



TESINA DE LICENCIATURA

Título: Virtualización y Green IT
Autor: Juan Marcos Pérez
Directora: Mg. Lía Molinari
Carrera: Licenciatura en Sistemas

Resumen

Como humanos, nos apasionan los avances y la amplia adopción de las Tecnologías Informáticas. Las mismas han aportado enormes beneficios y han mejorado la calidad de vida de casi toda la humanidad, pero también han venido contribuyendo negativamente al medio ambiente sin que la mayoría de las personas se percaten de ello. Las computadoras y otras infraestructuras de tecnologías informáticas, consumen importantes cantidades de electricidad agregando una pesada carga sobre nuestras redes eléctricas y favoreciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. El hardware de estas tecnologías plantea graves problemas ambientales durante su producción y su disposición. Estamos obligados a reducir o eliminar en lo posible el impacto medioambiental de las Tecnologías Informáticas para ayudar a crear un entorno más sostenible. Green IT se refiere al uso eficiente de los recursos informáticos minimizando el impacto ambiental, maximizando su viabilidad económica y asegurando deberes sociales. En esta tesina el objetivo general es realizar una investigación sobre Green IT y su relación con las diferentes Tecnologías Verdes que existen en la actualidad tales como: Cloud Computing, Grid Computing y Virtualización, con el propósito de identificar el ahorro de los diversos tipos de recursos y el impacto positivo en el medio ambiente.

Palabras Claves

Green IT, RoHS y WEEE, Virtualización, Cloud Computing, Grid Computing, huella de carbono, Tecnologías Verdes, Paravirtualización, Emulación, Maquina Virtual, Hypervisor.

Trabajos Realizados

Investigación sobre la tecnología y su influencia en el medio ambiente. Regulaciones, huella de carbono, materiales reciclables, etc.
Investigación y análisis de las diferentes Tecnologías Verdes. (Cloud y Grid Computing, Virtualización).
Estudio y análisis de las aplicaciones que conforman el mercado actual.
Experimentos de performance, tiempo de respuesta y consumo de energía en un entorno establecido con aplicaciones de virtualización.

Conclusiones

Basado en las investigaciones teóricas se pudo comprobar cómo Green IT, aplicándole "Tecnologías Verdes" tales como Cloud Computing, Grid Computing y Virtualización, proporcionan una nueva alternativa de trabajo más ecológica, que permite el ahorro de diferentes recursos. Los experimentos realizados demostraron que la performance y los tiempos de respuesta de las máquinas virtuales son similares a las físicas sumándole la ventaja que proporciona un ambiente virtualizado.

Trabajos Futuros

Green IT, Virtualización, Grid y Cloud Computing son temas modernos en continuo crecimiento donde los posibles trabajos futuros en líneas de investigación y prácticos son muy variados.
Los mismos pueden incluir análisis más profundos sobre cada una de estas Tecnologías Verdes, aplicación de métodos estadísticos, sondeos y encuestas empresariales, estudio de estándares, regulaciones y certificaciones, etc.

Agradecimientos:

A mis padres Juan y Dora, a mi hermana Silvia y su familia, por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de la carrera.

A mi novia Eliana por su amor, cariño y comprensión.

A la profesora Lía Molinari por su asesoría y dirección en la realización de esta tesis.

Índice de Contenidos

Índice de Contenidos	3
ESTRUCTURA DE LA TESIS	7
INTRODUCCION GENERAL.....	8
Introducción de la Tesis de Grado	8
Motivación.....	9
Objetivo.....	9
CAPITULO 1 – GREEN IT	11
1.1. Introducción	11
1.1.1. Impacto Ambiental	12
1.2. Orígenes.....	13
1.3. Regulaciones e Iniciativas de la Industria	13
1.3.1. Energy Star & TCO Certification.....	13
1.3.2. EPEAT	14
1.3.3. Responsabilidad Extendida del Productor	15
1.3.4. Acta de Reinversión y Recuperación Americana	18
1.3.5. RoHS & WEEE	18
1.4. Green IT en América Latina.....	22
1.4.1. AmbientIC.....	24
1.5. Administración de la Energía	25
1.6. Huella de carbono	28
1.6.1. Certificación de la Huella de carbono	32
1.6.2. Huella de Carbono Personal.....	38
1.6.3. Calculando nuestra huella ecológica	39
1.6.4. Huella Mundial	42
1.7. Materiales reciclables.....	43
1.8. Software y optimización de la implementación.....	44
1.8.1. Eficiencia de Algoritmos.....	44
1.8.2. Asignación de Recursos.....	45
1.9. Tecnologías Verdes.....	46
1.9.1. Virtualización.....	46
1.9.2. Arquitectura Cliente-Servidor, Clientes livianos.....	47
1.9.3. Cloud Computing	48
1.9.4. Tele trabajo	48

1.9.5. Educación y Certificación	49
CAPITULO 2 – CLOUD COMPUTING	50
2.1 Introducción	50
2.2 Comienzos.....	51
2.3 Características	52
2.4 Beneficios.....	54
2.5 Desventajas.....	56
2.6 Aspectos Legales	57
2.7 Capas en Cloud Computing.....	59
2.7.1 Infraestructura como Servicio (IaaS).....	59
2.7.2 Plataforma como servicio (PaaS).....	61
2.7.3 Software como servicio (SaaS)	62
2.7.4 Comunicación como servicio (CaaS)	64
2.7.5 Monitoreo como Servicio (MaaS)	67
2.8 Diferentes Tipos de Nubes.....	67
2.8.1 Nubes Públicas.....	68
2.8.2 Nubes Privadas	68
2.8.3 Nubes Híbridas	69
2.9 Estándares usados	70
2.10 Precios y Costos.....	72
2.11 El futuro y los Desafíos Pendientes	73
2.12 Seguridad.....	76
2.13 Sistemas Operativos Online	78
2.14 Ejemplos de Cloud Computing.....	81
CAPITULO 3 – GRID COMPUTING	83
3.1. Grid Computing	83
3.2. Características Principales	85
3.3. Desventajas.....	86
3.4. Ventajas y Requisitos.....	86
3.5. Arquitectura Grid	87
3.6. ¿Por qué usar Grid Computing?	89
3.6.1. Campos de Aplicación	90
3.6.2. Proyectos Grid	90
3.6.3. Proyectos en América Latina.....	93
CAPITULO 4 – VIRTUALIZACION.....	94

4.1.	Introducción	94
4.2.	Conceptos Básicos	94
4.2.1.	Virtualización relacionada con el Green IT.....	97
4.3.	Retos de la Virtualización.....	97
4.4.	Ventajas	98
4.4.1.	Ventajas en una Pyme.....	100
4.5.	Desventajas.....	101
4.6.	Tipos de Virtualización.....	102
4.7.	Virtualización Completa.....	102
4.8.	Virtualización Parcial	107
4.9.	Virtualización a nivel de S.O.....	107
4.9.1.	Ejemplos de Virtualización a nivel de S.O.	109
4.9.2.	Ventajas y Desventajas de Virtualizacion por S.O.	114
4.10.	Paravirtualización	114
4.10.1.	Entornos donde usar Paravirtualización	117
4.10.2.	Aplicaciones de Paravirtualización	118
4.11.	Emulación.....	122
4.11.1.	Estructura de un Emulador	124
4.11.2.	Ejemplos de Emuladores.....	125
4.12.	Máquina virtual	129
4.13.	Hipervisor.....	131
4.14.	Infraestructura Virtual	132
4.14.1.	Ventajas de la Infraestructura Virtual.....	133
4.15.	La Virtualización en la Empresa.....	133
4.16.	El Camino a la Virtualización	136
4.17.	Seguridad en Virtualización.....	137
4.17.1.	Pasos para proteger ambientes virtuales	138
CAPITULO 5 – CONCLUSION		143
5.1.	Conclusión: Virtualización, Cloud Computing y Green IT	143
CAPITULO 6 – SECCIÓN PRACTICA		146
6.1.	Introducción	146
6.1.1.	Pruebas realizadas	146
6.2.	Conclusiones Generales de la Práctica	157
Referencias Bibliográficas		159

ESTRUCTURA DE LA TESIS

La tesis está organizada manteniendo la estructura general de un texto científico: consta de la introducción, la motivación donde se explican las razones del tema elegido, los objetivos que reflejan los propósitos de la investigación, cuatro capítulos divididos por temas que conforman el cuerpo principal, las conclusiones basadas en la investigación teórica y práctica, las pruebas realizadas en diferentes ambientes y por último, las referencias indicando las fuentes de los textos obtenidos que han sido la base principal para el desarrollo de esta tesis.

La introducción general comienza con una visión amplia de la Informática y su relación con el medio ambiente, se mencionan los motivos de la investigación, la metodología empleada, las limitaciones y alcances de la tesis para finalizar con los objetivos principales de la misma.

Cada uno de los capítulos sigue la estructura típica de un artículo, realizando una descripción del tema en particular, las características, ventajas y desventajas, diferentes aspectos que varían de acuerdo al tema en cuestión, su relación con el medio ambiente y la citación de distintos ejemplos de la actualidad. Además, la tesis incluye notas de pie, para que ayuden a su mejor comprensión en el caso de que existan términos que por su naturaleza así lo requieran.

En cuanto a las referencias bibliográficas, siendo éste un tema de actualidad, se citarán en gran medida sitios de Internet, notas de interés, artículos, noticias actuales, etc., además de los libros que se enuncian.

La conclusión está basada en un estudio sobre la relación entre los temas principales: Virtualización, Cloud Computing, Grid Computing y Green IT, con el medio ambiente y mencionando cómo el uso de estas tecnologías verdes, ayudan a cuidar nuestro medio ambiente y reducir los recursos. Al mismo tiempo se enumeran las conclusiones basadas en las pruebas prácticas.

INTRODUCCION GENERAL

Introducción de la Tesis de Grado

La introducción de la informática a nuestras vidas ha cambiado evidentemente, la forma de desempeñarnos cotidianamente. Por un lado, **los avances tecnológicos han aportado enormes beneficios y han mejorado la calidad de vida de casi toda la humanidad**. Los nuevos ordenadores ponen al alcance de un gran número de individuos, medios que hasta hace poco eran impensables. Al mismo tiempo, dentro del campo de la informática, Internet supuso un cambio cualitativo y cuantitativo que todavía en estos momentos es muy difícil evaluar. En la esfera personal y social, el desarrollo de Internet ha revolucionado nuestros medios de comunicación favoreciendo el desarrollo y la transformación de los mismos, no solamente de los periódicos y revistas sino de cualquier proceso que se desarrolle sobre la base del intercambio de información. **Por otro lado, la misma conducta que hizo posible prosperar tan rápido a la especie humana, ha planteado al hombre y a otros organismos vivos de la tierra, nuevos tipos de riesgo.**

Lamentablemente, **la contaminación, el consumo y el malbaratamiento de recursos está muy relacionado con la informática y la electrónica de consumo**, y hasta que las actitudes de gasto infinito y poca consideración por el entorno vayan cambiando y desapareciendo, lo que hagamos como usuarios finales y personas por el medio ambiente, será casi tan importante como la mejor campaña verde de la compañía más significativa.

Cuando se decide fabricar un nuevo ordenador o cualquier otro objeto tecnológico, inevitablemente el medio ambiente se ve afectado, ya que se requiere de una infraestructura para que esos objetos se produzcan. Y toda esa infraestructura, también de forma inevitable, modifica su entorno. La forma en que lo hace es lo que determina que una empresa u otra sean más o menos amigables con el entorno que lo rodea.

Las empresas están poniendo cada vez más empeño en tecnologías verdes y en el reciclaje de muchos de sus productos. Existen muchas iniciativas y la mayoría son muy interesantes. Ahora sólo queda que todas copien estos modelos, cumplan los mínimos objetivos de reciclaje, consumo energético y manejo de los materiales de fabricación, y que eso repercuta favorablemente a los usuarios finales. Dispositivos electrónicos de menor consumo, regulaciones más amigables con el medio ambiente, son sólo algunos de los ítems que los fabricantes están haciendo, aunque la realidad manifieste que aún quede un largo camino por recorrer.

