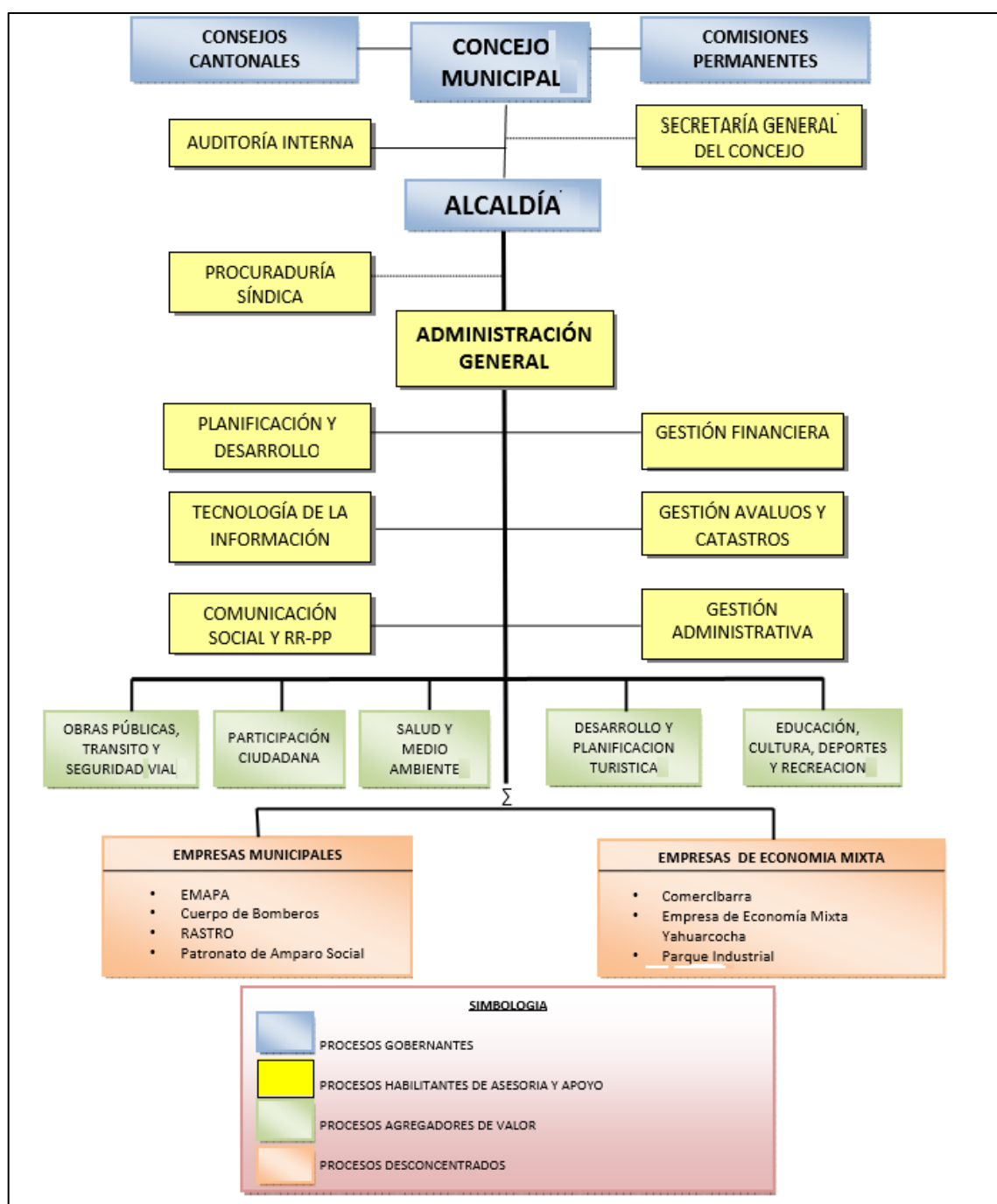


Figura 1. Organigrama Estructural por Procesos Municipio de Ibarra
Fuente. RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA N° 44 - IMI

3. Problema

El campo empresarial e institucional no cuenta con un estudio e implementación de tecnologías que aseguren la continuidad de servicios de sistemas computacionales que permitan optimizar los recursos de la empresa y que utilicen como solución la virtualización.

Se ha determinado que los responsables de la tecnología de la información (TI), tienen la costumbre de utilizar un servidor físico destinado para cada una de las aplicaciones, de tal forma que no genere conflictos con otras que a su vez se encuentran ejecutándose, además de asegurar su escalabilidad. Consecuencia de esto son los altos costos en la adquisición de nuevos equipos y a su vez lo que conlleva a un alto consumo de energía.

4. Objetivos

Objetivo general

- Realizar el estudio de tecnologías informáticas para asegurar la continuidad de servicios de sistemas computacionales mediante virtualización.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio de virtualización.
- Determinar los pasos que se deben seguir para la realización de un proyecto que garantice la continuidad de servicios computacionales.
- Realizar un estudio de los distintos sistemas de virtualización.
- Ejecutar pruebas con herramientas propuestas.
- Construir comparativas que determinen la mejor solución para la continuidad de servicios computacionales.
- Implementar tecnologías informáticas en el Municipio de Ibarra, de acuerdo a la solución determinada.
- Realizar un documento de plan de continuidad con respecto a virtualización.

5. Justificación

En ocasiones cuando un usuario desea acceder a los sistemas informáticos o a servicios que utilicen, se puede encontrar con una situación caótica porque algo ha fallado.

Es indispensable como solución agrupar diferentes aplicaciones y servicios de sistemas dentro de un mismo hardware, de forma que los usuarios y el propio sistema los vean como máquinas independientes dedicadas. Para ello, el sistema operativo virtualizado debe ver el hardware de la máquina real como un conjunto de recursos, independientemente de los componentes reales que lo formen.

De esta forma la virtualización asegura la continuidad de servicios computacionales, además de optimizar recursos (humanos, hardware, espacio físico, energía), mejorando el rendimiento, garantizando la integridad de la información respaldada, con la facilitación de la administración.

6. Alcance

El estudio de las herramientas para virtualización será base fundamental para la toma de decisiones referentes al uso de tecnologías informáticas en el Municipio de Ibarra, institución que facilitará la infraestructura con la que cuenta para la determinación de la mejor solución.

Se ha determinado el estudio de las siguientes herramientas, con las cuales se realizará un análisis y pruebas en Linux, ya que las herramientas a estudiar así lo ameritan.

Herramientas de Virtualización:

- VMWare
- Red Hat Enterprise Virtualization
- XENServer
- KVM con Debian

Las pruebas se realizarán a nivel de servidores, datos y servicios, una vez determinada la solución y el software a implementar se virtualizará los servidores de la figura 2.

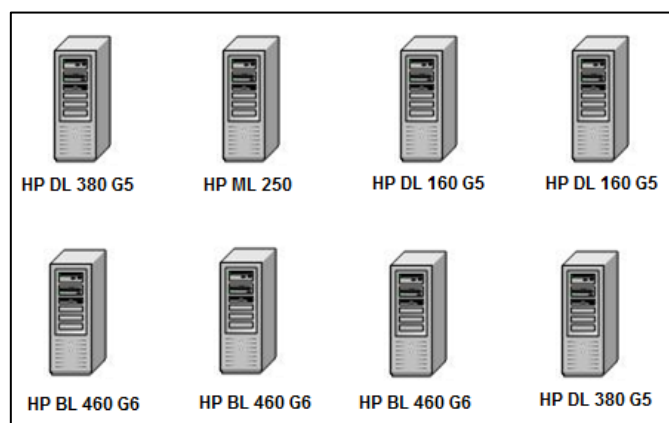


Figura 2. Servidores con los que cuenta el Municipio de Ibarra
Fuente. Propia

Entre los servicios, sistemas y base de datos a ser virtualizados tenemos:

Base de datos postgres	Balance de carga
Sitios symfony	Sistema documental Quipux
Mapserver	Servicios de red
ARCSDE	Readmine
Correo	Ventanilla Única
BSC	Sitios en Desarrollo
Base de datos en Desarrollo	Servidor de Pruebas

Tabla 1. Servicios, sistemas y base de datos del Municipio de Ibarra
Fuente. Propia

La figura 3 contiene un esquema de un servidor, que muestra a donde pretende llegar una vez virtualizados todos los servidores del Municipio de Ibarra, siendo importante mencionar que durante el desarrollo de la tesis se deberá obtener el mejor escenario de virtualización para todos los servidores físicos.

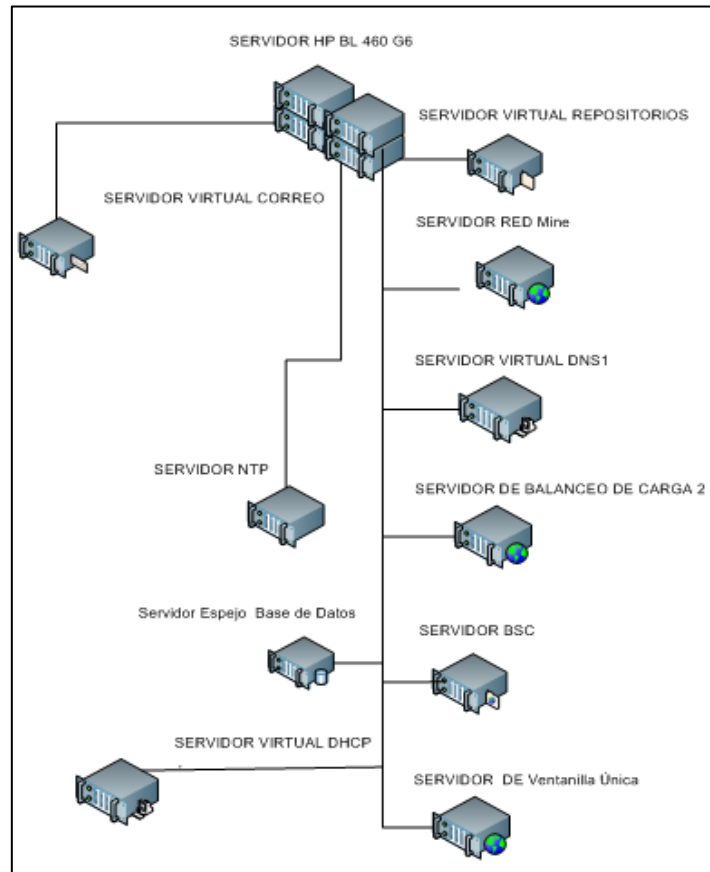


Figura 3. Esquema futuro de un servidor del Municipio de Ibarra
Fuente. Propia

CAPÍTULO 1. Fundamentos teóricos



CONTENIDO:

- 1.1. Virtualización
- 1.2. Hardware para virtualización
- 1.3. Sistemas de almacenamiento

En este capítulo, se hace referencia a los conceptos básicos, términos explicativos y fundamentos teóricos para el desarrollo de la investigación. De tal forma que se obtenga la esencia del conocimiento sobre virtualización.

1.1. Virtualización

1.1.1. Definición de virtualización

Virtualización es una técnica que permite crear un ambiente virtual de recursos computacionales o dispositivos de almacenamiento, de tal forma que permita dividir al recurso en uno o más entornos y que estos a su vez se encuentran en ejecución al mismo tiempo, siendo transparente para sistemas, aplicaciones o usuarios.

Tiene como objetivo fundamental, aumentar el rendimiento del hardware disponible incrementando el tiempo de procesamiento de un equipo.

En efecto virtualizar se trata de independizar la ejecución del sistema operativo y aplicaciones del hardware para agruparlo en un medio virtual simulado por un software anfitrión¹ o Hipervisor². Dicho software anfitrión se encarga de gestionar los recursos físicos tales como **memoria, disco, CPU, adaptadores de red** y repartirlos de forma dinámica a cada uno de los entornos o máquinas virtuales que se configuren en él.

Lo que implica que recursos físicos tales como servidores, dispositivos de almacenamiento y adaptadores de red, aparezcan como si fuesen varios, siendo estos recursos lógicos que se ejecutan en un solo recurso físico.

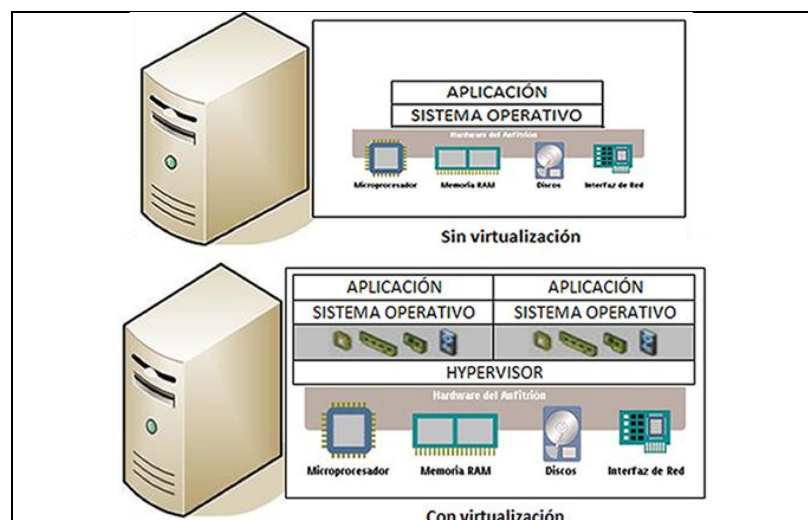


Figura 1.1. Ambiente Virtualizado dentro de un servidor
Fuente. Propia

¹ También conocido como host, es el sistema operativo que ejecuta el software de virtualización.

² Software de virtualización, que se ejecuta como parte del sistema operativo o a su vez es el anfitrión, que funciona como si se tratase de un sistema operativo.

Mediante la utilización de un hipervisor se logrará crear ambientes virtuales (Ver Figura 1.1.), donde diferentes sistemas operativos se ejecutan simultáneamente, cada ambiente virtual posee su propio hardware lógico, a través del cual se carga el sistema operativo y las aplicaciones o programas.

A su vez la virtualización consiste en lograr que varios recursos físicos, como servidores o dispositivos de almacenamiento, aparezcan como un único recurso lógico, (Ver figura 1.2.). De tal forma que permita redistribuir cada recurso físico para que pueda ser utilizado por aplicaciones, asegurando de esta forma su disponibilidad. A este procedimiento se lo conoce como agregación de servidores (server aggregation) o grid computing.

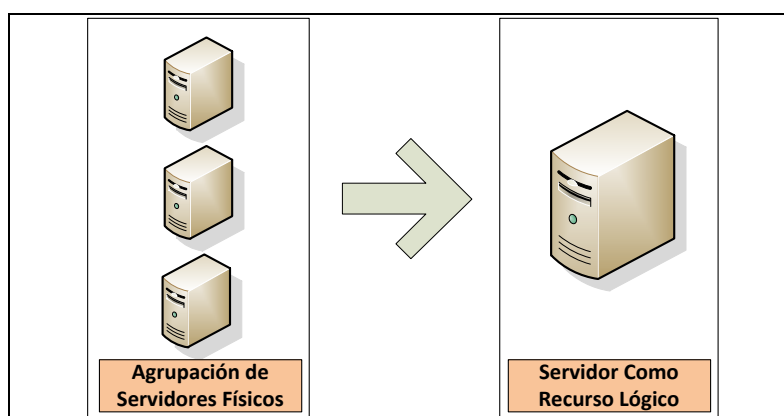


Figura 1.2. Representación gráfica de Grid Computing
Fuente. Propia

1.1.2. Características de Virtualización

➤ Consolidación de servidores

Se refiere a la ejecución simultánea de varios servidores virtuales dentro de un físico, evitando tener equipos que se encuentren subutilizados. Los distribuidores de software tales como Oracle³, Microsoft⁴ entre otros, recomiendan que para evitar inconvenientes no se debe instalar más de una aplicación o servicio en el mismo servidor, ya que cada servidor se encuentra dedicado a una carga de trabajo en específico.

“La consolidación permite optimizar la tasa de utilización de los servidores. En efecto, el 80% de los servidores de un Datacenter tienen una tasa de utilización media inferior al 10%.”^[1] (Ver figura 1.3.).

³ Es una de las mayores compañías de software, que ha creado un sistema de gestión de base de datos objeto-relacional

⁴ Es el nombre de una familia de sistemas operativos desarrollados y vendidos por Microsoft.

^[1] González, J. M. (2010). VMWare vSphere 4: Puesta en marcha de una infraestructura virtual.

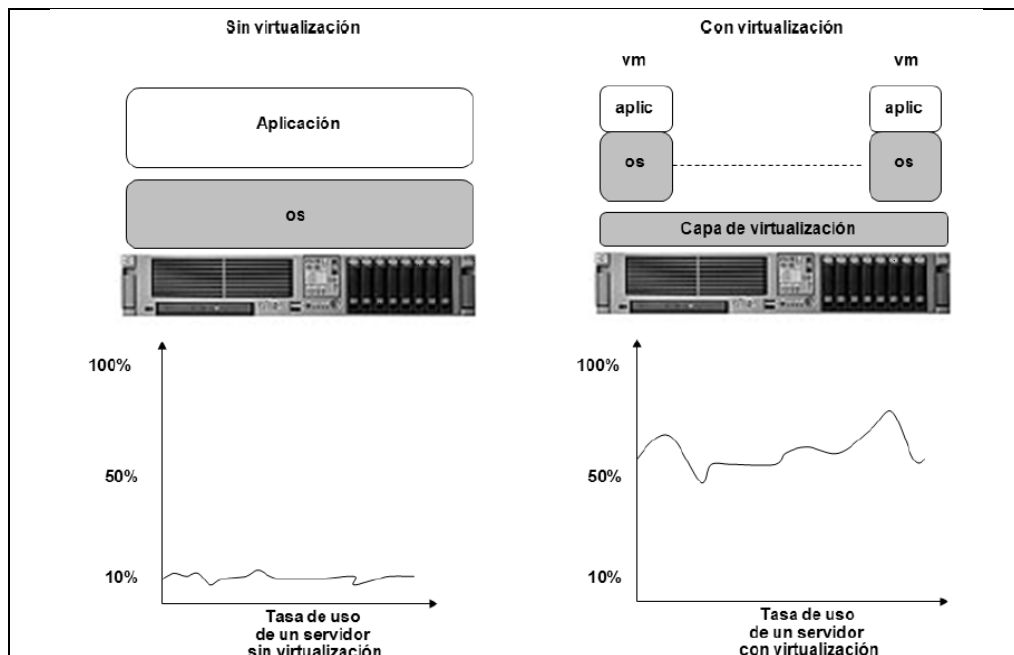


Figura 1.3. Niveles de utilización de los servidores

Fuente. (González, 2010)

Entonces, la virtualización permite consolidar las cargas de trabajo en un número más reducido. Lo que implica que menos personal maneje estos servidores, además de la reducción en adquisición de servidores, equipos de enfriamiento, espacio físico ocupado y consumo de energía.

➤ **Compatibilidad**

Las máquinas virtuales son compatibles con la totalidad de sistemas operativos x86⁵, aplicaciones y controladores de dispositivos estándar, de modo que se puede utilizar una máquina virtual para ejecutar el mismo software que se puede ejecutar en un ordenador x86 físico.

En cuanto a sistemas operativos x86-64⁶ hasta el momento se ha comprobado su normal funcionamiento y compatibilidad, es decir se puede simular también un sistema operativo de 64 bits, pero esto dependería mucho del soporte brindado por el sistema de virtualización en cuanto al tipo de sistemas operativos.

➤ **Aislamiento**

Aunque las máquinas virtuales pueden compartir los recursos de un mismo hardware físico, permanecen completamente aisladas unas de otras, como si se tratara de máquinas independientes, es decir que un fallo en una aplicación o en una máquina virtual afectará

⁵ Denominación genérica dada a ciertos microprocesadores de la familia Intel. Existen x86 tanto de 16 bits como de 32 bits

⁶ x86-64 es una arquitectura basada en la extensión del conjunto de instrucciones x86 para manejar direcciones de 64 bits.

únicamente a esa máquina virtual. El resto de máquinas virtuales y el sistema de virtualización seguirán funcionando normalmente. (Ver figura 1.4.)

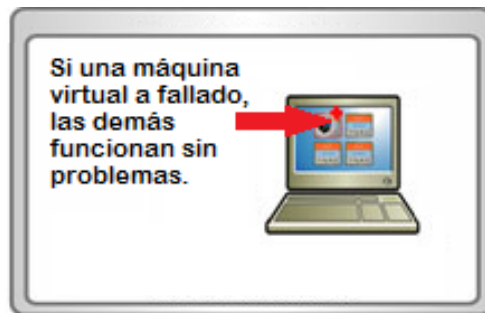


Figura 1.4. Aislamiento
Fuente. Propia

➤ Encapsulamiento

Las máquinas virtuales agrupan o encapsulan sistemas enteros, así como configuraciones de hardware, sistema operativo y todas sus aplicaciones, dentro de un paquete de software.



Figura 1.5. Encapsulamiento
Fuente. Propia

El encapsulamiento completo está contenido en archivos (archivo de disco duro virtual, archivos de definición y configuración, etc.), lo que hace que las máquinas virtuales sean extraordinariamente portátiles y fáciles de gestionar. Por ejemplo, puede mover y copiar una máquina virtual de un lugar a otro, como se lo haría con cualquier otro archivo de software, o guardar una máquina virtual en cualquier medio de almacenamiento de datos estándar, desde una memoria USB de bolsillo hasta las redes de almacenamiento SAN⁷ o NAS⁸ (Ver figura 1.5).

➤ Independencia del hardware

Las máquinas virtuales se ejecutan en cualquier servidor sin modificación. Cuando se combina con las características de encapsulamiento y compatibilidad, la independencia del

⁷ SAN (Red de Área de Almacenamiento), es una arquitectura de almacenamiento en red de alta velocidad y gran ancho de banda.

⁸ NAS (Almacenamiento de conexión a red), funciona de tal forma que los discos están conectados a la red y las estaciones o servidores utilizan la red para acceder a ellos.

hardware brinda la facilidad para mover máquinas virtuales de un host a otro, lo cual no sólo sirve para mejorar la disponibilidad, también simplifica enormemente las tareas de recuperación ante desastres (Ver figura 1.6).

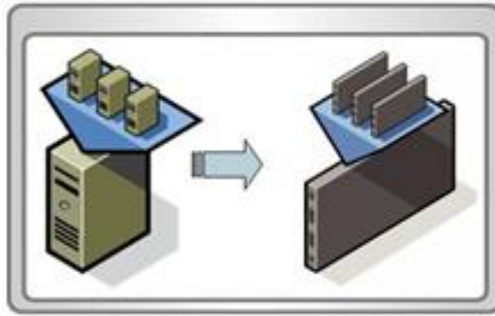


Figura 1.6. Independencia de hardware
Fuente. Propia

1.1.3. Máquina virtual

Es aquella que conforma el corazón o parte esencial de la virtualización de plataforma (simulación de máquinas virtuales o creación de entornos computacionales), es decir son las que se ejecutan paralelamente sobre una máquina física anfitrión o host, de manera que tienen acceso y hacen uso de los recursos hardware.

Cada máquina virtual tiene la ilusión de residir en una máquina propia, disponible enteramente para ella, cuando en realidad lo hace de manera virtual, ejecuta una instancia de sistema operativo, sobre el que corren determinados servicios o aplicaciones tal como se considere necesario. Es decir una máquina virtual representa una instancia de hardware.

1.1.4. Hipervisor

Un Hipervisor o también conocido como monitor de máquina virtual es una plataforma que permite aplicar técnicas de virtualización, para con esto utilizar al mismo tiempo diversos sistemas operativos (sin modificar el kernel o modificado) dentro de una misma computadora.

- **Hipervisor tipo 1:** Conocido como nativo o bare-metal⁹, es aquel que se ejecuta directamente sobre el hardware del servidor físico, para controlar el hardware y administrar los sistemas operativos invitados¹⁰. Por lo tanto un sistema operativo virtualizado se ejecuta en otro nivel por encima del hipervisor. (Ver figura 1.7.)

⁹ Se refiere a la arquitectura física de una computadora. Ejecutar un sistema operativo en un bare-metal es otra forma de referirse al hecho de ejecutar una versión sin modificar el sistema operativo en el hardware físico.

¹⁰ Sistema operativo invitado, conocido como huésped o guest, es el sistema operativo virtualizado.

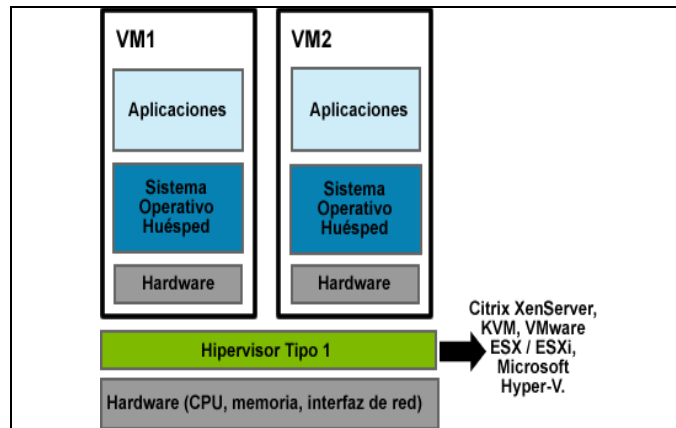


Figura 1.7. Hipervisor tipo 1
Fuente. Propia

- **Hipervisor tipo 2:** conocido como *hosted*¹¹, es aquel que se ejecuta sobre un sistema operativo convencional. El hipervisor se ejecutará en el segundo nivel y los sistemas operativos invitados en el tercer nivel por encima del hardware virtual (Ver figura 1.8.).

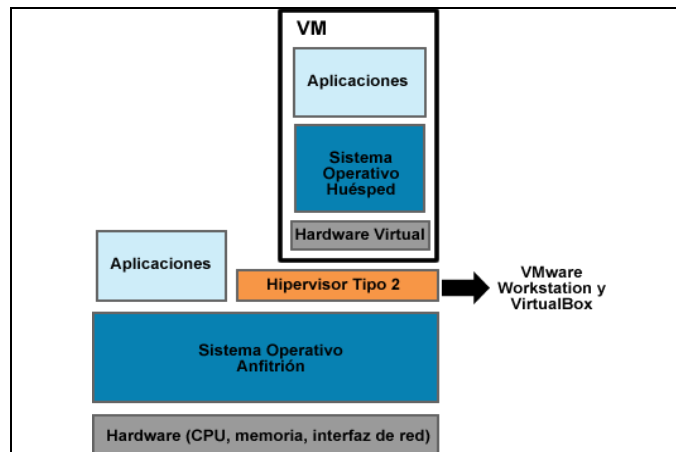


Figura 1.8. Hipervisor tipo 2
Fuente. Propia

1.1.5. Modelos de Virtualización

1.1.5.1. Virtualización de plataforma

La Virtualización de plataforma es una técnica que involucra la simulación de máquinas virtuales o creación de entornos computacionales. La cual es implementada sobre una plataforma de hardware mediante la utilización de un programa de control o sistema operativo anfitrión, se basa en la creación de sistemas operativos simulados para los huéspedes que figuren una máquina real con todos los componentes necesarios. Este es un modelo especialmente a tener en cuenta, ya que es el aplicado para lo que se llama consolidación de servidores.

¹¹ Se refiere al alojamiento de un sistema de virtualización sobre un sistema operativo.

La virtualización o consolidación de servidores puede verse como un particionado de un servidor físico de manera que pueda albergar distintos servidores virtuales que ejecutan de manera independiente su propio sistema operativo y dentro de él los servicios que quieran ofrecer, haciendo un uso común de manera compartida y aislada sin ser conscientes del hardware subyacente¹².

Básicamente es un ambiente que hace de anfitrión de un sistema operativo, donde se alojan varias máquinas virtuales, que funcionan como en un ambiente real, de tal manera que sean controladas y atendidas correctamente. La simulación debe ser robusta para que los programas administradores de periféricos (driver de hardware) puedan funcionar de manera correcta en el sistema huésped y a su vez aplicaciones que se encuentran en el mismo.

Dentro de este modelo existen varios tipos de virtualización:

➤ Emulación

Representa una simulación del hardware a nivel de aplicación, es decir que simulará el comportamiento de una máquina. Permite capturar a la perfección, clonar un sistema y hacer uso de él en otro equipo con hardware distinto.

Es usado para hacer pruebas de simulación sin comprometer al sistema. La ejecución se hace bajo el control del emulador que simula el sistema completo, incluyendo la ejecución de las instrucciones a nivel de CPU. El emulador simula la ejecución de código binario para una CPU en concreto, en un sistema real que usa un procesador y un juego de instrucciones diferente al del sistema emulado (Ver figura 1.9).

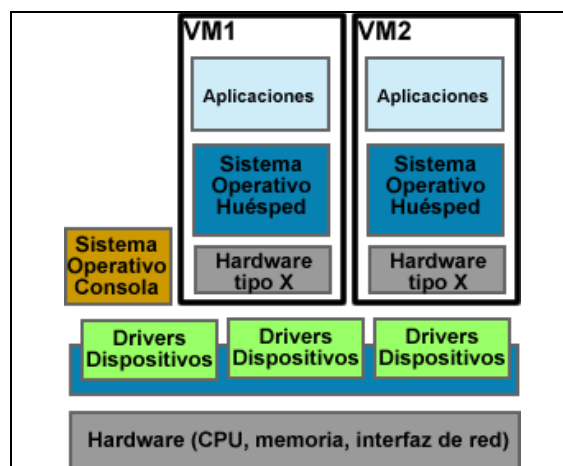


Figura 1.9. Emulación
Fuente. Propia

Ejemplos de emuladores:

¹² Al referirse a hardware subyacente, se habla de la utilización directa del hardware físico del servidor.

- Bochs: <http://bochs.sourceforge.net>
- MAME: <http://mamedev.org>
- QEMU: <http://bellard.org/qemu>

“El inconveniente de este modelo de virtualización es que la simulación es muy lenta (para cada instrucción del sistema emulado puede ser necesario ejecutar entre 100 y 1000 instrucciones a la CPU real), a pesar de que en algunos casos no es un problema grande (por ejemplo, la emulación de sistemas de los años 80 en hardware actual funciona mucho más rápida que en los equipos originales)”^[2]

➤ Virtualización completa sin apoyo de hardware

Es la simulación del hardware de tal forma que los sistemas operativos huéspedes puedan trabajar de forma aislada.

Este tipo de virtualización utiliza una máquina virtual que media entre el sistema operativo invitado y el hardware real (Ver figura 1.10).

El software de virtualización es conocido generalmente como monitor de máquina virtual (VMM, Virtual Machine Monitor) o hipervisor.

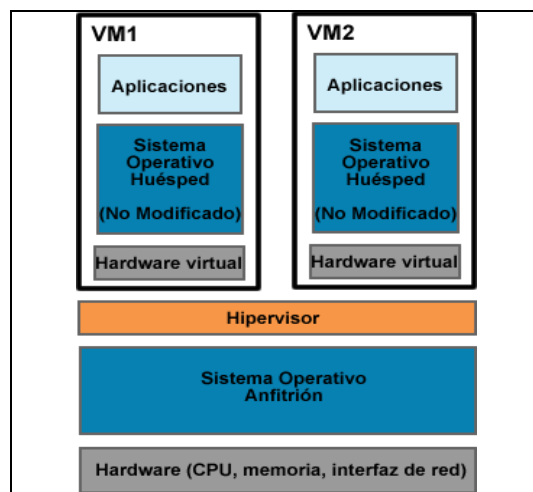


Figura 1.10. Virtualización completa
Fuente. Propia

En este tipo de sistemas, el hipervisor se encarga de emular un sistema completo y analiza dinámicamente el código que quiere ejecutar el sistema invitado, reemplazando las instrucciones críticas (las que hace falta virtualizar) por nuevas secuencias de instrucciones que tienen el efecto deseado en el hardware virtual, mientras que las instrucciones no críticas se ejecutan tal cual en la CPU real. Permiten la ejecución de sistemas operativos huéspedes sin modificar.

^[2] Instituto Tecnológico de Informática ITI. (s.f.). Herramientas de Virtualización Libres. Recuperado el 27 de Enero de 2012, de www.iti.es

Ejemplos:

- VirtualBox: <http://www.virtualbox.org>
- VMWare Workstation: <http://www.vmware.com>

➤ Virtualización completa con apoyo de hardware

Este tipo de virtualización funciona de manera similar a los sistemas de virtualización completa sin apoyo de hardware, pero aprovecha tecnologías incorporadas a las nuevas generaciones de microprocesadores de Intel y AMD, de forma que es posible ejecutar el código del sistema operativo invitado sin modificarlo.

En estos sistemas lo que se hace es ejecutar el hipervisor o VMM (Virtual Machine Monitor) con el máximo nivel de acceso a la CPU (Anillo -1 en procesadores AMD e Intel, que era el máximo nivel de ejecución cuando los procesadores no incorporaban apoyo para la virtualización) (Ver figura 1.11).

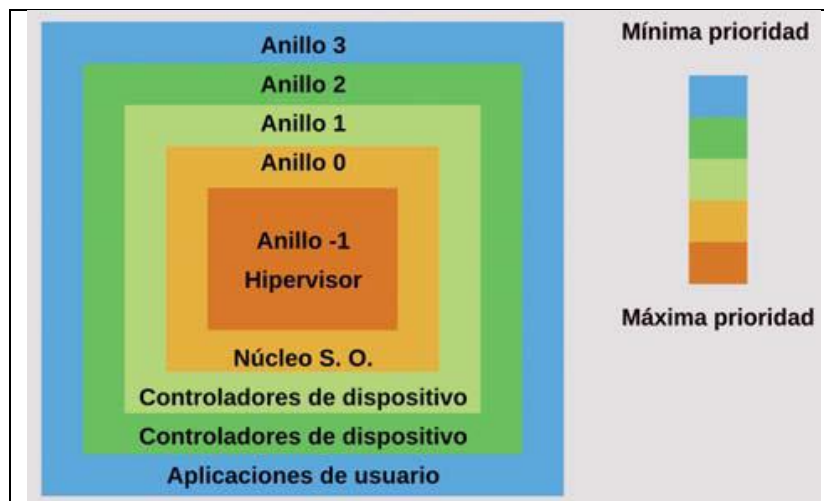


Figura 1.11. Anillos de privilegio en arquitecturas x86
Fuente. (Talens Oliag, 2010)

Entonces con la introducción de un nivel superior al que ya usaban los sistemas reales conseguimos que no sea necesario hacer ningún cambio a los sistemas invitados, pero ahora esos sistemas no tienen acceso a los dispositivos reales y es la CPU quién avisa al VMM cuando se quieren ejecutar instrucciones para acceder a los dispositivos desde los sistemas invitados y es el hipervisor quién se encarga de dar el acceso a los dispositivos virtuales o reales que correspondan.

Ejemplos:

- KVM: http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page
- VMWare ESX / ESXi: <http://www.vmware.com>
- XenServer: <http://www.citrix.com/>

➤ Paravirtualización

Paravirtualización es similar a la virtualización completa, ejecuta el sistema invitado con un hipervisor que se ejecuta sobre el sistema real, en este tipo de virtualización se modifica el sistema operativo huésped para que llame directamente al hipervisor cuando sea necesario.

Los huéspedes se ejecutan de manera aislada y segura de forma que en caso de problemas continúen funcionando de manera adecuada (Ver figura 1.12).

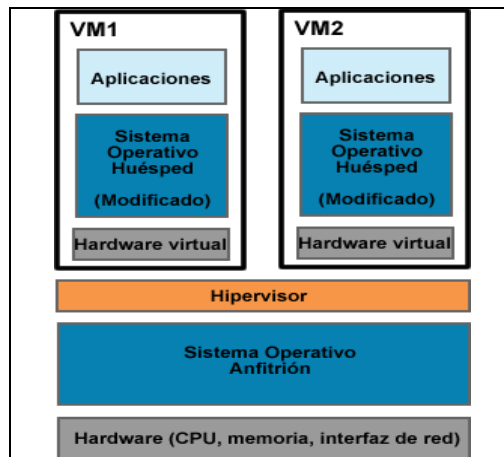


Figura 1.12. Paravirtualización

Fuente. Propia

En para-virtualización, el hipervisor exporta una copia modificada del hardware físico, la capa exportada tiene la misma arquitectura que el hardware del servidor.

La Paravirtualización de servidores es una forma de compartir los recursos por tiempos cortos o a su vez compartiéndolos a quien los necesite, de tal forma que dé procesador, memoria o tarjeta de red al anfitrión que lo pide.

El kernel de los huéspedes debe ser modificado para que se pueda acceder a la aplicación del sistema anfitrión y de esta forma administrar los recursos físicos del sistema hospedero, lo que quiere decir que se debe utilizar nada más software de código abierto para poder realizar dicha modificación.

Ejemplos:

- User-mode Linux: <http://user-mode-linux.sourceforge.net/>
- Xen: <http://www.xen.org/>

1.1.5.2. Virtualización de recursos

Permite agrupar varios dispositivos para que sean vistos como uno solo, o al revés, dividir un recurso en múltiples recursos independientes. Por lo general se aplica a medios de almacenamiento.

➤ Agregación de recursos

Los términos resource aggregation, spanning o concatenation (name spaces) se utilizan cuando se combinan componentes individuales en un mayor recurso o en un recurso de uso común (resource pools).

Por ejemplo:

- RAID: Representa la combinación de muchos discos para formar un gran disco lógico.
- Cluster: Este tipo de sistemas se basa en la unión de varios servidores que trabajan como si se tratase de uno sólo.

➤ Memoria Virtual

Permite hacer creer al sistema que dispone de mayor cantidad de memoria principal y que se compone de segmentos contiguos. Es usada en todos los sistemas operativos modernos.

Por ejemplo:

- Espacio Swap: utilizados por los sistemas operativos Unix, o las técnicas de paginado de memoria usadas en sistemas operativos Microsoft.

➤ Virtualización de almacenamiento

La virtualización de almacenamiento o storage virtualization, se refiere al proceso de abstraer el almacenamiento lógico del físico, sin preocuparse donde se encuentra su ubicación física, ni cómo se maneja el almacenamiento. De tal forma que se puede compartir el almacenamiento físico a varios servidores para ser vistos y administrados de forma centralizada, como si fuera un gran recurso de almacenamiento.

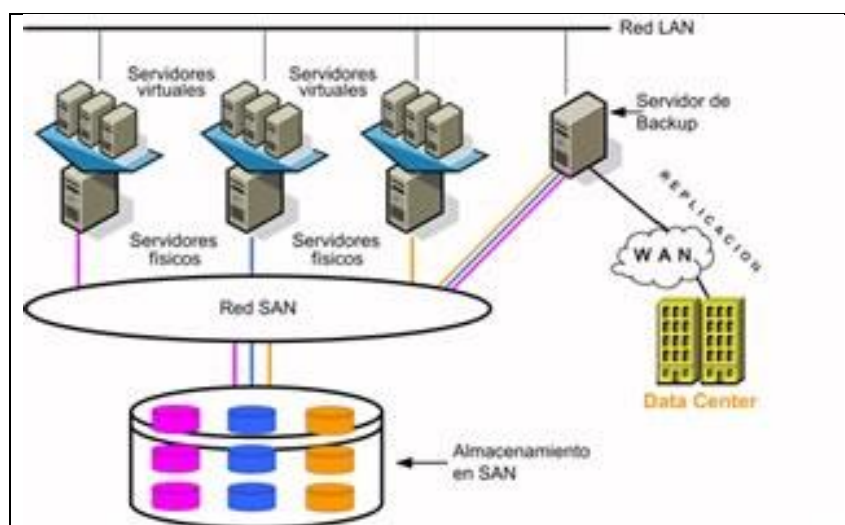


Figura 1.13. Virtualización de almacenamiento

Fuente. (Metrica)

La virtualización de almacenamiento es usada comúnmente en redes de área de almacenamiento SAN (Storage Area Network), para evitar depender del uso de discos del servidor físico, es decir que los recursos de almacenamientos físicos son agregados a un storage pool (conjunto de discos), de cual se crea el almacenamiento lógico (Ver figura 1.13.).

➤ **Virtualización de red**

Las conocidas redes privadas virtuales (VPN), son una forma de virtualización de recursos muy común, se refieren a la abstracción que permite a un computador conectarse a una red corporativa a través de la Internet como si estuviera en la misma sede física de la institución o empresa.

Entonces la VPN¹³ (Virtual Private Network), NAT¹⁴ (Network Address Translation) y tecnologías de red similares crean una red virtual dentro o a través de subredes.

1.1.6. Factores a considerar para la virtualización

Para emprender con la virtualización, es necesario determinar la importancia que representa la información para el negocio y cuanto le costaría recuperarla en el caso de una pérdida parcial o total, considerando el tiempo que representaría volver a la normalidad. Por lo cual es indispensable hacer un balance entre el costo y beneficio que representa la virtualización para una empresa u organización.

1.1.6.1.Importancia de la virtualización.

La virtualización en sistemas informáticos es muy útil para disminuir o eliminar la subutilización de servidores, haciendo un uso más eficiente de sus recursos, mediante la consolidación de los mismos, facilitando la recuperación y descentralizando los servicios de administración (Ver figura 1.14).

Partiendo de una perspectiva ecológica, donde se busca cuidar el medio ambiente, la virtualización es de gran importancia ya que al crear ambientes virtuales se reduce el uso y adquisición de recursos físicos tales como servidores, sistemas de enfriamiento, entre otros y a su vez de gastos en energía y ampliación de infraestructura. De esta forma la virtualización tendrá un gran impacto en las empresas por el ahorro en costos, recursos y espacio físico, mejorando la utilización, escalabilidad, seguridad y administración de su infraestructura.

¹³ Tecnología de red que permite una extensión segura de la red local sobre una red pública o no controlada.

¹⁴ NAT (Traducción de Dirección de Red), es un mecanismo utilizado por routers IP para intercambiar paquetes entre dos redes que asignan mutuamente direcciones incompatibles. Consiste en convertir, en tiempo real, las direcciones utilizadas en los paquetes transportados.

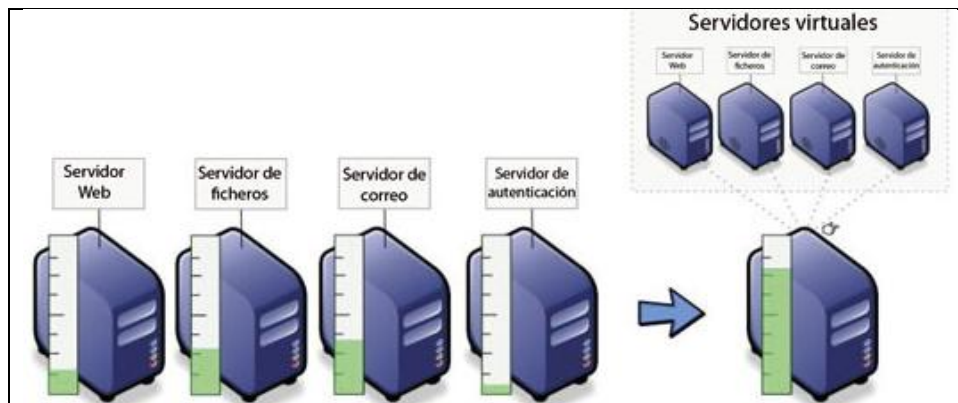


Figura 1.14. Ejemplo de consolidación de servidores
Fuente. (PCActual)

1.1.6.2. Ventajas de la virtualización

➤ **Mayor aprovechamiento del hardware**

Lo que implica utilizar de mejor manera los recursos de un centro de procesamiento de datos (CDP¹⁵), mediante la consolidación.

➤ **Reducción de costos**

Existirá una reducción de hardware, lo que conlleva a una minimización de costos por gastos de energía, adquisición de equipos de enfriamiento, expansión de espacio en la infraestructura y administración.

➤ **Independencia entre los sistemas virtualizados**

Los sistemas operativos funcionan de forma independiente, por lo que un fallo en uno de ellos, no afecta al resto de sistemas.

➤ **Incremento de la disponibilidad**

Recuperación de desastres simplificando el mantenimiento y reduciendo tiempo de parada. En efecto, de acuerdo al sistema de virtualización que se esté usando, si un ambiente sufre una caída o colapso, existirá un segundo ambiente que sigue trabajando haciendo que el negocio no pare.

➤ **Migración de cargas**

Es posible realizar migraciones de máquinas virtuales en caliente o en vivo, lo que implica que no exista pérdida de servicio, reduciendo las paradas planificadas por mantenimiento de los servidores.

¹⁵ Un CDP o Centro de Procesamiento de datos, es aquella ubicación donde se concentran los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización.

➤ **Portabilidad**

Los servidores virtuales se encuentran almacenados dentro de archivos de configuración lo cuales se los puede clonar y trasladar hacia otro servidor físico, que simplemente cuente con el mismo sistema de virtualización.

➤ **Administración centralizada**

Permite realizar una gestión centralizada del centro de procesamiento de datos (CDP) a través de pool de recursos o agrupación de toda la capacidad de procesamiento, memoria, red y almacenamiento disponible en la infraestructura.

1.1.6.3.Desventajas de la virtualización

➤ **Requerimientos de hardware**

De no contar con un CPU que permita la virtualización con apoyo hardware, se puede ejecutar otros sistemas de virtualización, pero contendrán ciertas limitaciones en cuanto al rendimiento, ya que en general será más lenta la ejecución de los servidores virtuales.

➤ **Licenciamiento y soporte técnico**

Existes en el mercado muchas herramientas que presentan características importantes para virtualización y alta disponibilidad, pero en su mayoría pertenecen al sector privativo, para su uso se requiere adquirir licenciamiento y soporte técnico que por lo general es costoso.

➤ **Fallas en el servidor anfitrión, conflictos con servidores virtuales alojados**

Si sucede alguna avería o falla en el servidor anfitrión de virtualización afectaría a todos los servidores virtuales alojadas en él. Por esta razón es necesario contar con soluciones de alta disponibilidad como replicación de datos, clustering o raid para evitar caídas de servicios.

1.2. Hardware para virtualización

El hardware de virtualización es una característica muy importante para mejorar el rendimiento del software de virtualización. Tanto Intel como AMD fabrican procesadores con una serie de extensiones para acelerar los procesos de virtualización.

Por tal razón al hacer uso de estos procesadores, la virtualización funciona adecuadamente y el rendimiento es mejorado noblemente.

1.2.1. Intel – VT

Intel posee la tecnología llamada VT-x (antes conocida como Vanderpool) y que está presente en casi todos los microprocesadores actuales, es una Tecnología de virtualización de la arquitectura de 32 y 64 bits, que consta de componentes que son compatibles con la virtualización de plataformas, que permite la ejecución de varios sistemas operativos y

aplicaciones en particiones independientes. Con lo cual cada partición se comporta como una máquina virtual y ofrece aislamiento y protección en todas las particiones. (Ver figura 1.15.)

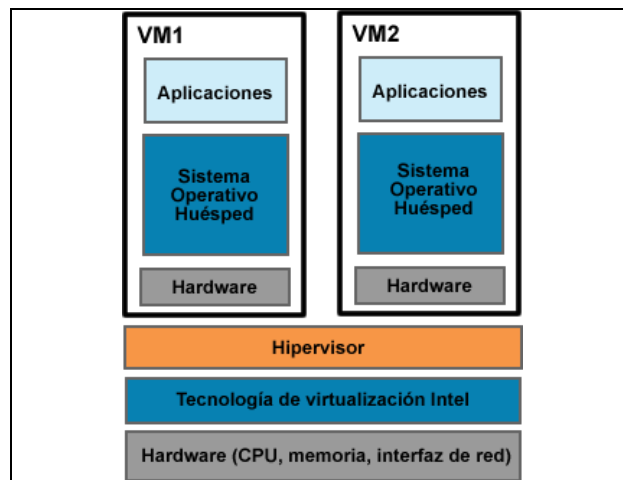


Figura 1.15. Capa de funcionamiento de Intel-VT
Fuente. Propia

Intel VT permite al VMM (Monitor de Máquina Virtual) correr en modo privilegiado (habiendo otro modo disponible para los sistemas invitados), optimizando y acelerando las transiciones entre los sistemas operativos invitados de las máquinas virtuales y el VMM.

La solución de virtualización basada en hardware, junto con software de virtualización, permite varios usos, tales como la consolidación de servidores, aislamiento de las cargas de trabajo, migración del software tradicional, y recuperación en caso de desastres.

Para aprovechar los programas de virtualización, se debería conocer las características del servidor donde se pretende implementar y lo más importante saber si el procesador dispone de dichas extensiones, existen varias formas para comprobar y una de ellas es verificando en los sitios web de los fabricantes o a su vez en la BIOS.

Está disponible en ciertos modelos de procesadores Pentium 4, Pentium D, Xeon, Intel Core, Intel Core 2, Cuad Core y en procesadores I3, I5, I7. En algunas implementaciones, puede encontrarse desactivado en la BIOS.

Para verificar el soporte por hardware de acuerdo al modelo de procesador, se lo puede consultar en:

Página de Intel: <http://ark.intel.com/Products/VirtualizationTechnology>

Intel VT realiza varias tareas de virtualización en hardware, como traducción de direcciones de memoria, lo cual reduce el consumo y el espacio del software de virtualización y mejora su rendimiento. Por ejemplo, conmutar entre dos sistemas operativos es significativamente más rápido cuando se realiza la traducción de direcciones de memoria en el hardware, en comparación con el software.

1.2.1.1. Características

➤ Procesadores (Intel VT-x)

A través de esta característica se obtiene un desempeño de virtualización mejorado y una migración sin dificultades de las cargas de trabajo con la familia de procesadores Intel Xeon¹⁶. Posee las tecnologías de virtualización:

- **Intel® FlexPriority:** monitorea la prioridad de las tareas; solo las interrupciones que tienen una prioridad más alta que la tarea que se encuentra en ejecución reciben atención inmediata.
- **Intel® FlexMigration:** permite migraciones sin cortes, entre los procesadores Intel.

“El procesador Intel® Xeon® serie 5600 con la tecnología de virtualización Intel® de próxima generación posibilita el mejor desempeño de virtualización de su clase, una escalabilidad excepcional, una flexibilidad mejorada y una administración de servidores simplificada. El procesador Intel® Xeon® serie 6500 ofrece un desempeño inteligente y escalable optimizado para una virtualización eficiente del centro de datos. La familia de procesadores Intel® Xeon® E7 cuenta con virtualización flexible, que se adapta automáticamente a las diversas necesidades de un entorno virtualizado con asistencia por hardware incorporada.” ^[3]

➤ Chipset (Intel VT-d):

Permite acelerar el movimiento de datos y elimina el gasto de desempeño al reducir la necesidad de que el hipervisor o monitor de máquina virtual (VMM) se involucre en el manejo del tráfico de entrada y salida (Input/Output – I/O) (Ver figura 1.16.).

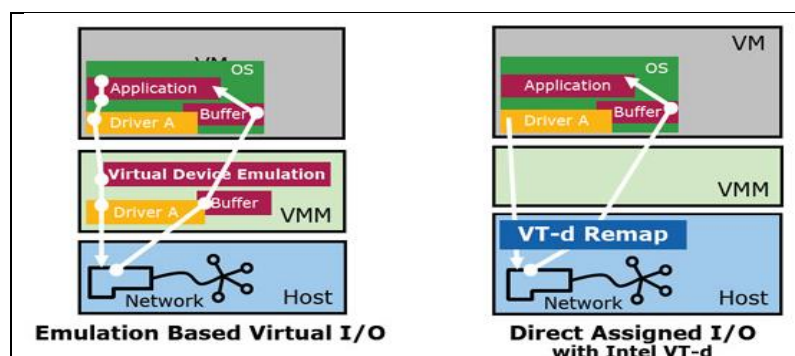


Figura 1.16. Funcionamiento de Intel VT-d

Fuente. (SE BLOG)

¹⁶ Xeon es una familia de microprocesadores Intel para servidores PC y Macintosh.

^[3] Intel. (s.f.). Virtualización asistida por hardware. Recuperado el 23 de Junio de 2012, de <http://www.intel.la/content/www/xl/es/virtualization/virtualization-technology/hardware-assist-virtualization-embedded-technology.html>

Esto se logra permitiendo que el hipervisor asigne de manera segura los dispositivos de entrada y salida específicos a sistemas operativos huéspedes o máquinas virtuales (VM). Cada dispositivo es provisto de un área dedicada en la memoria del sistema que puede ser accesada solo por el dispositivo y por su cliente (sistema operativo huésped).

➤ La Red (Intel VT-c)

Es una colección de tecnologías de virtualización de entrada y salida (E/S) que permite una menor utilización de CPU, una reducción de la latencia del sistema y una mejora en el procesamiento de E/S y de redes. Intel VT-c acelera la entrega y reduce la carga del hipervisor y los procesadores.

1.2.2. AMD-V

En el caso de AMD, su tecnología AMD-V (AMD Virtualization), fue desarrollada con el nombre de Pacífica, es una extensión de virtualización para la arquitectura de x86-64, está presente en la totalidad de sus microprocesadores actuales (Ver figura 1.17).

“La tecnología de virtualización de AMD proporciona entornos robustos y escalables de virtualización mientras que mantiene la eficiencia en consumo de potencia. Las capacidades y funcionalidades que proporciona esta tecnología en la virtualización x86 permiten por ejemplo alojar un mayor número de máquinas virtuales, más usuarios y más transacciones por máquina virtual (Direct Connect Architecture), acelerar las aplicaciones que se ejecutan en las máquinas virtuales (RVI o Rapid Virtualization Indexing), mejoras en los cambios de una máquina virtual a otra, o migración en caliente de máquinas virtuales.”^[4]

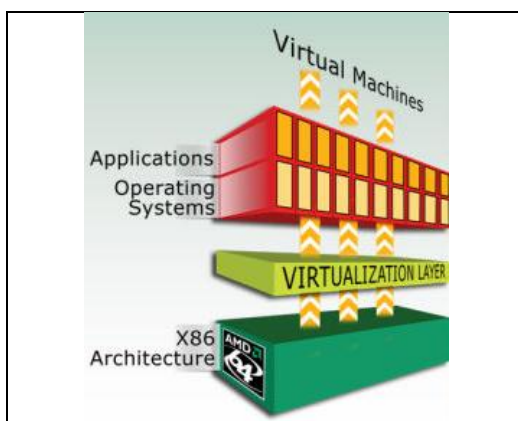


Figura 1.17. Funcionamiento de AMD-V
Fuente. (Virtualization Softwares)

Para mejorar el rendimiento en la arquitectura virtualizada AMD-V utiliza la arquitectura de conexión directa para el acceso de alto rendimiento, se produce cuando la memoria y la

^[4] AMD Corporate. (s.f.). AMD. Recuperado el 20 de Septiembre de 2012, de <http://www.amd.com/>

tecnología HyperTransport¹⁷ mejoran el intercambio de datos y recursos entre las máquinas virtuales.

AMD-V simplifica las soluciones de virtualización para ofrecer una experiencia más satisfactoria al usuario y un rendimiento de aplicación casi nativo.

1.2.2.1. Características

➤ AMD-V Extended Migration

Característica de hardware que ayuda a que el software de virtualización lleve a cabo una migración en caliente de los equipos virtuales entre todas las generaciones de procesadores AMD Opteron disponibles.

➤ Extensiones de la virtualización al conjunto de instrucciones x86

Mayor eficacia, al ejecutar simultáneamente en el mismo ordenador distintos sistemas operativos y sus aplicaciones.

➤ Indexación de virtualización rápida (RVI)

Acelera el rendimiento de las aplicaciones virtualizadas mediante la gestión de memoria de los equipos virtuales basada en hardware.

➤ TLB¹⁸ etiquetado

Característica de hardware que facilita el cambio eficaz de direcciones entre los equipos virtuales para una mejor respuesta de las aplicaciones.

➤ Virtualización de E/S:

Permite el acceso directo al dispositivo de entrada /salida a través de un equipo virtual, omitiendo el hipervisor para mejorar el rendimiento de la aplicación y el aislamiento de los equipos virtuales, incrementando la integridad y la seguridad.

1.3. Sistemas de almacenamiento

1.3.1. Storage

Los storage son la combinación de hardware y software que juntos forman un sistema dedicado exclusivamente para el almacenamiento de información y esta sea utilizada por los servidores.

¹⁷ Es una conexión punto a punto de alta velocidad, bidireccional, de baja latencia de interconexión que proporciona un ancho de banda escalable entre núcleos de computación, subsistemas de E / S, los bancos de memoria y otros chipsets.

¹⁸ Translation Lookaside Buffer, es una memoria caché, que contiene partes de la tabla de paginación, es decir, relaciones entre direcciones virtuales y reales.

Con estos sistemas se puede crear estructuras que permitan su uso, mediante la utilización de redes de almacenamiento SAN y NAS.

1.3.2. RAID (Redundant Array of Independent Disks)

RAID, en español conocido como “Matriz Redundante de Discos Independientes”, es una tecnología de almacenamiento que nos permite combinar dos o más discos, mediante hardware o software, de forma que sean vistos como una unidad lógica en la que se almacenan los datos de forma redundante, ofrece mayor tolerancia a fallos y más altos niveles de rendimiento que un sólo disco duro o un grupo de discos duros independientes.

“Un esquema RAID puede ser controlado por el propio sistema operativo, por software especializado o por un adaptador hardware específico que usa un procesador dedicado para aligerar la carga de la CPU del servidor.”^[5]

Un RAID posee una gran desventaja al ocasionar considerablemente una reducción en el espacio disponible para el almacenamiento. Los niveles RAID más comúnmente usados, se describen a continuación:

➤ RAID 0

RAID 0, también conocido como conjunto dividido o volumen dividido. Los datos se desglosan en pequeños segmentos y se distribuyen equitativamente entre dos o más discos (Ver figura 1.18.), no proporciona tolerancia a fallos y al no ser redundante no ofrece ninguna protección a los datos, el fallo de cualquiera de los discos de la matriz tendría como resultado la pérdida de los datos. Se usa normalmente para incrementar el rendimiento de lectura y escritura, ya que contiene una serie de unidades de disco que se encuentran conectadas en paralelo y que permiten realizar una transferencia simultánea de datos a todos ellos.

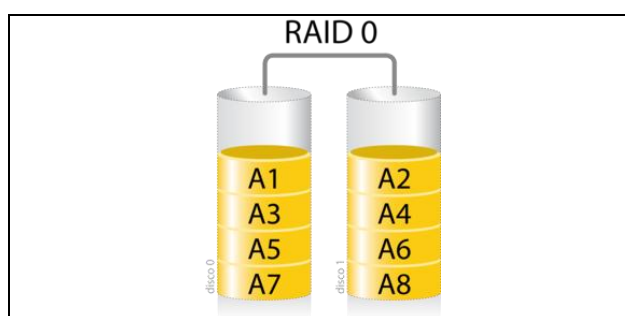


Figura 1.18. Diagrama de configuración RAID 0
Fuente. (Wikipedia, 2012)

^[5] Morales Vázquez, J. M. (s.f.). Diseñando Sistemas de Alta Disponibilidad y Tolerantes a Fallos. Recuperado el 10 de Noviembre de 2011, de http://blog.unlugarenelmundo.es/?page_id=127

La velocidad de transferencia depende de la cantidad de discos que forme el RAID, a mayor cantidad de discos, mayor velocidad.

Este tipo de RAID es recomendable en aplicaciones que se dediquen al tratamiento de imágenes, audio, video, etc., aplicaciones que necesiten un rápido almacenamiento, pero que no requieran de tolerancia a fallos.

➤ RAID 1

RAID 1 funciona como espejo, creando una copia exacta de un conjunto de datos (que se están modificando) en dos o más discos, con lo cual se incrementa la disponibilidad de los datos, pero reduce el espacio disponible al 50% (Ver figura 1.19).

Asegura la integridad de los datos y la tolerancia a fallos, en caso de existir un problema, la controladora sigue trabajando con los discos no dañados sin detener el sistema.

El rendimiento en la lectura de datos se incrementa, pero empeora en la escritura y proporciona un buen nivel de tolerancia a fallos, posee un alto costo.

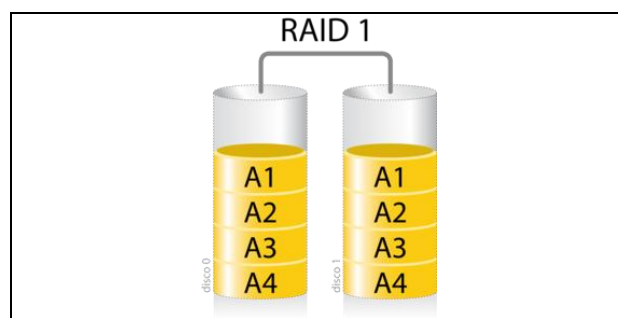


Figura 1.19. Diagrama de configuración RAID 1
Fuente. (Wikipedia, 2012)

➤ RAID 5

Ofrece tolerancia a fallos, y optimiza la capacidad del sistema, permitiendo una utilización de hasta el 80% de la capacidad del conjunto de discos.

Usa división de datos a nivel de bloques de tal forma que distribuye la información de paridad entre todos los discos del conjunto (Ver figura 1.20). De esta manera, si cualquiera de las unidades de disco falla, se puede recuperar la información en tiempo real, sobre la marcha, mediante una simple operación de lógica de O exclusivo, sin que el servidor deje de funcionar.

Representa el nivel de RAID más eficaz y de uso preferente para las aplicaciones de servidor básicas para la empresa. Comparado con otros niveles RAID con tolerancia a fallos, RAID 5 ofrece la mejor relación entre costo-rendimiento en un entorno con varias unidades.

Es la solución más económica por megabyte, que ofrece la mejor relación de precio, rendimiento y disponibilidad para la mayoría de los servidores.

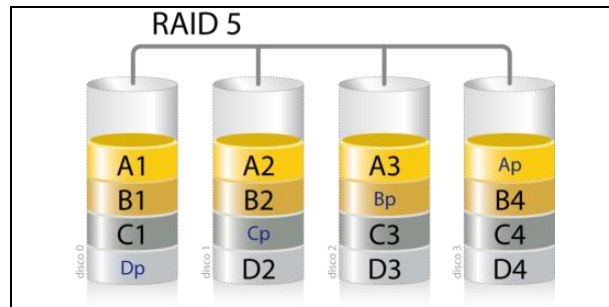


Figura 1.20. Diagrama de configuración RAID 5
Fuente. (Wikipedia, 2012)

El RAID 5 requiere al menos tres unidades de disco para ser implementado. El fallo de un segundo disco provoca la pérdida completa de los datos. En cuanto al performance, es más lento en cuanto a lectura que otros métodos de RAID.

➤ RAID 1+0

Un RAID 1+0, a veces llamado RAID 10, es una división de espejos. Tiene mayor tolerancia a fallos, posee un mejor performance a excepción del RAID 0, es costoso ya que solo usa el 50% de sus discos (Ver figura 1.21.).

Para implementar RAID 10, necesita al menos cuatro unidades físicas de disco; utilizar dos particiones en el mismo disco duro no es lo adecuado.

En cada división RAID 1 pueden fallar todos los discos salvo uno sin que se pierdan datos. Sin embargo, si los discos que han fallado no se reemplazan, el restante pasa a ser un punto único de fallo para todo el conjunto. Si ese disco falla entonces, se perderán todos los datos del conjunto completo.

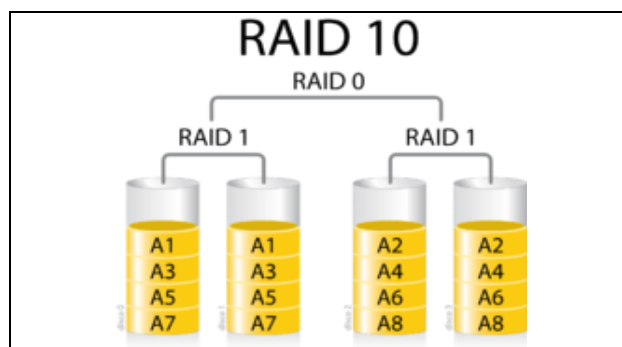


Figura 1.21. Diagrama de configuración RAID 10
Fuente. (Wikipedia, 2012)

El RAID 10 es a menudo la mejor elección para bases de datos de altas prestaciones, debido a que proporciona mayor velocidad de escritura.

➤ RAID 0+1

Un RAID 0+1 (también llamado RAID 01, es un espejo de divisiones), es usado para replicar y compartir datos entre varios discos (Ver figura 1.22.).

“La ventaja de un RAID 0+1 es que cuando un disco duro falla, los datos perdidos pueden ser copiados del otro conjunto de nivel 0 para reconstruir el conjunto global. Sin embargo, añadir un disco duro adicional en una división, es obligatorio añadir otro al de la otra división para equilibrar el tamaño del conjunto.”^[6]

Primero se crean dos conjuntos RAID 0 (dividiendo los datos en discos) y luego, sobre los anteriores, se crea un conjunto RAID 1 (realizando un espejo de los 2 conjuntos).

RAID 0+1 no es tan robusto como un RAID 1+0, nada más puede tolerar fallos simultáneos en dos discos de la misma división. Además, al sustituir un disco cuando se ha presentado un fallo, se necesita que todos los discos del conjunto participen en la reconstrucción de los datos.

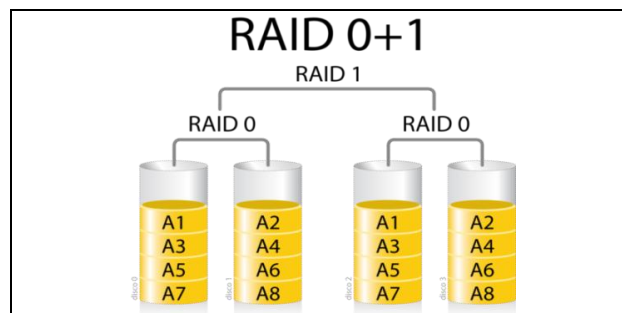


Figura 1.22. Diagrama de configuración RAID 01
Fuente. (Wikipedia, 2012)

1.3.3. LVM (Logical Volume Manager)

Un LVM, en español Gestor de Volúmenes Lógicos, es una potente herramienta presente en los actuales sistemas Linux.

Es una función del kernel de Linux que nos permite administrar los discos, de tal forma que aumentemos o disminuyamos los volúmenes lógicos, cosa que no se podría hacer con los volúmenes físicos. LVM funciona a tres niveles.

- **Volúmenes físicos (Physical Volume – PV)**, son los discos duros físicos o particiones de un disco duro.
- **Grupos de volumen (Volume Group – VG)**, es la parte que engloba los volúmenes lógicos y físicos.

^[6] Wikipedia. (30 de Noviembre de 2012). RAID. Recuperado el 5 de Diciembre de 2012, de http://es.wikipedia.org/wiki/RAID#RAID_1.2B0

- **Volúmenes lógicos (Logical Volume – LV)**, es el equivalente a una partición de un disco duro, por lo que puede contener un sistema de archivos como por ejemplo /home.

En la figura 1.23., hay tres particiones físicas o a su vez discos físicos que trabajan con sistema LVM y forman parte de los volúmenes físicos PV, este conjunto de PV componen un Grupo de Volúmenes – VG que a su vez soporta a dos Volúmenes Lógicos – LV que son los que verían al usuario final como /home o /var, etc., o en efecto también podrían contener un sistema operativo independiente ya que cada LV se vería como si fuese un disco duro independiente.

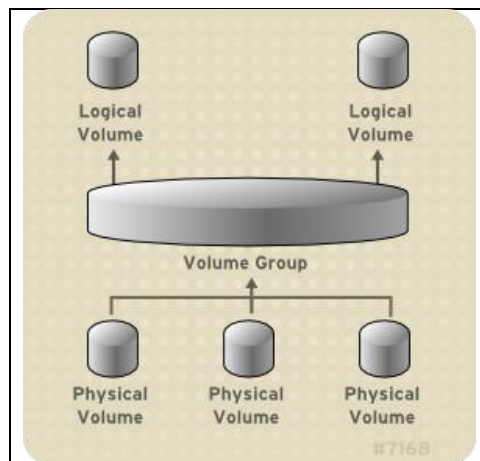


Figura 1.23. Estructura de un LVM
Fuente. (Madrigal, 2011)

1.3.4. Redes de almacenamiento

1.3.4.1. NAS (Network Attached Storage)

En una NAS (Almacenamiento de conexión a red) los discos y las estaciones o servidores están conectados a la red y utilizan la misma para acceder a los datos (Ver figura 1.24).

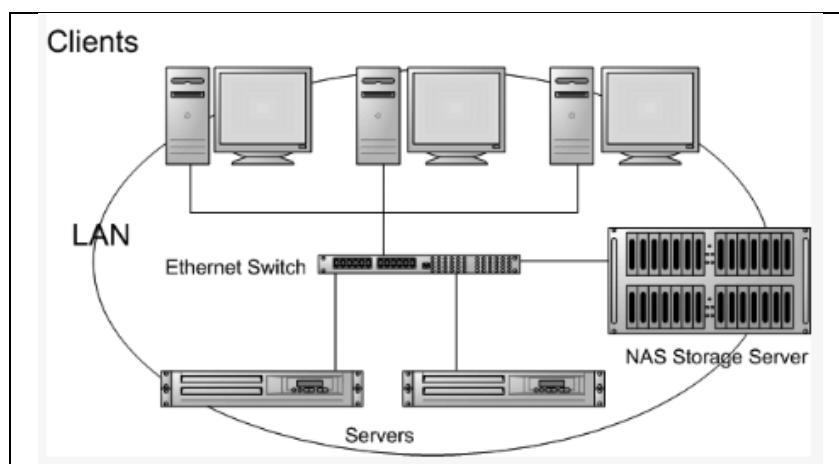


Figura 1.24. Modelo de almacenamiento NAS
Fuente. (Abad, 2008)

Con servidores NAS la red de área local hace crecer su capacidad de almacenamiento de una forma fácil y rápida sin necesidad de interrumpir su funcionamiento y a un menor coste.

Está dedicada a compartir la capacidad de almacenamiento desde un Servidor, hacia computadores personales o servidores clientes a través de una red (ambiente cliente/servidor), a través de un Sistema Operativo optimizado que permita dar acceso mediante los protocolos CIFS¹⁹, NFS²⁰, FTP²¹ o TFTP²².

Los sistemas NAS son dispositivos de almacenamiento específicos a los cuales se accede desde los equipos a través de protocolos de red, comúnmente se utiliza el protocolo TCP/IP. Aunque también se considera un sistema NAS a un servidor (Linux, Windows, etc.) que comparte sus unidades por red.

“Están disponibles distribuciones software libre orientadas a servicios NAS, incluyendo FreeNAS, NASLite y Openfiler. Son configurables mediante interfaz web y pueden ejecutarse en ordenadores con recursos limitados.”^[7]

1.3.4.2.SAN (Storage Area Network)

Una SAN (Red de área de almacenamiento) es una arquitectura de almacenamiento en red de alta velocidad y gran ancho de banda, siendo utilizada para establecer una conexión entre servidores y recursos de almacenamiento (matrices de discos y librerías de soporte), permitiendo la transmisión rápida de datos.

Básicamente una SAN es un arreglo de discos duros, administrados por controladoras especializadas, las mismas que se encargan de gestionar conexiones y transacciones a cada uno de los discos, además de generar los arreglos de almacenamiento con redundancia para evitar pérdida de información en caso que falle alguno de los discos.

Una SAN al contrario de una NAS, impide el conflicto de tráfico entre clientes y servidores, usando una infraestructura de red por separado, evitando problemas asociados con la conectividad de redes existentes (Ver figura 1.25.).

¹⁹ (Common Internet File System), protocolo que define un standard para el acceso remoto a archivos.

²⁰ Network File System (Sistema de archivos de red), es un método para lograr que un sistema de ficheros de una máquina remota sea accesible para el sistema local

²¹ File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos), es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red

²² Trivial file transfer Protocol (Protocolo de transferencia de archivos trivial), es un protocolo de transferencia muy simple que no dispone de capacidades de directorio ni de contraseña.

^[7] Wikipedia. (s.f.). Network-attached storage. Recuperado el 12 de Octubre de 2012, de http://es.wikipedia.org/wiki/Network-attached_storage

Un servidor conectado a una SAN solicita la información contenida en un bloque específico de un disco dado, de tal forma que la comunicación entre servidores y sistema de almacenamiento sea óptima y veloz.