Una de las formas de ayudar al medio ambiente es explotando las características de la "virtualización", la cual se define como la abstracción de los recursos de una computadora. Además de ser una solución que aporta seguridad, confiabilidad y accesibilidad; brinda reducción de recursos tales como consumo energético, espacio físico, hardware, software, empleados y costos. De esta manera, al conocer las ventajas y desventajas, es importante analizar su comportamiento para lograr un máximo aprovechamiento de la misma. Al mismo tiempo, al ser una tecnología relativamente nueva, es interesante entender su tendencia, advirtiendo que aún se encuentra en continuo crecimiento y expansión adquiriendo un rol más predominante en el mercado informático.

Asimismo la nube, que incluye servicios de almacenamiento y proceso en Internet, es realmente ventajosa

porque permite al usuario acceder a su información fácilmente desde cualquier parte del mundo. El usuario puede compartir información a nivel mundial, ahorrando tiempo, recursos y disminuyendo la contaminación.

Más allá del concepto de la nube, tenemos el de Tecnologías Verdes (Green IT) que engloba la nube y a otras tantas tecnologías que hacen un uso eficiente de los recursos tecnológicos minimizando el impacto ambiental, maximizando su viabilidad económica, asegurando deberes sociales y promoviendo el reciclaje informático.

Lo esencial desde el punto de vista ambiental es que estas tecnologías verdes no sólo reducen el consumo de energía sino que también reducen la emisión de dióxido de carbono. Cuando hablamos de Cloud Computing, Virtualización o Grid Computing, estamos hablando justamente de tecnologías verdes.

Motivación

La principal razón que me llevó a optar por este tema, es la ***preocupación personal por el “medio ambiente”***. En la actualidad se puede advertir al hombre haciendo uso de las reservas de nuestro planeta consciente o inconscientemente sin importarle la disponibilidad de los recursos. Y es fundamental que todos seamos responsables entendiendo que el cuidado de lo que nos rodea es algo tan importante como respirar o comer.

Muchas veces se requiere tan poco para que mejoren las cosas o para que se dañe menos nuestro entorno, y la diferencia entre hacer algo o no hacer nada es determinante para nuestro futuro y el de mucha gente. No se trata de volvernos ecologistas de repente, ni de vigilar cada uno de nuestros movimientos; con un solo gesto es suficiente para que todo cambie.

El mundo en el que vivimos es complejo y está repleto de factores que normalmente no controlamos, pero nuestra contribución, por poca que sea, puede ser muy beneficiosa. Principalmente, lo que nosotros podemos hacer por mejorar la relación informática/medio ambiente, es cambiar nuestra manera de pensar y establecer un cambio de actitud, ya que con concientizarse no basta: hay que hacer algo, un acto que nos desmarque y que contribuya a que nuestro entorno sea más limpio. Si reunimos estos requisitos, habremos dado un paso muy importante. Vigilar el consumo de nuestro/s ordenador/es, no dejarlo/s inútilmente encendido/s, entre otras, son cosas que todos podemos hacer y son fácilmente comprensibles.

Los factores que influyen en la relación informática/medio ambiente son amplios y muy numerosos. Con esta tesis no se trata de moralizar a nadie, pero si se trata de demostrar que ya existen varias tecnologías verdes y se tienen diferentes opciones para amigarnos con el medio ambiente y reducir los recursos.

Objetivo

El objetivo general de esta tesis de grado, es realizar una investigación sobre Green IT y su relación con las diferentes tecnologías verdes que existen en la actualidad tales como Cloud Computing, Grid Computing y Virtualización con el propósito de identificar el ahorro de los diferentes tipos de recursos y el impacto positivo en el medio ambiente.

CAPITULO 1 – GREEN IT

1.1. Introducción

Desde los tiempos prehistóricos las personas han obtenido recursos de la naturaleza como cazar, protegerse, vivir, etc. ***La misma es capaz de renovar muchos recursos naturales si se consumen a un ritmo adecuado, pero otros recursos no pueden renovarse.*** Por ejemplo, el petróleo y el carbón tardan en formarse millones de años. Durante mucho tiempo las necesidades industriales y tecnológicas se han satisfecho sin prestar atención a los posibles daños causados al medio ambiente. Sin embargo, desde hace un par de años, parece ser que se ha tomado conciencia sobre los posibles daños; y sólo falta poner los medios a nuestro alcance para evitarlos. De la misma manera las actividades humanas, desde la obtención de una materia prima, hasta el desecho de los residuos generados tras la producción de un producto tecnológico, pueden tener consecuencias nefastas para la conservación del medio ambiente.

Como humanos, nos apasionan los avances y la amplia adopción de las Tecnologías informáticas. Sin embargo, éstas, han venido contribuyendo negativamente al medio ambiente sin que la mayoría de las personas se percaten de ello. Las computadoras y otras infraestructuras de tecnologías informáticas, consumen importantes cantidades de electricidad agregando una pesada carga sobre nuestras redes eléctricas y contribuyendo a las emisiones de gases de efecto invernadero.

Adicionalmente, el hardware de estas tecnologías plantea graves problemas ambientales durante su producción y su disposición. Es una parte importante y creciente de los problemas ambientales que enfrentamos hoy en día. Estamos obligados a reducir o eliminar en lo posible el impacto medioambiental de las tecnologías Informáticas para ayudar a crear un entorno más sostenible.

Green IT, también conocido como ***Green Computing***, o traducido en español como ***Tecnologías Informáticas Verdes***, se refiere al uso eficiente de los recursos informáticos minimizando el impacto ambiental, maximizando su viabilidad económica y asegurando deberes sociales. Es definido como ***el estudio y la práctica de diseñar, desarrollar, usar y disponer de computadoras, servidores y diferentes periféricos tales como monitores, impresoras, dispositivos de almacenamiento, de redes y comunicaciones eficientemente y efectivamente con un impacto mínimo o nulo en el medio ambiente.***[1]

Estamos, legal, ética y socialmente obligados a "hacer más verdes" nuestros productos de Tecnología, aplicaciones, servicios y prácticas. ***Green IT beneficia al medio ambiente a través de la mejora en la eficiencia de energía, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo el uso de materiales menos dañinos y el fomento de reutilización y reciclaje.***

Factores tales como legislación de medio ambiente, el aumento del costo de eliminación de residuos, la imagen corporativa y la percepción pública, están dando un mayor impulso a la iniciativa Green IT.

Green IT es un tema muy importante hoy en día y lo continuará siendo por varios años. Principalmente para fomentar la tecnología verde, debemos entender: ¿Cuáles son los impactos medioambientales claves que se derivan de él? ¿Cuáles son los principales problemas ambientales de TI que debemos abordar? ¿Cómo podemos hacer que nuestra infraestructura de TI, productos, servicios, operaciones, aplicaciones y prácticas ecológicamente racionales? ¿Cuáles son los reglamentos o normas con las que tenemos que cumplir?

¿Cómo se puede ayudar a las empresas de TI y a la sociedad en general en sus esfuerzos por mejorar nuestra sostenibilidad del medio ambiente?

El objetivo principal es reducir el uso de materiales dañinos para el medio ambiente, maximizar la energía eficientemente durante la vida útil del producto y promover el reciclaje y la biodegradación de productos muertos y/o la de la basura de las fábricas. La investigación en general, se focaliza en las principales áreas tales como la realización de computadoras eficientes en relación con el uso de la energía y en el diseño de algoritmos y sistemas.

1.1.1. Impacto Ambiental

La creciente acumulación de gases de efecto invernadero está cambiando el clima del mundo y sus patrones, empujando lentamente la temperatura global más alta, lo que plantea serios problemas para el mundo como sequías en algunos países e inundaciones en otros. Los datos globales muestran que las tormentas, sequías y otros desastres relacionados con el clima son cada vez más severos y más frecuentes.

Para detener la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, las emisiones globales tendrían que dejar de crecer. La electricidad es una de las principales causas del cambio climático, debido a que el carbón y el petróleo, que ayudan a generar energía eléctrica, también liberan dióxido de carbono, contaminantes y azufre a la atmósfera. Estas emisiones pueden causar enfermedades respiratorias, humo, niebla, lluvia ácida y el cambio climático global. ***Reducir el consumo de energía eléctrica es clave para reducir las emisiones de dióxido de carbono y su impacto sobre el medio ambiente y el calentamiento global.***

La Tecnología informática afecta a nuestro medio ambiente de varias maneras diferentes. Cada etapa de la vida de una computadora, desde su producción, a través de su uso y en su disposición, presenta problemas ambientales. Fabricar equipos y sus diversos componentes electrónicos y no electrónicos, consume electricidad, materias primas, productos químicos y agua, además de generar residuos peligrosos. Todos ellos aumentan las emisiones de dióxido de carbono causando un impacto en el medio ambiente directa o indirectamente.

El consumo total de energía eléctrica generada por servidores, computadoras, monitores, equipos de comunicaciones y sistemas de refrigeración para centros de datos, está en constante aumento. Este incremento en los resultados de consumo de energía produce un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. ***Cada PC en uso genera alrededor de una tonelada de dióxido de carbono cada año.*** Los componentes de las computadoras contienen materiales tóxicos. Año tras año, los consumidores desechan una gran cantidad de computadoras, monitores y otros equipos electrónicos antiguos, dos o tres años después de la compra, y la mayor parte termina en los basureros contaminando la tierra y el agua.

El aumento del número de computadoras y su uso, junto con sus reemplazos frecuentes, hacen que el impacto ambiental sea una gran preocupación. En consecuencia, existe una creciente presión sobre el hombre - la industria de IT, las empresas y los individuos - para que las Tecnologías Informáticas sean amigables con el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, desde el nacimiento hasta el fin. Justamente la tendencia actual de RSE (***Responsabilidad Social Empresarial***) incluye ***proteger nuestro medio ambiente.***

Por último cabe destacar, tal cual lo es mencionado en Deloitte [23], algunas de las consecuencias del

cambio climático global son extremos en temperaturas y precipitaciones que resultan en inundaciones en algunas áreas y sequías en otras, inicio de más frecuentes y más poderosos huracanes, crecimiento en el nivel del mar debido al derretimiento de la capa de hielo, glaciares que comienzan a desaparecer, multiplicación de los incendios forestales y olas de calor que cada vez son más insoportables, entre otros.

1.2. Orígenes

El término de Green IT comenzó a utilizarse después de que la **Agencia de Protección Ambiental (EPA, U.S Environmental Protection Agency)**¹ de los Estados Unidos desarrollara el programa **Energy Star** en el año 1992, diseñado para promover y reconocer la eficiencia energética de diversas tecnologías como computadoras, monitores y aires acondicionados.



FIGURA 1.1: Logo de la EPA.

1.3. Regulaciones e Iniciativas de la Industria

1.3.1. Energy Star & TCO Certification

Energy Star es una **norma internacional para el consumo eficiente de energía** en productos originados en Estados Unidos de América. Inicialmente fue creado como un programa del gobierno de los Estados Unidos durante la década de 1990, y más tarde Australia, Canadá, Japón, Nueva Zelanda, Taiwán y la Unión Europea adoptaron el mismo. Esto resultó en la adopción mundialmente conocida del **Sleep Mode**² (modo de

¹ The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) es una agencia del gobierno federal de Estados Unidos encargada de proteger la salud humana y el medio ambiente a través de regulaciones basadas en leyes aprobadas por el Congreso [2]. La EPA fue propuesta por el presidente Richard Nixon y comenzó su operación el 3 de Diciembre de 1970 después que Nixon presentó un plan de reorganización para el Congreso y que fue ratificado por audiencias de comités en la Cámara de Representantes y el Senado. La agencia está dirigida por su Administrador que es nombrado por el presidente y aprobado por el Congreso. La EPA no es un departamento del gabinete, pero el administrador se da normalmente rango ministerial. La agencia cuenta con aproximadamente 18.000 empleados a tiempo completo [3]. Mas información en el sitio oficial <http://ww.epa.gov>.

² Sleep mode se refiere a un modo de baja potencia para dispositivos electrónicos tales como computadoras, televisores y dispositivos de control remoto. Estos modos ahorran significativo consumo eléctrico comparado con

suspensión) entre los dispositivos electrónicos. Como se mencionó, el término Green IT o Green Computing fue probablemente acuñado poco tiempo después que el programa Energy Star comenzara. Existen varios documentos de USENET que datan del año 1992 en los cuales ya se usa el término en esta manera.

Los aparatos con el logotipo Energy Star, como los productos informáticos, periféricos, electrodomésticos, edificios y otros productos, por lo general utilizan entre un 20% y 30% menos energía que la requerida por las normas federales.



FIGURA 1.2: Logo Energy Star con el que se identifican los productos que cumplen dicha norma.

Paralelamente [4] , **la organización sueca TCO Development, propiedad de la Confederación Sueca de Empleados Profesionales (Swedish Confederation of Professional Employees)**³ **lanzó el programa de certificación TCO**⁴ para promover las bajas emisiones magnéticas y eléctricas para los monitores de computadoras basados en CRT. Este programa fue más tarde expandido para incluir más criterio en el consumo de energía, ergonomía y el uso de materiales nocivos para la construcción. Muchos productos Europeos están etiquetados con este estándar en lugar de Energy Star.

1.3.2. EPEAT

EPEAT (Electronic Product Environment Assessment Tool) [5] **es una herramienta que funciona en Internet con la que se puede realizar una “Evaluación Ambiental de Productos Electrónicos”**. La misma es propiedad de la EPA y se puede seleccionar y evaluar computadoras de escritorio, laptops y monitores en base a sus características ambientales. Los productos EPEAT están diseñados para reducir el consumo de energía, disminuir las actividades de mantenimiento y permitir el reciclaje de materiales incrementando su eficiencia y tiempo de vida de los productos computacionales.

El **Sitio Web de EPEAT [6] proporciona una guía para los compradores y los fabricantes**, además de tener una base de productos registrados. Estos productos deben cumplir con un estándar de desempeño ambiental de productos electrónicos IEEE 1680 – 2006.

Para el mes de Junio de 2007, aproximadamente 532 productos creados por 19 de los fabricantes más importantes a nivel internacional como Apple, CTL Corp., Dell, Inc., Fujitsu Computer Systems Corp.,

dejar los dispositivos encendidos y ociosos además de permitirle al usuario no necesitar reiniciar dichos dispositivos.

³ La Confederación Sueca de Empleados Profesionales es una central sindical nacional, la organización que agrupa a dieciocho sindicatos en Suecia que organizan a los trabajadores calificados y otros profesionales tanto en el sector privado y el público. Los sindicatos afiliados reúnen en total alrededor de 1,3 millones de empleados.

⁴ TCO Certification es una serie de certificaciones de producto para equipos de oficina (en su mayoría monitores).

Gateway, Inc, Hewlett Packard, Lenovo, LG Electronics USA Incorporated, Mind Computer Products, MPC Computers LLC, NEC Display Solutions, Inc., Northern Micro, Inc., Panasonic, Phillips Electronics Ltd, Samsung Electronics America, Sona Computer, Inc., Sony Electronics Inc., Toshiba y ViewSonic Corp., estaban registrados en EPEAT y listados en el registro de Productos EPEAT.

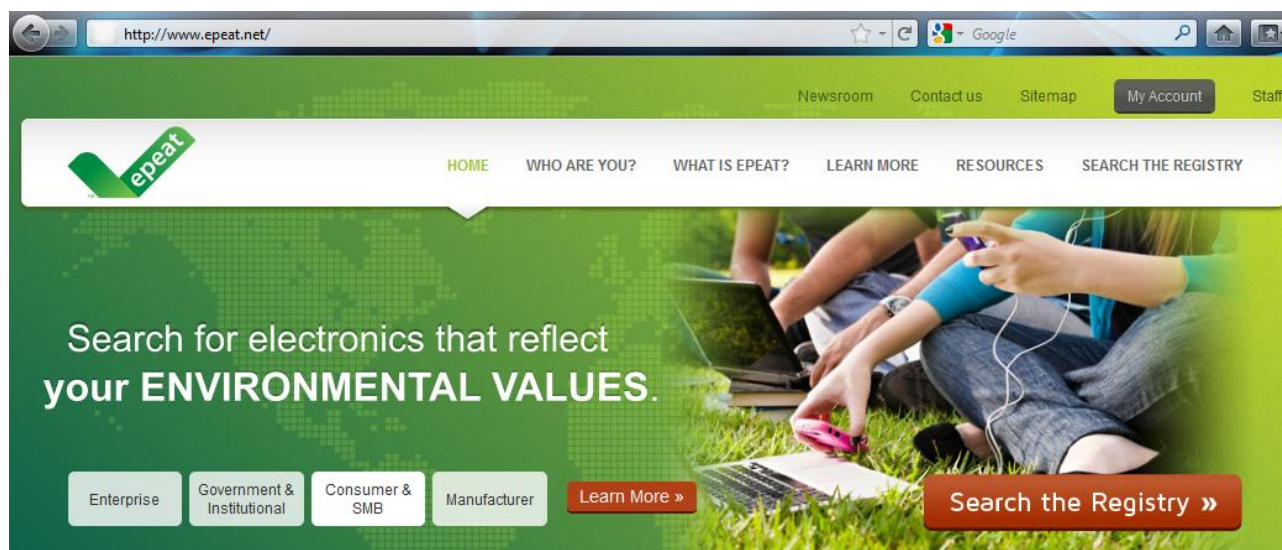


FIGURA 1.3: Página Oficial de EPEAT- <http://www.epeat.net>

1.3.3. Responsabilidad Extendida del Productor

Se ha puesto un gran esfuerzo en **darles las responsabilidades a los productores para que retiren del mercado ellos mismos los equipos o dispositivos electrónicos que no son más requeridos**. Esta metodología es conocida como “Responsabilidad Extendida del Productor” (REP) del inglés *Extended Producer Responsibility*, y es una de las tendencias que está alcanzando mayor fuerza en el marco de la sustentabilidad de las empresas. Integra el fenómeno crítico de la Responsabilidad Social Empresaria (RSE) y su proyección en el Desarrollo Sustentable.

REP **se define como "la ampliación de las responsabilidades de los productores, a la etapa de post consumo en el ciclo de vida de sus productos"**. Este concepto se basa en la premisa que la responsabilidad legal de las empresas en relación con el impacto al ambiente, no acaba con la venta de sus productos. Significa que el productor no sólo se encarga del “nacimiento” del producto sino que también de la “muerte” del mismo.

La misma comprende una estrategia central en el diseño de instrumentos para el manejo de envases y embalajes y está siendo **fuertemente promovida por los gobiernos de los países miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)**⁵. El requerimiento de responsabilidad por

⁵ OCDE [13], es una organización de cooperación internacional, compuesta por 34 estados, cuyo objetivo es coordinar sus políticas económicas y sociales. Fundada en 1960, con sede central en el Château de la Muette, París, Francia. En la OCDE, los representantes de los países miembros se reúnen para intercambiar información y armonizar políticas con el objetivo de maximizar su crecimiento económico y coayudar a su desarrollo y al de los países no miembros. Se considera que la OCDE agrupa a los países más avanzados y desarrollados del planeta, siendo apodada como club de los países ricos. [14] Los países miembros son los que proporcionan al mundo el 70% del mercado mundial y representan el 80% del PNB mundial. Sus principales objetivos son contribuir a una sana expansión económica en los países miembros, así como no miembros, en vías de desarrollo económico; favorecer la

parte de las empresas, en la recuperación y disposición de los empaques y contenedores de sus productos, ha fomentado que los productores hagan esfuerzos por buscar innovaciones y reciclaje en sus empaques.



FIGURA 1.4: Web Oficial: <http://www.oecd.org/>

En el caso de la Unión Europea, se han impuesto requerimientos para los fabricantes de artículos electrónicos, donde por ley tienen la obligación de recuperar sus productos después de su vida útil para su reciclaje o disposición final.

Las políticas gubernamentales sobre Responsabilidad Extendida del Productor, hacen del ambiente una prioridad en las distintas fases del ciclo de vida de productos y servicios, obligando a las empresas a pensar en lo que ocurre fuera de sus instalaciones. **Esto demanda al productor realizar un análisis minucioso de lo que sus actividades implican hacia arriba y hacia abajo de la cadena productiva** y pensar en las acciones correctivas, para mitigar los impactos perjudiciales.

Las políticas de REP son también fuentes de oportunidad para que las empresas replanteen sus negocios, ya que abre las puertas para crear valor agregado a los clientes a través de la oferta de servicios postventa y de disposición de productos. Así mismo, el tratar de ofrecer una gama de servicios, brinda la oportunidad a las empresas de obtener un mejor conocimiento de las necesidades presentes y futuras de sus clientes.

REP ha sido adoptada por algunos gobiernos para transferir el manejo de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios (incluyendo sus costos) desde el consumidor a los productores, de manera de influir en las características de los productos que pueden ser o son nocivos en la etapa de post-consumo por su volumen, toxicidad y reciclado. (OCDE, 1996).

En el caso particular de la gestión de residuos, ésta estrategia tiene el propósito final de promover la prevención y minimización de los residuos. La OCDE plantea que los acuerdos voluntarios (como una de las vías de implementación de la REP) en el área de gestión de residuos, “podrían” ser útiles para articular el mercado del reciclaje a través del aumento del consumo de materiales secundarios. Sin embargo este planteamiento también debe incluir las oportunidades para la reutilización, o más atrás aún, de la prevención de la contaminación. [12]

La OCDE expresa que existen dos formas básicas para implementar la REP. Una de ellas se relaciona con:

- **La Regulación Directa**, ante la ambigüedad de responsabilidad (rol) que pudiesen ocasionar los Instrumentos Económicos en el mercado. En este caso, se establece un mandato sobre el cumplimiento

expansión del comercio mundial sobre una base multilateral y no discriminatoria conforme a las obligaciones internacionales y realizar la mayor expansión posible de la economía y el empleo y un progreso en el nivel de vida dentro de los países miembros, manteniendo la estabilidad financiera y contribuyendo así al desarrollo de la economía mundial.

de metas y plazos específicos dirigidos hacia los involucrados, definiendo responsabilidades claras bajo el mismo cuerpo legal. Sin embargo, los obstáculos institucionales, políticos, técnicos y administrativos propios de ésta vía de implementación, no son menores.

La misma institución señala, que muchos gobiernos utilizan instrumentos de comando y control que determinan distintos marcos de referencia para los productores, entre los que se encuentran:

- Estrategias de prevención, reutilización y/o metas de reciclaje.
- Asignación de responsabilidades individuales dentro de organizaciones industriales.
- Distintos requerimientos específicos de acuerdo a la naturaleza del problema. (por ejemplo: asegurar la participación mínima de mercado para productos retornables).

Otra vía de implementación de la REP, podría ser llevada a cabo como parte de:

- **Un Acuerdo de Producción Limpia (APL)**, que asegure que las soluciones sean alcanzadas equitativamente por toda la industria y en los plazos propuestos. En este caso, la negociación entre la autoridad y los actores es parte crucial para definir los objetivos, metas y plazos de cumplimiento, dado que la autoridad puede “traducir” la REP como solo obligaciones para el productor.

Objetivos

- Evitar la disposición inadecuada de los RAEE en vertederos de residuos ordinarios, a través de la implementación de un tratamiento específico.
- Transferir parte de la responsabilidad de la gestión de RAEE desde los municipios a los productores. Es decir, establecer una forma de distribuir la responsabilidad a los actores involucrados en el tema.
- Dar señales a los consumidores del impacto ambiental de los productos. Evitar la disposición inadecuada de residuos electrónicos en vertederos de residuos ordinarios.
- Proveer incentivos a los productores para la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño de los productos (diseño verde).

Beneficios

- Promoción del uso eficiente de los recursos naturales, a través del fomento al reciclaje y al rechazo de productos.
- Reducción del número de rellenos sanitarios.
- Promoción de la responsabilidad colectiva sobre los productos.
- Disminución del tiempo de desmantelamiento de los productos para el reciclaje y rechazo.
- Impactos en el diseño y producción de los aparatos eléctricos y electrónicos.

Retos

- Es un proceso relativamente nuevo.
- Es una privatización de la responsabilidad pública, y ello genera el temor de dar demasiado poder a los productores en decisiones claves.
- Asignación de responsabilidades.
- Creación de una carga de trabajo adicional a los productores y actores del proceso.
- Altas exigencias y complejidad en la gestión.

- Costos de la infraestructura.
- Quien lidera el proceso con altos grados de indiferencia y desconocimiento: definición de roles público y privado.
- La integración del Sector Privado, oportunidad y/o obstáculo.