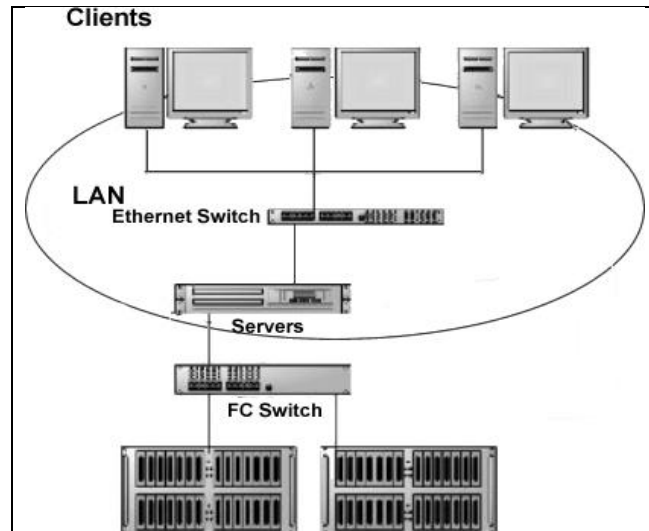


Figura 1.25. Modelo de almacenamiento SAN
Fuente. (Abad, 2008)

Canales de conexión

La conexión entre la SAN y el servidor se lo realiza a través de dos canales:

- iSCSI²³: Establece una conexión no tan rápida, utiliza hardware menos costoso.
- Fibra Óptica: Implica un costo alto para su implementación, ya que requiere del uso de tarjetas de HBA²⁴ y switches de fibra, pero su conexión es muy rápida.

Componentes de la SAN

La SAN está formada por los siguientes componentes:

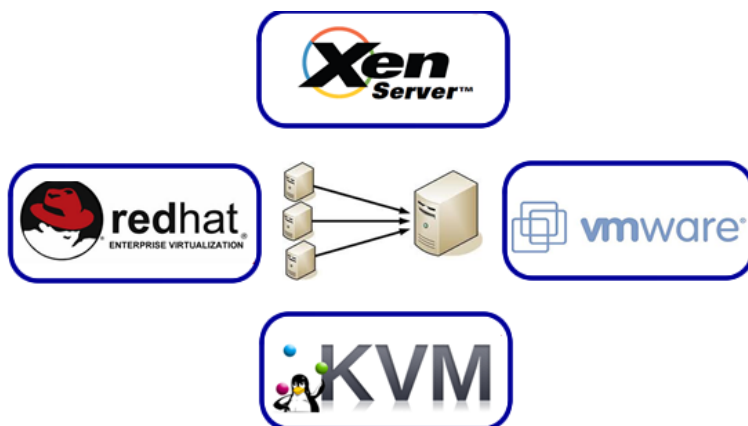
- Host: Son terminales que requieren acceso a los dispositivos de almacenamiento
- Unidades de Almacenamiento: son dispositivos que administran el almacenamiento para los host.
- Dispositivos de control: su función es administrar el acceso a la información a través de la SAN

²³ Internet SCSI, es un standard basado en IP para enlazar sistemas de almacenamiento de datos en una red transfiriendo datos al transportar comandos SCSI sobre redes de IP.

SCSI: Small Computer System Interface, es una interfaz estándar para la transferencia de datos entre distintos dispositivos del bus de la computadora.

²⁴ Adaptador de bus del host, conecta un sistema servidor (Ordenador) a una red y dispositivos de almacenamiento

CAPÍTULO 2. Análisis y selección de los sistemas de virtualización



CONTENIDO:

- 2.1. Entorno de pruebas
- 2.2. Requerimientos de comparación
- 2.3. Valorización de requerimientos
- 2.4. Sistemas de virtualización
- 2.5. Selección del sistema de virtualización

En este capítulo, se realiza un estudio a los sistemas de virtualización XenServer, VMWare, Red Hat Enterprise Virtualization y KVM sobre el sistema operativo DEBIAN, las mismas que tienen un buen posicionamiento en el mercado, al finalizar este capítulo se determinará la mejor alternativa a implementar, de acuerdo a sus características y requerimientos del Municipio de Ibarra.

2.1. Entorno de Pruebas

Para la realización de las pruebas con las herramientas propuestas se utilizará una cuchilla de un servidor Blade 460 G6 con su respectivo storage, en la siguiente figura se detallan las características (Ver figura 2.1).

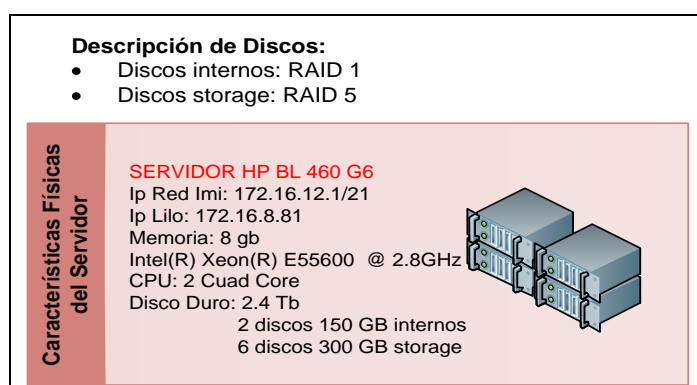


Figura 2.1. Características del servidor de pruebas

Fuente. Propia

2.2. Requerimientos de comparación

Para la realización de un estudio comparativo de las herramientas de virtualización, se debe considerar un serie de aspectos o requerimientos, con los cuales lograremos determinar cuál es la mejor solución para la implementación de una herramienta de virtualización, tratando que la solución sea práctica, efectiva y económica de tal forma que permita optimizar recursos humanos y económicos por la reducción de hardware, consumo energético, espacio físico y administración. A continuación se detalla los parámetros de comparación:

2.2.1. Por Características

- **Instalación / Implementación:** Establece la forma de instalación, ya sea que se ejecute directamente sobre el hardware con un hipervisor o sobre un sistema operativo base. Por motivos de rapidez en la configuración es mejor la instalación sobre un bare-metal, es decir directamente sobre el hardware, esto lo hace un hipervisor.
- **Simplicidad de implementación:** Determina si el administrador necesita conocimientos en algún área en específico para implementar la herramienta de virtualización.

- **Plataforma:** La plataforma soportada por la herramienta de virtualización debe ser de 64 bits, porque de esta forma se podrá procesar mayor cantidad de datos o instrucciones en un mismo lapso de tiempo, además que se podrá virtualizar máquinas de 64 y 32 bits.
- **Sistemas operativos soportados:** Describe todos los sistemas operativos que se puede virtualizar, el sistema de virtualización debe permitir virtualizar la mayor cantidad de sistemas operativos.
- **Núcleos soportados:** Cantidad de núcleos que soportan las máquinas virtuales. Como mínimo debe permitir asignar 4 procesadores a cada máquina virtual, considerando que el servidor físico cuente con al menos 4 procesadores.
- **Seguridad:** Es necesario asegurarse que los servidores no queden vulnerables, ya que si el sistema anfitrión no es seguro, los huéspedes tampoco lo serán.
- **Licenciamiento:** El sistema de virtualización no debe tener costo, puesto que la entidad auspiciante no cuenta con presupuesto para la implementación.
- **Soporte:** El soporte debe ser gratuito.
- **Generación de Reportes:** La consola debe permitir generar reportes de consumos de los recursos de los servidores y máquinas virtuales.

2.2.2. Por uso de recursos

- **Performance:** El sistema debe proporcionar un rendimiento aceptable en las máquinas virtuales, es decir, que permita trabajar de forma fluida con cualquiera de las aplicaciones instaladas en el cliente.
- **Limitaciones en hardware:** No deben existir limitaciones en la instalación de drivers para el uso de recursos hardware, es decir el software debe ser compatible con una amplia lista de servidores, storage arrays y dispositivos de entrada y salida.
- **Escalabilidad:** Capacidad de crecer de acuerdo a las necesidades del negocio. De manera que permita ampliar los recursos (CPU's, memoria, espacio en disco, etc.) en las distintas máquinas virtuales.

2.2.3. Por gestión de la plataforma

- **Administración:** La herramienta de virtualización debe tener una consola de administración centralizada, donde el administrador pueda gestionar las máquinas virtuales de acuerdo a sus necesidades o políticas de la empresa. Y que mediante un cliente permita establecer la conexión y administración remota, de manera gráfica o mediante línea de comandos desde Windows o Linux.

- **Inicio automático de MVs:** La herramienta debe permitir activar el inicio automático de máquinas virtuales.
- **Monitoreo:** La herramienta de administración muestra alertas en caso de fallos.
- **Conversión:** Se refiere a herramientas para la conversión de máquina física a virtual (P2V).
- **Almacenamiento compartido:** La herramienta debe permitir realizar almacenamiento compartido (SAN, NAS), para un crecimiento a futuro.

2.2.4. Por recuperación

- **Migración en vivo:** El software debe permitir realizar migración en caliente de máquinas virtuales, para poder realizar tareas de mantenimiento de los servidores sin interrumpir las aplicaciones que están ejecutándose.
- **Portabilidad:** Facilidad de mover las máquinas virtuales entre distintos equipos físicos, sin importar las características.

2.3. Valorización de los requerimientos

Después de haber establecido los requerimientos para la selección de la herramienta de virtualización, se asigna un puntaje para cada requerimiento y así determinar la mejor solución de virtualización.

2.3.1. Por Características

- Instalación / Implementación:
 - 0 Funciona sobre un sistema operativo base.
 - 1 Se instala directamente en el hardware (bare-metal).
- Simplicidad de implementación:
 - 0 Requiere conocimientos en algún área para la implementación
 - 1 No requiere conocimientos específicos para la implementación
- Plataforma:
 - 0 Plataforma de 32 bits.
 - 1 Plataforma de 64 bits.
- Sistemas operativos soportados:
 - 0 0 a 10 sistemas operativos
 - 1 11 a 20 sistemas operativos
 - 2 21 a 30 sistemas operativos

- Núcleos soportados:
 - 0 Soporta hasta 4 núcleos por máquina virtual.
 - 1 Soporta más de 4 núcleos por máquina virtual.
- Seguridad:
 - 0 No posee seguridades robustas
 - 1 Posee seguridades robustas
- Licenciamiento:
 - 0 Requiere licenciamiento.
 - 1 OpenSource o Versión gratuita
- Soporte:
 - 0 Para acceder al soporte es necesario una suscripción con costo.
 - 1 Soporte gratuito.
- Generación de reportes:
 - 0 No genera reportes.
 - 1 Genera reportes.

2.3.2. Por uso de recursos

- Performance:
 - 0 Ranking de evaluación menor a 500 puntos
 - 1 Ranking de evaluación mayor a 500 puntos

Nota: Evaluación en el programa Performance Test, usando las mismas características.

- Limitaciones en hardware:
 - 0 Durante las pruebas presento algún tipo de limitación
 - 1 De acuerdo al estudio realizado posee limitaciones en la instalación de drivers y uso de hardware.
 - 2 No posee limitaciones en la instalación de drivers y uso de hardware.
- Escalabilidad:
 - 0 El sistema de virtualización no es escalable.
 - 1 El sistema de virtualización es escalable.

2.3.3. Por gestión de la plataforma

- Administración:

- 0 No posee ninguna interfaz de administración remota.
- 1 Posee interfaz de administración remota solo en Windows o solo en Linux, o permite establecer conexión a través de algún tipo de servicio.
- 2 Posee una interfaz de administración remota en Windows y Linux.

Adicional: sumar un punto si posee una consola de administración en el servidor, sino posee no hacer nada.

– Inicio Automático de MVs

- 0 No permite el inicio automático de máquinas virtuales
- 1 Permite el inicio automático de máquinas virtuales

– Monitoreo:

- 0 No realiza monitoreo de recursos.
- 1 Realiza monitoreo de recursos.

– Conversión:

- 0 No permite la conversión de físico a virtual.
- 1 El sistema de virtualización permite la conversión de físico a virtual.

– Almacenamiento compartido

- 0 No soporta almacenamiento compartido
- 1 Soporta almacenamiento compartido

2.3.4. Por recuperación

– Migración en caliente:

- 0 No realiza migración de máquinas virtuales en caliente.
- 1 Realiza migración de máquinas virtuales en caliente.

– Portabilidad:

- 0 No permite mover máquinas virtuales entre equipos.
- 1 Permite mover máquinas virtuales entre equipos.

2.4. Sistemas de virtualización

En el mercado existen varias herramientas que facilitan la implementación de virtualización, a continuación se realiza un estudio de:

- XenServer
- VMware ESXi
- Red Hat Enterprise Virtualization
- KVM sobre el sistema operativo Debian

2.4.1. XenServer

Citrix XenServer es un hipervisor nativo de 64 bits, fue desarrollado basado en el sistema operativo Centos, utiliza la virtualización de Xen²⁵, ofrece un nivel de abstracción que permite que un servidor físico ejecute uno o varios servidores virtuales, separando el sistema operativo y sus aplicaciones del servidor físico. Aprovecha las plataformas Intel VT y AMD Virtualization, de tal forma que permite la virtualización asistida por hardware.

2.4.1.1. Requerimientos del Sistema

Es importante hacer mención de los requerimientos mínimos del sistema de virtualización (Ver tabla 2.1.)

Almacenamiento:	Espacio mínimo 16 GB en disco, aunque lo recomendable es más de 60 GB.
Memoria:	Se puede utilizar de 2 GB a 512 GB de memoria física.
Procesador:	Necesario procesadores Intel VT o AMD-V (requerido para la virtualización de Sistemas Operativos Windows), arquitectura 64-bit x86, 1.5 GHz mínimo, 2 GHz o más rápido, recomendado multi-core.
Tarjetas de red:	Permite hasta 16 tarjetas de red físicas, de 100Mb/s o más rápidos.

Tabla 2.1. Requerimientos de XenServer

Fuente. Propia

2.4.1.2. Arquitectura del sistema

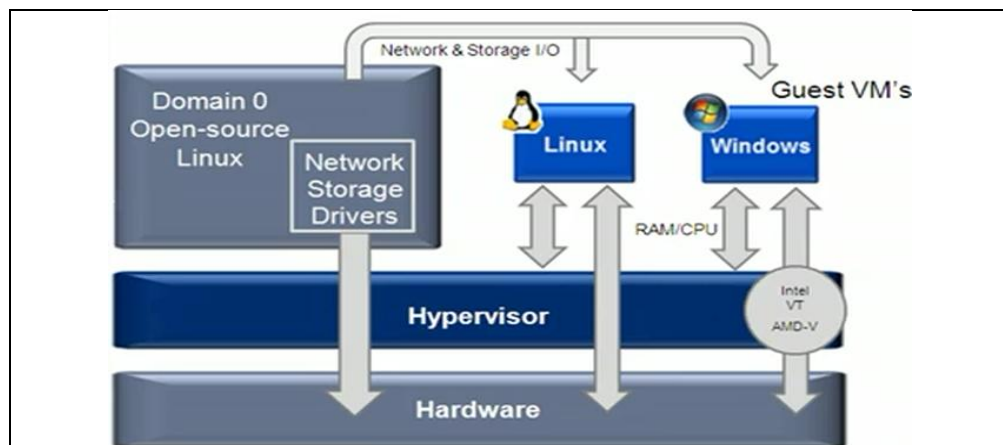


Figura 2.2. Arquitectura de XenServer

Fuente. (Gonzalez J. M., Instalando y Configurando Citrix XenServer 5.5, 2009)

²⁵ Monitor de máquina virtual de código abierto, permite ejecutar instancias de sistemas operativos con todas sus características

XenServer utiliza Domain 0²⁶, creado automáticamente durante el booteo y presenta privilegios especiales de administración, es el encargado de cargar los drivers de red y de almacenamiento, además de establecer una comunicación con la capa del hardware, y permite la comunicación con las máquinas virtuales (Ver figura 2.2.).

2.4.1.3. Implementación

La implementación de XenServer se la realiza con bajo nivel de programación, ejecutándose directamente sobre el hardware del servidor, de forma que no requiere de ningún sistema operativo host independiente para lograr un buen rendimiento.

2.4.1.4. Plataforma

Utiliza una plataforma nativa de 64 bits, importante para soportar sistemas operativos huéspedes de 32 y 64 bits.

2.4.1.5. Medios de instalación

La instalación de XenServer se la realiza a partir de un CD, DVD, USB o vía PXE²⁷.

2.4.1.6. Licenciamiento

Para la evaluación de XenServer se ha utilizado la versión gratuita (XenServer Free Edition), la misma que se debe activar cada año, introduciendo la clave.

2.4.1.7. Sistemas operativos soportados

XenServer posee mucha flexibilidad con los sistemas operativos soportados tanto en Windows como Linux (Ver tabla 2.2.)

WINDOWS	LINUX
Windows Server 2003 (32-64 bits)	Centos (32-64 bits)
Windows Server 2008 (32-64 bits)	Debian (32-64 bits)
Windows 7 (32-64 bits)	Oracle Enterprise Linux (32-64 bits)
Windows Vista (32 bits)	Red Hat Enterprise Linux (32-64 bits)
Windows XP SP3 (32 bits)	SUSE Linux Enterprise Server (32-64 bits)
	Ubuntu (32-64 bits)

Tabla 2.2. Sistemas operativos soportados por XenServer

Fuente. Propia

²⁶ Dominio 0 es un sistema operativo invitado privilegiado de Xen, está diseñado para acceder al hardware directamente y manejar los dispositivos. Una de las responsabilidades del dominio 0 es de asignar los recursos de hardware para los dominios invitados (dominios U).

²⁷ Preboot eXecution Enviroment, es un ambiente de ejecución prebooteo, es una característica en la BIOS, permite realizar un booteo, a través de la red.

2.4.1.8. CPU virtuales

XenServer soporta hasta 8 CPU por servidor virtualizado, para implementar aplicaciones con uso intensivo de procesador, de forma que se aproveche la potencia del procesamiento multinúcleo.

2.4.1.9. Memoria virtual

XenServer soporta hasta 32 GB de RAM por servidor virtual, destinado para cargas de trabajo que requieren mucha memoria.

2.4.1.10. Seguridad

XenServer utiliza el SELinux²⁸ y el firewall²⁹, los mismos que se activan automáticamente en el momento de la instalación.

2.4.1.11. Soporte

Para acceder al soporte de XenServer se debe contratar.

2.4.1.12. Almacenamiento (Storage)

XenServer tiene soporte para discos IDE³⁰, SCSI, SAS³¹ y SATA³² conectados directamente o remotamente mediante el uso de iSCSI, NFS y canales de fibra.

2.4.1.13. Administración

El programa XenCenter es una herramienta de administración que solamente puede ser instalado en Windows, permite realizar una administración remota del servidor de virtualización.

2.4.1.14. Monitoreo

XenCenter hace visible alertas que son generadas cuando ocurren eventos específicos en los servidores virtuales, host, storage, etc. Además de mostrar el performance de los recursos de la máquina física como de las virtuales, mediante informes que ayudan a tomar decisiones con respecto a rendimientos de períodos largos de utilización.

²⁸ Security-Enhanced Linux (Seguridad Mejorada de Linux), es una característica de seguridad de Linux que provee una variedad de políticas de seguridad, a través del uso de módulos de Seguridad en el núcleo Linux.

²⁹ Un cortafuegos (firewall), es una parte de un sistema o una red que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas.

³⁰ Integrated Device Electronics, es un estándar de interfaz para la conexión de los dispositivos de almacenamiento masivo de datos y las unidades ópticas

³¹ Serial Attached SCSI o SAS, es una interfaz de transferencia de datos en serie. Aumenta la velocidad y permite la conexión y desconexión de forma rápida

³² SATA (Serial Advanced Technology Attachment) es una interfaz de transferencia de datos entre la placa base y algunos dispositivos de almacenamiento.

2.4.1.15. Migración

Mediante el uso de XenMotion, se puede realizar la migración en caliente de una máquina virtual a otras, siempre y cuando pertenezca a un Pool de recursos, de esta forma se evita las interrupciones en los servicios.

2.4.1.16. Alta Disponibilidad

XenServer permite la creación de pool de recursos, el mismo que comprende la unión de varios servidores XenServer y que al trabajar conjuntamente con repositorios de almacenamiento compartido, se puede lograr tener funciones de alta disponibilidad.

Las versiones licenciadas contienen un componente de alta disponibilidad HA (High Availability), la misma que ofrece el funcionamiento de redireccionar en caso de falla con el master, a otro servidor de tal forma que no ocurran interrupciones y se continúe con los procesos diarios.

2.4.1.17. Clonación

Los templates son máquinas virtuales usadas como copias maestras a partir de los cuales se realizan más copias, pero no pueden ser usadas como máquinas normales sin antes haber sido clonadas.

Es necesario establecer ciertos elementos para lograr obtener una copia de seguridad o un clon de una máquina virtual en producción, a continuación se detalla:

- Para copiar o clonar un servidor virtual a otro host, es necesario que el servidor de destino también posea una instalación de XenServer. En este servidor se desplegará la copia de la máquina virtual del servidor origen.
- Deberá además contener el espacio suficiente en el servidor de destino para albergar la nueva máquina virtual (si vamos a moverla o clonarla).
- Y por último un equipo cliente con sistema operativo Windows con acceso a la red de los dos servidores e instalación de XenCenter

2.4.1.18. Performance

Para medir el rendimiento de hardware del servidor virtual se ha utilizado el programa Performance Test 7.0, en su versión de evaluación.

Las pruebas de performance se han obtenido a través de la instalación de *Performance Test* sobre el sistema operativo Windows XP virtualizado en un servidor blade, con las características:

- 4 GB en RAM
- 2 núcleos de procesador

Con lo que se obtuvo una calificación de 773.3 de performance (Ver figura 2.3.).

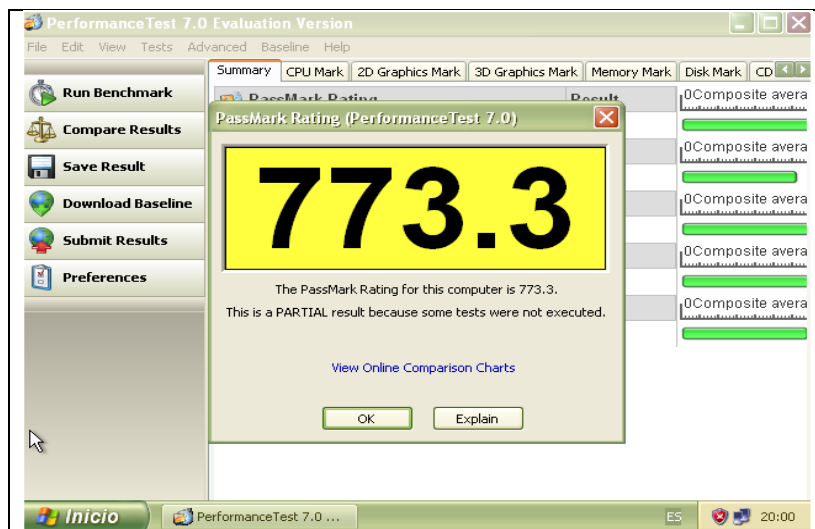


Figura 2.3. Performance XenServer sobre Windows XP
Fuente. Propia

2.4.1.19. Limitaciones

XenServer en su versión Free tiene varias limitaciones en cuanto al reconocimiento de storage (Arrays de discos), de acuerdo a las pruebas realizadas en el Municipio de Ibarra en un Servidor Blade.

2.4.1.20. Versiones de XenServer

Para pequeñas y medianas empresas, se puede utilizar las siguientes versiones de XenServer

- **Free:** permite un tipo de virtualización con la capacidad de escalabilidad, flexibilidad y sin costo.
- **Advanced:** Posee funcionalidad de HA (alta disponibilidad)

Mientras que para grandes empresas se podría utilizar las versiones:

- **Enterprise:** Permite la integración y optimización de las capacidades del deployment productivo en máquinas virtuales.
- **Platinum:** Está pensada para la optimización y el Cloud Computing, para grandes corporaciones que deseen implementar entornos virtuales

La tabla 2.3 contiene la descripción de las versiones de XenServer, donde muestra sus respectivas características, mostrando cada una de las diferencias entre versiones.

Free Virtual Infrastructure	Free	Advanced	Enterprise	Platinum
XenServer Hypervisor	x	x	x	x
Conversion Tools	x	x	x	x
Management integration with Microsoft System Center VMM	x	x	x	x
Resilient distributed management architecture	x	x	x	x
VM disk snapshot and revert	x	x	x	x
XenCenter Management Console	x	x	x	x
XenMotion Live Migration	x	x	x	x
Advanced Management and Automation				
Automated VM protection and recovery		x	x	x
Live migration with Storage XenMotion		x	x	x
Distributed virtual switching		x	x	x
Heterogeneous Pools		x	x	x
High Availability		x	x	x
Memory Optimization		x	x	x
Performance alerting and reporting		x	x	x
Dynamic workload balancing			x	x
GPU pass-thru			x	x
Host power management			x	x
IntelliCache			x	x
Live memory snapshot and revert			x	x
Provisioning Services (virtual)			x	x
Role-based administration			x	x
StorageLink			x	x
Web management console with delegated admin			x	x
Provisioning Services (physical)				x
Site Recovery				x
Cost per server	Free	\$1,000	\$2,500	\$5,000

Tabla 2.3. Versiones de XenServer

Fuente. (Gonzalez J. M., 2010)

2.4.2. VMware ESXi

VMware ESXi es un hipervisor de VMware que puede ser utilizado gratuitamente por cualquier usuario que solicite la correspondiente clave de activación. Es un hipervisor del tipo "bare-metal" que constituye una capa de virtualización de recursos que a diferencia de la versión VMware ESX (Versión licenciada), VMware ESXi es una versión reducida en

tamaño el cual no cuenta con el service console o línea de comandos nativa soportada por VMware.

2.4.2.1. Requerimientos del Sistema

Para obtener una lista de los modelos compatibles con VMWare, consultar en la guía de compatibilidad de VMWare en la ruta:

<http://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php>

A través de esta página se obtendrá resultados de optimización de acuerdo a los recursos disponibles.

La tabla 2.4., contiene una descripción de los requerimientos mínimos para la instalación de VMWare ESXi.

Almacenamiento:	Espacio mínimo 10 GB en disco, más el espacio para las máquinas virtuales, aunque para la instalación nada más necesita 32 MB, ya que en principio VMWare ESXi fue creado para ser utilizado a partir de una memoria flash.
Memoria:	Se puede utilizar como mínimo 2 GB de memoria física y 256 GB como máximo.
Procesador:	Un procesador con al menos 2 núcleos o cores, arquitectura 64-bits x86, Intel o AMD. Soporta como máximo 10 cores por socket.
Tarjetas de red:	Uno o más controladores Ethernet Gigabit o de 10Gb.

Tabla 2.4. Requerimientos de VMWare ESXi

Fuente. Propia

2.4.2.2. Arquitectura del sistema

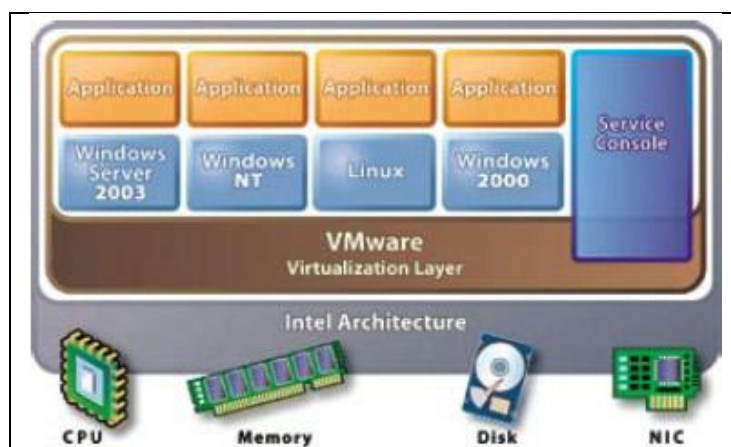


Figura 2.4. Arquitectura de VMware

Fuente. (Rudy Barrios, 2008)

La arquitectura de ESX y ESXi, está diseñada para permitir el funcionamiento en producción de múltiples máquinas virtuales con gran carga de trabajo de manera que cada una de ellas funcione de manera independiente, en entornos aislados, pero optimizando la gestión de los recursos compartidos para obtener un excelente rendimiento (Ver figura 2.4).

2.4.2.3. Implementación

VMware ESXi está basado en una arquitectura bare-metal (primer nivel). Es un sistema operativo basado en RHEL (Red Hat Enterprise Linux), dedicado al manejo y administración de máquinas virtuales, se instala directamente sobre el hardware, lo cual no sucedía con su versión gratuita anterior VMware Server, que debía ser implementado sobre un Sistema Operativo para su funcionamiento, lo cual implica una reducción en el rendimiento.

2.4.2.4. Plataforma

Utiliza una arquitectura de 64 bits (solo puede instalarse en máquinas de 64 bits), la ventaja es que permite la creación de máquinas virtuales de 32 y 64 bits.

2.4.2.5. Licenciamiento

VMware es un software propietario, que lanzó al mercado su versión gratuita VMWare ESXi, con ciertas limitaciones, para activarlo es necesario copiar el código que proveen en la página principal en el momento de la descarga e ingresarlo en el programa administrador VClient (VMware vSphere Client).

2.4.2.6. Medios de instalación

Los medios de instalación para VMware ESXi, son CD, DVD, dispositivo USB o a su vez vía PXE.

2.4.2.7. Sistemas operativos

VMware ESXi, permite virtualizar los sistemas operativos que se detallan en la tabla 2.5.

WINDOWS	LINUX
Windows Server 2003 (32-64 bits)	Centos (32-64 bits)
Windows Server 2008 (32-64 bits)	Debian (32-64 bits)
Windows 7 (32-64 bits)	Oracle Enterprise Linux (32-64 bits)
Windows Vista (32 bits)	Red Hat Enterprise Linux (32-64 bits)
Windows XP SP3 (32 bits)	SUSE Linux Enterprise Server (32-64 bits)
	Ubuntu (32-64 bits)

Tabla 2.5. Sistemas operativos soportados por VMWare

Fuente. Propia

2.4.2.8. CPUs virtuales

VMWare ESXi posee entre sus características el Virtual SMP (Multi-procesamiento Simétrico), el cual permite que las máquinas virtuales puedan utilizar hasta 8 procesadores físicos a la vez. Se encuentra limitado a la utilización de 8 CPUs por servidor virtualizado.

2.4.2.9. Memoria virtual

Las máquinas virtuales instaladas deben tener como mínimo 4 MB de memoria virtual y como máximo hasta 32 GB.

2.4.2.10. Seguridad

VMware ESXi, contiene su propio firewall, el mismo que se encuentra orientado a servicios y restringe el acceso a servicios concretos en función de dirección IP o subred.

En su versión licenciada cuenta con VMsafe el cual proporciona una visión profunda dentro de las máquinas virtuales para detectar y detener virus, rootkits³³ y malware anteriormente no detectables antes de que puedan infectar el sistema.

2.4.2.11. Soporte

El soporte de VMware es pagado, para lo cual se debe contratar un plan de acuerdo a las necesidades de la institución, la tabla 2.6 muestra un costo referencia, que se obtuvo de la empresa VirtualIT³⁴:

PAQUETE	COSTO
50 horas de soporte local en sitio (8*5) por 1 año (Tiempo de respuesta 2 horas vía remota y 24 horas en sitio)	\$ 1200

Tabla 2.6. Costo soporte

Fuente. Propia

2.4.2.12. Almacenamiento (Storage)

VMware ESX y ESXi permiten trabajar con varios sistemas de almacenamiento de distintos distribuidores como HP, Dell, Hitachi Data Systems, IBM, EMC, Fujitsu entre otros. Soporta cinco tipos de almacenamiento pero para acceder a ellos se debe comprar las licencias respectivas tanto para:

- **vMotion:** permite la migración en caliente de una máquina virtual desde un servidor físico a otro.

³³ Un rootkit es un programa que permite un acceso de privilegio continuo a una computadora pero que mantiene su presencia activamente oculta al control de los administradores al corromper el funcionamiento normal del sistema operativo o de otras aplicaciones.

³⁴ Empresa Quiteña, representante para el Ecuador de la empresa VMWARE, está ubicada en Av. Granda Centeno OE5-10 y Vasco de Contreras, Quito -Ecuador

- **High Availability:** garantiza la alta disponibilidad de las aplicaciones que se ejecutan en las máquinas virtuales. En caso de fallo de un servidor físico, las máquinas virtuales afectadas se reinician automáticamente en otros servidores de producción con capacidad adicional.
- **DRS:** VMware DRS (Distributed Resource Scheduler) es una utilidad que equilibra las cargas de trabajo de computación con los recursos disponibles en un entorno virtualizado.
- **Raw Device Mapping:** Asignación de dispositivos Raw (RDM) permita a un número de LUN (Unidades lógicas de almacenamiento) conectarse directamente a una máquina virtual (VM) a través de la red de área de almacenamiento (SAN).

Las imágenes se ubican en la ruta */vmfs/volumes/nombre_storage*

2.4.2.13. Administración

La administración se la realiza a partir de VClient, herramienta que se la debe instalar en Windows y que permite establecer un control sobre VMWare ESXi, tanto para la creación de máquinas virtuales como para la configuración de recursos, seguridades, además de la administración de roles de usuarios, limitando a los usuarios a la utilización de sus servicios.

En su versión licenciada también cuenta con la herramienta de administración y monitoreo VCenter, que permite centralizar la gestión, automatizar las operaciones, optimizar los recursos y alta disponibilidad en los entornos de IT³⁵.

2.4.2.14. Monitoreo

Permite monitorear el performance de los recursos de las máquinas virtuales, presentando informes de memoria, CPU, disco y red. Permitiendo obtener reportes de los recursos monitoreados.

2.4.2.15. Migración

VMware cuenta con vMotion en su versión comercial, el mismo que permite la migración activa o el movimiento de máquinas virtuales en ejecución desde un servidor físico a otro, sin interrupciones de servicio, mientras se mantiene la disponibilidad.

Al trabajar conjuntamente con el balanceo de carga, se mueven automáticamente las máquinas virtuales desde un servidor físico que se encuentra muy congestionado a otro que no lo este y los usuarios no sabrán que este proceso ocurrió (Ver figura 2.5.).

³⁵ IT o TI, tecnología de información es la utilización de tecnología, específicamente computadoras y ordenadores electrónicos, para el manejo y procesamiento de información.

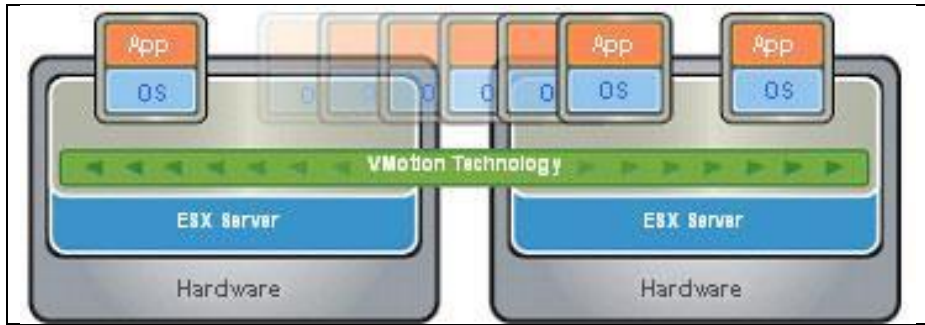


Figura 2.5. Funcionamiento de vMotion
Fuente. (SAREIN)

“Una migración en VMware ESX con Storage VMotion es el proceso por el cual se mueve el disco virtual (.vmdk) de la máquina virtual desde un DataStore (almacén de almacenamiento) a otro sin downtime y sin ninguna interrupción de la máquina virtual involucrada en la migración.”^[8](Ver figura 2.6.).

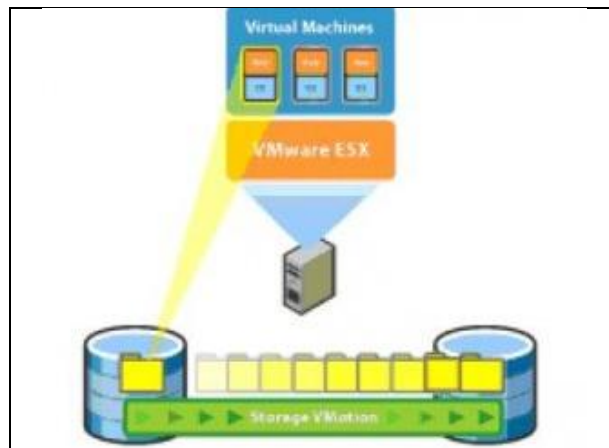


Figura 2.6. Funcionamiento de Storage VMotion
Fuente. (TuQuiosco)

2.4.2.16. Alta Disponibilidad

Una solución para la alta disponibilidad es crear pool de recursos, de forma que asegure la disponibilidad de las máquinas virtuales, de la misma forma que de las aplicaciones, pero representa una gran desventaja el hecho de no poder realizar migración en caliente, ya que no se podrá obtener mayor ventaja de esta característica.