1.3.4. Acta de Reinversión y Recuperación Americana

El Acta de Reinversión y Recuperación Americana (ARRA - American Recovery and Reinvestment) fue creada en el año 2010, firmada por el presidente Obama, otorgaba USD 90 billones para ser invertidos en iniciativas ecológicas tales como energía renovable, eficiencia en uso de energía, etc. En enero de ese mismo año, el departamento de Energía de Estados Unidos otorgó USD 47 millones del Proyecto ARRA hacia proyectos orientados a mejorar la eficiencia de energía en los centro de datos (Data Centers).

Los proyectos estarán orientados a la investigación en tres áreas:

- Optimizar software y hardware en centros de datos.
- Mejorar las fuentes de energía.
- Perfeccionar las tecnologías de los sistemas de refrigeración.

Conjuntamente, 26 estados en Estados Unidos han establecido diferentes programas de reciclado para computadoras y equipos electrónicos obsoletos.

1.3.5. RoHS & WEEE

Por su lado la Unión Europea creó las directivas RoHS y WEEE que tratan el desperdicio de electricidad y equipos eléctricos requeridos para la sustitución de metales pesados y resistentes al fuego en todos los equipos electrónicos. Estas directivas les dan la responsabilidad a los fabricantes en la recolección y reciclado de los dispositivos antiguos.

- **Restricción de Sustancias Peligrosas** (“Restriction of Hazardous Substances”, RoHS)⁶
- **Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos** (“Waste Electrical and Electronic Equipment”, WEEE)⁷



FIGURA 1.5: Identificador de productos que cumplen las normas WEEE & RoHS

⁶ directiva 2002/95/CE, Unión Europea

⁷ (WEEE) 2002/96/CE

Restricción de Sustancias Peligrosas

En el año 2003 [21], la Unión Europea decretó la directiva RoHS. La misma incluye la **restricción de plomo y otras sustancias potencialmente peligrosas (cadmio, mercurio, cromo VI, PBB y PBDE⁸) utilizados en aparatos eléctricos y electrónicos**. Conocida como la Directiva 2002/95/CE, que se aplica en toda la Unión Europea desde el 1 de julio de 2006. Su objetivo es muy claro - restringir el uso de seis sustancias de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), contribuyendo así a la protección de la salud humana y el medio ambiente. La Decisión de la Comisión de la UE de 10 de junio de 2009 se modifica por el fin de adaptarlo al progreso técnico, el anexo de la Directiva 2002/95/CE relativas a las exenciones para los usos del plomo, el cadmio y el mercurio.

Para muchos se trata de un desafío ambiental considerable. Está estrechamente vinculado con el de residuos eléctricos y electrónicos (WEEE) 2002/96/CE, que establece la recolección, reciclado y valorización de aparatos eléctricos.

Las concentraciones máximas fijadas mediante la enmienda 2005/618/CE son:

- 0.1% para plomo, mercurio, cromo VI, PBB y PBDE del peso en materiales homogéneos.
- 0.01% para cadmio del peso de material homogéneo.

Esto significa que **los límites no se aplican al peso del producto final, o al del componente, sino que a cada sustancia que puede (teóricamente) ser separada mecánicamente**, como por ejemplo, el aislante de un cable o el estañado del terminal de un componente.

Por ejemplo, una radio está formada por una caja, tornillos, arandelas, una tarjeta electrónica, altavoces, etc. La tarjeta electrónica está formada por el circuito impreso, circuitos integrados, resistencias, interruptores, etc. El interruptor está formado por su encapsulado, una palanca, un resorte, contactos, etc. El contacto podría estar constituido por una tira de cobre con un recubrimiento. Todo lo que pueda ser identificado como un material diferente debe satisfacer el límite. De esta forma, si el recubrimiento de la tira de cobre del interruptor fue recubierto con oro con 2300 ppm⁹ de cadmio, entonces la radio completa no satisfaría los requerimientos de la directiva.

Notar que las baterías no están incluidas dentro del alcance de RoHS, por lo tanto, las baterías de NiCd están permitidas a pesar del cadmio. Esto es debido a que **las baterías se rigen por su propia directiva, 91/157/CEE**, relativa a las pilas y acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas.

La directiva se aplica a equipos como los definidos por la directiva WEEE. Estos son:

- Electrodomésticos grandes y pequeños.
- Equipos de comunicaciones e IT.
- Aparatos eléctricos de consumo.
- Aparatos de alumbrado, incluidas las bombillas de filamentos y lámparas de incandescencia.
- Herramientas eléctricas y electrónicas.
- Juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre.
- Máquinas expendedoras.

⁸ PBB y PBDE son sustancias retardantes de las llamas usadas en algunos plásticos.

⁹ Parts-per-million

No se aplica a plantas y herramientas industriales fijas instaladas permanentemente. Asimismo están exentos los aparatos médicos, los instrumentos de vigilancia y control, incluidos instrumentos de medida y los equipos diseñados expresamente con propósitos militares o espaciales. Hay además un listado de exenciones que puede consultarse en el Anexo de la Directiva, y del Real Decreto, así como 3 enmiendas sobre exenciones, a saber:

- Decisión de la Comisión 2005/717/EC, publicada el 13 de octubre de 2005.
- Decisión de la Comisión 2005/747/EC, publicada el 21 de octubre de 2005.
- Decisión de la Comisión 2006/310/EC, publicada el 21 de abril de 2006.

La RoHS responsabiliza al productor de su cumplimiento y se aplica tanto a productos fabricados en la UE como productos importados.

También hay leyes **en China que están tomando efecto (a menudo referidas como "China RoHS")**, que tienen restricciones similares. Sin embargo, el gobierno Chino no está siendo muy firme acerca de la aplicación y responsabilidad del cumplimiento. También hay algunas dudas sobre la fecha de inicio, pero se presume que es la misma que la de la directiva RoHS de la UE. **Japón no tiene ninguna legislación directamente relacionada con las sustancias RoHS**, pero sus leyes de reciclaje han obligado a los **fabricantes japoneses a migrar a procesos sin plomo**. Estas compañías también han sido proactivas en eliminar otros materiales peligrosos, que hacen, en la práctica, que sus productos cumplan con la directiva RoHS. **California ha adoptado una legislación similar**, la cual entró en vigencia el 1 de enero de 2007. La ley de California usa la directiva RoHS de la UE como guía. Éstas, así como otras leyes, hacen que el cumplimiento de la RoHS sea un tema de carácter mundial.

Por otro lado a través de la Green Electronics Guide (lo que podría llamarse la Guía de Electrónicos Verdes) [92], la organización ecológica **Greenpeace evalúa y clasifica cada cierto tiempo a reconocidas empresas** vinculadas a la industria tecnológica según dos aspectos claves: el uso de sustancias tóxicas en sus productos y las políticas aplicadas al reciclaje de la basura electrónica.

Según el informe presentado en Octubre 2010, Nokia y Sony Ericsson están entre las empresas que mejor atienden las cuestiones ambientales.



FIGURA 1.6: Ranking Verde de Empresas en Octubre 2010 (Fuente Greenpeace)

Con un promedio general de cuatro puntos sobre diez, para la organización ambiental "**es claro que la industria electrónica tiene un largo camino por recorrer antes de llamarse a ser una industria verde**"

Análisis de Materiales

Para demostrar que un equipo cumple con la directiva RoHS pueden utilizarse varios métodos, según la sustancia a analizar. La técnica más aceptada es *EDXRF*¹⁰.

En la energía solar, por ejemplo, se utiliza comúnmente la aleación SnPbAg en el recubrimiento del string y bus wire (cable de bus), en un porcentaje de 62/36/2. Si bien es cierto que la temperatura de soldadura aumenta al no usarse plomo, y con ello incrementa los costos de energía necesarios para la labor de soldadura de estos hilos a las células, existe la posibilidad de utilizar hilos con recubrimiento de Sn100 (estaño 100%). Para mejorar la soldadura, así como otras características y cualidades del producto, en ocasiones, al hilo base de Cu se le deposita una fina capa de Ni (de unas pocas micras de grosor) para así hacer un "undercoating" (sobrevestimiento) para mejorar la fijación del Sn100. Al no contener plata, el costo del alambre es más bajo, con lo que se recupera parte de la pérdida en concepto de gastos de energía.

El problema es que **restringir el contenido de plomo en las soldaduras de la electrónica requiere cambios costosos** en nuevas herramientas para las líneas de ensamblaje, y recubrimientos distintos para los terminales de las partes electrónicas. Las alternativas para las soldaduras típicamente tienen puntos de fusión más elevados, (hasta 260°C, en vez de sólo 215°C), que requiere de materiales distintos para el empaquetamiento de los circuitos integrados y algunos circuitos impresos; el sobrecalentamiento también puede afectar la fiabilidad de algunos semiconductores. **Las soldaduras alternativas también son más duras, resultando en la propagación de grietas generadas por fragilidad** en lugar de la deformación plástica, como lo hace la soldadura Sn-Pb, que es más blanda. Esto tiene un impacto negativo en la fiabilidad a largo plazo y el ciclo de vida del dispositivo. Sin embargo, se ha demostrado que la aleación sin plomo SAC305 tiene una fiabilidad igual o mayor que el Sn-Pb mientras no sea sometido a altas tensiones o ambientes de condiciones extremas.

Al mismo tiempo **un posible problema, si se aceptan las normativas, es el rápido desecho de estos metales tóxicos**, lo que podría provocar aun más contaminación que durante su uso en la industria, ya que esos desechos volverían a la tierra y al agua, lo que hace inviable la posibilidad de restringir por completo el uso de estos metales.

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

La Directiva de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (**Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE**), 2002/96/CE, es una ley que se encuentra en vigor desde el 13 de agosto del 2005 en todo el ámbito de la Unión Europea. **Pretende promover el reciclaje, la reutilización y la recuperación de los residuos de estos equipos para reducir su contaminación.**

La masiva proliferación mundial de equipos electrónicos ha tenido lugar sin que se desarrollasen, al mismo

¹⁰ La fluorescencia de rayos X por energía dispersiva (EDXRF) es una técnica de muestreo versátil, rápida y no destructiva relativamente nueva, que reconoce un gran número de elementos químicos y presenta los resultados en tiempo real, permitiendo decidir la necesidad de muestreo adicional ante resultados analíticos no concluyentes. Logra alcanzar unos límites de detección de hasta 0.002% (20 ppm).

ritmo, estrategias seguras de actuación sobre los residuos que se generan cuando estos aparatos se quedan anticuados o llegan a ser simple chatarra. El resultado son **montañas de basura tóxica que actúan degradando el medio ambiente y la salud pública**. Al aparecer la WEEE busca establecer una legislación para el tratamiento de estos residuos. La Directiva busca aplicar el principio **“quien contamina paga”**, responsabilizando a los productores de asumir los costos de gestión de los residuos generados, aunque ello suponga el pago de una tasa de reciclaje por parte del consumidor cuando adquiera el producto eléctrico o electrónico.

Si el fabricante está obligado a asumir estos costos al final del ciclo de vida del producto, le exige replantearse la etapa de diseño con el fin de adaptarla a los requisitos de gestión de residuos y de este modo reducir dichos costos posteriores. En esta etapa inicial será donde intervenga la directiva complementaria RoHS mencionada anteriormente y en la etapa final la WEEE. Al ser el objetivo de la RoHS la reducción de las sustancias peligrosas usadas en la fabricación, se disminuyen con su aplicación los riesgos del tratamiento de los residuos, con lo que se requieren menos precauciones de manipulación.

1.4. Green IT en América Latina

En la actualidad el término Green IT está comenzando a tomar fuerza en Latinoamérica. Por ejemplo las dependencias ambientales mexicanas como la **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales**, dadas por su sigla SEMARNAT¹¹, la **Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)**¹², el **Instituto Nacional de Ecología (INE)**¹³ y la **Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE)**¹⁴ son los encargados de promover la reducción de problemas ambientales en México y son los propulsores de adoptar tecnologías verdes en las dependencias gubernamentales y privadas.

La CONAE, como mencionamos se encarga del estudio en el ahorro de energía. Ya que sólo en México poco más del 85% de los energéticos proviene de recursos no renovables como el carbón y los hidrocarburos, la

¹¹ SEMARNAT [7], creada por el Presidente de La República de México el 30 de Noviembre de 2000. Entre sus funciones más importantes se encarga de fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales; formular y conducir la política nacional en materia de recursos naturales; promover el ordenamiento ecológico del territorio nacional; evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten los sectores público, social y privado; conducir las políticas nacionales sobre cambio climático y protección de la capa de ozono; dirigir los estudios, trabajos y servicios meteorológicos, climatológicos, hidrológicos y geohidrológicos y por ultimo regular y vigilar la conservación de las corrientes, lagos y lagunas de jurisdicción federal, en la protección de cuencas y proteger el medio ambiente.