Aunque en la versión comercial existe una herramienta de HA (High Availability), que proporciona una alta disponibilidad rentable y fácil de utilizar para las aplicaciones que se ejecutan en las máquinas virtuales.

^[8] Gonzalez, J. M. (10 de Mayo de 2010). Beneficios de VMware Storage VMotion. Recuperado el 16 de Julio de 2012, de <http://www.josemariagonzalez.es/2010/05/10/beneficios-vmware-storage-vmotion.html>

VMware HA monitoriza constantemente todos los hipervisores en su versión licenciada (ESX) de un cluster y detecta las caídas de estos, de forma que en cada host hay un agente corriendo que mantiene el contacto con los demás hosts del cluster, cuando una máquina virtual pierde contacto con los demás, enseguida se levanta el servicio de la máquina virtual de respaldo, con esto se logra un tiempo de parada mínimo (downtime = tiempo de reinicio) de servicio (Ver figura 2.7).

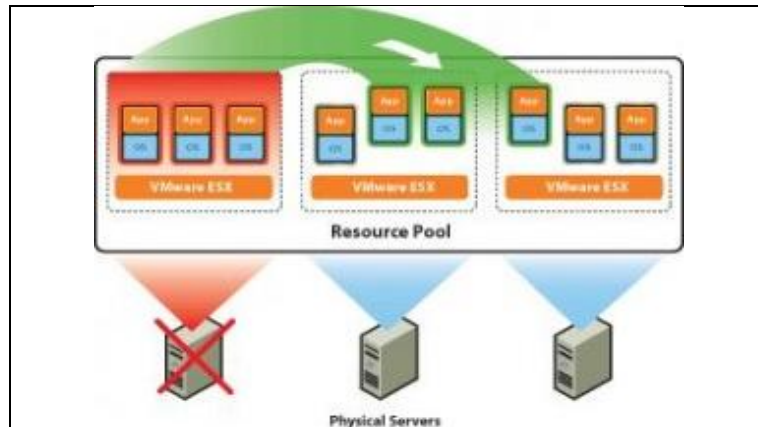


Figura 2.7. Funcionamiento de High Availability de VMware
Fuente. (TuQuiosco)

Además en su versión licenciada cuenta con un componente denominado VMware Distributed Resource Scheduler (DRS) + (DPM³⁶), el cual monitorea la utilización de recursos y los reparte dinámicamente entre las máquinas virtuales.

2.4.2.17. Clonación

VMware ESXi en su entorno de Administración no cuenta con interfaces que ayuden a realizar el proceso de clonación. La herramienta vCenter es una herramienta muy útil para realizar la clonación, pero como mencionamos anteriormente requiere de licenciamiento.

Para hacer un backup de máquinas virtuales, puede ser mediante consola, copiando dos archivos (.vmdk y .vmx), pero esto representa un inconveniente ya en la versión actual no se activa por defecto el servicio *ssh*, nada más cuenta con un tiempo de uso y se desactiva automáticamente, lo que significa que para activar el servicio siempre se deberá tener contacto con el servidor físico.

Para hacer una plantilla de una máquina virtual, tenemos la opción de exportarla a través de la herramienta VMware vSphere Client. Para ello tendremos que apagarla en primer lugar y exportar, esta opción nos permitirá guardar en nuestro disco duro local una imagen en formato OVF (estándar abierto para empaquetar) de la máquina virtual. Este proceso

³⁶ Distributed Power Management DPM, permite reducir el consumo eléctrico de un centro de procesamiento de datos (CPD).

tiene la principal desventaja de que hay que hacerlo con la máquina virtual apagada y de forma manual.

2.4.2.18. Performance

Para medir el rendimiento de hardware del servidor virtual se ha utilizado el programa Performance Test 7.0, en su versión de evaluación.

Se ha instalado sobre el sistema operativo Windows XP, con las características de 4 GB en RAM y 2 núcleos de procesador, con lo cual se obtuvo una calificación de 397.3 de performance (Ver figura 2.8).

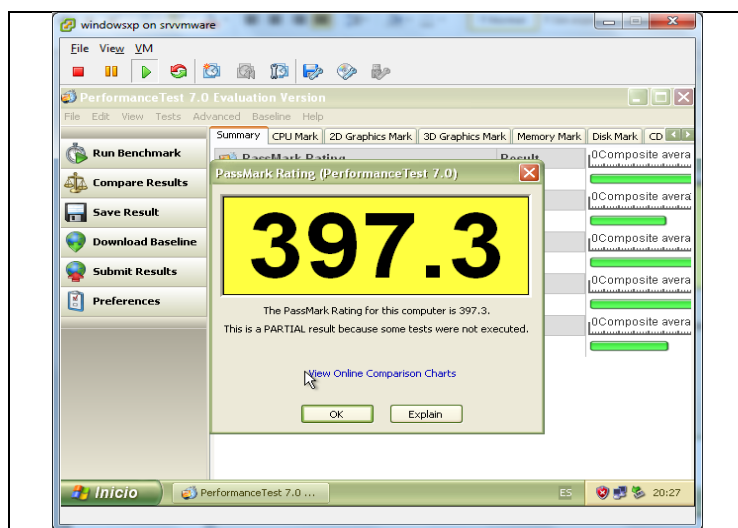


Figura 2.8. Performance VMware ESXi sobre Windows XP
Fuente. Propia

2.4.2.19. Limitaciones

- El administrador no cuenta con una opción para poder sacar copias de seguridad, existen opciones alternativas, pero eso obliga a que el usuario requiera de conocimientos especificados en Linux.
- Otra de las limitaciones es que no permite instalar controladores para hardware adicional.

“ESXi Es una versión completa del producto ESX, pero con varias limitaciones, entre ellas: no permite instalar controladores (drivers) para hardware adicional (es decir, si el ESXi no posee los controladores el hardware no puede ser utilizado); no permite utilizar las funciones avanzadas de movimiento de máquinas virtuales encendidas (ON) de un equipo físico a otro (VMOTION), ni hacerlo con el almacenamiento (STORAGEMOTION)”^[8]

^[8] Wikipedia. (29 de Noviembre de 2012). VMware. Recuperado el 1 de Diciembre de 2012, de <http://es.wikipedia.org/wiki/VMware>

- En cuanto a adaptadores de red compatibles, se encuentran:
 - o Controladores Broadcom NetXtreme 570x gigabit
 - o Adaptadores Intel PRO 1000
- VMware ofrece soporte para procesadores de 64 bits, tales como:
 - o “Todos los procesadores AMD Opteron e Intel Xeon 3000/3200, 3100/3300, 5100/5300, 5200/5400, 5500/5600, 7100/7300, 7200/7400 y 7500”^[9]

2.4.2.20. Versiones de VMWare

	ESXi Single Server	Essentials	Essential Plus	Standard	Advanced	Enterprise	Enterprise Plus
ESX/ESXi	ESXi Only	✓	✓	✓	✓	✓	✓
vCenter Server Compatibility	None	vCenter Server for Essentials	vCenter Server for Essentials	vCenter Server Foundation & Standard	vCenter Server Foundation & Standard	vCenter Server Foundation & Standard	vCenter Server Foundation & Standard
Cores per Processor	6	6	6	6	12	6	12
vSMP Support	4-way	4-way	4-way	4-way	4-way	4-way	8-way
Memory/Physical Server	256GB	256GB	256GB	256GB	256GB	256GB	*No license limit
Thin Provisioning	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
VC Agent		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Update Manager		✓	✓	✓	✓	✓	✓
VMSafe		✓	✓	✓	✓	✓	✓
vStorage APIs for Data Protection		✓	✓	✓	✓	✓	✓
High Availability (HA)			✓	✓	✓	✓	✓
Data Recovery			✓		✓	✓	✓
Hot Add					✓	✓	✓
Fault Tolerance					✓	✓	✓
vShield Zones					✓	✓	✓
VMotion					✓	✓	✓
Storage VMotion						✓	✓
DRS+DPM						✓	✓
**vNetwork Distributed Switch							✓
Host Profiles							✓
Third Party Multipathing							✓

Tabla 2.7. Versiones del hipervisor VMware
Fuente. (TuQuiosco)

^[9] VMware. (23 de Octubre de 2012). Requisitos mínimos del sistema para la instalación de ESX/ESXi. Recuperado el 2 de Diciembre de 2012, de http://kb.vmware.com/selfservice/microsites/search.do?language=en_US&cmd=displayKC&externalId=2016839

Las versiones de VMWare se describen en la tabla 2.7. Para pequeñas empresas es recomendable usar las siguientes versiones:

- **VMware ESXi:** Versión gratuita con limitaciones de funcionamiento, como se puede observar en la tabla de versiones del hipervisor VMware.
- **VMware vSphere Essentials:** permite a las oficinas pequeñas virtualizar tres servidores físicos para consolidar y gestionar aplicaciones, reduciendo los costes operativos y de hardware, con una baja inversión inicial.
- **VMware vSphere Essentials Plus:** Contiene las mismas funcionalidades de la versión anterior y garantiza altos niveles de disponibilidad de las aplicaciones y de protección de datos.

Para medianas y grandes empresas:

- **VMware vSphere Standard:** consolidación básica de aplicaciones, permite reducir los costes de hardware de forma significativa y acelerar el despliegue de las aplicaciones.
- **VMware vSphere Advanced:** protege todas las aplicaciones contra las paradas planificadas y no planificadas, con alto nivel de disponibilidad de las aplicaciones.
- **VMware vSphere Enterprise:** reduce al mínimo las paradas, proteger los datos y automatizar la gestión de recursos.
- **VMware vSphere Enterprise Plus:** transformación de los centros de datos en entornos de cloud computing.

2.4.3. Red Hat Enterprise Virtualization

Red Hat Enterprise Virtualization RHEV, es una tecnología de virtualización es un seguro, que ofrece alto rendimiento, la cual contiene 2 componentes principales:

RHEV-Manager (RHEV-M): Es el administrador de RHEV, ofrece una interfaz gráfica de usuario para gestionar los recursos físicos y lógicos de la infraestructura de virtualización RHEV. RHEV-M está instalado en un servidor Red Hat Enterprise Linux 6 y se accede a este desde un cliente instalado con un explorador. RHEV-Manager se compone de:

- **Administration Portal** (Portal de administración): se utiliza para configurar y gestionar el entorno de virtualización Red Hat Enterprise Virtualization.
- **User Portal** (Portal de usuario): se utiliza para establecer la conexión con las máquinas virtuales. Desde esta interfaz se pueden crear plantillas de máquina virtual y máquinas virtuales.

RHEV-Hypervisor (RHEV-H): es el Hipervisor de RHEV, se utiliza la tecnología de virtualización de la máquina virtual basada en el núcleo KVM (Kernel-Based Virtual Machine).

2.4.3.1. Requerimientos

Para configurar un entorno de virtualización Red Hat Enterprise Virtualization, deberá contar con los siguientes elementos:

- Un servidor de administración
- Hosts de virtualización: al menos 2 para admitir la migración y la administración de energía
- Clientes: uno o varios para acceder al portal de administración

• Almacenamiento:

Se recomienda que cada host de virtualización disponga de una capacidad mínima de almacenamiento interno de 10 GB, RHEV ocupa muy poco espacio aproximadamente 200 MB en disco.

Debe contar con una infraestructura de almacenamiento proporcionada por NFS, iSCSI o FC, o bien conectada de forma local a los hosts de virtualización

En cuanto a RHEV – Manager, se recomienda 50 GB de disco.

• Memoria:

Soporta hasta 1 TB en RAM, para el funcionamiento de RHEV-Hypervisor, el servidor físico debe tener al menos 4 GB de RAM, pero depende mucho de la memoria asignada a los hosts, que se recomiendan que dispongan de una RAM mínima de 2 GB, aunque la capacidad de RAM requerida puede variar en función de los siguientes aspectos:

- Requisitos del sistema operativo invitado
- Requisitos de la aplicación invitada
- Actividad y uso de los invitados en relación con la memoria

Cabe mencionar que al usar KVM³⁷ como núcleo de virtualización, se puede acceder a una característica importante, la sobreasignación de RAM física para los invitados virtualizados. Esta capacidad permite que el entorno de virtualización Red Hat Enterprise Virtualization ofrezca más memoria a los invitados de la que realmente existe físicamente, con la finalidad de sacarles provecho a todas los servidores virtuales que se encuentran en ejecución.

Para la utilización RHEV-Manager, se sugiere tener 16 GB en RAM.

• Procesador:

Para RHEV-Manager se recomiendan 1-2 procesadores x86_64 de núcleo cuádruple.

³⁷ KVM (Kernel based Virtualization Machine), representa una solución para implementar virtualización completa con Linux

Mientras que para RHEV-H, se requiere como mínimo dos núcleos de procesador. Todos los procesadores deben admitir extensiones de procesadores Intel 64 o AMD 64 y, además, las extensiones de virtualización de hardware AMD-V o Intel VT deben estar habilitadas.

- **Tarjetas de red:**

Uno o más controladores Ethernet Gigabit o de 1Gb, o por lo menos una NIC³⁸ de 100 Mbps.

- **Conocimientos:**

Se requiere conocimientos en Administración de Red Hat Linux o a su vez experiencia en otras distribuciones Linux.

- **Resumen de requerimientos de RHEV (Ver tabla 2.8):**

	RHEV-Manager	RHEV-Hypervisor
Almacenamiento:	50 GB	10 GB x servidor virtualizado
Memoria:	16 GB	4 GB
Procesador:	1-2 procesadores x86_64 de núcleo cuádruple.	2 núcleos de procesador y extensiones de virtualización de hardware AMD-V o Intel VT de 64 bits
Tarjetas de red:	-	Al menos una NIC de 100 Mbps

Tabla 2.8. Resumen de requerimientos de Red Hat Enterprise Virtualization.

Fuente. Propia

2.4.3.2. Arquitectura del sistema

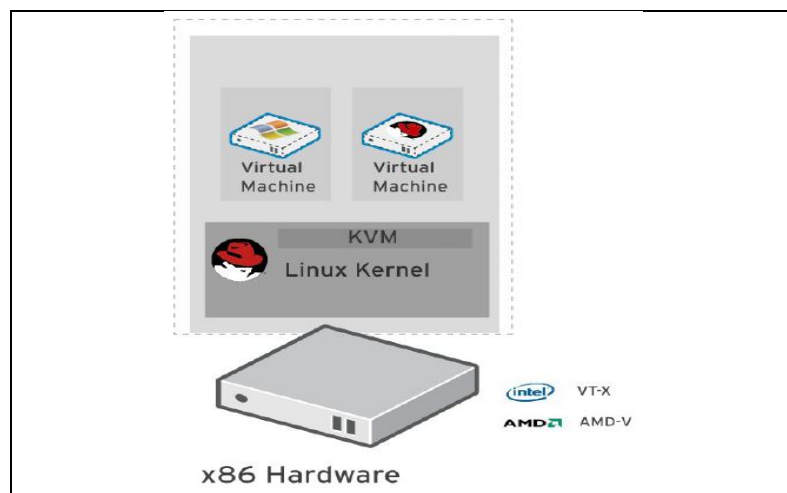


Figura 2.9. Arquitectura de Red Hat Enterprise Virtualization

Fuente. (RED HAT)

³⁸ NIC (network interface card; en español "tarjeta de interfaz de red"), es el nombre con el cual se les reconoce a las tarjetas.

Al utilizar KVM como núcleo de virtualización, la arquitectura se encuentra relacionada con dicha tecnología. La figura 2.9 permite observar que RHEV-Hypervisor, posee un Kernel de Linux y sobre este KVM como sistema de virtualización, para después permitir la creación de máquinas virtuales.

2.4.3.3. Implementación

RHEV-H es un hipervisor de tipo bare-metal de 64 bits, Combina las características avanzadas de KVM y la estabilidad, seguridad y desempeño de Red Hat Enterprise Linux.

2.4.3.4. Medios de instalación

La instalación de RHEV se la realiza a partir de un CD, DVD, USB o a través de la red.

2.4.3.5. Plataforma

Admite todas las plataformas de servidor x86 de 64 bits que estén certificadas para Red Hat Enterprise Linux y necesita extensiones de virtualización de hardware Intel-VT o AMD-V.

2.4.3.6. Licenciamiento

RHEV no posee licenciamiento, en su lugar posee una modalidad de suscripción, el precio depende del número de sockets físicos de CPU. La suscripción anual incluye la licencia de uso de RHEV-Manager y del RHEV-Hypervisor

Cabe mencionar que Red Hat cuenta con una calculadora de servidores, donde a partir de la información ingresada, devolverá una comparativa de costos con otras herramientas de virtualización, el link a continuación:

<http://www.redhat.com/promo/rhev3/buy.html>

2.4.3.7. Sistemas operativos invitados soportados

WINDOWS	LINUX
<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows Server 2003 and 2003 R2(32 and 64 bit) • Microsoft Windows Server 2008 and 2008 R2(32 and 64 bit) • Microsoft Windows XP 32 bits 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Hat Enterprise Linux 3, 4 y 5 a 32 o 64 bits

Tabla 2.9. Sistemas operativos soportados por Red Hat Enterprise Virtualization

Fuente. Propia

2.4.3.8. CPUs Virtuales

Permite la asignación de hasta 16 CPUs o cores por máquina virtual

2.4.3.9. Memoria virtual

Las máquinas virtuales pueden obtener hasta 512 GB de memoria RAM por máquina virtual.

2.4.3.10. Seguridad

Incluye Firewall para controlar el acceso y posee las ventajas de seguridad de SELinux.

2.4.3.11. Soporte

Tiene dos modalidades de soporte, la tabla 2.8., contiene precios de suscripciones, obtenidos de la página oficial de Red Hat (Estados Unidos):

PAQUETE	COSTO
Suscripción Standard: 12x5 (12 horas / 5 días de la semana) soporte telefónico, soporte web, incidentes ilimitados	499 USD/socket/año
Suscripción Premium: 24x7 (24 horas / 7 días de la semana) soporte telefónico, soporte web, incidentes ilimitados.	749 USD/socket/año

Tabla 2.10. Soporte de Red Hat Enterprise Virtualization
Fuente. Propia

Aunque el soporte no es costoso, es importante mencionar que se debe hacer uso del sistema operativo propio de Red Hat para la instalación de las máquinas virtuales, para lo cual también se debe adquirir licenciamiento.

2.4.3.12. Almacenamiento (Storage)

Red Hat Enterprise Virtualization usa un sistema de almacenamiento compartido centralizado para imágenes de discos de máquinas virtuales e instantáneas. El almacenamiento se puede implementar usando NFS (Network File System), iSCSI (Internet Small Computer System Interface) o FPC (Fibre Channel Protocol). La definición del almacenamiento, el tipo y la función se encapsulan en una entidad lógica llamado un Storage Domain.

Se soportan sistemas de almacenamiento, como: NAS, iSCSI y Fibre Channel.

2.4.3.13. Administración

Para la administración se cuenta con RHEV-Manager (RHEV-M), es una interfaz gráfica de usuario, con lo cual es posible gestionar todos los recursos físicos y lógicos de la infraestructura, puede ser instalado sobre los sistemas operativos:

- Windows Server

Requerimientos:

- Windows 2003 Server R2 con SP2
- Netframework 3.5 + SP1
- Powershell 1.0
- Activar la función IIS con ASP.NET en nuestro 2003 Server
- Miembro de un Dominio (Requiere de un DC / Active Directory)
- Base de datos de SQL, SQL Express.
- Para el Repositorio de las ISOs (necesidad de un almacén NFS obligatoriamente)

- Red Hat Enterprise Linux.

Requerimientos:

- RHEL 6.2 x64

2.4.3.14. Monitoreo

El administrador permite realizar monitoreo a los recursos (memoria, CPU y red) de los servidores virtuales, pero no ofrece informes del monitoreo.

2.4.3.15. Migración

Traslada máquinas virtuales corriendo de un host a otro en forma dinámica sin interrumpir el servicio, además permite realizar migración de almacenamiento en caliente.

2.4.3.16. Balanceo de carga

Mediante la migración de máquinas virtuales, se hace posible mantener un equilibrio de las cargas de trabajo en el centro de cómputo. De esta forma el administrador puede definir políticas de utilización de recursos y programar la migración en vivo.

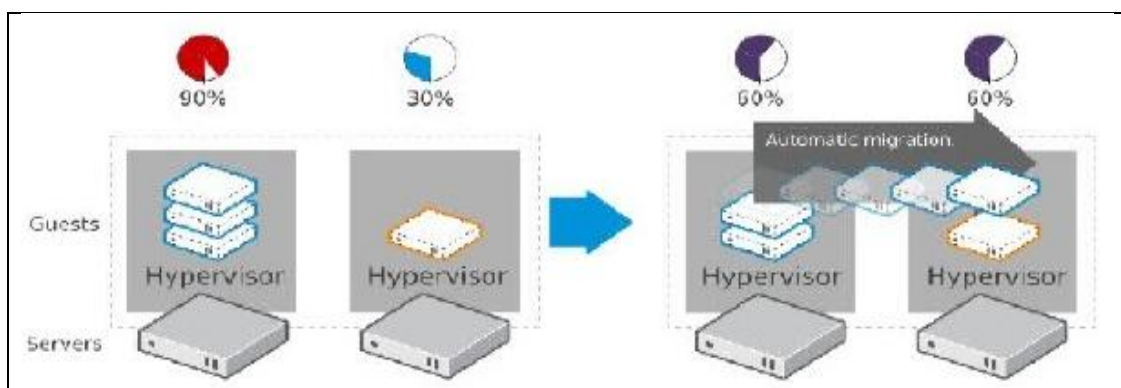


Figura 2.10. Migración en vivo de máquinas virtuales
Fuente. (IPCOM)

La figura 2.10 contiene una explicación gráfica de la migración en vivo de máquinas virtuales, que permiten realizar un ahorro de energía durante las horas que no tienen

máximo consumo de recursos, es decir que, concentra las máquinas virtuales en menos hosts para ahorrar energía y hacer un mejor uso de recursos del servidor físico, logrando de esta forma el balanceo de carga.

2.4.3.17. Alta Disponibilidad

Permite la creación de agrupaciones de recursos o lo conocido como pool de recursos, para que exista disponibilidad física y en el caso de falla en un servidor o componente físico, no se pierda la continuidad en los procesos de los sistemas alojados, el pool de recursos reducirá su eficiencia hasta que el servidor o componente que presenta fallas sea reemplazado físicamente.

Por otra parte cuenta con RHEV HA, que monitorea continuamente los servidores físicos, detectando fallas, con lo que si falla un servidor físico, las máquinas virtuales se reinician en otro servidor del clúster en forma automática, como se puede ver en la figura 2.11. Este proceso es transparente para el usuario y hace que no se pierda los procesos de trabajo de cualquier institución.

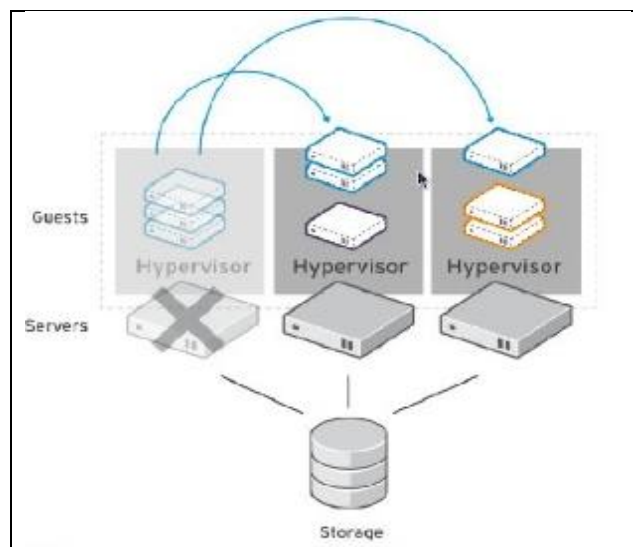


Figura 2.11. Funcionamiento de RHEV HA
Fuente. (IPCOM)

2.4.3.18. Clonación

Permite la creación de plantillas de una máquina virtual, las mismas que serán utilizadas para la creación rápida de máquinas virtuales, en las cuales se utilizará como base el template creado.

2.4.3.19. Performance

Para medir el rendimiento de hardware del servidor virtual se ha utilizado el programa Performance Test 7.0, en su versión de evaluación.

Se ha instalado sobre el sistema operativo Windows XP, con las características de 4 GB en RAM y 2 núcleos de procesador, con lo cual se obtuvo una calificación de 790.5 de performance (Ver figura 2.12).

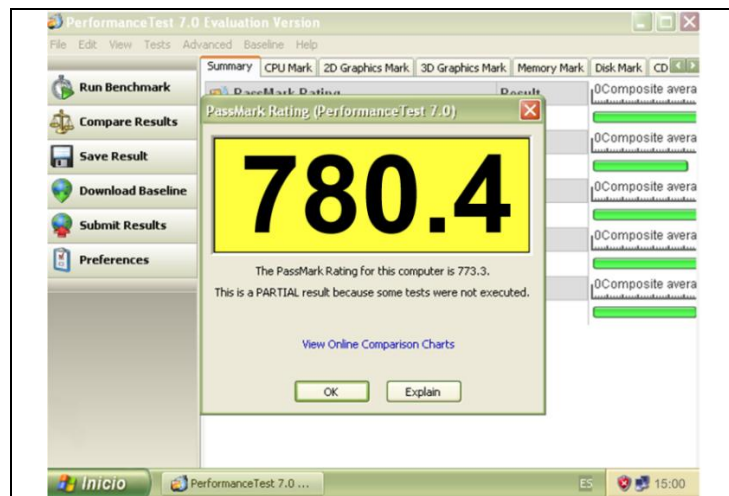


Figura 2.12. Performance RHEV sobre Windows XP

Fuente. Propia

2.4.3.20. Limitaciones

Cuenta con una interfaz de administración bastante sencilla, lo que implica que el usuario debe tener conocimientos en Linux para la gestión.

2.4.4. KVM con DEBIAN

KVM (Kernel based Virtualization Machine) representa a una solución para implementar virtualización completa con Linux sobre hardware x86. Fue desarrollado por la empresa Qumranet, que hoy pertenece a Red Hat.

KVM es una infraestructura de virtualización que está dentro del núcleo de Linux, que hace la función de hipervisor, lo que permite crear máquinas virtuales, las mismas que se ejecutan como procesos, permitiendo de esta forma una ejecución y administración más rápida.

2.4.4.1. Requerimientos de KVM

- **Almacenamiento:**

Se recomienda un espacio en disco de 6 GB para el sistema operativo, más el espacio requerido para cada sistema operativo huésped. En cuanto a la instalación de KVM, ocupa 75 MB en disco duro.

- **Memoria:**

Es recomendable tener 2 GB de RAM, más la RAM adicional para los huéspedes virtualizados.

KVM contiene una característica importante, la sobre asignación recursos, es decir, colocar mayor cantidad de memoria y procesador que la que se tiene a nivel físico. Esto representa una gran ventaja ya que al indicar mayor cantidad de recursos en un servidor virtual hace que se utilicen de mejor manera los recursos físicos como tal.

- **Procesador:**

Requiere como mínimo de un procesador doble núcleo, Intel con extensiones Intel VT e Intel 64 o a su vez un procesador AMD con extensiones AMD-V y AMD 64.

KVM recientemente agregó soporte a anfitriones (y huéspedes) de multiprocesamiento simétrico (symmetrical multiprocessing, SMP), que permite el aumento del rendimiento de las máquinas virtuales al permitir que una máquina virtual utilice varios procesadores físicos en forma simultánea.

- **Tarjetas de Red:**

KVM funcionaria normalmente con al menos una NIC de 100Mbps.

- **Conocimientos:**

Se requiere conocimientos en distribuciones Linux, en este caso Debian.

- **Resumen de requerimientos de KVM (Ver tabla 2.11):**

Almacenamiento:	6 GB para el sistema operativo, más el espacio requerido para cada sistema operativo huésped.
Memoria:	Recomendable 2 GB de RAM, más la RAM adicional para los huéspedes virtualizados.
Procesador:	Mínimo 2 núcleos de procesador y extensiones de virtualización de hardware AMD-V o Intel VT de 64 bits.
Tarjetas de red:	Mínimo una NIC de 100 Mbps

Tabla 2.11. Resumen de requerimientos de KVM.

Fuente. Propia

2.4.4.2. Arquitectura del sistema

KVM se compone de un módulo dentro del Kernel de Linux, el cual permite a otros sistemas operativos alojados ejecutarse en el espacio de usuario del núcleo Linux anfitrión.

Esta tecnología se implementa en forma de dos componentes:

1. El módulo cargable de KVM que al instalarse en el núcleo Linux, gestiona el hardware de virtualización, exponiendo sus capacidades a través del sistema de archivos /proc (contiene un sistema de archivos imaginario o virtual, no existe físicamente en disco, sino que el núcleo lo crea en memoria.).

- Este componente se dedica a la emulación de la plataforma de un computador a través de una versión modificada de QEMU³⁹, el cual se ejecuta como un proceso de espacio de usuario y se coordina con el núcleo para gestionar las solicitudes de los sistemas operativos huéspedes.

Cada sistema operativo huésped se mapea a través del dispositivo `/dev/kvm` con su propio espacio de dirección virtual, el cual se mapea hacia el espacio de dirección física del núcleo anfitrión. Las solicitudes entrantes y salientes se mapean a través del núcleo anfitrión hacia el proceso kvm-QEMU que se ejecuta en el anfitrión o hipervisor (Ver figura 2.13.).

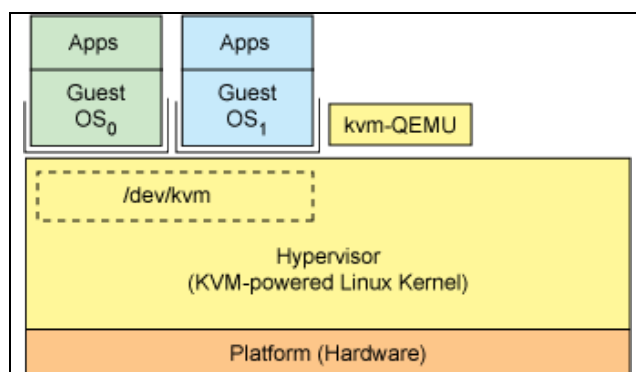


Figura 2.13. Arquitectura de KVM
Fuente. (IBM, 2009)

2.4.4.3. Implementación

KVM es una completa solución de virtualización única al convertir al núcleo Linux en un hipervisor. Para la instalación se requiere de sistema operativo linux.

El administrador deberá poseer conocimientos en administración de sistemas operativos Linux.

2.4.4.4. Plataforma

KVM puede ser instalado sobre plataformas de 32 y 64 bits, aunque lo recomendable es ejecutarlo sobre una plataforma de 64 bits para ejecutar huéspedes 32 y 64 bits, además de obtener mejores beneficios, por el uso de la arquitectura.

2.4.4.5. Medios de instalación

Para la instalación del sistema operativo se la puede realizar a través de CD, DVD, USB, arranque por red, mientras que la instalación de KVM es desde el CD de DEBIAN o accediendo a repositorios.

³⁹ Es un emulador y virtualizador genérico de la CPU. También permite que el sistema operativo alojado se comunique con el módulo KVM utilizando un proceso que ejecuta un QEMU

2.4.4.6. Sistemas operativos invitados soportados

KVM, permite virtualizar varios sistemas operativos (Ver tabla 2.11).

WINDOWS	LINUX	OTROS
<ul style="list-style-type: none"> • Windows 2000 Pro (32-64 bits) • Windows NT (32 bits) • Windows 95 (32 bits) • Windows Server 2003 (32-64 bits) • Windows Server 2008 (32-64 bits) • Windows 7 (32-64 bits) • Windows 8 (32-64 bits) • Windows Vista (32 bits-64 bits) • Windows XP SP3 (32 bits) 	<ul style="list-style-type: none"> • Centos (32-64 bits) • Debian (32-64 bits) • Fedora (32-64 bits) • Red Hat Enterprise Linux (32-64 bits) • SUSE Linux Enterprise Server (32-64 bits) • OpenSuse (32-64 bits) • Ubuntu (32-64 bits) • Solaris (32-64 bits) • Open Solaris (10-11) • Xandros 3 OCE (32 bits) • XNOPPIX (32 bits) 	<ul style="list-style-type: none"> • Android (64 bits) • Mandriba (32-64 bits) • OpenBSD • FreeBSD • NetBSD • Otros

Tabla 2.12. Sistemas operativos soportados por KVM

Fuente. Propia

Para obtener más información de los sistemas operativos soportados, verificar en la página oficial de KVM:

http://www.linux-kvm.org/page/Guest_Support_Status#Guest_Support_Status

2.4.4.7. CPU's virtuales

KVM permite sacarle provecho a los recursos del servidor físico, permitiendo la sobre asignación de recursos, es decir que cada máquina virtual podrá tener el mismo número de procesadores físicos que existiera físicamente. KVM se encuentra limitado a 256 núcleos de procesador.

2.4.4.8. Memoria virtual

KVM tiene la ventaja de poder asignar la cantidad de memoria que se desee en relación a la memoria existente físicamente.

“La partición swap sirve para intercambiar memoria subutilizada al disco duro con el fin de agilizar el rendimiento de memoria. El tamaño de la partición swap se calcula de la cantidad de RAM y de la relación de sobreasignación. Se recomienda crear una partición

más grande si va a sobre asignar memoria con KVM. La relación de sobreasignación recomendada es 50% (0.5).”^[10]

La fórmula utilizada es:

$$(0.5 * RAM) + (Memoria sobre asignada * RAM) = \text{tamaño de swap recomendado}$$

2.4.4.9. Seguridad

En este caso el sistema anfitrión es el sistema operativo DEBIAN, el mismo que administra con el uso de KVM el sistema, dispositivos, memoria, redes y así mismo a todos los servidores virtualizados.

Si el equipo anfitrión no posee seguridades, todos los servidores huéspedes estarán sujetos a vulnerabilidades. Para esto es necesario contemplar un PLAN DE IMPLEMENTACIONES, el mismo que establecerá todas las seguridades que poseerá el servidor, de la misma forma todos los servicios que deberán encontrarse activos en los servidores virtualizados, de forma que se evite vulnerabilidades.

2.4.4.10. Licenciamiento

El sistema operativo es completamente OpenSource

2.4.4.11. Soporte

Soporte en la comunidad.

2.4.4.12. Almacenamiento (Storage)

Existen varios métodos de almacenamiento de huéspedes, los mismos que se detalla a continuación:

- Archivos en almacenaje local: las imágenes de huéspedes deberían estar almacenadas en la carpeta /var/lib/libvirt/images/, de otra forma es necesario agregarlo a la política de SELinux.
- Particiones de discos duros físicos
- LUN⁴⁰ físicamente conectados
- Particiones LVM
- iSCSI
- LUNs basados en canal de fibra

^[10] Fedora Project. (s.f.). Guia de Fedora 14. Recuperado el 7 de Febrero de 2012, de http://docs.fedoraproject.org/es-ES/Fedora/14/pdf/User_Guide/Fedora-14-User_Guide-es-ES.pdf

⁴⁰ En almacenamiento, una logical unit number es una dirección para una unidad de disco duro y por extensión, el disco en sí mismo.

2.4.4.13. Networking

Existen dos tipos de configuración Bridge y NAT, siendo el más recomendable a la hora de configurar el tipo Bridge, porque es fácil de configurar, porque viene por default en KVM y es la que más se ocupa en los servidores.

– **Bridge:**

Permite crear un puente entre las tarjetas de redes físicas y virtuales, permitiendo con esta configuración acceder a la red local de una entidad, como si fuera otra máquina real que pertenece a la red local.

– **NAT:**

Este es un tipo de configuración que permite tener los servidores virtuales dentro de una red virtual, posee una configuración más compleja.

2.4.4.14. Administración

KVM, no tiene interfaces gráficas amigables para configurar y administrar. Aunque existen varias formas de conectarse a los servidores virtuales, las mismas que se detallan a continuación:

- **SSH (Secure Shell - intérprete de órdenes seguras):** protocolo y programa que sirve para acceder a máquinas remotas a través de una red.
- **VNC (Virtual Network Computing - Computación Virtual en Red):** programa que permite tomar el control del servidor remotamente a través de un cliente.
- **Virt-manager (administrador de máquina virtual):** herramienta gráfica para crear y administrar los huéspedes virtualizados
- **ConVirt:** gestiona hipervisores de código abierto, como KVM y Xen.

2.4.4.15. Migración

KVM soporta características de nivel empresarial como la migración en caliente, para que los sistemas operativos huésped puedan migrar entre servidores físicos, sin interrumpir procesos.

Mediante la utilización de virt-manager, se pueden migrar servidores virtualizados hacia un host que se encuentre conectado con el servidor principal y que forme parte de un pool de recursos de servidores físicos.

Es importante que los servidores contengan las mismas características para que se pueda migrar.

2.4.4.16. Alta Disponibilidad

KVM a través de virt-manager permite crear pool de recursos, pero se debe contar con un tipo de almacenamiento de grupo, como iSCSI, SCSI, NTFS, grupos de volúmenes lógicos.

2.4.4.17. Clonación

Virt-manager permite realizar clonaciones de sistemas operativos virtualizados, pero para que funcione se debe realizar modificaciones en la MAC de la tarjeta de red, las cuales el programa los hace automáticamente o se puede introducir de forma manual.

2.4.4.18. Limitaciones

- La migración en vivo es sólo posible con CPU del mismo proveedor (es decir, Intel a Intel o AMD a AMD únicamente).
- KVM está limitado a un máximo de cuatro dispositivos IDE (emulados) por huésped.

2.4.4.19. Performance

Para medir el rendimiento de hardware del servidor virtual se ha utilizado el programa Performance Test 7.0, en su versión de evaluación.

Se ha instalado sobre el sistema operativo Windows XP, con las características de 4 GB en RAM y 2 núcleos de procesador, con lo cual se obtuvo una calificación de 790.5 de performance (Ver figura 2.14).

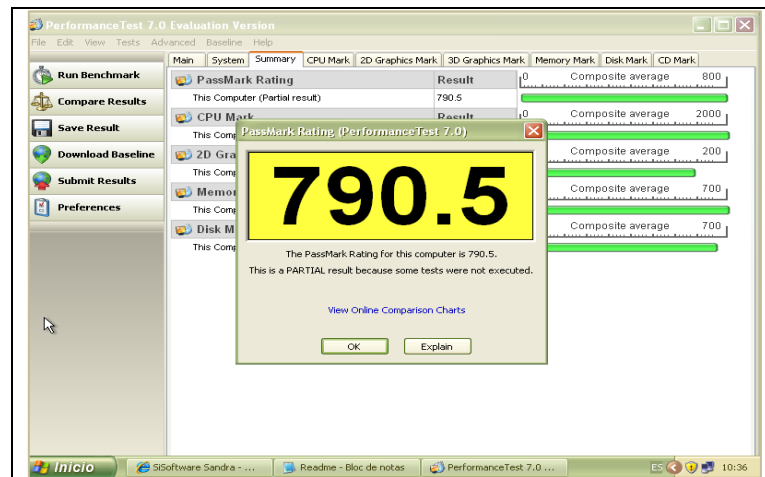


Figura 2.14. Performance KVM sobre Windows XP
Fuente. Propia

2.5. Selección del sistema de virtualización

2.5.1. Calificación de los sistemas de virtualización

Una vez asignado el puntaje a cada requerimiento, se realiza la evaluación respectiva a cada una de las herramientas de virtualización.

CLASIFICACIÓN	REQUERIMIENTOS	XENSERVER FREE EDITION	VMWARE ESXI	RHEV	KVM
Por características	Instalación / Implementación	1	1	1	0
	Simplicidad de configuración	1	0	0	0
	Medios de Instalación	1	1	1	0
	Plataforma	1	1	1	1
	Sistemas operativos soportados	1	1	0	2
	Núcleos soportados	1	1	1	1
	Seguridad	1	1	1	N/A
	Licenciamiento	1	1	0	1
	Soporte	0	0	0	1
	Generación de Reportes	1	1	0	0
Por uso de recursos	Performance	1	0	1	1
	Limitaciones en hardware	0	1	2	2
	Escalabilidad	1	1	1	1
Por gestión de la plataforma	Administración	2	1	3	2
	Inicio automático de MVs	0	1	1	1
	Monitoreo	1	1	0	0
	Conversión	1	0	1	0
	Almacenamiento compartido	1	1	1	1
Por recuperación	Migración en vivo	1	0	1	1
	Portabilidad	1	1	1	1
PUNTAJE TOTAL:		18	15	17	16
PORCENTAJE CON RELACIÓN A REQUERIMIENTOS		90%	75%	85%	84%

Tabla 2.13. Evaluación de los sistemas de virtualización

Fuente. Propia

2.5.2. Resultado de la Evaluación

De acuerdo al puntaje obtenido en la evaluación de los sistemas de virtualización, se ha determinado que:

1. La mejor opción de virtualización de acuerdo a los requerimientos planteados es XenServer Free Edition.
2. Para la implementación en el municipio de Ibarra, XenServer Free Edition no podrá ser elegido como solución, ya que durante las pruebas realizadas, presentó un conflicto de reconocimiento de hardware, por no contar en su versión gratuita con soporte para el storage con el que se cuenta en el servidor Blade.

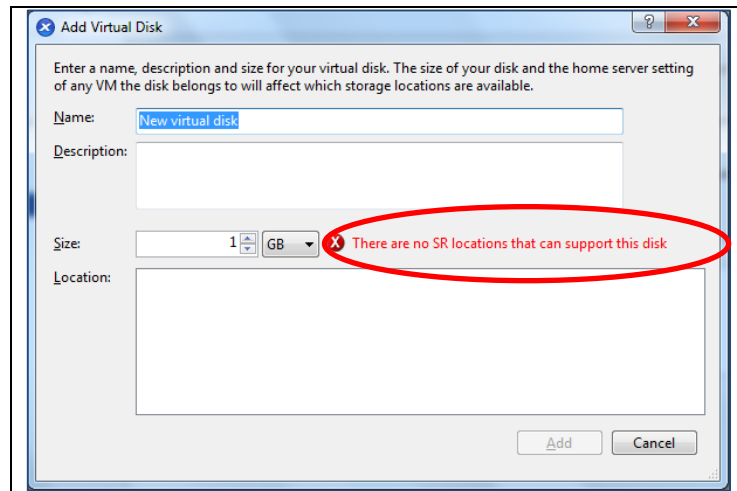


Figura 2.15. Error en reconocimiento de Storage
Fuente. Propia

3. Las siguientes opciones con mayor puntaje son Red Hat Enterprise Virtualization (RHEV) y KVM, las cuales no poseen una diferencia significativa como se puede ver en los porcentajes de la tabla de evaluación. RHEV es una herramienta que requiere de licenciamiento anual, siendo esta una desventaja para la implementación, por tal motivo se optará por elegir KVM como herramienta de virtualización para la implementación en el Municipio de Ibarra.

CAPÍTULO 3. Plan de implementación de una infraestructura virtual



CONTENIDO:

- 3.1. Metodología para una infraestructura virtual
- 3.2. Gestión de continuidad del negocio

Durante el estudio de este capítulo se determinará los pasos que se deben seguir para la realización de un proyecto que garantice la continuidad de servicios computacionales, mediante la metodología para la implementación de una infraestructura virtual y la gestión de continuidad del negocio.

3.1. Metodología para una infraestructura virtual

3.1.1. Estudio en la infraestructura

En primer lugar es necesario conocer el lugar donde se pretende implementar como solución la virtualización, para lo cual es importante realizar un inventario de todos los servidores, sistemas y diagramas de red que contiene la empresa o institución, de forma que se determine el uso de cada servidor para poder plantear soluciones que permitan mejorar la eficiencia de la infraestructura, con lo cual se determinará los ahorros potenciales que conllevan al implementar la solución.

Para esto es necesario considerar en el análisis los siguientes puntos estratégicos:

- Inventario de recursos
- Criticidad de los recursos
- Monitoreo de recursos
- Recopilación de información
- Escenarios de virtualización

3.1.1.1. Inventario de recursos

Las empresas deben tener información sobre todos los recursos que contiene su centro de procesamiento de datos (CDP), para construir una base sólida de crecimiento del negocio. Siendo a su vez esta información indispensable para el monitoreo y toma de decisiones para cualquier configuración o implementación de nuevas soluciones.

➤ Servidores

Para ello se deberá captar toda la descripción de los servidores, de esta forma se ha determinado los siguientes atributos para la obtención de información:

- Nombre del servidor
- Sistema operativo
- Servicios instalados
- Características del servidor
 - Modelo del servidor
 - Procesador
 - Disco Duro
 - Memoria

- Interfaces de Red

➤ **Red**

Es necesario obtener un diagrama de red que permite visualizar la estructura de las principales unidades de red, entre las cuales deberá encontrarse:

- Servidores
 - Nombre
 - Modelo del servidor
- Switches
- Routers
- Red
 - IPs Internas
 - IPs Externas

3.1.1.2. Criticidad de los recursos

Es importante realizar un reconocimiento de todos los activos de la institución para poder determinar los niveles de criticidad y de esta forma poder determinar políticas de seguridad en caso de presentarse un contingente.

ACTIVO	TIPO	RANGOS	
		ACEPTABLE DE INTERRUPCIÓN	NECESARIO PARA RECUPERACIÓN
-----	Servicio	4	1
-----	Datos	2	1
-----	Aplicación	2	1

Tabla 3.1. Formato para la recolección de información de activos críticos

Fuente. Documento de Gestión de Continuidad IMI

Para detallar los activos críticos se podría hacer uso de la tabla 3.1., que contiene los parámetros necesarios para la recolección de información, donde será necesario detallar todos los activos de la institución, calificándolas por el tipo (servicio, aplicación o datos), analizando a su vez el tiempo de recuperación y de acuerdo a eso colocar una calificación que se determinará dependiendo de los requerimientos de la institución, siendo la menor calificación, el activo de mayor criticidad, es decir que no podrá estar fuera de servicio o no es aceptable de interrupción, posteriormente a eso se deberá analizar qué tan necesario es el activo para la recuperación, a menor calificación mayor necesidad de recuperación..

3.1.1.3. Monitoreo de la infraestructura

Utilizado para obtener información sobre el rendimiento, utilización, disponibilidad y calidad de operación de los elementos de la infraestructura

La información determinada a partir de este monitoreo, permitirá establecer esquemas de consolidación.

Dentro del cual es importante realizar el monitoreo al consumo de los recursos (CPU, memoria, disco duro, ancho de banda), con lo cual este monitoreo servirá directamente a los administradores ya que pueden obtener información para identificar los servidores con sobrecarga y los que más consumen recursos como CPU, memoria, disco y ancho de banda.

➤ **Herramienta de monitoreo de la infraestructura**

Existen varias herramientas para monitorear la infraestructura de un CDP (Centro de Procesamiento de Datos), para este estudio se utilizará la herramienta Up.time, que es una herramienta que permite supervisar, administrar y gestionar continuamente recursos, red, aplicaciones, base de datos, informando si ha ocurrido algún error.

El uso de la información que reúne Up.time, ayuda a resolver problemas y a determinar soluciones, generando informes gráficos para visualizar la información que se ha recogido durante el análisis, logrando identificar y aislar cuellos de botella rendimiento, supervisar y presentar informes sobre la disponibilidad de los servicios, determinar las causas de un problema en la red, realizar planificaciones, consolidar los servidores donde sea necesario, desarrollar una gestión más precisa entre otros.

Up.time es una herramienta que requiere licenciamiento, que para la implementación se utilizará la versión de prueba de 30 días, que permite monitorear 5 servidores simultáneamente y es recomendable ejecutarlo durante varios días, mientras mayor tiempo el resultado será mejor.

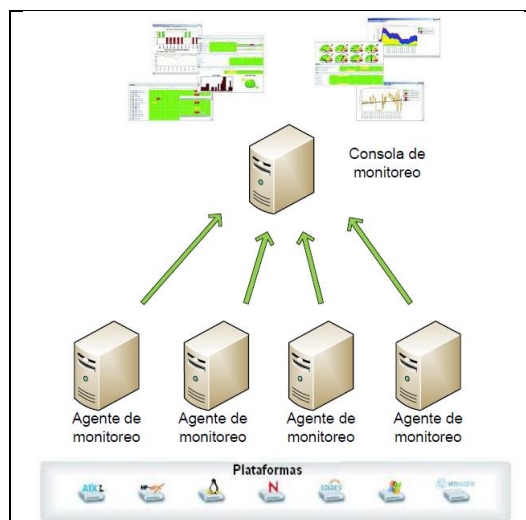


Figura 3.1. Funcionamiento de Up.time
Fuente. (uptimesoftware)

Los programas y la guía de instalación se encuentran en la página oficial:

<http://www.uptimesoftware.com>

Up.time funciona como una aplicación Web, el mismo que se debe encontrar instalado en un servidor que tenga acceso a los demás servidores, los cuales contendrán instalado agentes que se ejecutarán como servicios en el sistema e enviarán la información al servidor Up.time (Ver figura 3.1.).

Para la instalación del servidor de monitoreo Up.Time se deberá contar con los requerimientos de hardware que se describen en la Tabla 3.2., y es compatible con los sistemas operativos de la Tabla 3.3.

HARDWARE	
Procesador:	1 GHz
Memoria:	1 GB
Almacenamiento:	18 GB
Conexión de red:	100 Mbps

Tabla 3.2. Hardware mínimo recomendado para la estación de vigilancia
Fuente. (Rodríguez, y otros)

SISTEMA OPERATIVO
Windows
Solaris
Red Hat Linux
Debian
SUSE Linux Enterprise Server
Para verificar la compatibilidad de Up.time con la versión del sistema operativo, ingresar a la página: http://support.uptimesoftware.com/article.php?id=518

Tabla 3.3. Sistemas operativos para el servidor
Fuente. Propia

SISTEMA OPERATIVO
Windows
Solaris
Red Hat Linux
Debian
SUSE Linux Enterprise Server
UNIX
Para verificar la compatibilidad de Up.time con la versión del sistema operativo, ingresar a la página: http://support.uptimesoftware.com/article.php?id=003

Tabla 3.4. Sistemas operativos para el agente
Fuente. Propia

Cada servidor a ser monitoreado deberá poseer un agente, que enviará toda la información de las cargas de trabajo. Los sistemas operativos compatibles con el agente se encuentran detallados en la tabla 3.4.

3.1.1.4. Recopilación de la información

Una vez transcurrido el periodo de monitoreo, se recopila la información de los servidores analizados, con lo cual se obtendrán los siguientes reportes:

- Reporte del uso de los recursos
- Reporte del uso del CPU
- Reporte de la capacidad de los archivos del sistema
- Reporte de virtualización del servidor
- Reporte de ancho de banda de la red

3.1.1.5. Escenarios de consolidación de servidores

A partir de la recopilación de información sobre el monitoreo de los servidores en funcionamiento, se determina posibles escenarios para la consolidación, con el fin de determinar cuales podrán pertenecer a un servidor físico.

Para la creación de posibles escenarios se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- **Desempeño actual de los servidores:** Este parámetro se basa en distribuir de manera equitativa las máquinas virtuales en los distintos servidores físicos, tomando en cuenta los recursos de CPU, memoria, disco duro y red.
- **Crecimiento del negocio:** El análisis del crecimiento del negocio es de mucha importancia, por cuanto se partirá de ahí para determinar la asignación de los recursos, siendo recomendable no utilizar todos los recursos disponibles para que el encendido de la máquina donde se alojará sea eficiente.

3.1.2. Análisis del retorno de la inversión

El Análisis del retorno de la inversión ROI (Return On investment), es un método para comparar el costo de un proyecto con el beneficio del mismo, para esto se hace uso de la fórmula:

$$ROI = \text{Beneficios} / \text{Costos}$$

Dónde:

Beneficio: representa la diferencia resultante entre los costos de un proyecto con virtualización y sin virtualización.

Costo: valor de la inversión.

Para el cálculo de estas variantes, se deberá hacer un análisis del TCO (costo total de propiedad - Total Cost of Ownership).

3.1.2.1. Análisis de TCO (Costo total de propiedad)

Es un método de cálculo que ayuda a determinar los costos directos e indirectos, y beneficios que se relacionan con la compra de tecnología (equipos o programas informáticos).

El cálculo se lo realiza de acuerdo a dos escenarios “sin virtualización y con virtualización”, tomando como referencia los parámetros:

- **Costos de implementación:** Representa el costo de mano de obra.
- **Costos de administración de la infraestructura:** Considerar el mantenimiento preventivo que se realizará anualmente, teniendo en cuenta el tiempo y el costo que representaría.
- **Costos de inversión:** Es la inversión que se pretende realizar en hardware y software, además se debe contemplar el costo de implementación.
- **Costos de consumo de energía:** Tomar en cuenta el consumo de energía en servidores, sistemas de enfriamiento y UPS.
- **Costos de depreciación de hardware:** Se deberá obtener el porcentaje de depreciación de acuerdo a la ley.
- **Costos de tiempo fuera de servicio:** Consiste en realizar una estimación del costo que representa realizar mantenimiento a los servidores ya sean planificados o no.
- **Costos de recuperación ante desastres:** Cuantificar el tiempo que se tardaría en recuperar el servicio durante un desastre y las pérdidas monetarias que representa.

3.1.2.2. Determinación del Retorno de la Inversión

Luego de determinados los costos con y sin virtualización se calcula el ROI del proyecto, de forma que se compare el costo con la reducción efectuada en el proyecto. Así mismo se calcula los ahorros que se obtendría al ejecutar el proyecto. Con estos resultados se obtiene el tiempo de retorno de la inversión en años.

3.1.3. Planificación

Esta es la fase donde se establecerá una programación adecuada para la implementación de la herramienta seleccionada. Para ello se ha establecido varias etapas importantes para la creación de una infraestructura virtual, la misma que deberá adaptarse a las necesidades de las entidades donde se pretenda implementar, a continuación se encuentra el detalle:

3.1.3.1. Plan de implementación

- Se deberá contar con un cronograma de implementación para planificar las actividades de trabajo
- Para implementar una infraestructura virtual es necesario contar con un RAID, para asegurar la información que vamos a almacenar.
- A continuación se realizará la instalación del sistema de virtualización elegido, con sus respectivos volúmenes lógicos en el caso de ser requeridos.
- Luego de instalada la herramienta de virtualización se procede a realizar la configuración de la red virtual.
- Se deberá instalar a su vez el gestor de máquinas virtuales o el software que se encargará de la administración de la infraestructura virtual.
- Una vez realizada toda la configuración se procede a:
 - Migrar los servidores físicos a virtuales.
 - Instalar desde cero todos los servicios, para ello se deberá crear las respectivas máquinas virtuales.
- Verificar el funcionamiento de las máquinas virtuales para hacer un reajuste de recursos en el caso de ser necesario.

3.1.3.2. Plan de pruebas

- Conexión a la red, para lo cual es indispensable verificar los tiempos de respuesta del servidor virtual y físico, el método más común y frecuente es realizar un ping.
- Verificar que el firewall contenga solamente activado los puertos necesarios.
- Además realizar pruebas de funcionalidad con el sistema de virtualización.
- Por ultimo ejecutar pruebas de funcionalidad con los backups.

3.2. Gestión de continuidad del negocio

La gestión de continuidad del negocio está orientada a la obtención de un plan global que garantice la cobertura técnica y organizativa adecuada de las áreas críticas de negocio.

Representa el resultado de la aplicación de la metodología BCP (Business Continuity Planning - Plan de Continuidad del Negocio), usada para crear y validar planes logísticos para la práctica de cómo una organización debe recuperar y restaurar sus funciones críticas parcial o totalmente interrumpidas dentro de un tiempo predeterminado después de una interrupción.

3.2.1. Objetivos

Un Plan de Continuidad de Negocio tiene como objetivo el mantenimiento de estos servicios y procesos críticos, así como la reducción de impactos ante imprevistos de indisponibilidad o desastres en plazos razonables y con costes reducidos.

Dentro de la realización del plan de continuidad es muy importante describir el o los objetivos, tomando en cuenta que los más relevantes para la realización de un plan de continuidad son los siguientes:

- Salvaguardar los intereses de los clientes y socios además del negocio y la imagen de la organización.
- Identificar los puntos débiles en los sistemas de la organización.
- Analizar las comunicaciones e infraestructuras.
- Conocer la logística para restablecer los servicios, independientemente de los sistemas.
- Ofrecer alternativas viables a todos los procesos críticos de negocio.

3.2.2. Metodología

Para la implementación de un plan de continuidad del negocio es necesario enfocarse en los puntos que se muestran en la figura 3.2.



Figura 3.2. Metodología de implementación de un Plan de Negocio
Fuente. Propia

3.2.2.1. Análisis del negocio y evaluación de riesgos

Esta fase consiste en identificar los principales objetivos del negocio y sus procesos críticos para su funcionamiento.

Al iniciarse por primera vez este proceso es indispensable conocer todos los servicios prestados en la institución, para poder arrancar con una idea clara de lo que se pretende realizar.

Además es necesario plantearse las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las actividades más importantes para la institución?

- ¿Cómo afectaría económicamente una interrupción de los servicios a medida que va pasando el tiempo sin reanudar el servicio?
- ¿Cuál es el plazo máximo para volver a la normalidad sin llegar a incurrir en graves pérdidas?

De acuerdo a las preguntas realizadas anteriormente se puede llegar a obtener información sobre:

- **Servicios Prestados**

Identifique los servicios fundamentales, porque aquí es donde el personal tendrá que centrarse en su trabajo para conseguir el negocio de nuevo en marcha de la manera más eficiente.

- **Activos Críticos**

Es importante realizar un reconocimiento de todos los activos de la institución para poder determinar los niveles de criticidad y de esta forma poder determinar políticas de seguridad en caso de presentarse un contingente.

Para detallar los activos críticos se debe hacer uso del formato de la tabla 3.5., para la recolección de información, la que contiene los parámetros necesarios para la recolección de información, donde será necesario detallar todos los activos de la institución, calificándolas por el tipo (servicio, aplicación o datos), analizando a su vez el tiempo de recuperación y de acuerdo a eso colocar una calificación que se determinará dependiendo de los requerimientos de la institución, siendo la menor calificación, el activo de mayor criticidad, es decir que no podrá estar fuera de servicio o no es aceptable de interrupción, posteriormente a eso se deberá analizar qué tan necesario es el activo para la recuperación, a menor calificación mayor necesidad de recuperación.

ACTIVO	TIPO	RANGO	
		ACEPTABLE DE INTERRUPCIÓN	NECESARIO PARA RECUPERACIÓN
----	Servicio	4	1
----	Datos	2	1
----	Aplicación	2	1

Tabla 3.5. Formato para la recolección de información de activos críticos

Fuente. Documento de Gestión de Continuidad IMI

3.2.2.2. Selección de estrategias:

Una vez que se ha detectado los riesgos y los sectores del negocio que no deben tener interrupciones, se debe valorar las diferentes alternativas y estrategias de respaldo según la información obtenida en los pasos anteriores, para así seleccionar las más adecuadas.

En este paso también se deben corregir las vulnerabilidades detectadas en la evaluación de riesgos. Además se debe obtener información sobre los siguientes aspectos:

- **Plan de seguridad y contingencias**

Contingencia:			
Antes / Durante / Después de la Contingencia			
Estrategia a aplicar:			
Nº	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	INSTRUCTIVO	RESPONSABLE
1			
2			

Tabla 3.6. Formato para un plan de contingencias (Antes, Durante o Después)

Fuente. Documento de Gestión de Continuidad IMI

Desarrollar formas alternativas sobre la posible recuperación ante un desastre, en este punto se debería identificar un antes durante o después de un contingente, en el cual se deberá especificar una supuesta contingencia, la estrategia a aplicar, cada actividad con su respectivo instructivo y el responsable (Ver tabla 3.6).

- **Directorio de funcionarios**

Desarrollar una lista de contactos importantes, la cual debe incluir a los empleados que son factores clave para conseguir que el negocio vuelva a funcionar con normalidad, vendedores, proveedores, consultores, etc. Para lo cual se ha determinado el formato de la tabla 3.7 y tabla 3.8.

Cargo	Nombre	Dirección / Área	Teléfono

Tabla 3.7. Formato del directorio de funcionarios

Fuente. Documento de Gestión de Continuidad IMI

Recurso/Servicio	Nombre Proveedor	Departamento a Cargo	Persona a Cargo	Teléfono	Celular	Fax

Tabla 3.8. Formato de directorio de Proveedores

Fuente. Documento de Gestión de Continuidad IMI

3.2.2.3. Plan de desarrollo

En esta etapa se recolectan tanto los riesgos evaluados y las estrategias para empezar a documentar y proceder con la implementación.

Esta es la fase de llevar el plan a la acción, y para ello es necesario definir bien:

- Los equipos y materiales necesarios para el desarrollo del plan.
- Las responsabilidades y funciones de cada uno de los equipos.
- El desarrollo de los procedimientos de alerta y actuación ante eventos que puedan activar el plan.
- Los procedimientos de actuación ante incidentes.
- La estrategia de vuelta a la normalidad.

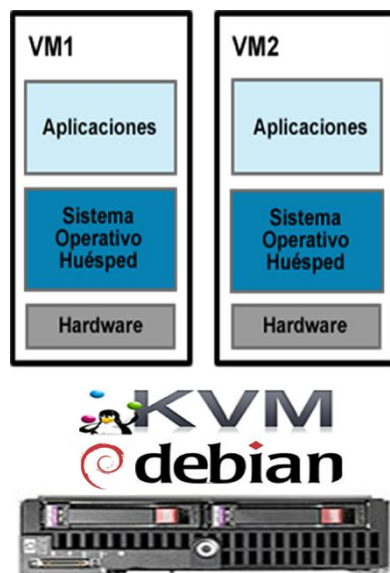
3.2.2.4. Pruebas y Mantenimiento del Plan

Es importante tomar en cuenta que no todo termina con la implementación del plan, ya que es imposible concebir todo lo que pueda suceder cuando ocurra un contingente. El preparar un plan por escrito no es suficiente, tiene que ser puesto en funcionamiento para determinar la confianza en su eficiencia que viene en una etapa denominada de pruebas, donde se determina si realmente funciona y es efectivo, luego de eso de acuerdo a las pruebas realizadas se obtendrá los aspectos que hay que mejorar o eliminar, además de cómo mantenerlo en el tiempo.

El poner a prueba un plan ayuda a entrenar a los participantes y a familiarizarlos con sus obligaciones. Además disminuye el estrés durante la emergencia y reduce la posibilidad del pánico porque todos tendrán una familiaridad básica con sus deberes.

Para poner el plan a prueba se necesita simular situaciones en que haya que implementarlo por completo, o por partes. La situación de amenaza creada debe incluir los puntos descritos en la evaluación de riesgos y probar la recuperación.

CAPÍTULO 4. Implementación del sistema de virtualización



CONTENIDO:

- 4.1. Estudio de la infraestructura
- 4.2. Análisis del retorno de la inversión
- 4.3. Planificación
- 4.4. Gestión de continuidad del negocio

De acuerdo al estudio realizado en el Capítulo III, la herramienta de virtualización que se implementará en el Municipio de Ibarra es KVM sobre el sistema operativo DEBIAN, para lo cual se hace uso del Plan de Implementación de una Infraestructura, propuesto en el Capítulo IV.

4.1. Estudio de la infraestructura

Con la finalidad de conocer la infraestructura con la que cuenta el Municipio de Ibarra, se obtendrá información sobre servidores, diagrama de red y activos críticos a través de un inventario de recursos. Posteriormente a eso, se deberá monitorear los servidores y recopilar la información sobre el consumo de los recursos y por ultimo presentar los escenarios de consolidación.

4.1.1. Inventario de Servidores

El Municipio de Ibarra cuenta con los servidores que se detalla a continuación, los mismos que poseen características físicas y de software (Sistema Operativo, Nombre del Equipo y Servicios) presentes antes de virtualizar (Ver tablas 4.1 - 4.8)


	Características Físicas	Características Software
	Modelo: HP DL 380 G5	SO: Debian V5
	Procesador: Intel Xeon 3.6 Ghz	Nombre: srvsismert
	Disco Duro: 404 GB	Servicios: Servidor BDD postgres, aplicaciones web SISMERT
	Memoria: 8 GB	

Tabla 4.1. Características del servidor de HP DL 380 G5

Fuente. Propia


	Características Físicas	Características Software
	Modelo: HP ML 350	SO: Windows 2003
	Procesador: Intel Xeon 3.2 Ghz	Nombre: srvolympto
	Disco Duro: 120 GB	Servicios: Servidor de Aplicaciones Olympto Regycont
Memoria: 3 GB		

Tabla 4.2. Características del servidor de HP ML 350

Fuente. Propia

	Características Físicas	Características Software
	Modelo: HP DL 160 G5	SO: Debian V5
	Procesador: Intel Xeon 2.0 Ghz	Nombre: srvmapas
	Disco Duro: 320 GB	Servicios: Mapserver, base de datos Postgis
	Memoria: 6 GB	

Tabla 4.3. Características del servidor de HP DL 160 G5

Fuente. Propia


	Características Físicas	Características Software
	Modelo: HP DL 160 G5	SO: Debian V5
	Procesador: Intel Xeon 2.0 Ghz	Nombre: srvservicios
	Disco Duro: 500GB	Servicios: Servicios de red, Servidor de Ventanilla Única
	Memoria: 7 GB	

Tabla 4.4. Características del servidor de HP DL 160 G5

Fuente. Propia


	Características Físicas	Características Software
	Modelo: HP BL 460 G6	SO: Debian V5
	Procesador: Intel Xeon 2.8 Ghz	Nombre: srvcorreo
	Disco Duro: 876 GB	Servicios: Servidor de correo
	Memoria: 16 GB	

Tabla 4.5. Características del servidor de HP BL 460 G6

Fuente. Propia


	Características Físicas	Características Software
	Modelo: HP BL 460 G6	SO: Debian V5
	Procesador: Intel Xeon 2.8 Ghz	Nombre: srvalmacenamiento
	Disco Duro: 2.4 TB	Servicios: Servidor de almacenamiento
	Memoria: 8 GB	

Tabla 4.6. Características del servidor de HP BL 460 G6

Fuente. Propia


	Características Físicas	Características Software
	Modelo: HP BL 460 G6	SO: Debian V5
	Procesador: Intel Xeon 2.53Ghz	Nombre: srvalmacenamiento
	Disco Duro: 292 GB	Servicios: Balanceo de carga
	Memoria: 12 GB	

Tabla 4.7. Características del servidor de HP BL 460 G6

Fuente. Propia


	Características Físicas	Características Software
	Modelo: HP DL 380 G5	SO: Debian V5
	Procesador: Intel Xeon 3.6Ghz	Nombre: srvalmacenamiento
	Disco Duro: 297 GB	Servicios: Sistema documental Quipux
	Memoria: 8 GB	

Tabla 4.8. Características del servidor de HP DL 380 G5

Fuente. Propia

4.1.2. Inventario de red

La Dirección de Tecnologías de la Información del Municipio de Ibarra cuenta con el siguiente diagrama de red, la figura 4.1., posee una descripción del edificio central y la figura 4.2., contiene el diagrama completo de la red municipal.

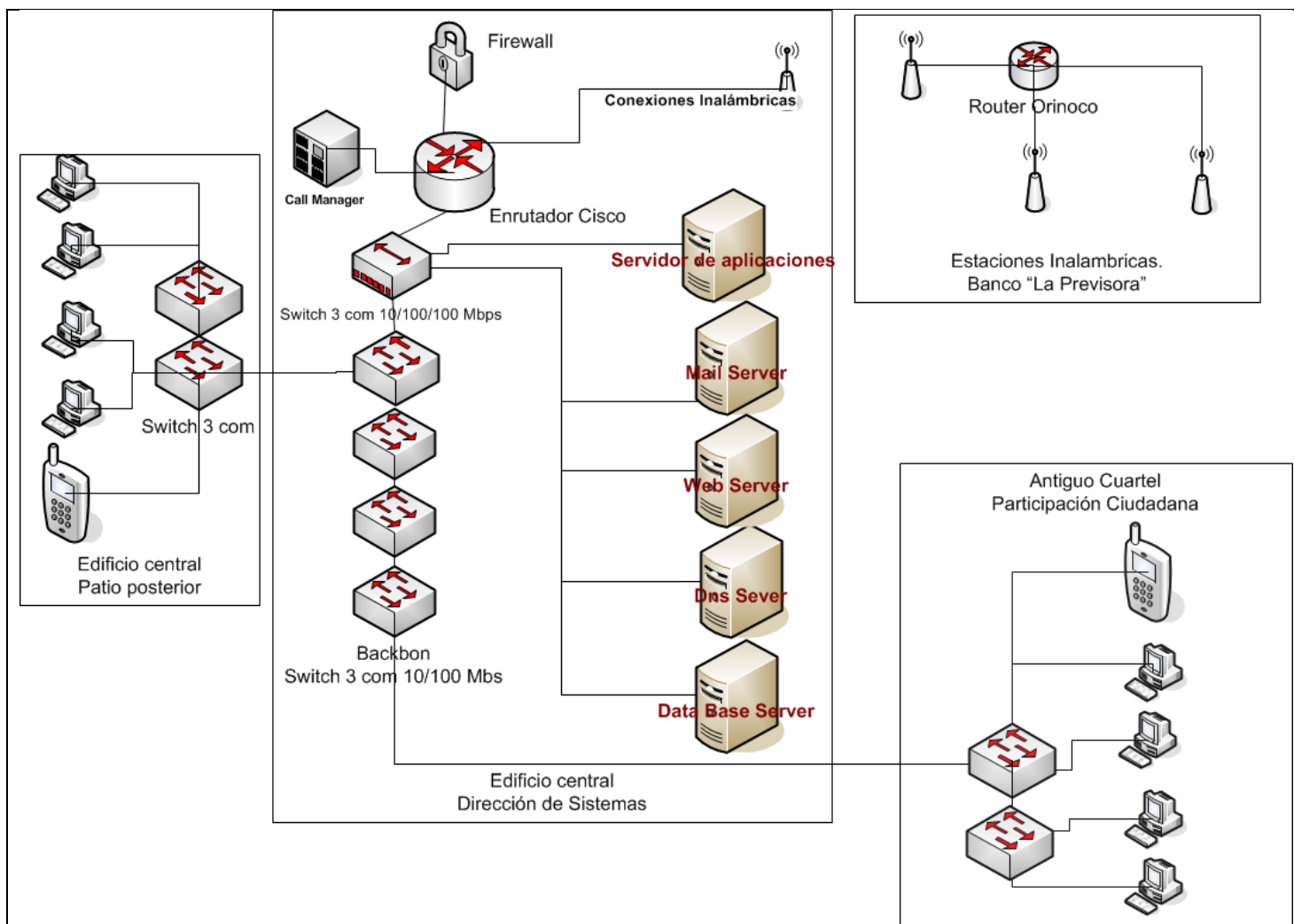


Figura 4.1. Diagrama de Red del Edificio Central, Municipio de Ibarra
Fuente. Dirección de TI Municipio de Ibarra

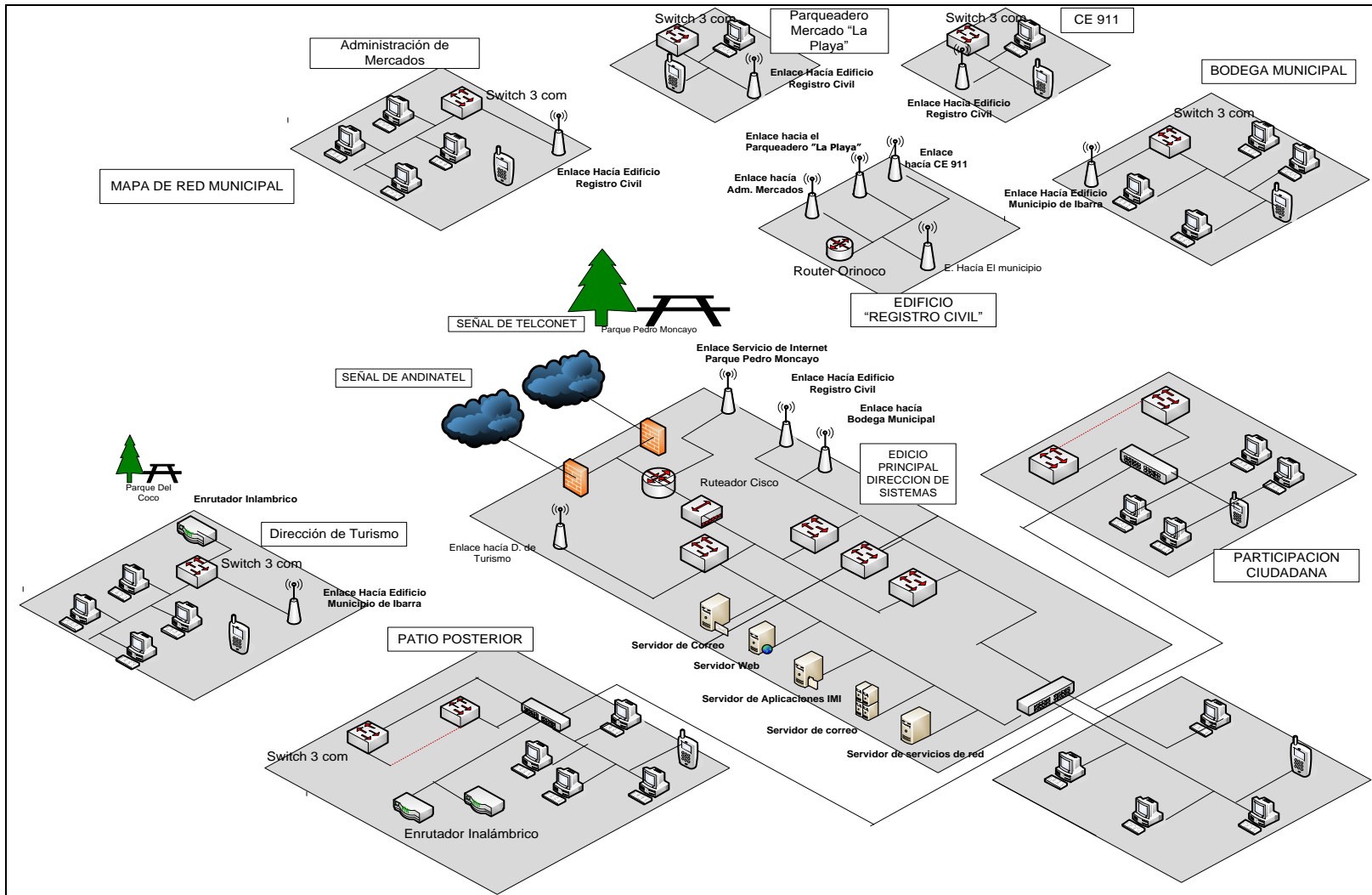


Figura 4.2. Diagrama de Red completo del Municipio de Ibarra
Fuente. Dirección de TI Municipio de Ibarra

4.1.3. Criticidad de los recursos

Luego del análisis realizado en todos los activos de los servidores del Municipio de Ibarra, se han determinado como críticos los activos que se describen en la tabla 4.9., considerando que los activos que poseen menor calificación no son aceptables de interrupción y necesitan recuperación pronta del servicio.