¹² PROFEPA [8], nace por la necesidad de atender y controlar el creciente deterioro ambiental en México. Creado por el Ejecutivo el 4 de junio de 1992, tiene entre sus atribuciones, la de regular las actividades industriales riesgosas, la contaminación al suelo y al aire, y el cuidado de los recursos naturales.

¹³ INE [9], Instituto que impulsa y guía la agenda de investigación ambiental aplicada en México y aporta significativamente a ésta, en respuesta a las necesidades emanadas de la política sectorial del medio ambiente y contribuyendo efectivamente al desarrollo sustentable del país

¹⁴ La CONUEE [10], es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que cuenta con autonomía técnica y operativa. Tiene por objeto promover la eficiencia energética y constituirse como órgano de carácter técnico, en materia de aprovechamiento sustentable de la energía. Constituida a partir de la entrada en vigor de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, publicada el 28 de noviembre de 2008, donde se establece que todos los recursos humanos y materiales de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) se entenderán asignados a esta nueva Comisión.

CONAE emite una serie de Normas Oficiales de Eficiencia Energética de carácter obligatorio que tienen como objetivo la preservación de los recursos naturales. Estas normas deben aplicarse en todos los productos e instalaciones de la República Mexicana. Hay varios tipos de normas que según estudios de la CONAE ofrecen un potencial ahorro económico. Existen NOM (Normas Oficiales Mexicanas) por ejemplo, para sistemas de alumbrado, refrigeradores y calentadores domésticos, entre otros. Sin embargo no hay aún una norma específica para el ahorro de energía en el rubro de los equipos de cómputo.

Por el lado de Argentina, de acuerdo a una nota publicada en **Canal Ar**¹⁵, se informa que desde hace algunos años las empresas sumaron a su discurso corporativo, basado en eficiencia y ahorro de costos, la cuestión de la tecnología amigable con el medio ambiente. Incluso el ámbito gubernamental le ha dado mayor importancia al cuidado ecológico y al debido procesamiento de los materiales tóxicos que contienen los dispositivos informáticos. El director ejecutivo de la **Asociación Argentina de Usuarios de la Informática y las Comunicaciones, USUARIA**¹⁶, ONG que promueve el uso adecuado de las TICs en Argentina, ha tenido la oportunidad de ver por sí mismo cómo ha evolucionado esta problemática en el país durante las distintas ediciones AmbienTIC, congreso internacional de Medio Ambiente y Tecnología que la Organización no Gubernamental celebra desde 2009. En base a esas experiencias, se afirma que “falta mucho”, y que es imprescindible el compromiso real de las autoridades gubernamentales, empresas y firmas proveedoras. [15]

En relación a las instituciones privadas, destacó que recién en 2010 hubo algunos proyectos de compañías importantes, que dentro de la compra y renovación del parque informático incluyeron el proceso de reciclaje según las normas internacionales. Si bien sostuvo que representa un paso importante, ya que el año anterior les costó encontrar casos comprobables, se lamentó de que sean tan pocos.

En lo que respecta al gobierno, tanto a nivel nacional, provincial y municipal existen iniciativas, por ejemplo, sobre procesos de compras sustentables. No obstante, el reciclaje es una de las cuestiones pendientes de resolver. En el año 2010, el senador Daniel Filmus, presentó un **proyecto de ley para tratar los residuos electrónicos** [93] que no obtuvo el acuerdo. Algunos ven como un efecto negativo el hecho de que este proyecto generaría un costo importante en los procesos de las organizaciones y gobiernos municipales. Hay iniciativas, pero son aisladas.

Por otro lado si se busca en Google “reducción de consumo”, aparecen más de 9,7 millones de páginas con consejos útiles para ahorrar agua, combustible, papel o bajar el consumo eléctrico en el hogar, empresas o centros de datos. En realidad **es un proceso de concientización que exige cambiar hábitos**, algunos tan simples como apagar las luces cuando no son necesarias o restringir la impresión en papel.

Un artículo en Clarín [17] menciona que **en Argentina, Green IT aún no es tomado con la seriedad necesaria** y a menudo se banaliza, perdiéndose de vista las peligrosas consecuencias que se avecinan en el mediano plazo si no se toman las medidas correctas. Tal como ocurre con la ecología, la creencia de que “esto nunca nos va a afectar” se hace presente. Tan es así que, de acuerdo a un estudio realizado este año

¹⁵ Canal AR es un diario electrónico realizado por la consultora Tekmerion, dirigido exclusivamente a la cadena de distribución de la industria informática y a todos lo que participan de ella.

¹⁶ Asociación civil –entidad sin fines de lucro– constituida con el objeto de defender los intereses de los usuarios que utilizan la tecnología informática y de comunicaciones, difundir la utilización de dicha tecnología en la sociedad, propendiendo a su empleo racional y ético, constituir un foro de intercambio de experiencias y puntos de vista y defensa de principios de ética y competitividad en los negocios informáticos y de comunicaciones. La entidad fue constituida el 21 de abril de 1982. [16]

por USUARIA y financiado por el *Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONTSOFT)*¹⁷, ninguno de los encuestados oportunamente manifestó tener un conocimiento “alto” sobre Green IT. Cabe señalar que la muestra se realizó entre grandes empresas y lo más preocupante fue que la misma fue respondida por los responsables de las áreas tecnológicas.

Ya adentrándonos en los temas prioritarios del Green IT, la disminución del consumo energético constituye una meta a alcanzar. Esta problemática se viene planteando desde las altas esferas gubernamentales con cierta preocupación. En el ámbito corporativo, actualmente las compañías utilizan una gran cantidad de electricidad para hacer funcionar los diferentes equipos de cómputo, desde las PCs hasta los grandes servidores. ***Las políticas para contrarrestar esta tendencia deben comenzar desde lo más sencillo: enseñando a los trabajadores a apagar los equipos cuando éstos no se están utilizando.***

Por otra parte como fue mencionado anteriormente, con el abaratamiento de la tecnología, los usuarios tienen mayor predisposición a cambiar rápidamente los productos electrónicos, como las computadoras, los celulares y los reproductores de música, de modo que ***el desecho de estos artefactos por volverse obsoletos o “pasados de moda” genera una gran cantidad de basura electrónica.*** En consecuencia, el reciclaje se impone como una solución incuestionable.

El desarrollo y la propagación extraordinaria que tuvo Internet en Argentina y en el mundo transformaron la forma de trabajar y hacer negocios. El teletrabajo es una alternativa que promueve Green IT: El mismo contribuye al medio ambiente ya que por ejemplo se evita el traslado del personal a las oficinas, reduciéndose el número de autos en calle y la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera.

Finalmente, la concientización de toda la población, a través de la difusión masiva de las mejores prácticas, es una tarea que debe ser encarada en forma integral: tanto las empresas como los diferentes ONG y los organismos de gobierno deben promover la discusión de estos temas, para luego ser recogidos y considerados por aquellos que elaboran las leyes y deciden las políticas.

1.4.1. AmbientIC

Dentro de este punto vale destacar en nuestro país, la importancia de los congresos anuales organizado por USUARIA llamado AmbientIC. De acuerdo a su página [19], en 2010 se organizó la segunda edición del Congreso Internacional de Medio Ambiente. En la misma varios expositores coincidieron en que la virtualización era una manera muy práctica de reducir los costos y huella de carbono de los equipos; además de haber un gran interés en la reducción de consumo de servidores.

Por el lado del software, existen en la actualidad herramientas que permiten controlar el nivel de recursos que una empresa consume. Por ejemplo, se destacaron casos de éxito como el Venetian Hotel Resort

¹⁷ Fondo fiduciario creado en el 2004 a partir de la sanción de la Ley de Promoción de la Industria del Software (Ley 25.922). El Fondo está sostenido por el presupuesto nacional y financia diferentes actividades a través de convocatorias de créditos y subsidios que serán administrados por la Agencia. Principalmente financia proyectos de investigación y desarrollo relacionados a las actividades comprendidas en el régimen de promoción (creación, diseño, desarrollo, producción e implementación y puesta a punto de los sistemas de software), programas de nivel terciario o superior para la capacitación de recursos humanos, programas para la mejora en la calidad de los procesos de creación, diseño, desarrollo y producción de software y programas de asistencia para la constitución de nuevos emprendimientos

Casino, en Las Vegas y el Subterráneo de Madrid, que a través del producto Maximo Asset Management controla que su infraestructura funcione de manera coordinada y eficiente.

El CEO de una importante empresa comentó cómo los proveedores de servicios de Hosting, tenían problemas de crecimiento del parque de servidores y por ende, de la temperatura general del centro de datos, lo que requería más refrigeración y conducía a un aumento del consumo eléctrico. Para reducir el consumo, comenzaron un proyecto de virtualización y adecuación del Data Center (centro de datos). Implementaron el paquete de aplicaciones System Center de Microsoft, que les permitió monitorear dónde tenían problemas, por ejemplo, burbujas de calor y cómo solucionarlo.

Por el lado del Estado Argentino [20], vale destacar la tarea llevada a cabo por la Oficina Nacional de Contrataciones que depende de la Jefatura de Ministros de la Nación y es la encargada de determinar los criterios en los que se basan las contrataciones públicas. El director de la ONC destaca los lineamientos implementados a partir de las compras sustentables y afirma que al momento de realizar una compra no se tienen que basar en el precio sino en tener una mirada que contemple otros costos asociados a la compra. Las tecnologías amigables son ahorradoras de costos y las compras se tienen que basar en la cuestión social, ambiental y económica. Es una forma de encontrar soluciones innovadoras y darle apoyo a las Pymes.

1.5. Administración de la Energía

En la actualidad se utiliza una gran cantidad de energía eléctrica para que puedan operar los diferentes dispositivos electrónicos, desde estaciones de trabajo hasta grandes servidores y los diferentes suministros necesarios como los centros de datos que los alojan, el aire acondicionado, la iluminación, UPS, racks, entre otros, esto con el fin de satisfacer las demandas de información de los usuarios.

Las empresas consumidoras y productoras de equipos de cómputo, preocupadas por mejorar este aspecto, están tomando acciones para la reducción del consumo de energía, esta es una de las principales metas de Green IT. El consumo de energía es hoy sin duda una cuestión crítica, ya sea para reducir costos, para preservar el medio ambiente o para mantener el centro de datos operativo. Sólo en los Estados Unidos, los centros de datos consumieron 4.500 millones de dólares de electricidad en 2006.

El analista industrial Gartner estima que durante los próximos cinco años, la mayoría de centros de datos de empresas gastarán tanto dinero en energía (potencia y refrigeración) como en infraestructura hardware. La figura a continuación muestra una comparativa del gasto energético desde 1996 hasta una proyección para 2011. Es interesante ver cómo aumenta el número de servidores en los centros de proceso de datos al tiempo que crece el gasto energético para la refrigeración y para la gestión de los servidores. Estos indicadores muestran áreas en las que se puede optimizar el gasto energético.