ACTIVO	TIPO	PERÍODO (HORAS)	
		ACEPTABLE DE INTERRUPTCIÓN	NECESARIO PARA RECUPERACIÓN
Portal Web	Servicio	4	1
Base Datos alfanumérica	Datos	2	1
Base de Datos SQL Server Olympto	Datos	2	1
Base de Datos de Quipux	Datos	2	1
Respaldos de datos	Datos	8	1
Sistema Olympto	Aplicación	4	4
Sistemas Avalúos y Catastros	Aplicación	2	2
Sistema de tasas de Control Urbano	Aplicación	2	1
Sistema de Rentas y Recaudación	Aplicación	2	1
Sistema de Actividades Económicas	Aplicación	2	1
Sistema de Ventanilla Única	Aplicación	4	4
Sistema de Transferencias de Dominio	Aplicación	4	2
Sistema Quipux	Aplicación	4	4
Servidores de Aplicaciones	Servicio	2	2
Servidor de Base de Datos	Servicio	2	2

Tabla 4.9. Activos Críticos Municipio de Ibarra

Fuente. Plan de Seguridad y Contingencias de TIC

4.1.4. Monitoreo de recursos

El monitoreo se ha realizado utilizando la herramienta Up.time en su versión de prueba, se ha instalado los agentes en los principales servidores, además de la herramienta de administración, a continuación se presenta un breve detalle de los gráficos resultantes del análisis del servidor de aplicaciones internas, con su respectiva explicación.

Los resultados del análisis realizado en el servidor se muestran a continuación con promedios de 24 horas en un período de una semana, tiempo en el cual fue analizado.

Se ha considerado uno de los servidores que tienen un consumo de recursos relativamente bajos.

- **Uso del CPU**

Este servidor generó picos de 80% en el uso del servidor, lo que representa el porcentaje de tiempo que el CPU tarda ejecutando procesos de usuario y aproximadamente 30% que es el porcentaje que tarda el CPU ejecutando los comandos del kernel. No se considera como un parámetro crítico, ya que solo presenta picos el primer día de la semana (Ver figura 4.3.)

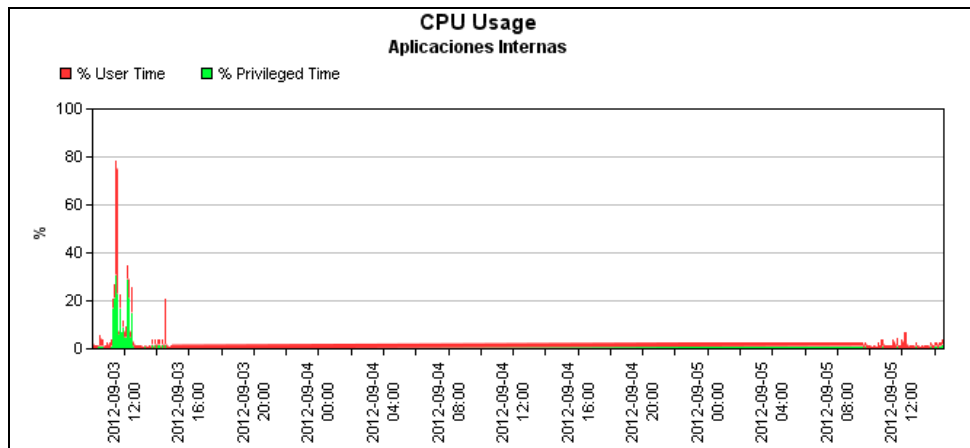


Figura 4.3. Uso del CPU, servidor de aplicaciones internas
Fuente. Monitoreo de servidores con UP.time

- **Uso de memoria**

La figura 4.4., permite confirmar que este servidor tiene consumos bajos de memoria, llegando a generar un pico de aproximadamente 1 GB de RAM. No se considera como un parámetro crítico.

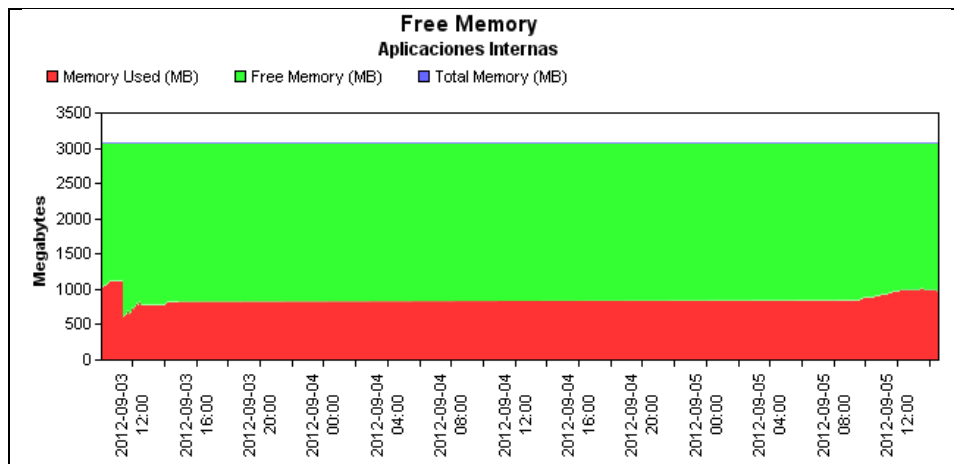


Figura 4.4. Uso de memoria, servidor de aplicaciones internas
Fuente. Monitoreo de servidores con UP.time

- **Ocupación del Disco Duro**

En la figura 4.5., se puede observar que el recurso de ocupación del disco no se considera como un factor crítico ya que al igual que el uso del CPU solo presenta picos de utilización del 48%, los días lunes.

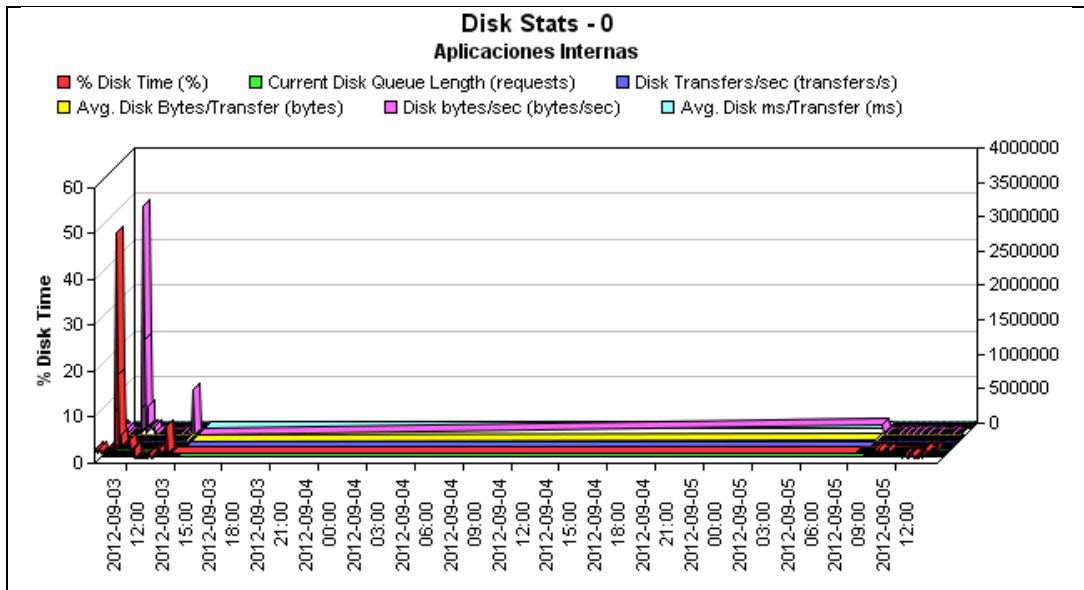


Figura 4.5. Ocupación del disco duro, servidor de aplicaciones internas
Fuente. Monitoreo de servidores con UP.time

- **Capacidad de los discos**

La unidad C tiene una capacidad de almacenamiento de 24.4 GB, de lo que se encuentra en uso 16.83 GB, correspondientes al 68.96% de la capacidad del disco (Ver figura 4.6).

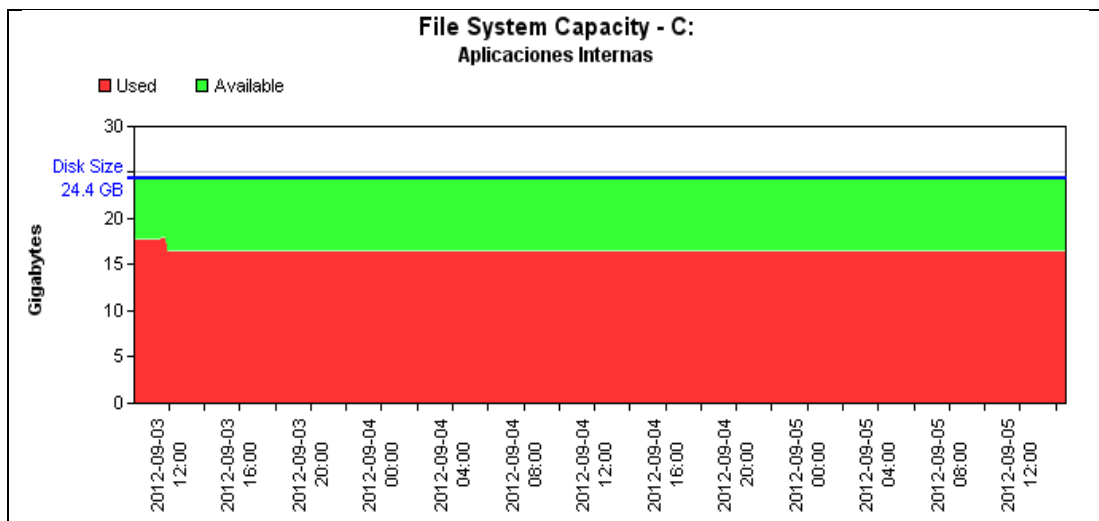


Figura 4.6. Capacidad unidad C, servidor de aplicaciones internas
Fuente. Monitoreo de servidores con UP.time

La unidad D tiene una capacidad de almacenamiento de 77.3 GB, de lo cual encuentra en uso 70.64 GB, correspondientes al 91.38% de la capacidad del disco (Ver figura 4.7).

Dados los resultados de capacidad de los discos se determina que la unidad D representa un parámetro crítico y debería ser considerado un aumento de capacidad de almacenamiento, aunque el crecimiento de la información no es tan rápido.

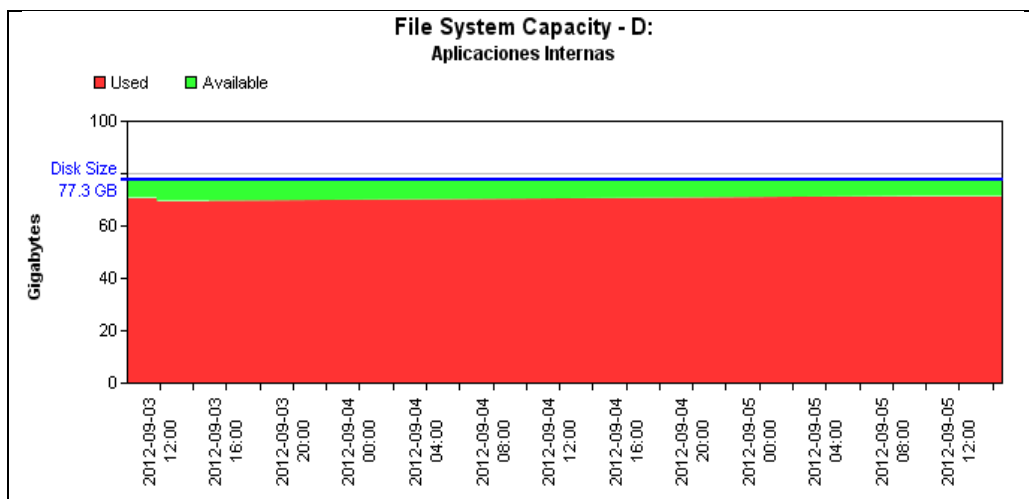


Figura 4.7. Capacidad unidad D, servidor de aplicaciones internas
Fuente. Monitoreo de servidores con UP.time

4.1.5. Recopilación de información

Luego de haber realizado el monitoreo a los servidores, se ha obtenido los resultados recopilados en la tabla 4.10.

Servidores	CPU GHz			Memoria GB			Capacidad Disco GB		
	Total (GHz/core/proc)	Pico usado	Disponibile	Total	Usado	Libre	Total	Usado	Libre
srvsismert	14,40	5,71	8,69	8,00	1,00	7,00	404,00	20,00	384,00
srvolympo	6,40	5,06	1,34	3,00	0,92	2,08	120,00	112,77	7,23
srvmapas	8,00	4,62	3,38	6,00	3,06	2,94	250,00	50,00	200,00
srvservicios	8,00	1,54	6,46	7,00	0,80	6,20	500,00	6,00	494,00
srvcorreo	22,40	2,72	19,68	16,00	0,36	15,64	876,00	25,00	851,00
srvalmacenamiento	22,40	0,85	21,55	8,00	0,95	7,05	2457,60	137,00	2320,60
svrbalanceo	20,24	4,25	15,99	12,00	0,66	11,34	292,00	5,00	287,00
srvquipux	7,20	0,55	6,65	8,00	0,58	7,42	297,00	9,00	288,00

Tabla 4.10. Uso de recursos de los servidores
Fuente. Propia

4.1.6. Escenarios de virtualización

Una vez recopilada la información, se ha analizado los resultados obtenidos conjuntamente con el Administrador de Red de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación del Municipio de Ibarra, Ing. Gabriel Bucheli, llegando a la obtención de escenarios de virtualización de acuerdo a las necesidades de cada servidor a ser virtualizado, versus las características de cada uno de los servidores físicos, quedando como se muestran las figuras 4.8, 4.9, 4.10, 4.11.

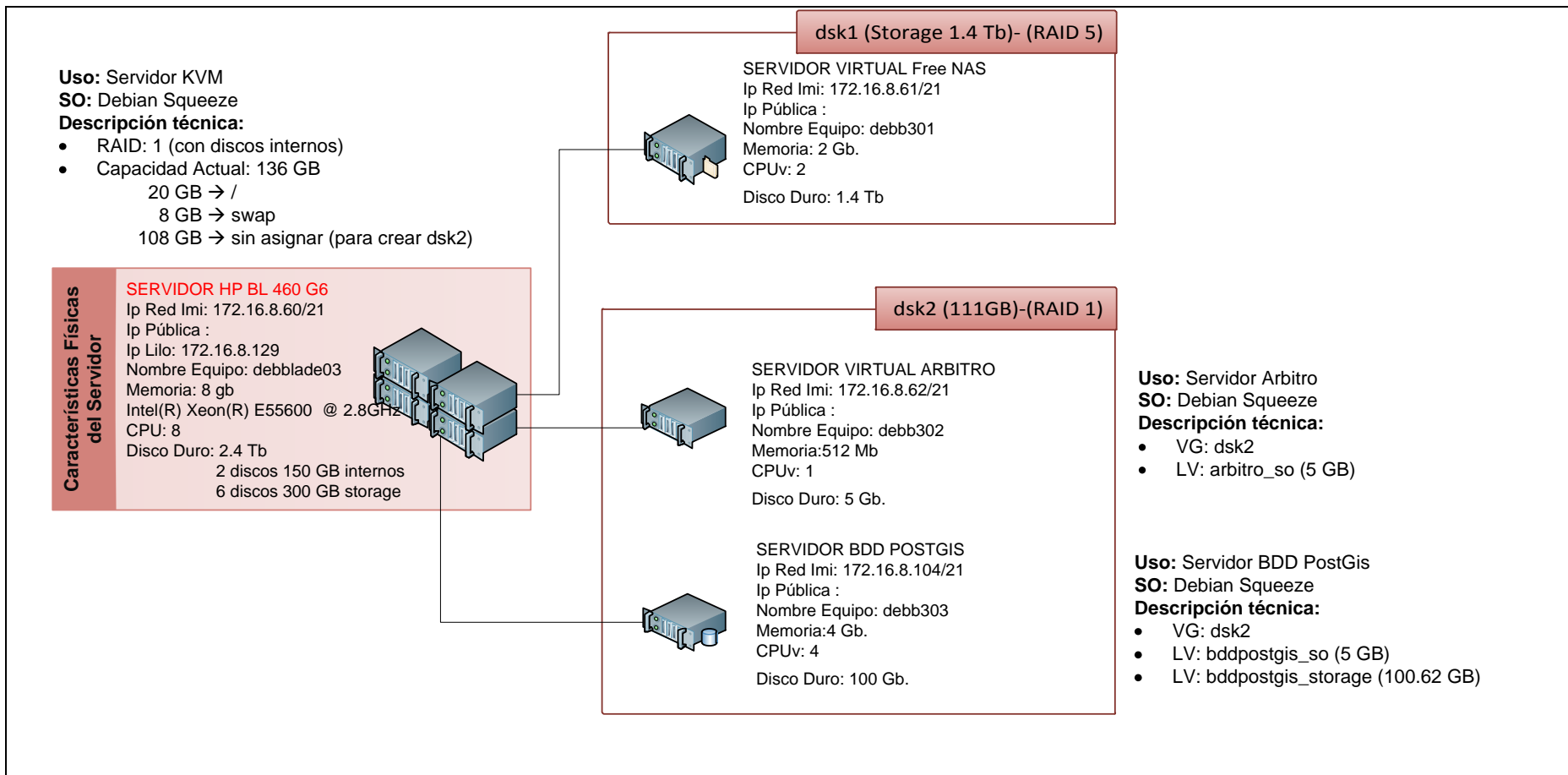


Figura 4.8. Escenario de virtualización servidor HP BL 460 G6

Fuente. Propia

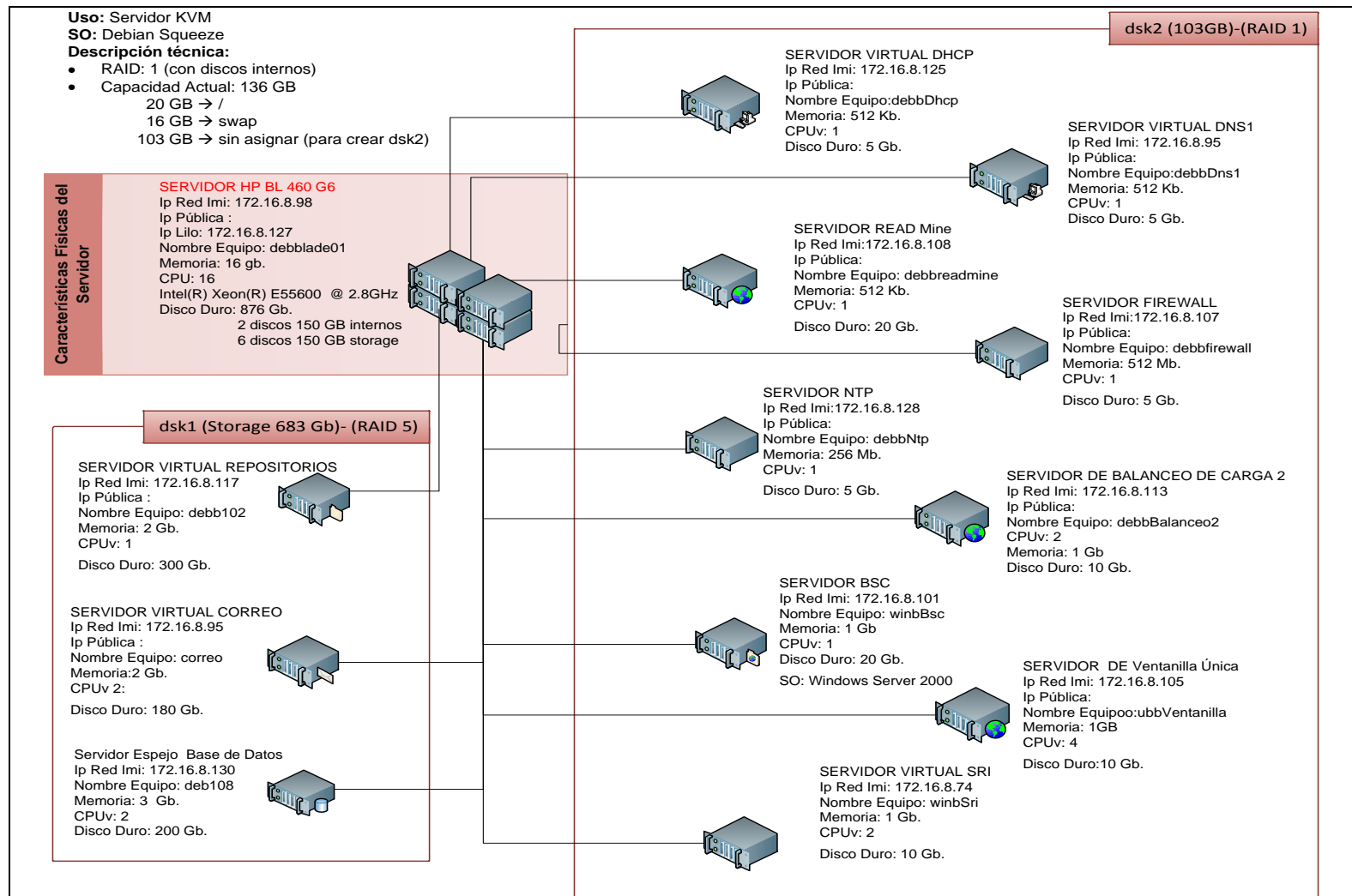


Figura 4.9. Escenario de virtualización servidor HP BL 460 G6
Fuente. Propia

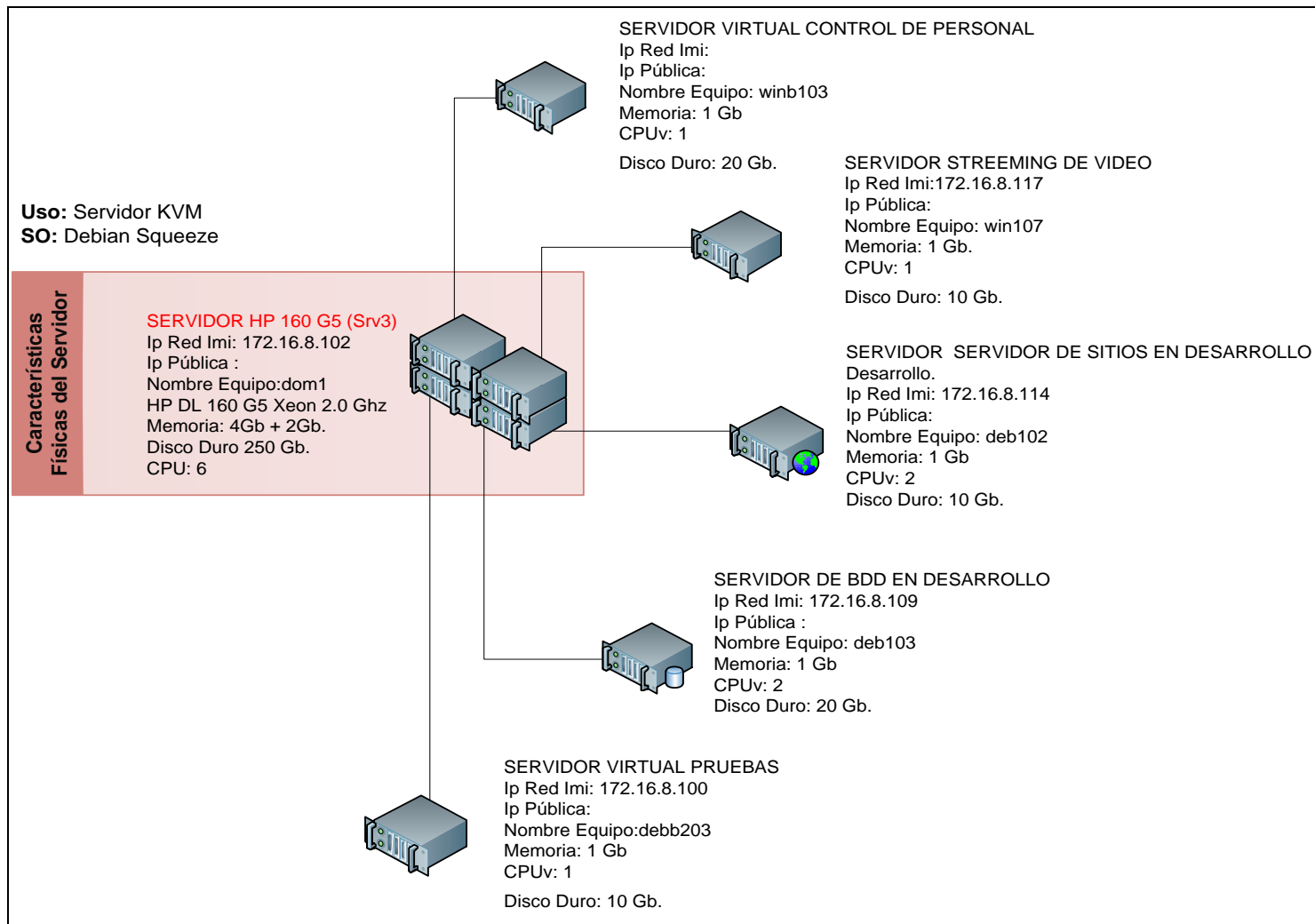


Figura 4.10. Escenario de virtualización servidor HP 160 G5

Fuente. Propia

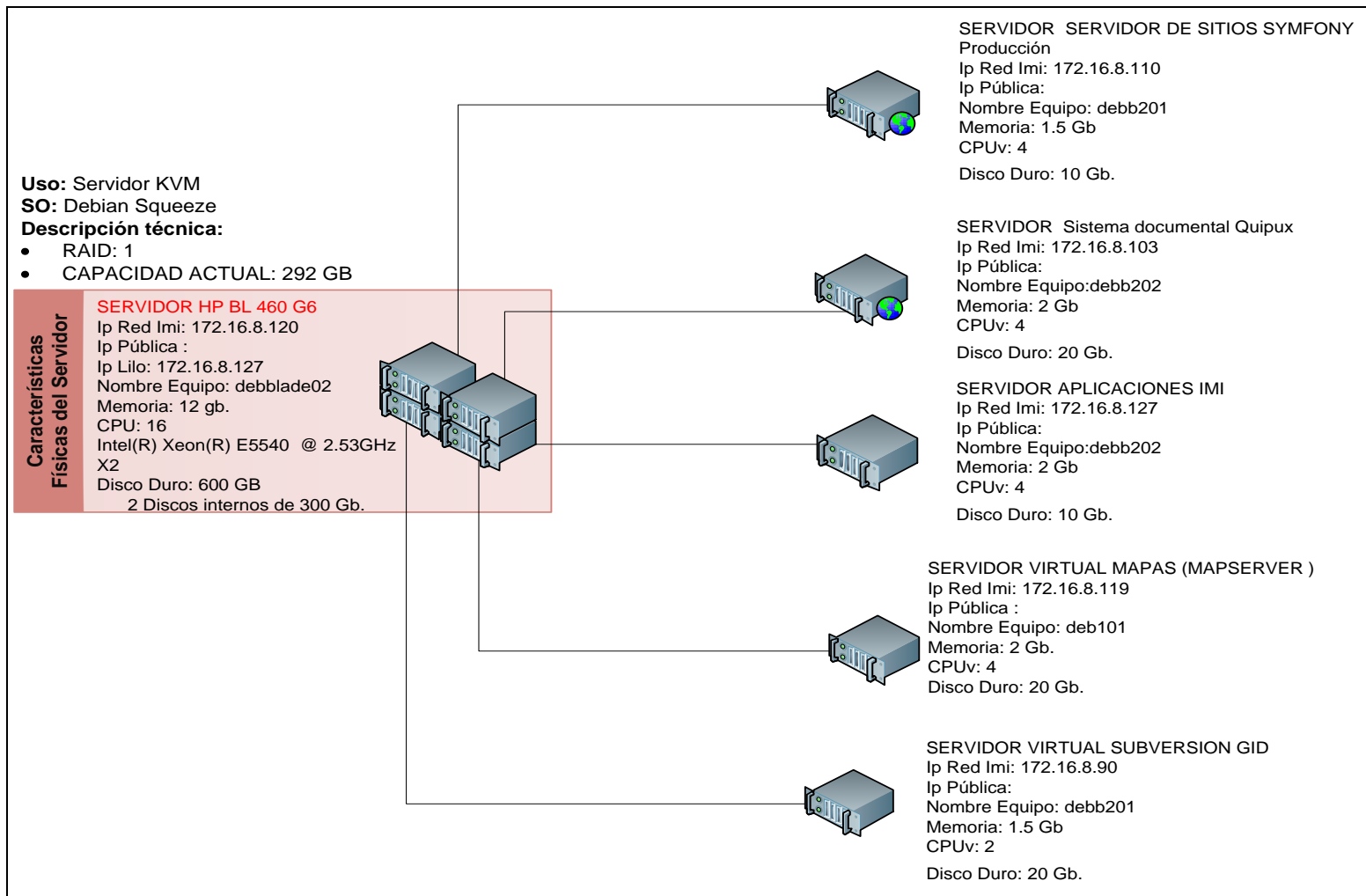


Figura 4.11. Escenario de virtualización servidor HP BL 460 G6

Fuente. Propia

4.2. Análisis del Retorno de la Inversión

Para realizar el análisis del retorno de la inversión se deberá hacer el cálculo de los beneficios y costos del proyecto en general, para esto se hará uso del análisis del TCO (Costo total de la inversión), con esto se determinará la viabilidad del proyecto.

4.2.1. Análisis de TCO (Total Cost of Ownership - Costo total de propiedad)

➤ Costos de implementación

Estos costos se los contempla una sola vez, representan el trabajo realizado durante la investigación del proyecto, determinación del sistema de virtualización e implementación.

La investigación dio inicio en el mes de abril del 2012 y finalizó con la implementación el mes de diciembre del 2012, lo que equivale a 8 meses. De acuerdo a los costos de mensuales en la provincia de Imbabura, para una persona encargada en la implementación de virtualización, se toma en cuenta como referencia el mensual de 600 dólares.

Los parámetros para la determinación del costo de implementación se describen en la tabla 4.11., donde se obtuvo como resultado el costo de implementación de 5280 dólares.

(1)	Mensual Personal	600	(Imbabura de 600 a 1000)
(2)	Personal	1	
(3)	Meses Usados	8	

(4)	Cálculo	4800	Fórmula: (1)*(2)*(3)
(5)	Imprevistos (10%)	480	Fórmula: (6)*10/100
(6)	TOTAL	5280	Fórmula: (6)+(7)

Tabla 4.11. Cálculo del costo de implementación de un sistema de virtualización

Fuente. Propia

➤ Costos de administración de la infraestructura

El Municipio de Ibarra, tiene previsto realizar anualmente 2 mantenimientos preventivos a los servidores físicos, se estima que tardaría un día por servidor, de no contar con los sistemas virtualizados se debería realizar los fines de semana, con lo que no se detendrá el proceso diario de trabajo, pero aumentaría el costo de administración. Al contar con la virtualización se puede migrar las máquinas virtuales a un servidor físico con menos carga para desocupar el servidor físico y poder realizar las tareas de mantenimiento, los servicios no se detendrán mientras se lleva a cabo este proceso y no es necesario trabajar días fuera del horario habitual o fines de semana.

La figura 4.12., contempla el cálculo realizado para la determinación del costo de administración en una infraestructura virtualizada, considerando 4 servidores físicos y 2 mantenimientos anuales por servidor.

Costo mantenimiento/servidor:	150
Costo mantenimiento * 4 servidores:	150 * 4 = 600
Costo Total (2 mantenimientos/año):	600 * 2 = 1200 dólares

Tabla 4.12. Cálculo de costo de administración
Fuente. Propia

➤ **Costos de inversión**

Los costos detallados en la tabla 4.13, describen únicamente equipos usados para virtualizar, además de los costos que representaran implementar y administrar la infraestructura.

EQUIPOS	CANT.	COST. UNIT (USD)	TOTAL (USD)
Servidores	4	8000,00	32000,00
Sistema de enfriamiento	1	3000,00	3000,00
UPS	1	1500,00	1500,00
Case Blade	1	15000,00	15000,00
Sistema de Virtualización	1	0	0
Costos de Implementación	1	5280,00	5280,00
Costos de administración de la infraestructura	1	1200,00	1200,00
TOTAL			57980,00

Tabla 4.13. Costo de inversión de equipos para virtualización – IMI
Fuente. Propia

➤ **Costos de consumo de energía**

Para determinar el costo del consumo energético anual de equipos tecnológicos como servidores, UPS y sistema de enfriamiento, se ha considerado la potencia de la fuente de poder y el costo del KVH que es de 0.10 centavos de dólar, esta información se la ha obtenido de la empresa eléctrica EMELNORTE (Ver tabla 4.14.).

Equipo	Potencia (Wattios)	Consumo mensual (KVH/MES)		Costo KVH (\$)	Costo consumo(\$)	
		1 Hora/Día	24 Hora/Día		Mensual	Annual
Servidor	1000	30	720	0,10	72,00	864,00
UPS (3kva)	1000	30	720		72,00	864,00
Sistema de enfriamiento	1300	39	936		93,60	1123,20

Tabla 4.14. Consumo anual de un servidor, UPS y sistema de enfriamiento
Fuente. Propia

Entonces al haber virtualizado los servidores del Municipio de Ibarra, se deberá contar con 4 servidores, de no haberse virtualizado, se estima el requerimiento de al menos 7

servidores y 2 UPS de 3kva, considerando que cada servidor deberá contener varios servicios y aplicaciones para lograr obtener un mejor uso de recursos (Ver figura 4.15).