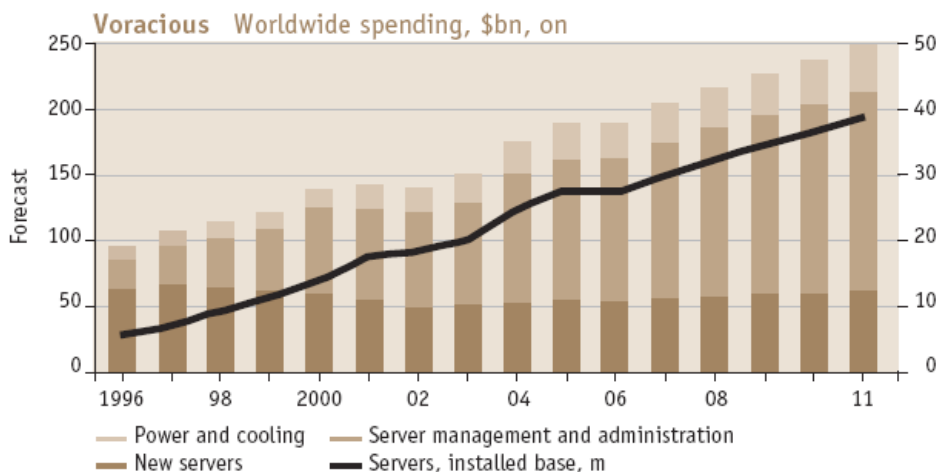


FIGURA 1.7: Comparativa del gasto energético desde 1996 hasta una proyección para 2011 (Fuente IDC)

El costo de la energía de los centros de datos se ha más que multiplicado en los últimos años. Muchos están llegando a sus límites en cuanto a tamaño físico, suministro de energía y capacidad de refrigeración, incluso algunas organizaciones están agravando sus problemas mediante la expansión de sus instalaciones, el incremento de su suministro de energía para IT y la implementación de otras medidas provisionales en lugar de resolver realmente sus problemas de consumo de energía y refrigeración. De hecho, bajo la tendencia actual, el costo de la energía usada para alimentar el hardware de TI por año excederá en poco tiempo el coste de adquisición de hardware.

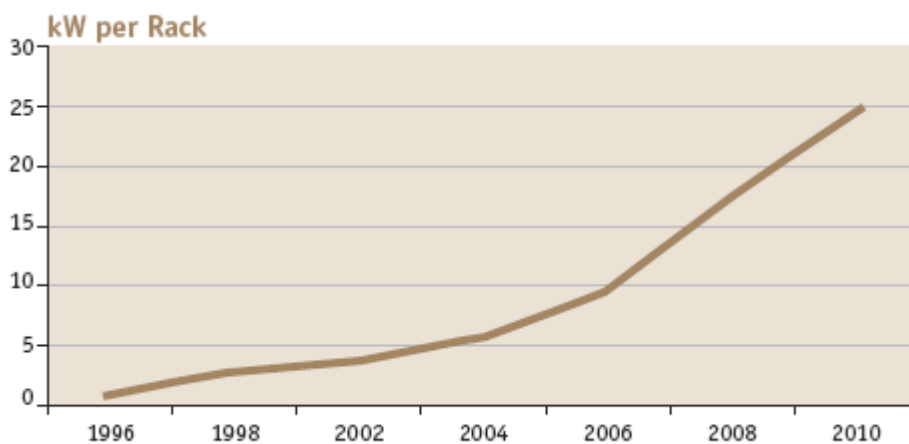


FIGURA 1.8: Aumento del consumo de energía en los Centros de Datos en los últimos 15 años (Fuente VMware)

Es evidente la **importancia de la implementación de medidas para el ahorro de energía**. [23] Se puede empezar desde la simple acción de apagar un equipo que no se está utilizando. Según el presidente de *Nemertes Research*¹⁸, la simple acción del apagado puede resultar en un decremento en cerca del 50% del consumo energético por cada 100 servidores. Un analista de *Enterprise Management Associates*¹⁹ opina de manera similar, indicando que en promedio, los negocios que introducen administración automatizada de

¹⁸ Firma de investigación de asesoría que se especializa en analizar y cuantificar el valor de negocio de las tecnologías emergentes con sede en New Lenox, Illinois.

¹⁹ Enterprise Management Associates (EMA) es una firma consultora y analista líder en la industria que se especializa en ir "más allá de la superficie" para proporcionar una visión profunda en todo el espectro de la informática y las tecnologías de gestión de datos

energía reducen en 20% el consumo energético, lo cual en este caso significa alrededor de \$1 millón ahorrado por la compañía que tiene alrededor de 10,000 computadoras de escritorio. **Grandes compañías como BMC, CA, Hewlett-Packard e IBM han agregado aplicaciones que administran la energía a sus centros de datos**

Otro aspecto a considerar para la reducción de energía en los equipos de cómputo, es la implementación de procesadores ahorradores de energía que utilizan el algoritmo **DVFS (Dynamic Voltage and Frequency Scaling)** el cual reduce el consumo de energía, cambiando el voltaje y la frecuencia del procesador en forma dinámica. Este sistema se utiliza comúnmente en los ordenadores portátiles y otros dispositivos móviles, donde la energía proviene de una batería y por lo tanto es limitada. Asimismo, este algoritmo ha dado lugar a otros algoritmos inteligentes como el **EnergyFit** el cual procesa los requerimientos y modifica el voltaje del CPU en tiempo real para minimizar el gasto de energía, o así también el **CPU Miser** que administra el CPU para reducir la energía utilizada.

Google por ejemplo, está realizando un mejor uso de la energía eléctrica, utilizando fuentes de energía alternativas o minimizando el uso de la misma con la utilización de servidores eficientes, servidores que minimizan el consumo eléctrico, estrategia de reducción de energía en los centros de datos, y otros. [24]

Lógicamente, es la iniciativa de la empresa la razón por la que se llevan a cabo ciertas estrategias de uso eficiente de energía eléctrica, sabiendo que con ello se obtiene una reducción de costos, y un cuidado de los recursos naturales. La Compañía Mexicana de Aviación con apoyo de la CONAE ha efectuado revisiones en sus instalaciones y han implementado políticas y mejoras en el uso de la energía eléctrica, que en este caso incluye el uso de equipo de cómputo en modo de ahorro de energía y, junto con otras medidas como la adecuación de los niveles de iluminación y reducción de lámparas instaladas, -entre otros-, ha logrado los siguientes ahorros: en energía eléctrica 242,000 Kw-h, en ahorro económico 964.600 \$/mes y en reducción en emisiones contaminantes 100 ton CO₂/mes [11].

Por otro lado, en la geografía latinoamericana [18], la adopción de equipos más eficientes no necesariamente siempre ha sido resultado de una mayor conciencia “verde”, pero aún así ha sido bien recibida por los directores de sistemas preocupados por el gasto de electricidad.

El director de Power para América Latina, división que engloba a servidores Unix y AS400, dijo que el interés en **Green IT empezó por los países del sur, Brasil, Chile y Argentina hace ya un par de años luego de una crisis energética** provocada por una disminución del suministro de gas proveniente de Bolivia. Estos países tenían un problema de falta de capacidad de generación eléctrica. En Brasil se apagaban las oficinas a las 8.00 pm., o caso contrario tenían que pagar un impuesto adicional por consumo de energía. Así, más que ética corporativa, el interés comenzó por necesidad. En Argentina también se tomó una medida similar obligando a las empresas a apagar las luces en las oficinas en el horario nocturno.

Adicionalmente hace menos de un año [95], exactamente el 28 de diciembre de 2010, el gobierno argentino reglamentó **la ley que prohíbe la comercialización e importación de lámparas incandescentes de uso residencial en todo el territorio de la República Argentina**. Esta medida fue promovida a principios de 2008 por Greenpeace y adoptada por el Gobierno que la transformó en un proyecto de ley que envió al Congreso. A finales de ese año la Ley fue finalmente sancionada (Ley 26.473)

La prohibición de las bombitas habla de una gran medida de eficiencia energética que permitirá a todos los argentinos ahorrar y darle a la energía un uso más responsable. El reemplazo total de las bombitas

tradicionales significa una reducción muy importante en el consumo eléctrico; ***cada cambio de lámpara representa un ahorro de energía de alrededor del 80%***. La eficiencia energética es fundamental para evitar un cambio climático fuera de control. El ahorro energético implica utilizar menos petróleo o carbón para generar energía ya que Argentina todavía depende de estas fuentes contaminantes para su consumo eléctrico. Con esta Ley se reducirá una parte de las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global.

Esta ley es un cambio tecnológico imprescindible en relación a la eficiencia energética. El reemplazo de lámparas previsto para este año que empieza, representa un ahorro de energía aproximado al que generarían cuatro plantas atómicas como Atucha I. Si bien la Ley entró en plena vigencia a partir de la reglamentación, la prohibición total de la comercialización de las lámparas incandescentes comenzó en mayo de 2011.

1.6. Huella de carbono

Antes de la llegada de la edad industrial, la concentración de CO₂ en la atmósfera era de 280 ppm (partes por millón) y hoy el nivel es de 360 ppm. Esto representa un aumento de cerca del 30% en menos de 300 años. Para la tierra es una tasa de cambio sin precedentes, aproximadamente 10.000 años de cambio comprimido en 100 años. Hoy por hoy hay más CO₂ en el aire que el que hubo durante todo el período de evolución del ser humano. La tierra está acostumbrada a cambios lentos, no rápidos. Los cambios lentos le dan tiempo a la biósfera y a las especies de adaptarse. Cambios rápidos pueden causar caos biológico y perturbar la producción agrícola. El dióxido de carbono es crítico en el control del balance de la temperatura de la tierra porque absorbe la radiación infrarrojo (RI), la cual es, básicamente, calor.

El cambio climático, provocado por la emisión de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI) y en especial del CO₂, son el castigo de nuestros tiempos y existen evidencias considerables de que la mayor parte del calentamiento global han sido causado por las actividades humanas. Hoy en día, casi todas las actividades que realizamos (movilidad, alimentación, etc.) y bienes que poseemos y utilizamos (bienes de consumo, hogar, entre otros) implican consumir energía, lo que significa contribuir a las emisiones a la atmósfera.

El término huella de carbono es ampliamente utilizado como amenaza al cambio climático global, es "***la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto***". Tal impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de emisiones de GEI. Una vez conocido el tamaño de la huella, es posible implementar una estrategia para reducirlo.

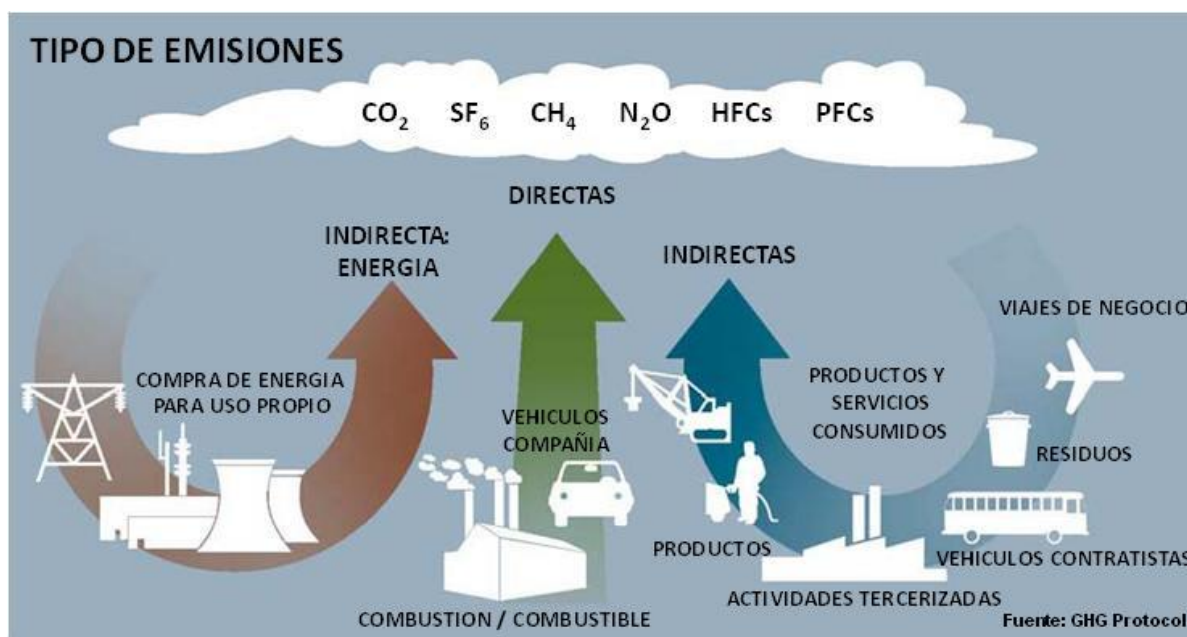


FIGURA 1.9: Tipo de Emisiones

De esta forma **podemos definir “Huella de Carbono” como una medición de la cantidad de CO₂²⁰ emitido a través de la combustión de combustibles fósiles**. En el caso de una organización o una empresa, corresponde a las emisiones de CO₂ de sus operaciones diarias; en el caso de un individuo o una casa, son las emisiones de CO₂ correspondientes a sus actividades diarias; para un producto o servicio, incluye emisiones de CO₂ adicionales al ciclo de vida de la cadena productiva; para materiales corresponde a la medición de las emisiones de CO₂ integradas al producto (embodied emissions) determinadas a través de la evaluación del ciclo de vida.

De acuerdo a ETAP, la huella de carbono, es la medida del impacto que las actividades humanas tienen sobre el medio ambiente en términos de la cantidad de gases producidos. Medidas en toneladas de dióxido de carbono. [96]

Los países desarrollados, siendo los mayores emisores de gases por su alto nivel industrial y de consumo, han comenzado a exigir a sus proveedores de todo el mundo que midan y bajen sus emisiones de CO₂ o que tengan certificaciones “verdes” que garanticen procesos de producción limpios.

Por ejemplo, **una bodega chilena muy importante se vio presionada a medir los gases de efecto invernadero** que producía cada una de sus botellas, para no perder como cliente a una cadena multinacional de locales de venta. Este proceso de medición es por demás complejo y debe analizar cada paso de la cadena de elaboración del producto sea del consumo de materia prima, energía y agua, como del embalaje y transporte de las botellas. Así, una vez que determina los valores puede sustituir los procesos por otros más limpios (energía renovable, envases biodegradables o más livianos y un sinfín de otras medidas de mitigación). [25]

Estas prácticas de comercio internacional medio-ambiental tienden a generalizarse y en muy pocos años tendrán un impacto dramático en los pequeños productores que verán crecer las barreras no arancelarias

²⁰ El dióxido de carbono, también denominado óxido de carbono (IV), gas carbónico y anhídrido carbónico (los dos últimos cada vez más en desuso), es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su fórmula química es CO₂

para exportar sus productos. Siendo un problema, también es una oportunidad de diferenciar su producción en un mercado extremadamente competitivo.

Los productos certificados como “verdes”, orgánicos, limpios tienen mucho mayor valor y son adquiridos por las clases más pudientes dejando mayores márgenes de ganancias para el productor que con pequeñas escalas tiene igualmente alta rentabilidad.

Otras grandes empresas como **Wal-Mart están apostando mucha energía en esto**. Según declaraciones de su vicepresidente de sustentabilidad, pequeños cambios en los camiones de transporte como la reducción del tamaño de sus tanques de combustible, o la colocación de pollerines en los laterales duplicó la eficiencia en el consumo de su flota. Por la misma razón, los envases utilizados también se someten a un escrutinio no solamente por sus materiales sino por su forma y disposición.

La huella de carbono implica un proceso de “trazabilidad de emisiones” donde todo cuenta al igual que en un proceso de certificación orgánica ya mucho más aceitado por años de práctica. Por ejemplo, algunas industrias bajarán sus emisiones sustituyendo proveedores de sus materias primas por productores locales próximos a su planta de elaboración, lo cual indudablemente beneficiará a unos y perjudicará a otros.

Con respeto a **la relación entre la huella de carbono y el sistema financiero**, los bancos y financieras progresivamente incluyen en sus requerimientos para el otorgamiento de créditos, el análisis de sustentabilidad, particularmente en los pequeños, no como barrera para el otorgamiento sino como incentivo para mejorar sus prácticas. Sumado a esto, existen países donde **el estado financia la reconversión hacia energías renovables para aquellas empresas dispuestas a hacerlo**. En otros casos se aplica también para la disposición de residuos, tratamiento de aguas, reconversión del empaque y todo lo que tenga un enfoque de conversión sustentable.

A instancias de la iniciativa privada se puede dar un gran cambio en el planeta con empresas que sin dejar de ser lucrativas puedan revertir sus procesos contaminantes para bien propio y del todo el ecosistema.

En **Setiembre de 2011 por primera vez, Google reveló su huella de carbono** [97]. Aunque la cifra es impactante –su consumo de energía es de 1,46 millones de toneladas métricas al año- la compañía asegura que sus centros de operaciones son un 50 por ciento menos contaminantes que la media y que sus servicios en nube son 80 veces más eficientes que las alternativas tradicionales. Esto se traduce en que durante todo el 2010 la empresa emitió 1,46 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono. 1,2 millones de toneladas métricas corresponden al consumo eléctrico de centros de datos y oficinas.

Publicado en la web *Google Green*²¹, el informe sobre la huella de carbono revela detalles sobre su consumo global de electricidad y sus esfuerzos por evitar el calentamiento global. Esta es la primera vez que Google accede a revelar cuánto dióxido de carbono emite su complejo sistema de bases de datos, buscador y servicios en Internet. Hasta ahora, se había negado a revelar esa información porque consideraba que podía brindarles datos claves a sus más férreos competidores.

Según publican en Internet, el consumo de electricidad durante el 2010 de Google fue de casi 2.6 millones de megawatts hora (MVh). Dicen que es el 0,01 por ciento del consumo total del mundo. La energía usada por las búsquedas de Google es muy pequeña. Cien búsquedas equivalen a usar una laptop de 30 watts

²¹ <http://www.google.com/green/>. Sitio de Google relacionado con la energía y el medio ambiente.

durante una hora, prender una lamparita de 60 watts durante 28 minutos. La cantidad de energía que se utiliza para responder a un requerimiento en el buscador equivale a 0,0003 kilowatts hora (kWh), lo que se traduce en cerca de 0,2 gramos de dióxido de carbono.

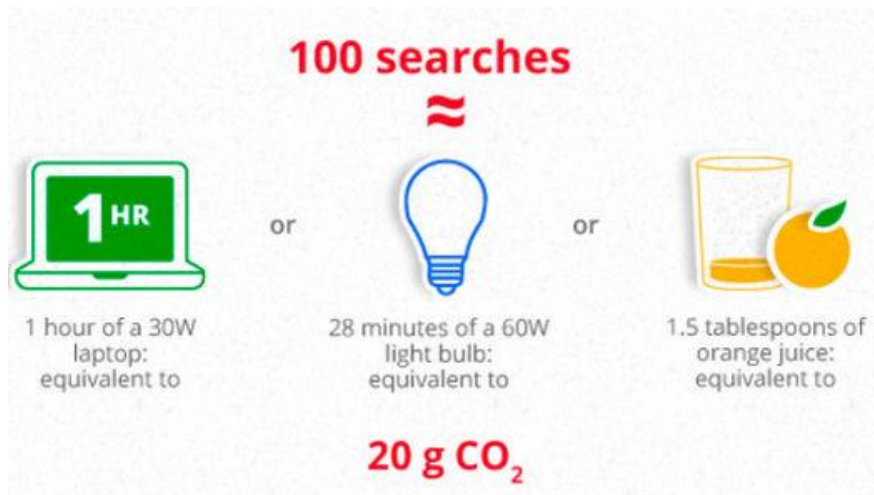


FIGURA 1.10: La energía usada en 100 búsquedas en Google

No fue el único cálculo que hicieron. En Google quisieron saber cuán "verde" es el uso de YouTube o Gmail. Y lo midieron. Ver un minuto de video en su plataforma consume 0,0002 kWh y genera 0,1 gramos de dióxido de carbono. Es la misma energía que consume el cuerpo humano en 8 segundos.



FIGURA 1.11: Consumo de Energía en YouTube y Gmail

Para el caso de Gmail, el cálculo fue más general, pero igual de revelador. En todo el año pasado, cada usuario consumió 2.2 kWh y generó 1.2 kg de dióxido de carbono. Menos que lo que se emite por tomar una botella de vino, colocarle un mensaje en su interior y arrojarlo al mar (según Google). Precisamente, los servicios en nube como Gmail, son 80 veces menos contaminantes que los sistemas tradicionales.

Incluso, Google asegura que —a pesar de las emisiones que genera— desde 2007 no contamina en lo absoluto gracias a las inversiones que ha hecho en parques eólicos y a la compra de energía renovable o créditos de

carbono que dejan su balance en cero. Por ejemplo, esas inversiones generan 1,7 gigawatts de energía renovable, suficientes para darle electricidad a 350.000 hogares.

Para poder presentarse como una empresa cuidadosa del medio ambiente, **Google no sólo ha reducido al mínimo sus consumos de energía sino que utiliza en sus edificios y oficinas materiales amigables**, contrata flotas de transporte para sus empleados y recicla todo lo posible. Los techos de sus oficinas tienen paneles solares que les permiten ahorrar unas 10.000 toneladas métricas de dióxido de carbono por año. En Finlandia, un data center que abrirá en breve sus puertas utiliza agua de mar para refrigerar las instalaciones lo que minimiza el gasto de energía.

En la última década el consumo de energía ha sido una obsesión para Google. Lo dice su vicepresidente de Infraestructura en su blog oficial. En mente tiene ahora ponerse a trabajar para reducir los desechos de los vehículos con los que fotografían las calles en todo el mundo para su famoso Street View. 11.126 toneladas de las emisiones directas de Google vienen precisamente de esos autitos.

1.6.1. Certificación de la Huella de carbono

El Programa de certificación en la Huella de carbono carboNZero, perteneciente al instituto de Investigación Landcare del gobierno de Nueva Zelanda, se encuentra acreditado internacionalmente para otorgar certificación en la Huella de carbono, basado en estándares internacionales tales como la **ISO 14064-1, GHG Protocol y PAS 2050**. En Latinoamérica, este programa de certificación en la Huella de carbono, es el único esquema de certificación presente que se encuentra acreditado internacionalmente para certificar en estándares internacionales.

ISO 14064-1

La Organización Internacional de Estandarización (ISO por sus siglas en ingles) es una red integrada por los institutos de estandarización de 147 países y ha desarrollado un nuevo estándar para la cuantificación, supervisión, divulgación y verificación de proyectos asociados al efecto de gases invernaderos (GEI) o GHG en ingles [29].

Este nuevo estándar se ha etiquetado como ISO 14064 y comprende tres secciones:

- **ISO 14064 – Parte 1:** Especificaciones para la cuantificación, monitoreo e informe de emisiones y secuestro (captura) de gases efecto invernadero (GEI) para organizaciones.
- **ISO 14064 – Parte 2:** Especificaciones para la cuantificación, monitoreo e informe de emisiones y secuestro de gases efecto invernadero (GEI) para proyectos.
- **ISO 14064 – Parte 3:** Especificaciones y guías para la validación y verificación de gases efecto invernadero (GEI).

La nueva norma ISO 14064 para la contabilización de los gases efecto invernadero, fue publicada recientemente por la ISO. La norma tiene el objetivo de reducir la emisión de GEI y de apoyar el comercio de emisiones (Bonos de Carbono) proporcionando a los gobiernos y a la industria, un conjunto integrado de herramientas para los programas de gestión. Con la aplicación de la norma se intenta lograr los siguientes beneficios:

- Promover la consistencia, transparencia y credibilidad en la cuantificación, monitoreo, reporte y verificación de emisiones de GEI.
- Permitir a las organizaciones identificar y gestionar responsabilidades, activos y riesgos relacionados con los GEI.
- Facilitar el comercio de permisos y créditos de GEI.
- Apoyar el diseño, desarrollo e implementación de esquemas o programas de emisiones de GEI consistentes y comparables.

La misma fue desarrollada ya que el cambio climático es uno de los desafíos más grandes que tienen las naciones, los gobiernos, los negocios y los ciudadanos. Este cambio tiene un alto impacto en los sistemas ambientales, sociales y económicos. Como tal, los gobiernos e iniciativas de distintas índoles, están desarrollando mecanismos para limitar emisiones GEI, para determinar, evaluar, y negociar programas de impuestos e incentivos voluntarios, tratados internacionales y proyectos para el secuestro del carbono.