Equipo	Consumo Anual (\$/equipo)	Sin virtualización		Con virtualización	
		Cantidad requerida	Consumo Total (\$/Año)	Cantidad requerida	Consumo Total (\$/Año)
Servidores	864,00	7	6048,00	4	3456,00
UPS (3kva)	864,00	2	1728,00	1	864,00
Sistema de Enfriamiento	1123,20	1	1123,20	1	1123,20
Total			8899,20		5443,20

Tabla 4.15. Consumo anual de energía con y sin virtualización

Fuente. Propia

➤ Costos de depreciación de hardware

Para calcular los costos de depreciación se considera los porcentajes de depreciación anual, de acuerdo al *“Reglamento de Aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno – Art. 28”*, que menciona que, los equipos de cómputo y software tendrán una depreciación anual del 33%, mientras que para el sistema de enfriamiento y UPS será el 10%, se tomará en cuenta un costo de referencia promedio, para el respectivo cálculo. (Ver tablas 4.16. y 4.17.)

Equipos	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)	Depreciación (USD)
Servidores	7	8000,00	56000,00	18480,00
Sistema de enfriamiento	1	3000,00	3000,00	300,00
UPS (3 kva)	2	1500,00	3000,00	300,00
Case Servidor Blade	1	15000,00	15000,00	4950,00
Total:				24030,00

Tabla 4.16. Depreciación de equipos en ambiente sin virtualización.

Fuente. Propia

Equipos	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)	Depreciación (USD)
Servidores	4	8000,00	32000,00	10560,00
Sistema de enfriamiento	1	2000,00	2000,00	200,00
UPS (3 kva)	1	1500,00	1500,00	150,00
Case Servidor Blade	1	15000,00	15000,00	4950,00
Total:				15860,00

Tabla 4.17. Depreciación de equipos en ambiente con virtualización.

Fuente. Propia

➤ **Costos de tiempo fuera de servicio**

El costo promedio de la recaudación del Municipio de Ibarra en los últimos 3 años es de 11'217.000 dólares, considerando 20 días laborables al mes y 8 horas de trabajo por día, la recaudación por hora es de 5842.19 dólares.

Sin virtualización se estima un tiempo fuera de servicio (downtime) de 4 horas al año, de acuerdo a registros de los últimos años en el Departamento de Tecnología de la Información del Municipio de Ibarra. Entonces el costo por downtime anual sin virtualización sería de:

$$5842.19 \text{ dólares} \times 4 \text{ horas} = \mathbf{23368.76 \text{ dólares}}$$

Con virtualización se estima una reducción de hasta el 75% en horas de downtime, por lo que se estima 1 hora al año de downtime. Entonces el costo es de:

$$5842.19 \text{ dólares} \times 1 \text{ horas} = \mathbf{5842.19 \text{ dólares}}$$

➤ **Costos de recuperación ante desastres**

Normalmente en un servidor sin virtualización el tiempo de recuperación ante desastres es de 2 días es decir 16 horas laborables. Con un servidor virtualizado se estima una reducción del 75% es decir el tiempo de recuperación ante desastres se reduce a 4 horas. (Ver tabla 4.18)

	Costo hora downtime	# horas downtime	Costo anual downtime
Sin Virtualización	5842.19	16	93475,04
Con Virtualización		4	23368,76

Tabla 4.18. Costos anuales downtime
Fuente. Propia

➤ **Resumen del TCO**

Considerar el ahorro generado al virtualizar los servidores, es decir calcular la diferencia entre los costos Sin Virtualización y Con Virtualización (Ver tabla 4.19).

Equipos	Sin Virtualización	Con Virtualización	Ahorro
Costos de consumo de energía	8899,20	5443,20	3456,00
Costos de depreciación de hardware	24030,00	15860,00	8170,00
Costos de tiempo fuera de servicio	23368,76	5842,19	17526,57
Costos de recuperación ante desastres	93475,04	23368,76	70106,28
Total	149773,00	50514,15	99258,85

Tabla 4.19. Resumen del TCO del proyecto de virtualización
Fuente. Propia

4.2.2. Determinación del retorno de la inversión

Una vez determinados los costos de inversión y beneficios (ahorros) del proyecto, se calcula el tiempo que tardará en recuperarse la inversión, para esto se utiliza la fórmula:

$$\text{ROI} = \text{costo} / \text{beneficio}$$

Costo: \$ 57980,00

Beneficio: \$ 99258,85

$$\text{ROI} = 57980,00 / 99258,85 = \mathbf{0,59 \text{ años}}, \text{ es decir 7 meses y 1 día}$$

4.3. Planificación

4.3.1. Plan de implementación

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
ADMINISTRACIÓN DE SERVIDORES	29,5 días	mié 31/10/12	mar 05/12/12
Servidor HP BL 460 G6 (Srv1)	3 días	mié 24/10/12	vie 26/11/12
Instalación SSOO y configuración KVM	0,5 día	mié 24/10/12	mié 24/10/12
Servidor virtual FreeNAS	1,5 día	mié 24/10/12	jue 25/10/12
Servidor Virtual Multimedia	0,5 día	jue 25/10/12	jue 25/10/12
Servidor BDD POSTGIS	0,5 día	vie 26/10/12	vie 26/10/12
SERVIDOR VIRTUAL ARBITRO	0,5 días	vie 26/10/12	vie 26/10/12
Servidor HP BL 460 G6 (Srv2)	11,5 días	lun 29/10/12	mié 14/11/12
Instalación SSOO y configuración KVM	0,5 día	lun 29/10/12	lun 29/10/12
Servidor virtual de Repositorios	1 día	lun 29/10/12	mar 30/10/12
Servidor Virtual de DHCP	0,5 día	mar 30/10/12	mar 30/10/12
Servidor virtual DNS1	0,5 día	mié 31/10/12	mié 31/10/12
Servidor virtual Balanceo de Carga 2	0,5 día	mié 31/10/12	mié 31/10/12
Servidor Virtual de Correo	3 días	lun 05/11/12	mié 07/11/12
Servidor virtual NTP	0,5 día	jue 08/11/12	jue 08/11/12
Servidor Virtual Ventanilla única	1 día	jue 08/11/12	vie 09/11/12
Servidor Virtual de BSC	1,5 días	vie 09/11/12	lun 12/11/12
Servidor Espejo de Base De Datos	1 días	mar 13/11/12	mar 13/11/12
Servidor Virtual REDMINE	1 día	mié 14/11/12	mié 14/11/12
Servidor HP 160 G5 (Srv3)	5 días	jue 15/11/12	mar 21/11/12
Instalación de SSOO y configuración KVM	0,5 día	jue 15/11/12	jue 15/11/12
Servidor Virtual NOD 32	0,5 día	jue 15/11/12	jue 15/11/12
Servidor Virtual Antivirus Symantec	0,5 día	vie 16/11/12	vie 16/11/12
Servidor de sitios en Desarrollo	0,5 día	vie 16/11/12	vie 16/11/12
Servidor de BDD en Desarrollo	1 día	lun 20/11/12	lun 20/11/12
Servidor Virtual de Pruebas	1 día	mar 21/11/12	mar 21/11/12
Servidor HP BL 460 G6 (Srv4)	10 días	mié 22/11/12	jue 13/12/12
Instalación SSOO y configuración KVM	0,5 día	mié 22/11/12	mié 22/11/12
Servidor de sitios Producción	1,5 días	mié 22/11/12	jue 23/11/12
Servidor virtual ARCSDE	1 día	vie 24/11/12	vie 24/11/12
Servidor sistema documental Quipux	3 días	lun 27/11/12	mié 29/11/12
Servidor de aplicaciones IMI	2 días	jue 30/11/12	vie 01/12/12
Servidor de MAP SERVER	2 días	lun 04/12/12	mar 05/12/12

Tabla 4.20. Cronograma de implementación de servidores virtuales IMI

Fuente. Propia

Para el desarrollo de esta etapa se debe planificar la implementación, por esta razón se ha planteado cronograma que se muestra en la tabla 4.20. Cada una de las tareas de instalación de servidores, contienen subtarefas, como: Instalaciones, configuraciones y migraciones.

La instalación dependerá del requerimiento de la dirección de TIC, es decir, se deberá instalar y configurar desde cero, cuando no se cuente con un respectivo manual, para su posterior documentación o a su vez deberá ser migrado el servidor en caso presentar criticidad en el o los servicios.

Una vez que se cuenta con el respectivo cronograma se procede con la implementación. Para esto se ha establecido el siguiente procedimiento que es aplicable a todos los servidores.

4.3.1.1. Creación de RAID

Para la creación de Raid en el servidor Blade, se utiliza el sistema HP SmartStart versión 8.40, a continuación se muestra brevemente el procedimiento de creación de Raid, mencionando que la guía completa se encontrará en el **Anexo B**.

1. Activar el uso de CD/DVD en la cuchilla del servidor que se requiera configurar el Raid.
2. Seleccionar el idioma para la aplicación y para el teclado.
3. Aceptar los términos de la licencia
4. Seleccionar la operación que se desea realizar, para lo cual se seleccionará mantenimiento (Ver figura 4.12).



Figura 4.12. Operaciones del sistema SmartStart
Fuente. Propia



Figura 4.13. Operaciones de la opción mantenimiento
Fuente. Propia

- Ahora se va a seleccionar la operación de mantenimiento, en la cual se deberá elegir **configuración y diagnóstico de matrices de HP** (Ver figura 4.13.).
- Ahora se deberá seleccionar el dispositivo de almacenamiento (Ver figura 4.14.)

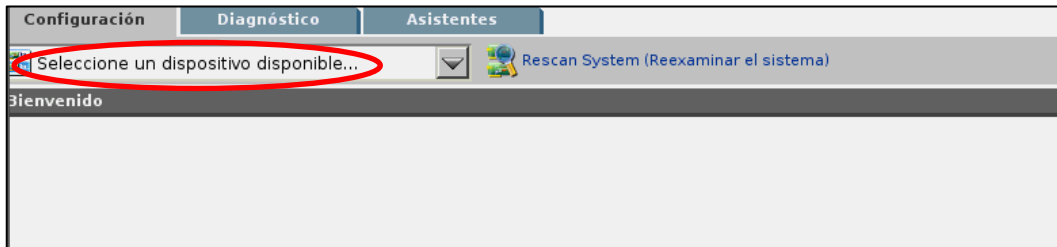


Figura 4.14. Selección del dispositivo de almacenamiento
Fuente. Propia

- Una vez seleccionado el dispositivo de almacenamiento se deberá crear un array con las unidades existentes, como se puede ver en la ilustración, esta ranura integrada contiene dos unidades sin asignar de 146 GB cada una (Ver figura 4.15).

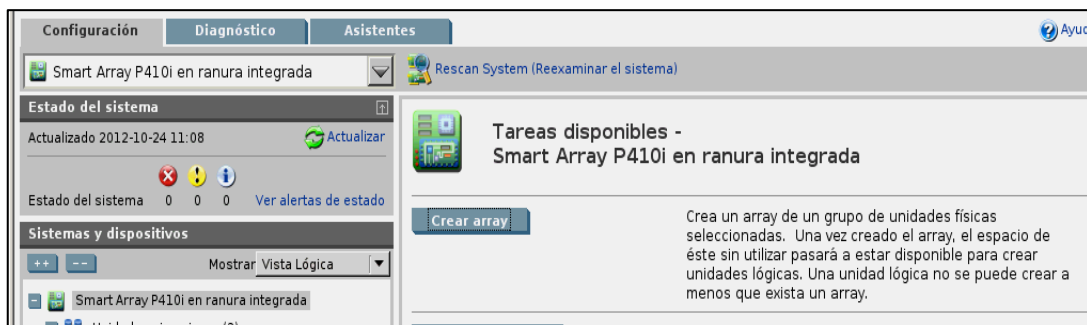


Figura 4.15. Creación de array (1)
Fuente. Propia

- Ahora se deberá seleccionar las unidades que pertenecen al Array (Ver figura 4.16)

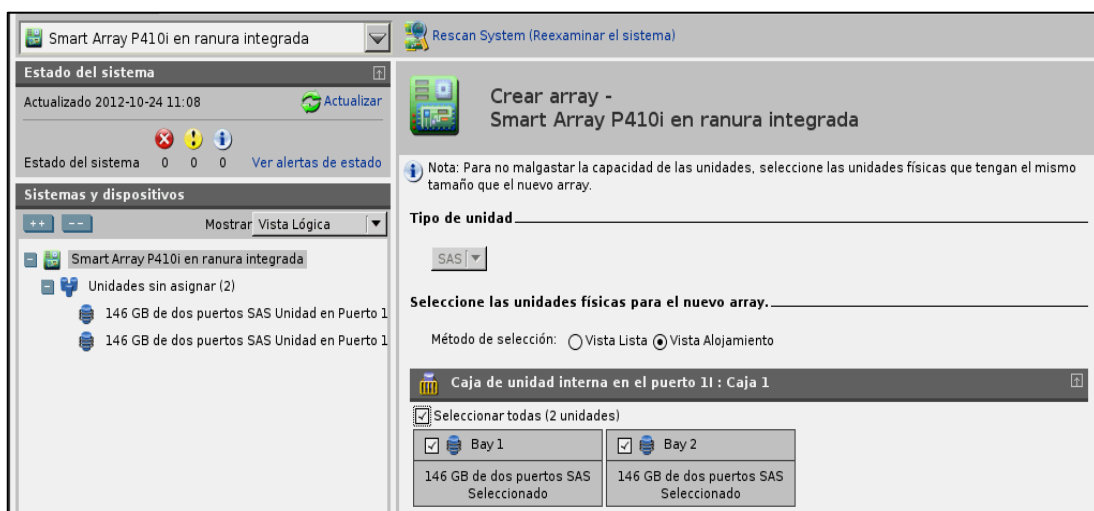


Figura 4.16. Creación de array (2)
Fuente. Propia

9. Ahora como se puede observar se tiene un array de 273.4 GB sin asignar, el siguiente paso es crear una unidad lógica (Ver figura 4.17.)

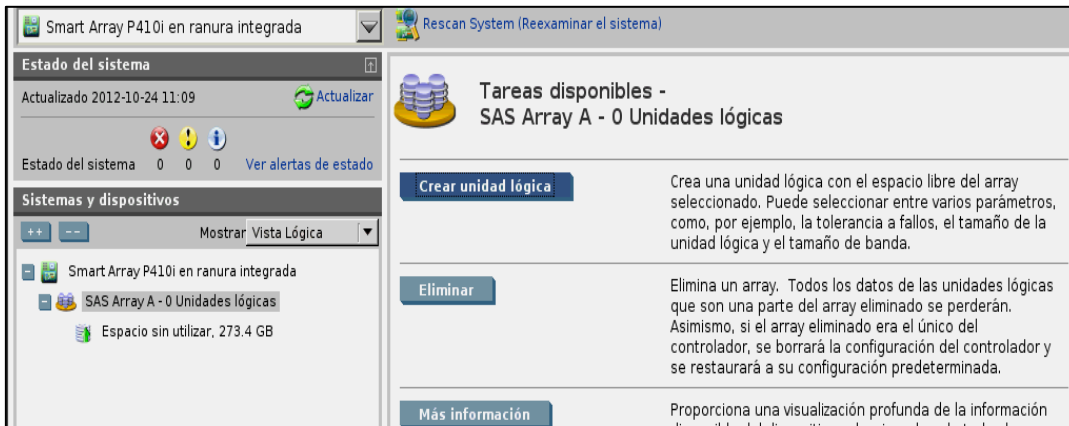


Figura 4.17. Creación de unidades lógicas
Fuente. Propia

10. Existen dos opciones de tolerancia a fallos Raid 0 y Raid 1, en otros casos cuando se cuenta con más disco se podría observar otros tipos de Raid, en este caso se elegirá Raid porque así se lo requiere, las siguientes opciones se las deja por defecto (Ver figura 4.18)

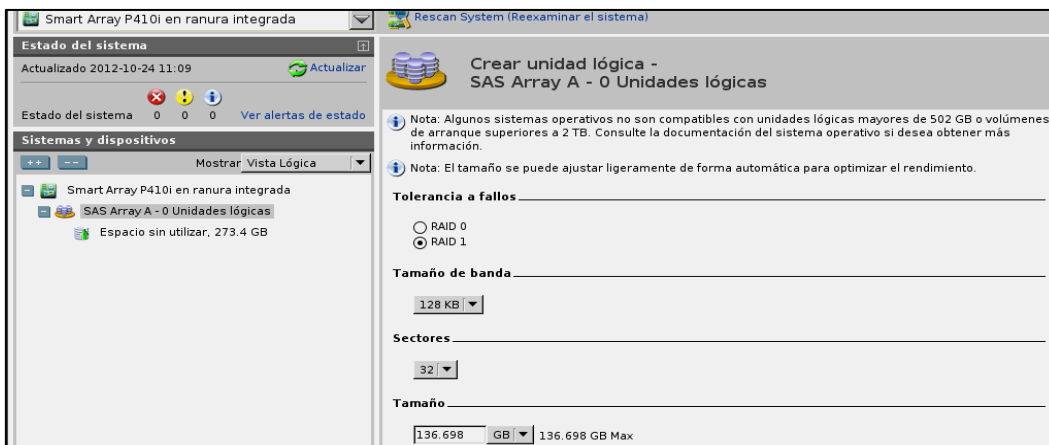


Figura 4.18. Selección tipo de Raid
Fuente. Propia

11. Como se puede observar en la figura, los discos existentes pertenecen a una unidad lógica con Raid 1. Y ahora el tamaño de la unidad lógica es de 136.7 GB, se ha perdido el espacio de un disco por utilizar este tipo de Raid (Ver figura 4.19)

IMPORTANTE:

Para la implementación en el Municipio de Ibarra, se ha creado Raid 1 y Raid 5, en algunos servidores de acuerdo a las necesidades de las aplicaciones y servidores a ser virtualizados.

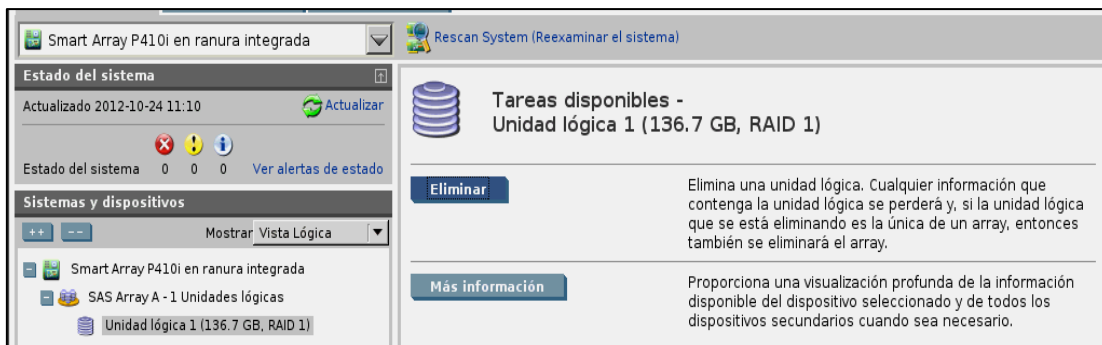


Figura 4.19. Visualización de Raid Creado

Fuente. Propia

4.3.1.2. Instalación del sistema operativo DEBIAN

Para la implementación del sistema de virtualización es indispensable instalar un sistema operativo Linux, para lo cual se utiliza la distribución DEBIAN SQUEEZE de 64 bits, versión 6.0.2, que se lo puede obtener de la página oficial <http://www.debian.org>. (Ver figura 4.20)

La instalación completa del sistema operativo se encuentra en el **Anexo F**.



Figura 4.20. Ventana principal de instalación sistema operativo DEBIAN

Fuente. Propia

4.3.1.3. Instalación de KVM

➤ Prerrequisitos

Para instalar un entorno KVM será necesario, saber si nuestro servidor o computadora cumple los requisitos para su correcta ejecución, para lo cual es importante verificar los siguientes parámetros:

- Soporte por hardware:

Intel y AMD ha desarrollado una extensión de su familia de procesadores para albergar software de virtualización. Podemos comprobar si nuestro computador soporta virtualización ejecutando en consola el siguiente comando:

```
root@srvdebian:~# egrep -c '(vmx|svm)' /proc/cpuinfo
```

- Si el comando retorna 0 nuestra CPU no soporta virtualización o en efecto no se encuentra habilitada la función de virtualización en la BIOS.
- Si el comando retorna un número mayor a 1, el CPU soporta virtualización y dispone de ese número de procesadores a disposición de nuestras máquinas virtuales.

– Tipo de kernel:

Determinando el tipo de kernel en ejecución, podremos determinar la cantidad de memoria que nuestras máquinas virtuales serán capaces de gestionar, algo muy importante, pero no imprescindible. Para conocer el tipo de kernel en ejecución ejecutaremos en consola el siguiente comando:

```
root@srvdebian:~# uname -a
```

- Si el comando retorna un kernel de 32 bits (i386, i486, i586 o i686) nuestras máquinas no podrán gestionar más de 2GB de memoria RAM.
- Si el comando retorna un kernel de 64 bits (x86_64) nuestras máquinas podrán gestionar más de 2 GB de memoria RAM.

– Arquitectura

Es importante también conocer la arquitectura del procesador con la que se dispone. Ya que si se cuenta con una arquitectura de 64 bits en procesadores y ejecutamos un kernel de 32 bits, se está desaprovechando completamente el hardware. Para conocer la arquitectura del procesador (o procesadores) ejecutar en terminal el siguiente comando:

```
root@srvdebian:~# egrep -c 'lm' /proc/cpuinfo
```

- Si el comando retorna un 0, no disponemos de una arquitectura de 64 bits.
- Si el comando retorna un número mayor a 1, disponemos de una arquitectura de 64 bits.

➤ **Instalación de KVM**

– Configuración de repositorios

Para añadir repositorios es necesario configurar el archivo “sources.list”, con el siguiente comando

```
root@srvdebian:~# nano /etc/apt/sources.list
```

Y añadir la ruta del repositorio, y comentar todas las demás en caso de existir:

```
deb http://debian-squeeze.imi.gob.ec/ squeeze main
```

Ejecutar update para actualizar la base de datos de paquetes

```
root@srvdebian:~# aptitude update
```

– Instalación paquetes KVM

Instalar los paquetes necesarios para virtualización con KVM.

```
aptitude install qemu-kvm libvirt-bin virtinst bridge-utils
```

Agregar el usuario “root” al grupo de administradores de “libvirt”.

```
adduser `id -un` libvirt
```

– Configuración de red

Preparar la configuración de red para que los futuros *guests* tengan conectividad, para esto reconfigurar las interfaces de red para pasar la configuración de red del interfaz en cuestión a un interfaz “br0” (br1, br2...) que será el que hará el puente.

Para esto es necesario configurar el archivo interfaces:

```
root@srvdebian:~# nano /etc/network/interfaces
```

Y modificar el archivo colocando el o los puentes de red, con sus respectivos nombres (br0, br1) e interfaces con las que va a interactuar.

```
auto lo
iface lo inet loopback
auto eth0
iface eth0 inet manual
# puente de red
auto br0
iface br0 inet static
    address 172.16.12.1
    netmask 255.255.248.0
    network 172.16.8.0
    broadcast 172.16.15.255
    gateway 172.16.8.107
    bridge_ports eth0
    bridge_stp off
    bridge_fd 0
    bridge_maxwait 0
    dns-nameservers 172.16.8.94
    dns-search imi.gob.ec
```

Reiniciar el servicio de red, con el comando:

```
root@srvdebian:~# /etc/init.d/networking restart
```

➤ Instalación Virt-Manager

Para observar gráficamente el proceso es necesario ejecutar e inmediatamente aparece la ventana de virt-manager

```
root@srvdebian:~# aptitude install virt-manager virt-viewer screen ssh-askpass  
ssh-askpass-fullscreen ssh-askpass-gnome gksu
```

Para que virt-manager funcione adecuadamente cuando se le invoca remotamente se debe ejecutar el comando:

```
root@srvdebian:~# export DISPLAY=:0.0
```

Y abrir el archivo siguiente archivo con el usuario root:

```
root@srvdebian:~# nano /root/.bashrc
```

Agregar al final del archivo la siguiente línea, guardar el archivo y reiniciar el computador.

```
export XAUTHORITY=~/.Xauthority
```

Ahora ejecutar el comando virt-manager y de inmediato aparecerá una ventana que solicita la contraseña del servidor para poder establecer la conexión o en efecto se conectará directamente, mostrando los servidores virtuales que contenga (Ver figura 4.21).

```
root@srvdebian:~# virt-manager
```

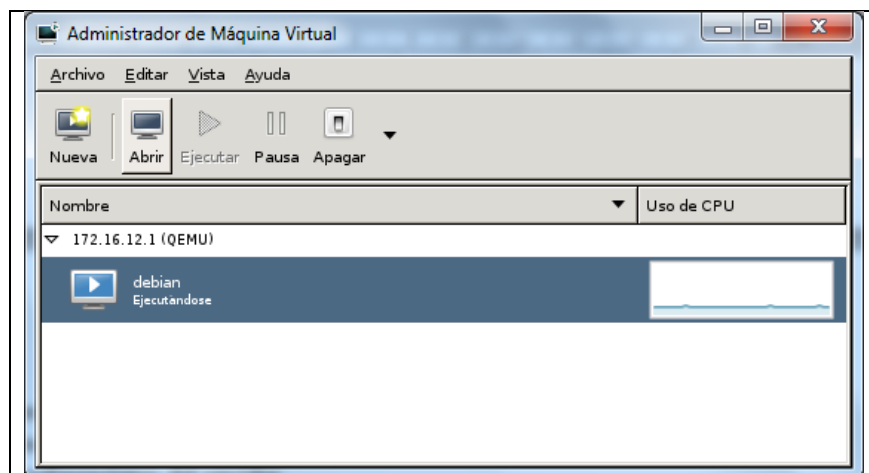


Figura 4.21. Vista Virt-Manager
Fuente. Propia

Se debe seleccionar el servidor virtual y presiona el botón abrir para mirar el estado en el que se encuentra. Además mediante virt-manager, se puede crear nuevos servidores, migrarlos, clonarlos o gestionarlos asignando más recursos a los servidores existentes.

➤ Instalación de LVM

Ahora instalar el paquete LVM2

```
root@srvdebian:~# aptitude install lvm2
```

4.3.1.4.Creación de servidores Virtuales

➤ Creación de LVM (Logical Volume Manager)

Es necesario determinar el disco (que no debe tener formato) donde se va a realizar la instalación, para ello se utiliza el comando:

```
root@srvdebian:~# fdisk -l
```

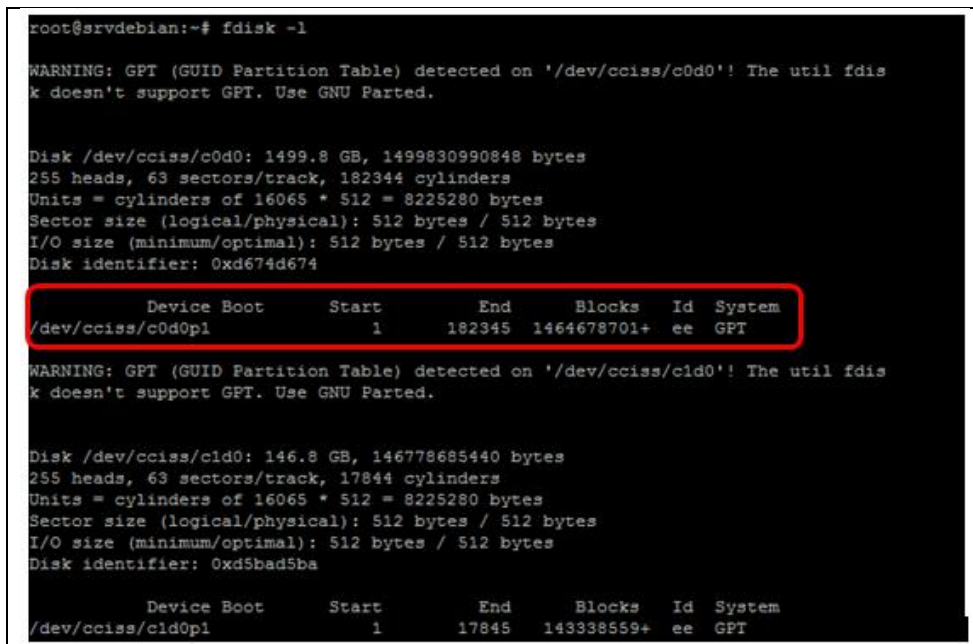


Figura 4.22. Reconocimiento de unidad física

Fuente. Propia

A continuación se realiza la creación de un LVM de acuerdo a su anatomía:

– Creación de Volúmenes Físicos (PV)

Anteponer la palabra *pvcreate*, seguido de la ruta del disco

```
root@srvdebian:~# pvcreate /dev/cciss/c0d0p1
```

Para verificar la creación del volumen físico utilizar el comando:

```
root@srvdebian:~# pvdisplay
```

– Creación de Grupos de Volúmenes (VG)

Una vez creado el volumen físico debemos agregar a un grupo de volúmenes de tal forma que se sume su tamaño y se forme un área de almacenamiento general.

Para crear un grupo de volúmenes anteponer la palabra `vgcreate`, seguido del nombre del grupo de volúmenes y la ruta de él o los discos físico, con el comando:

```
root@srvdebian:~# vgcreate dsk /dev/cciss/c0d0p1
```

Y visualizar el grupo creado con el comando:

```
root@srvdebian:~# vgdisplay
```

– Creación de Volúmenes Lógicos (LV)

Ahora se debe dividir el espacio del grupo de volúmenes en volúmenes lógicos sobre los cuales se crearán los sistemas de archivos. No es recomendable crear un solo volumen lógico, es mejor crear volúmenes con el espacio necesario y en caso de requerir se redimensionara en caliente⁴¹. Entonces para crear un volumen lógico se utiliza el siguiente comando:

```
root@srvdebian:~# lvcreate -L5G -n deb01 dsk
```

El cual contiene la dimensión definida por `(-L)` seguido del tamaño (5G), el nombre definido por `(-n)` seguido del nombre del volumen lógico y por último el nombre del grupo al cual pertenecería.

Para consultar la información del volumen lógico creado:

```
root@srvdebian:~# lvdisplay
```

– Creación de Servidores Virtuales

Una vez particionado crear las máquinas virtuales con el siguiente comando

```
root@srvdebian:~# virt-install --connect=qemu:///system --name=debian
--ram=512 --vcpus=1 --check-cpu --os-type=linux --accelerate
--disk=/dev/dsk/deb01 -c /isos/debian-6.0.2.1-amd64-netinst.iso
--network=bridge:br0 --hvm --vnc
```

⁴¹ Al referirse a redimensionar en caliente con respecto a volúmenes lógicos, se dice que una partición o una unidad podrá mantener su normal funcionamiento mientras es asignado más espacio.

4.3.1.5. Acceso remoto al servidor

➤ Desde Linux

Es indispensable contar con virt-manager previamente instalado y colocar en el terminal el siguiente comando, que permite establecer la conexión con el servidor KVM.

```
virt-viewer -c qemu+ssh://172.16.12.1/system debian
```

➤ Desde Windows

- El acceso remoto al servidor es a través del programa PUTTY⁴² y Xming⁴³, los cuales no tienen ninguna complejidad para la instalación.

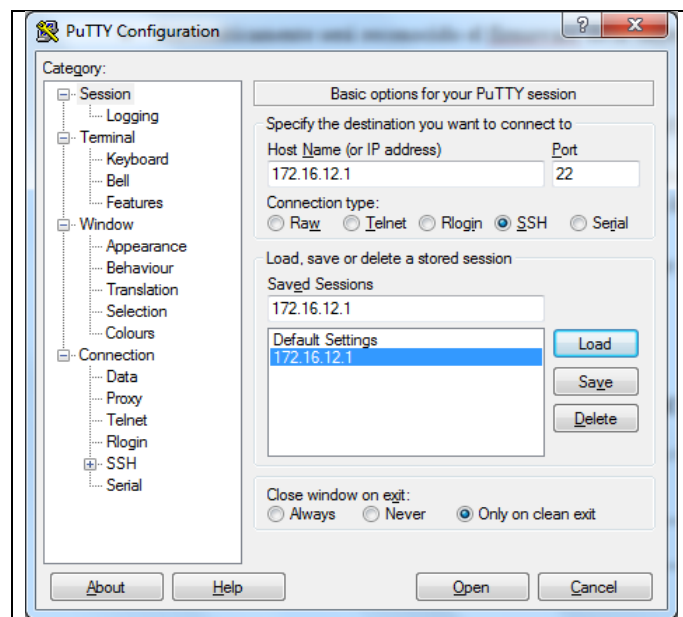


Figura 4.23. Ejecución del programa Putty
Fuente. Propia

- Ahora ejecutar el programa Xming.
- Ingresar al programa PUTTY, colocando la dirección IP del servidor, habilitar X11 (permite observar el modo gráfico de cualquier aplicación UNIX en Windows) y poner abrir (Ver figura 4.24).
- Autenticarse y colocar el comando virt-manager, inmediatamente aparecerá la ventana de ejecución del administrador de máquinas virtuales (virt-manager).

⁴² Es un cliente SSH, Telnet, con licencia libre. Disponible originalmente sólo para Windows, ahora también está disponible en varias plataformas Unix.

⁴³ Es una implementación para Windows, que dota de una interfaz gráfica a los sistemas UNIX

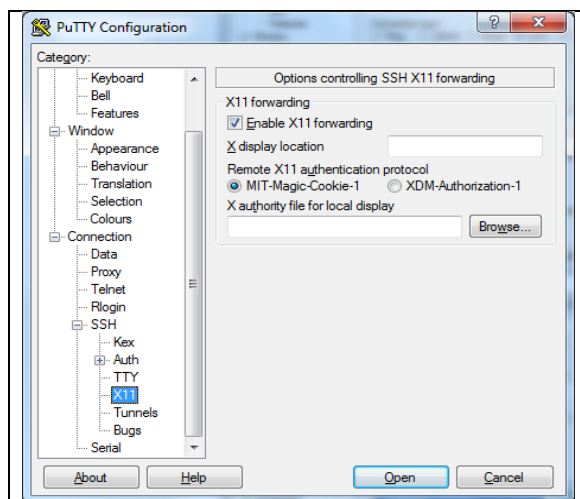


Figura 4.24. Configuración de Putty
Fuente. Propia

4.3.1.6. Solución de almacenamiento

Para el almacenamiento se ha estudiado la herramienta *FreeNAS*, que es un sistema operativo basado en FreeBSD y que proporciona servicios de almacenamiento en red.

“FreeNAS fue creado con el fin de simplificar la administración y mantenimiento de los servidores de archivos, además porque los servidores actuales carecían de escalabilidad, confiabilidad, disponibilidad y funcionamiento. FreeNAS tiene a su favor la facilidad de uso, proporciona datos heterogéneos y permite a las organizaciones automatizar y simplificar el mantenimiento de los datos.”^[11]

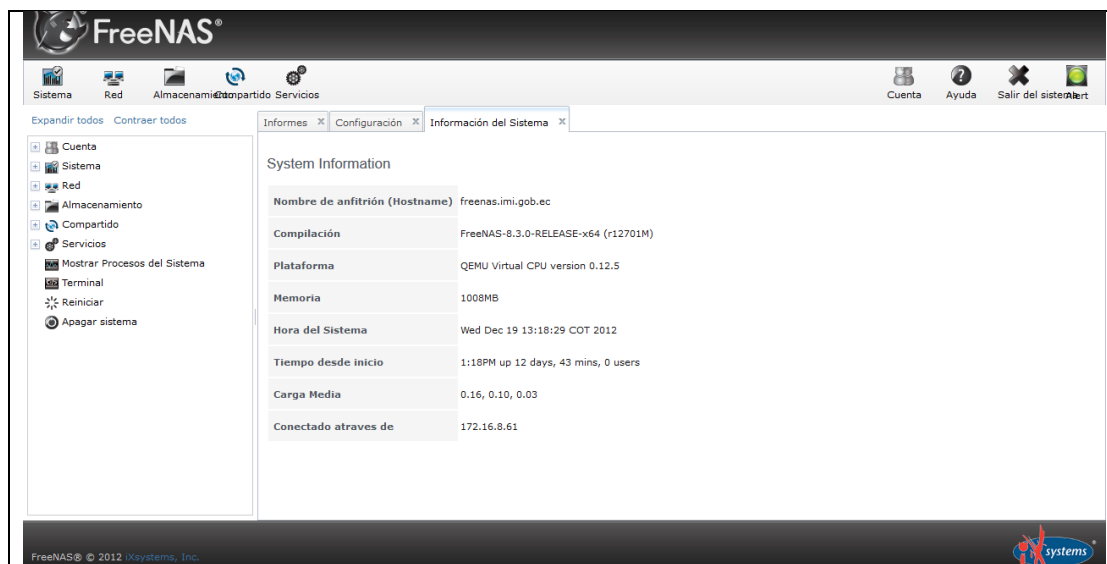


Figura 4.25. Administrador Web FreeNAS
Fuente. Propia

^[11]FreeNAS. (15 de Noviembre de 2012). Recuperado el 2 de Diciembre de 2012, de <http://es.wikipedia.org/wiki/FreeNAS>

Principales características

- Requiere poco recursos para la implementación (menos de 32Mb en Disco).
- Fácil y rápida instalación.
- Fácil administración, mediante páginas web accesibles desde cualquier computadora en red con un navegador.
- Puede ser instalado en disco duro, USB Key, o tarjeta CompactFlash.
- RAID Hardware y Software

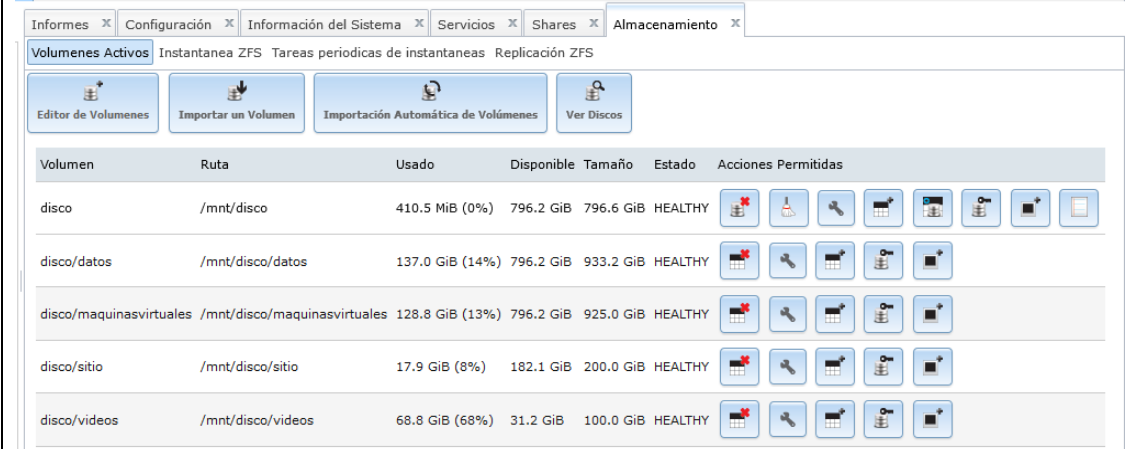
Servicios

- Posee varios protocolos de red para la conexión desde Windows, Linux o Mac OS.

Almacenamiento

Permite asignar lógicamente espacios de disco y estos a su vez se los puede compartir a través del uso de los diferentes protocolos de red con los que cuenta el sistema FreeNAS.

En cuanto a los discos creados se cuenta con los siguientes:



Volumen	Ruta	Usado	Disponible	Tamaño	Estado	Acciones Permitidas
disco	/mnt/disco	410.5 MiB (0%)	796.2 GiB	796.6 GiB	HEALTHY	[Icons]
disco/datos	/mnt/disco/datos	137.0 GiB (14%)	796.2 GiB	933.2 GiB	HEALTHY	[Icons]
disco/maquinasvirtuales	/mnt/disco/maquinasvirtuales	128.8 GiB (13%)	796.2 GiB	925.0 GiB	HEALTHY	[Icons]
disco/sitio	/mnt/disco/sitio	17.9 GiB (8%)	182.1 GiB	200.0 GiB	HEALTHY	[Icons]
disco/videos	/mnt/disco/videos	68.8 GiB (68%)	31.2 GiB	100.0 GiB	HEALTHY	[Icons]

Figura 4.26. Volúmenes creados en FreeNAS

Fuente. Propia

Para obtener más detalles sobre la instalación y configuración, verificar el manual de FreeNAS en el **Anexo L**.

4.3.2. Plan de pruebas

Durante la implementación se realizaron varias pruebas de conectividad, verificación de puertos necesarios en el firewall y creación de backups de servidores virtuales, para lo cual se ha establecido que se creará un servidor virtual de 5 GB con el sistema operativo DEBIAN SQUEEZE, el mismo que deberá ser restaurado en caso de un contingente, reduciendo el tiempo de configuración.

La instalación del sistema operativo en los servidores virtuales deberá ser a través de volúmenes lógicos, ya que de esta forma se podrá aumentar el tamaño a una partición o

directorio, con mayor facilidad. Para ver cómo crear un backup y restaurarlo verificar el manual de gestión de Backups en **Anexos K**.

Dentro de las pruebas realizadas se encuentra el hacer funcionar el correo como un servidor virtual y a su vez actualizar a la versión del correo zimbra a la más actual, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

1. Como se muestra en la figura 4.27, deberán existir dos servidores virtuales (correo provisional y final) con Ubuntu Versión 12.04
2. El servidor de correo provisional deberá estar configurado solamente con una IP privada y deberá tener otro nombre de dominio (mail.ibarra.gob.ec).
3. Se deberá migrar las cuentas y correos hacia el servidor de correo provisional. Una vez finalizado el proceso se apagará el servidor de correo anterior.
4. Ahora se repetirá el proceso de migración hacia el servidor de correo final, el cual deberá contener la configuración de IP y nombre de dominio correcto.
5. Luego de haber concluido la migración se procede a verificar el normal funcionamiento y si todo fue exitoso proceder a cambiar los logos de inicio de sesión y de la página de correo.

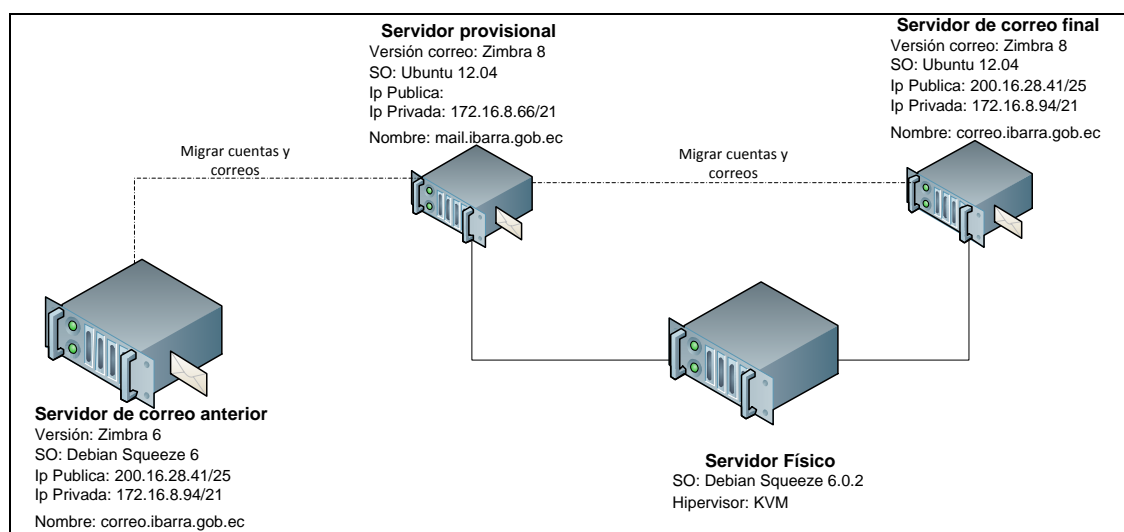


Figura 4.27. Migración del correo institucional

Fuente. Propia

Este tipo de migración se lo ha realizado por evitar conflictos con el nombre de dominio, IP y nuevas configuraciones.

Además el proceso de migración cuenta con la debida documentación tanto para las instalaciones y configuraciones de sistema operativo y correo zimbra se encuentra en el **Anexo M**.

4.4. Gestión de continuidad del negocio

4.4.1. Introducción

El documento de gestión de continuidad del negocio se realiza para determinar las maneras de reacción en el caso de interrupción de actividades del negocio y proteger los procesos críticos frente a desastres o grandes fallos en los sistemas de información, para esto se utiliza como base la metodología BCP (Business Continuity Planning - Plan de Continuidad del Negocio).

4.4.2. Objetivo

Proveer de una solución para mantener la seguridad de la información administrada por la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación del Ilustre Municipio de Ibarra – IMI y garantizar la continuidad en la entrega de los servicios prestados, en caso de una falla tecnológica.

4.4.3. Análisis del negocio y evaluación de riesgos

4.4.3.1. Organización estructural y funcional de la dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación

La Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación se encuentra organizada en dos procesos, los cuales junto a sus funciones son:

Sub Proceso: Software e Internet

- Operatividad y mantenimiento de los sistemas informáticos desarrollados, sistemas adquiridos, servidores de la institución y Aplicaciones Web.
- Backups de la información relacionada a sistemas, aplicaciones informáticas y bases de datos.
- Capacitaciones y difusiones correspondientes de los sistemas a implantar, actualizaciones realizadas y procesos a los usuarios de las unidades involucradas.
- Asistencia técnica para la adquisición de nuevos paquetes informáticos y equipamiento de acuerdo al avance tecnológico.
- Diseño, desarrollo y puesta en marcha de sistemas informáticos para el INTERNET, INTRANET, en base de las necesidades de las diferentes unidades administrativas, financieras, técnicas y otras del Municipio de Ibarra.
- Servicio de Internet y Correo Electrónico a las diferentes unidades de la institución garantizando un buen uso de este recurso mediante la asignación y mantenimiento de cuentas.
- Mantenimiento y configuración actualizada de equipos Servidores, Bases de Datos para conservar la integridad de los datos.

- Creación y mantenimiento de cuentas de usuarios en los equipos servidores y bases de datos de la institución.
- Formulación de manuales técnicos, de Usuario de sistemas informáticos desarrollados, de Configuración de equipos Servidores, de Normativas de estándares de programación para los funcionarios de la unidad.
- Plan de Contingencias y Seguridades informáticas actualizados.

Sub Proceso: Hardware y Comunicaciones

- Servicio de instalación y configuración de todos los productos hardware y software que dispone la municipalidad.
- Diseño e instalación de redes LAN, WAN combinado, cableado, tradicional con tecnología Wireless (cat.5, cat. 6, fibra óptica) o inalámbricas (WiFi).
- Servicio de asistencia técnica en sistemas y sus periféricos.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos informáticos.
- Acondicionamiento del centro de proceso de datos.
- Protección y corrección de niveles de seguridad en contra de ataques de virus y accesos no autorizados en la red.

4.4.3.2.Servicios prestados

Los servicios prestados por la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación son:

- Servicio para diseño de planes y programas especializados en materia de desarrollo de software, soporte técnico, redes de comunicación de datos y seguridad de la información.
- Servicio de mantenimiento de los servicios de red, aplicaciones y equipos que permitan realizar las operaciones de manera normal de las unidades de la institución.
- Servicio de asesoramiento en tecnología y de sistemas de información al cliente interno y externo.
- Servicio de mantenimiento de las plataformas de Software y hardware en toda la institución.
- Formular reglamentos, instructivos y manuales de procedimientos relacionados con la gestión de los recursos informáticos y de la información en la Municipalidad.

4.4.3.3.Activos Críticos

Luego del análisis realizado, se han determinado como críticos los activos que se describen en la tabla 4.21.

Donde se reconoce como activo crítico a:

- Bases de datos: alfanumérica, SQL Server Olympo, Quipux

- Sistemas: Avalúos y Catastros, Rentas y Recaudación, tasas de Control Urbano, Actividades Económicas
- Servidores: Aplicaciones y Base de datos.

Por ser estos activos necesarios para la actividad económica realizada por el Municipio de Ibarra, de forma que, en el caso de ocurrir un contingente deberán ser recuperados lo más pronto posible.

En el caso del Portal Web, aunque no genera ninguna pérdida económica, al encontrarse con interrupciones debe ser recuperada lo antes posible, por lo que se realizan muchos procesos a través de este medio.

ACTIVO	TIPO	RANGO	
		ACEPTABLE DE INTERRUPTIÓN	NECESARIO PARA RECUPERACIÓN
Portal Web	Servicio	4	1
Base Datos alfanumérica	Datos	2	1
Base de Datos SQL Server Olympo	Datos	2	1
Base de Datos de Quipux	Datos	2	1
Respaldos de datos	Datos	8	1
Sistema Olympo	Aplicación	4	4
Sistemas Avalúos y Catastros	Aplicación	2	2
Sistema de tasas de Control Urbano	Aplicación	2	1
Sistema de Rentas y Recaudación	Aplicación	2	1
Sistema de Actividades Económicas	Aplicación	2	1
Sistema de Ventanilla Única	Aplicación	4	4
Sistema de Transferencias de Dominio	Aplicación	4	2
Sistema Quipux	Aplicación	4	4
Servidores de Aplicaciones	Servicio	2	2
Servidor de Base de Datos	Servicio	2	2

Tabla 4.21. Activos Críticos Municipio de Ibarra

Fuente. Manual de Gestión de Continuidad del Municipio de Ibarra

4.4.4. Selección de estrategias

4.4.4.1. Plan de seguridad y contingencias

Para establecer el plan de seguridad y contingencias, se debe plantear el o los posibles escenarios de contingencia, con lo cual se podrá obtener una guía de referencia para reaccionar antes, durante o después del contingente, haciendo uso de estrategias y

actividades que se deberían aplicar con el fin de solucionar la contingencia a la brevedad posible.

1. Antes de la contingencia: Medidas de precaución (Ver tabla 4.22)

Es importante considerar la existencia de un servidor alternativo con todos los servicios levantados, en caso de un contingente únicamente se deberían realizar ciertas configuraciones, levantamiento de servicios y restauración de respaldos de las últimas bases de datos, con esto se lograría un tiempo fuera de servicio considerablemente bajo.

Cada una de las tareas cuenta con un técnico responsable, además se debe considerar la realización de instructivos de cada una de las actividades, con la finalidad de que cualquier persona pueda interpretarlo y ponerlo en práctica.

Escenario de Contingencia:		Pérdida de los servidores que contienen las aplicaciones y servicios que se han catalogado como críticos.	
Antes de la Contingencia			
Estrategia a aplicar:		Mantener un servidor físico alternativo con máquinas virtuales instaladas y configuradas para el levantamiento de las aplicaciones y servicios críticos.	
Nº	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	INSTRUCTIVO	RESPONSABLE
1	Prepara el servidor físico		Ing. Gabriel Bucheli
2	Instala sistema operativo para máquinas virtuales de: <ul style="list-style-type: none"> – Servidor de Base de Datos – Servidor de Aplicaciones Web – Servidor Quipux – Servidor de Servicios de Red – Servidor para aplicaciones Windows 		Ing. Gabriel Bucheli
3	Configura la red alterna		Ing. Gabriel Bucheli
4	Configura los repositorios		Ing. Gabriel Bucheli
5	Configura el Servidor de servicios de red: NTP, SSH, DNS, DHCP		Ing. Gabriel Bucheli
7	Obtiene periódicamente respaldos de los archivos de configuración de servicios: php, apache, postgresql		Ing. Gabriel Bucheli
8	Obtiene, de acuerdo a las políticas del proceso, respaldos de las bases de datos alfanumérica, Olympo, Quipux, espacial y del código fuente y ejecutables de las aplicaciones.		Ing. Manuel Lara

Tabla 4.22. Antes de la contingencia Municipio de Ibarra

Fuente. Manual de Gestión de Continuidad del Municipio de Ibarra

2. Durante la contingencia: Actividades para solucionar el contingente (Ver tabla 4.23)

Esta es una etapa crucial, en la cual se debe tener claro el panorama para poder reaccionar de manera oportuna, lo primordial es dejar en funcionamiento los servicios en el menor tiempo posible, cada actividad deberá contar con su respectivo instructivo.

Escenario de Contingencia:		Pérdida de los servidores que contienen las aplicaciones y servicios que se han catalogado como críticos.	
Durante de la Contingencia			
Estrategia a aplicar:		Levantar el servidor alternativo para la prestación de los servicios.	
N°	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	INSTRUCTIVO	RESPONSABLE
1	Comunica inicio de restauración a usuarios.		Lic. Sonia Bossano
2	Enciende el servidor alternativo y las máquinas virtuales instaladas.		Ing. Gabriel Bucheli
3	Configuran los servidores con los últimos archivos de configuración de: php, apache, postgresql.		Ing. Manuel Lara Ing. Cristian Romero Ing. Byron Cueva Ing. Jairo Álvarez
4	Restaura el último respaldo de la base de datos alfanumérica, Quipux y Olympo.		Ing. Manuel Lara
5	Restauran la última copia de las aplicaciones (código fuente y ejecutables)		Ing. Manuel Lara Ing. Cristian Romero Ing. Byron Cueva Ing. Jairo Álvarez
6	Realiza la configuración de la red original en el nuevo servidor.		Ing. Gabriel Bucheli
7	Comunica fin de restauración de servicios a usuarios.		Lic. Sonia Bossano

Tabla 4.23. Durante la contingencia Municipio de Ibarra

Fuente. Manual de Gestión de Continuidad del Municipio de Ibarra

3. Después de la contingencia: Corregir el problema y agregar a una bitácora de acontecimientos (Ver tabla 4.24)

Una vez restablecidos los servicios en el servidor alternativo, se debe detectar el problema por el cual el servicio se detuvo, se deberá crear una bitácora de soluciones para plasmar la o las soluciones y finalizada la recuperación del servidor original se deberán restaurar aplicaciones y servicios.

Escenario de Contingencia:		Pérdida de los servidores que contienen las aplicaciones y servicios que se han catalogado como críticos.	
Después de la Contingencia			
Estrategia a aplicar:		Recuperar el servidor original y restaurar las aplicaciones y servicios perdidos.	
Nº	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	INSTRUCTIVO	RESPONSABLE
1	Verifica y evalúa el problema o daño en los servidores.		Ing. Gabriel Bucheli
2	Corrige el problema o daño en los servidores.		Ing. Gabriel Bucheli
3	Configuran los servidores y restauran las aplicaciones y datos perdidos.		Ing. Manuel Lara Ing. Cristian Romero Ing. Byron Cueva Ing. Jairo Álvarez
4	Baja el servidor alternativo levantado durante la contingencia		Ing. Gabriel Bucheli
6	Realiza la configuración de la red original en los servidores recuperados.		Ing. Gabriel Bucheli

Tabla 4.24. Después de la contingencia Municipio de Ibarra

Fuente. Manual de Gestión de Continuidad del Municipio de Ibarra

4.4.4.2. Directorio de Funcionarios

Se debe contar con un directorio de todos los funcionarios, para poder localizarlos en el caso de presentarse un contingente.

Cargo	Nombre	Dirección / Área	Teléfono
Director de Tecnologías de la Información y Comunicación - TIC	Ing. Irving Reascos	TIC	09959----
Responsable de Software e Internet	Lic. Sonia Bossano	TIC/Software	09963----
Responsable de Hardware y Comunicaciones	Lic. Miguel Tobar	TIC/Hardware	09963----
Analista de Sistemas	Ing. Jairo Álvarez	TIC/Software	09403----
Analista de Sistemas	Ing. Manuel Lara	TIC/Software	09963----
Analista de Sistemas	Ing. Cristian Romero	TIC/Software	09017----
Analista de Sistemas	Ing. Byron Cueva	TIC/Software	08623----
Analista de Sistemas	Ing. David Bolaños	TIC/Software	09361----
Analista de Sistemas	Srta. Gladys Potosí	TIC/Software	09546----
Analista de Sistemas	Ing. Andrea Rea	TIC/Software	08974----
Administrador de Red	Ing. Gabriel Bucheli	TIC/Hardware	09675----

Tabla 4.25. Directorio de funcionarios de la Dirección de TIC

Fuente. Manual de Gestión de Continuidad del Municipio de Ibarra

CAPÍTULO 5. Conclusiones y recomendaciones



CONTENIDO:

- 5.1. Conclusiones
- 5.2. Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- El Municipio de Ibarra es una institución que poseía varios servidores subutilizados, teniendo la expectativa de seguir creciendo, ya que cuentan con varios sistemas y proyectos en desarrollo. La solución implementada no tiene ningún costo y no represento un limitante para la institución.
- La virtualización es muy útil para disminuir o eliminar la subutilización de servidores, permitiendo a través de esto un eficiente uso de los recursos, facilidad de recuperación de sistemas y servicios, además de una administración descentralizada.
- La virtualización representa una gran ventaja en el aspecto ecológico, ya que al crear ambientes virtuales existe un mejor uso de recursos y se reduce la adquisición de hardware, tales como servidores, sistemas de enfriamiento y gastos que implican el uso de los mismos.
- Las herramientas estudiadas en su versión gratuita tienen muchos limitantes, pero para la implementación en una empresa mediana o pequeña serian una perfecta solución.
- Durante el desarrollo de la investigación se realizaron pruebas que permitieron determinar características para la selección de la mejor herramienta de virtualización, estas características fueron adaptadas a los requerimientos del municipio de Ibarra, sin embargo es posible tomarlos como referencia para cualquier otra institución.
- Se contará con una guía de implementación de un sistema de virtualización, sin importar si requiere licenciamiento o no, apta para la toma de decisiones al momento de seleccionar e implementar una herramienta de virtualización.
- Se ha planteado una guía de gestión de continuidad del negocio, el cual contiene los pasos fundamentales para lograr un buen desempeño dentro de un centro de procesamiento de datos.
- La creación de una planificación al momento de la implementación fue de total importancia porque a través de este procedimiento se logró conocer los recursos (tecnológicos y humanos) que posee la institución y fue de base fundamental para la toma de decisiones con respecto a los escenarios de consolidación.
- Una vez concluida la implementación en el Municipio de Ibarra se ha podido palpar los beneficios en cuanto a la economía de la institución, ya que de no haberse virtualizado se debería haber adquirido varios servidores físicos lo que conllevaba a muchos gastos.

5.2.Recomendaciones

- Por motivos de seguridad se debe considerar contar con algún tipo de Raid para proteger la información existente, al momento de virtualizar.
- Para la selección de una herramienta de virtualización se debe tener en cuenta siempre los requerimientos de la institución donde se va a implementar y plantear otros en el caso de ser necesario.
- Antes de realizar la implementación definitiva se debe realizar pruebas con la herramienta elegida en el ambiente de trabajo real, para evitar posibles problemas en lo posterior.
- Antes de realizar un proceso de virtualización se debe realizar un plan de implementación con esto se detectará la criticidad de los recursos, el consumo de los mismos durante la ejecución de sistemas o servicios, con lo cual se podrá establecer escenarios de virtualización.
- Con la creación del documento de gestión de continuidad se puede obtener muchos beneficios para evitar pérdidas de servicio o solucionarlo en el menor tiempo posible, pero es recomendable ponerlo en práctica y realizar un seguimiento del documento.
- No excederse en la asignación de recursos (memoria, CPU, disco duro) a las máquinas virtuales, ya que luego de creadas es posible incrementar la capacidad de los recursos.
- KVM es una herramienta de virtualización que permite la sobreasignación de recursos, es decir que se puede asignar la misma cantidad de memoria RAM física a varias máquinas virtuales, pero en el caso de excederse en la asignación de memoria RAM, se debe incrementar el swap en cada uno de los servidores virtuales, para evitar el colapso del sistema operativo principal.
- Durante la investigación se encontró una plataforma de virtualización llamada Proxmox, la misma que se encuentra basada en sistemas de código abierto que permite la virtualización sobre KVM, por esta razón se recomienda hacer pruebas con esta herramienta para ver la eficiencia con la que cuenta y en lo posterior migrar las máquinas virtuales actuales.

GLOSARIO

Anfitrión:	También conocido como host, es el sistema operativo que ejecuta el software de virtualización.
Apache:	Es un servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP.
Bare-metal:	Se refiere a la arquitectura física subyacente de una computadora. Ejecutar un sistema operativo en un bare-metal es otra forma de referirse al hecho de ejecutar una versión sin modificar el sistema operativo en el hardware físico.
CDP:	Un CDP o Centro de Procesamiento de datos, es aquella ubicación donde se concentran los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización.
Chipset:	Es el conjunto de chips que se encargan de controlar determinadas funciones del computador, como la forma en que interactúa el microprocesador con la memoria o la caché, o el control de los puertos y slots PCI, USB y otros
CIFS:	Common Internet File System (Sistemas de archivos de internet comunes), es un protocolo que define un standard para el acceso remoto a archivos. Con lo cual usuarios de distintas plataformas y computadoras pueden compartir archivos sin tener que instalar un nuevo software
Clúster:	Un clúster de servidores es un grupo de sistemas independientes, conocidos como nodos, que trabajan juntos como un sistema único para asegurar que los recursos y las aplicaciones de importancia decisiva permanecen disponibles para los clientes.
Dominio 0:	Dominio 0 es un sistema operativo invitado privilegiado de Xen, está diseñado para acceder al hardware directamente y manejar los dispositivos. Una de las responsabilidades del dominio 0 es de asignar los recursos de hardware para los dominios invitados (dominios U)
DPM:	Distributed Power Management, permite reducir el consumo eléctrico de un centro de procesamiento de datos (CPD).
Firewall:	Un cortafuego (firewall en inglés), es una parte de un sistema o una red que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al

mismo tiempo comunicaciones autorizadas.

- FTP:** File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos), es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red
- HBA:** Adaptador de bus del host, conecta un sistema servidor (Ordenador) a una red y dispositivos de almacenamiento
- Hipervisor:** Es el software de virtualización, que se ejecuta como parte del sistema operativo o a su vez es el anfitrión
- Hosted:** Se refiere al software de virtualización que se ejecuta sobre un sistema operativo
- HyperTransport:** Es una conexión punto a punto de alta velocidad, bidireccional, de baja latencia de interconexión que proporciona un ancho de banda escalable entre núcleos de computación, subsistemas de E / S, los bancos de memoria y otros chipsets.
- IDE:** Integrated Device Electronics, es un estándar de interfaz para la conexión de los dispositivos de almacenamiento masivo de datos y las unidades ópticas
- Invitado:** Conocido como huésped o guest, es el sistema operativo virtualizado.
- iSCSI:** Internet SCSI, es un standard basado en IP para enlazar sistemas de almacenamiento de datos en una red transfiriendo datos al transportar comandos SCSI sobre redes de IP.
- IT o TI:** (Tecnología de Información), es la utilización de tecnología, específicamente computadoras y ordenadores electrónicos, para el manejo y procesamiento de información.
- LUN:** En almacenamiento, una **logical unit number** es una dirección para una unidad de disco duro y por extensión, el disco en sí mismo.
- Máquina virtual:** Representa una instancia del hardware virtualizado, los sistemas operativos huéspedes corren sobre una máquina virtual.
- Microsoft:** Es una empresa multinacional, desarrolla, fabrica, licencia y produce software y equipos electrónicos.
- NAS:** (Almacenamiento de conexión a red), funciona de tal forma que los discos están conectados a la red y las estaciones o servidores utilizan la red para acceder a ellos.

- NAT:** (Network Address Translation - Traducción de Dirección de Red), es un mecanismo utilizado por routers IP para intercambiar paquetes entre dos redes que asignan mutuamente direcciones incompatibles. Consiste en convertir, en tiempo real, las direcciones utilizadas en los paquetes transportados.
- NFS:** Network File System (Sistema de archivos de red), es un método para lograr que un sistema de ficheros de una máquina remota sea accesible para el sistema local
- NIC:** (network interface card; en español "tarjeta de interfaz de red"), es el nombre con el cual se les reconoce a las tarjetas.
- Oracle:** Es una de las mayores compañías de software del mundo, que ha creado un sistema de gestión de base de datos objeto-relacional (u ORDBMS por el acrónimo en inglés de Object-Relational Data Base Management System).
- Paridad:** Se utiliza para determinar si los datos se han perdido o comprometido de alguna manera durante la transferencia de una fuente de la raíz a otra ubicación.
- PXE:** Preboot eXecution Enviroment, es un ambiente de ejecución prebooteo, es una característica en BIOS, permite realizar un booteo, a través de la red.
- QEMU:** Es un emulador y virtualizador genérico de la CPU. También permite que el sistema operativo alojado se comunice con el módulo KVM utilizando un proceso que ejecuta un QEMU.
- RAID:** Es un conjunto redundante de discos independientes, utiliza múltiples disco duros para el almacenamiento.
- Rootkit:** Es un programa que permite un acceso de privilegio continuo a una computadora pero que mantiene su presencia activamente oculta al control de los administradores al corromper el funcionamiento normal del sistema operativo o de otras aplicaciones.
- SAN:** Es una arquitectura de almacenamiento en red de alta velocidad y gran ancho de banda.
- SAS:** Serial Attached SCSI, es una interfaz de transferencia de datos en serie. Aumenta la velocidad y permite la conexión y desconexión de forma rápida

- SATA:** (Serial Advanced Technology Attachment) es una interfaz de transferencia de datos entre la placa base y algunos dispositivos de almacenamiento
- SCSI:** Small Computer System Interface (Interfaz de Sistema para Pequeñas Computadoras), es una interfaz estándar para la transferencia de datos entre distintos dispositivos del bus de la computadora.
- SELinux:** Security-Enhanced Linux (Seguridad Mejorada de Linux), es una característica de seguridad de Linux que provee una variedad de políticas de seguridad, a través del uso de módulos de Seguridad en el núcleo Linux.
- TLB:** Translation Lookaside Buffer, es una memoria caché, que contiene partes de la tabla de paginación, es decir, relaciones entre direcciones virtuales y reales.
- TFTP:** Trivial file transfer Protocol (Protocolo de transferencia de archivos trivial), es un protocolo de transferencia muy simple que no dispone de capacidades de directorio ni de contraseña.
- VPN:** Virtual Private Network, en español Red privada virtual, es una tecnología de red que permite una extensión segura de la red local sobre una red pública o no controlada.
- Virtual IT:** Empresa Quiteña, representante para el Ecuador de la empresa VMWARE, está ubicada en Av. Granda Centeno OE5-10 y Vasco de Contreras, Quito -Ecuador
- XEN:** Monitor de máquina virtual de código abierto, proporciona aislamiento seguro, control de recursos, garantías de calidad de servicio y migración de máquinas virtuales en caliente.

BIBLIOGRAFÍA

- FreeNAS*. (15 de Noviembre de 2012). Recuperado el 2 de Diciembre de 2012, de <http://es.wikipedia.org/wiki/FreeNAS>
- Abad, A. (2008). *CEO - Redes de área local*. McGraw-Hill.
- AMD Corporate. (s.f.). *AMD*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2012, de <http://www.amd.com/>
- Fedora Project. (s.f.). *Guia de Fedora 14*. Recuperado el 7 de Febrero de 2012, de http://docs.fedoraproject.org/es-ES/Fedora/14/pdf/User_Guide/Fedora-14-User_Guide-es-ES.pdf
- Gonzalez, J. M. (2009). *Instalando y Configurando Citrix XenServer 5.5*. Recuperado el 4 de Agosto de 2012, de <http://vimeo.com/6411960>
- Gonzalez, J. M. (10 de Mayo de 2010). *Beneficios de VMware Storage VMotion*. Recuperado el 16 de Julio de 2012, de <http://www.josemariagonzalez.es/2010/05/10/beneficios-vmware-storage-vmotion.html>
- Gonzalez, J. M. (1 de Junio de 2010). *Blog Virtualización & Cloud Computing*. Recuperado el 3 de Mayo de 2012, de <http://www.josemariagonzalez.es/2010/06/01/citrix-xenserver-56.html>
- González, J. M. (2010). *VMWare vSphere 4*. En J. M. González, *VMWare vSphere 4: Puesta en marcha de una infraestructura virtual*.
- IBM. (31 de Mayo de 2009). *Anatomía de un hipervisor Linux*. Obtenido de <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/l-hypervisor/index.html>
- Instituto Tecnológico de Informática ITI. (s.f.). *Herramientas de Virtualización Libres*. Recuperado el 27 de Enero de 2012, de www.iti.es
- Intel. (s.f.). *Virtualización asistida por hardware*. Recuperado el 23 de Junio de 2012, de <http://www.intel.la/content/www/xl/es/virtualization/virtualization-technology/hardware-assist-virtualization-embedded-technology.html>
- IPCOM. (s.f.). *La nueva tecnología de virtualización para entornos empresariales*. Recuperado el 25 de Marzo de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/56971241/Taller-Rhcva-Ipcom>

- Madrigal, J. (Septiembre de 2011). *Implementacion de LVM*. Recuperado el 26 de Febrero de 2012, de <http://madrigaladmin.blogspot.com/2011/08/implementacion-de-lvm.html>
- Metrica. (s.f.). *Soluciones de Infraestructura - Virtualización*. Recuperado el 29 de Agosto de 2012, de <http://www.metrica2000.com/paginas/soluciones.html#virtualizacion>
- Morales Vázquez, J. M. (s.f.). *Diseñando Sistemas de Alta Disponibilidad y Tolerantes a Fallos*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2011, de http://blog.unlugarenelmundo.es/?page_id=127
- Mundo IP. (s.f.). *Optimización de entornos*. Recuperado el 16 de Enero de 2012, de <http://www.mundoip.com/es/servicios/sistemas.html>
- PCActual. (s.f.). *Virtualización*. Recuperado el 4 de Mayo de 2012, de http://www.pcactual.com/articulo/laboratorio/especiales/7434/virtualizacion_apodera_del.html
- RED HAT. (s.f.). *Red Hat Enterprise Virtualization*. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de www.redhat.com
- Rodriguez, Y., Luna, K., Gonzalez, J., Tekia, L., Rave, F., Arias, L., y otros. (s.f.). *Monitoreo, administración y gestión integral de la red*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/8761262/Manual-Gestion-y-Monitoreo-Uptime-en-Windows>
- Rudy Barrios. (Febrero de 2008). En que consiste la virtualización. *Business Transformation*.
- SAREIN. (s.f.). *VMware vMotion*. Recuperado el 13 de Agosto de 2012, de <http://www.sarein.com/Sistemas/Virtualizaci%C3%B3n/VMware/VMwareVMotion/tabid/143/Default.aspx>
- SE BLOG. (s.f.). *Foro de virtualización*. Obtenido de http://infra-se.blog.sonet.ne.jp/_images/blog/_4bb/infra-se/vtd.jpg
- Talens Oliag, S. (25 de Septiembre de 2010). *Herramientas de virtualización libres para sistemas GNU/Linux*. Recuperado el 1 de Junio de 2012, de http://www.uv.es/~sto/charlas/2010_CIM/hvl-cim-2010-slides.html/index.html
- TuQuiosco. (s.f.). *Productos virtualización: VMWare*. Recuperado el 5 de Junio de 2012, de <http://tuquiosco.es/virtualizacion/productos-virtualizacion-vmware/>
- uptimesoftware. (s.f.). *Up.Time*. Recuperado el 29 de Julio de 2012, de www.uptimesoftware.com

Virtualization Softwares. (s.f.). *What is hardware virtualization*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2012, de <http://www.virtualizationsoftwares.com/what-is-hardware-virtualization/>

VMware. (23 de Octubre de 2012). *Requisitos mínimos del sistema para la instalación de ESX/ESXi*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2012, de http://kb.vmware.com/selfservice/microsites/search.do?language=en_US&cmd=displayKC&externalId=2016839

Wikipedia. (30 de Noviembre de 2012). *RAID*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2012, de http://es.wikipedia.org/wiki/RAID#RAID_1.2B0

Wikipedia. (29 de Noviembre de 2012). *VMware*. Recuperado el 1 de Diciembre de 2012, de <http://es.wikipedia.org/wiki/VMware>

Wikipedia. (s.f.). *Network-attached storage*. Recuperado el 12 de Octubre de 2012, de http://es.wikipedia.org/wiki/Network-attached_storage

ANEXOS

- Anexo A.** Guía de uso del servidor Blade
- Anexo B.** Creación de Raid en servidor Blade
- Anexo C.** Instalación de XenServer
- Anexo D.** Instalación de VMware
- Anexo E.** Instalación de RHEVH
- Anexo F.** Instalación de DEBIAN
- Anexo G.** Instalación de KVM
- Anexo H.** Guía uso de KVM
- Anexo I.** Añadir un storage en KVM
- Anexo J.** Gestión LVM
- Anexo K.** Guía de Backups
- Anexo L.** Instalación de FreeNAS
- Anexo M.** Instalación de correo Zimbra en Ubuntu