Como los ejemplos más importantes de programas o iniciativas se pueden nombrar los siguientes:

- **California Climate Action Registry** es un programa de la Reserva de Acción Climática comprometido a resolver el cambio climático a través de la contabilidad y reducción de las emisiones. Creado por el Estado de California en 2001 para promover y proteger las acciones de las empresas a través de "principios para gestionar y reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero". A través de este mandato, este organismo ha establecido protocolos para guiar los inventarios de emisiones y una herramienta en línea, "Climate Action Registry Reporting Tool" (CARROT), para servir como una base de datos central de los informes de emisiones. Información más detallada sobre el programa y esta herramienta se puede encontrar en su sitio web <http://www.climateregistry.org/>.
- **EU GHG Emissions Trading Scheme** es una de las iniciativas más relevante que se está llevando a cabo en la actualidad. Este instrumento internacional constituye la primera medida y más importante para imponer límites máximos a las emisiones de CO₂ adoptado en cumplimiento del *Protocolo de Kyoto*²². Desde que fue adoptado e implementado en 2005, el ETS se ha convertido en la pieza fundamental y el buque insignia de la estrategia de la UE sobre el cambio climático.
- **US EPA Climate Leaders**, creada en Febrero de 2002. Era una asociación entre el gobierno y la industria que trabajó con las empresas para desarrollar estrategias globales de cambio climático. Las empresas participantes se comprometieron a reducir su impacto sobre el medio ambiente mundial al completar un inventario de sus gases de efecto invernadero de toda la empresa sobre la base de un sistema de gestión de calidad, establecer metas agresivas de reducción, y anualmente rendir informes de su progreso a la EPA. A través de la participación en el programa, las empresas creaban un registro creíble de sus logros y recibían el reconocimiento de la EPA como líderes corporativos del medio ambiente. En 2011, este programa finalizó.

²² Es un protocolo de la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. El protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009, eran 187 estados los que ratificaron el protocolo. EEUU mayor emisor de gases de invernadero mundial no ha ratificado el protocolo.

- **Australia GHG Challenge** es un programa nacional de acuerdos voluntarios entre la industria australiana y el Gobierno de estado en virtud del cual las empresas y asociaciones se comprometen a limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero. Lanzado en octubre de 1995, el programa es una iniciativa conjunta entre el Departamento de Estado de Medio Ambiente, el Departamento de Industria, Ciencia y Turismo y el Departamento de Industrias Primarias y Energía.
- **UK Emissions Trading Scheme** era un sistema de comercio de emisiones voluntarias creado como un proyecto piloto antes del Plan obligatorio de comercio de emisiones de la Unión Europea (European Union Emissions Trading Scheme (EU ETS)) que ahora se ejecuta en paralelo. Se desarrolló entre 2002 y fue cerrado a principios de 2009

La mayoría de estas iniciativas confían en la cuantificación sana de las emisiones y/o de los retiros de GEI. La ISO intenta proporcionar un estándar que establezca claramente las especificaciones para cuantificar, supervisar, divulgar y verificar GEI.

Esta norma es importante para las empresas ya que **contendrá las mejores prácticas en la cuantificación de GEI para las organizaciones, empresas y proyectos**. Para las compañías que desean participar en acciones que cooperen a minimizar el cambio climático, pero que mostraban resistencia motivado por la inexistencia de políticas claras, podrán sustentarse en ISO 14064 por ser un consenso internacional en técnicas y cuantificación de GEI. Su utilización por las compañías, especialmente organizaciones multinacionales, puede avanzar en programas de gerencia de GEI sin la confusión de los desacuerdos de políticas ambientales asociadas.

Además, la parte 3 del estándar establece por primera vez, las pautas internacionales para la verificación del inventario y del proyecto. La verificación es un componente importante a negociar en mercados de GEI. Las compañías interesadas en participar en tales mercados, pueden comenzar a estructurar los programas y los proyectos considerando los requisitos de la verificación de la ISO 14064.

¿Cómo se beneficia la empresa con ISO 14064? La norma 14064 **permitirá a las empresas medir y reportar sus emisiones de GEI en la misma forma que lo reportan otras**. Las corporaciones internacionales podrán preparar informes globales al utilizar un solo sistema de reglas y procedimientos. Todas **las compañías tendrán la capacidad de compararse (Benchmarking) contra sus contrapartes en términos de GEI**.

Se espera que ISO 14064 también apoye:

- Creación de unidades de medición para GEI.
- Consistencia y transparencia en el reporte de GEI.
- Impulse la gestión (gerencia) relacionada con las responsabilidades GEI.
- Soporte la comercialización de reducción de carbono (Bonos de carbono).
- Facilite la participación de iniciativas voluntarias de reducción de GEI.

¿Por qué se desarrolla ISO 14064 si ya existen muchos programas y protocolos para los GEI? Precisamente esa es la razón, existe una proliferación de metodologías, de protocolos, de esquemas y de regímenes GEI, por lo que hay **una necesidad de normalizar**. Además, las emisiones tradicionales tales como óxidos del sulfuro y de nitrógeno, se manejan generalmente en un nivel regional o nacional, puesto que sus efectos disminuyen con la distancia de la fuente que los emite. Las emisiones de GEI tienen un impacto global. La

reducción de GEI en cualquier lugar beneficia al planeta como un todo, por lo que es necesario normar o estandarizar los GEI. De todas formas **ISO 14064 no imposibilita a una organización de participar en otros programas, registros o esquemas de GEI**. De hecho, se piensa que este estándar se puede utilizar conjuntamente con otro programa de GEI. Las organizaciones que optan voluntariamente ISO 14064 deben seguir los requisitos del estándar.

Se esperan dos nuevas normas una para finales del 2011 ISO 14067 huella de carbono para productos y para finales del 2012 ISO 14069 huella de carbono para organizaciones. [101] Estas dos normas surgen como resumen del resto de normas de la siguiente forma:

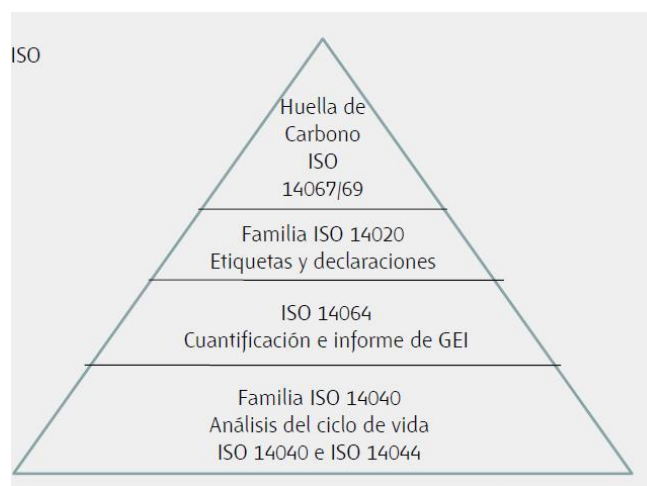


FIGURA 1.12: Normas ISO

Protocolo GHG

El protocolo GHG (Greenhouse Gas Protocol, US) es el método más reconocido de manera internacional para la contabilidad carbono de un Estado o de una empresa. **Creado por el Instituto de Recursos Mundiales²³ (World Resource Institute) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable²⁴ (World Business Council for Sustainable Development)**, pone a disposición un conjunto de recursos, herramientas y datos para el cálculo.

La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG PI) [26] es una alianza multipartita de empresas, organizaciones no gubernamentales (ONG), gobiernos y otras entidades, convocada por el Instituto de recursos Mundiales (WRI), ONG radicada en Estados Unidos, y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), coalición integrada por 170 empresas internacionales, con sede en Ginebra, Suiza. La Iniciativa fue lanzada en 1998 con la misión de desarrollar estándares de contabilidad y reporte para empresas aceptados internacionalmente y promover su amplia adopción.

¿Quiénes usan el protocolo GHG? Desde la publicación de la primera edición del Protocolo en el año 2001, más de 1.000 empresas y organizaciones alrededor del mundo han desarrollado sus inventarios de gases de

²³ Grupo de reflexión ambiental global que va más allá de la investigación para poner ideas en acción. Trabajan con los gobiernos, empresas y la sociedad civil para construir soluciones a los problemas ambientales urgentes. [28]

²⁴ Conocido por sus siglas WBCSD, es una asociación mundial de más de 200 empresas que trabajan exclusivamente con el sector empresarial y el desarrollo sostenible. Fue creado en 1995 en una fusión del Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible y el Consejo Mundial de la Industria para el Medio Ambiente y tiene su sede en Ginebra, (Suiza) con una oficina en Washington D.C. (Estados Unidos)

efecto invernadero mediante el Protocolo de GHG.



FIGURA 1.13: Programas usando el Protocolo GHG (<http://www.ghgprotocol.org/about-ghgp>)

La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero comprende dos estándares distintos, aunque vinculados entre sí:

- **Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI:** este documento, provee una guía minuciosa para empresas interesadas en cuantificar y reportar sus emisiones de GEI.
- **Estándar de Cuantificación de Proyectos del Protocolo de GEI:** es una guía para la cuantificación de reducciones de emisiones de GEI derivadas de proyectos específicos.

Estos estándares pueden ayudar a las organizaciones a:

- Preparar informes de gases de efecto invernadero con declaraciones sustentables, que puedan ser evaluadas por una tercera parte independiente.
- Demostrar el compromiso de reducir las emisiones de carbono, o “huella de carbono” de la empresa.
- Desarrollar mecanismos internos de gestión de la información relacionada con los gases de efecto invernadero.
- Cuantificar e informar las reducciones o remociones de gases de efecto invernadero logradas mediante los proyectos que la empresa lleva adelante.

PAS 2050.

PAS 2050 es una recomendación que describe el método para la medida de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) producidos en toda la cadena de producción de productos y servicios. Esta especificación ha sido **desarrollada por British Standards Institution**²⁵ y copatrocinada por Carbon Trust y Defra

²⁵ La British Standards Institution, cuyas siglas corresponden a BSI, es una multinacional cuyo fin se basa en la creación de normas para la estandarización de procesos. BSI es un organismo colaborador de ISO y proveedor de estas normas, son destacables la ISO 9001, ISO 14001 e ISO 27001. Entre sus actividades principales se incluyen la certificación, auditoría y formación en las normas. BSI fue fundada por el Comité de Ingeniería de normas de Londres en 1901. Actualmente BSI tiene presencia en Asia, Europa y América.

(Department for Environment Food and Rural Affairs) con el fin de facilitar a las empresas y partes interesadas un método claro y consistente para medir la Huella de Carbono de los productos, teniendo en cuenta las directrices de las IPCC 2006, IPCC 2007 y las normas BS EN ISO 14021, BS EN ISO 14044, BS EN ISO/IEC 17050-1 y ISO/TS 14048.

Desde su creación la norma se ha enriquecido con las contribuciones de un gran número de implicados de alguna manera en los **procesos de emisión de gases de efecto invernadero**. Hasta la fecha se han realizado dos consultas, la primera en octubre de 2007 y la segunda en marzo de 2008 en las que se han recogido las contribuciones de grupos de trabajo formados por expertos. Finalmente la especificación se ha probado en compañías piloto bajo la supervisión de los grupos de trabajo

El método descrito en la especificación **PAS 2050 permite evaluar de manera normalizada la Huella de Carbono de cualquier tipo de producto y en particular a los productos Business-to-Consumer (B2C)**, en los cuales el cliente es el consumidor final. También permite evaluar los productos Business-to-Business (B2B), en los cuales el cliente es una empresa que utiliza el producto como una entrada para incorporarlo a su producto final y los servicios, los cuales pueden ser B2C ó B2B.

La verificación de la huella de carbono consiste en la comprobación, por una tercera parte independiente, de que el cálculo realizado por el suministrador del producto cumpla con las exigencias de la especificación PAS 2050. La verificación, según PAS 2050, va dirigida a cualquier organización comprometida con el medio ambiente que desee validar la Huella de Carbono de uno o más de sus productos.

Los beneficios más importantes de la verificación de la huella de carbono según la PAS 2050 son:

- Para las empresas fabricantes de productos y proveedores de servicios:
 - **Disponer de un método claro y consistente** para evaluar y verificar las emisiones de gases de efecto invernadero de los productos a lo largo de su ciclo de vida.
 - **Facilitar la evaluación de configuraciones alternativas** de sus productos y de sus sistemas de fabricación y logística en base a su Huella de Carbono.
 - **Facilitar la selección de materias primas y suministradores** en base a la Huella de Carbono.
 - **Permitir la comparación de productos similares** en base a su Huella de Carbono, utilizando un método normalizado y reconocido de evaluación.
 - **Comunicar a sus clientes, consumidores y sociedad en general**, su compromiso de reducción de la Huella de Carbono de sus productos.

- Para los consumidores de productos y servicios:
 - **Proveer de una base común** para realizar los informes y evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida de los productos, de modo que permita la comparación y uniformidad en entendimiento.
 - Proveer a los grandes consumidores de la **oportunidad de entendimiento de las Huellas de Carbono** cuando toman las decisiones de compra o en la utilización de los productos y servicios.

Esquemas de Certificación

Existen dos esquemas de certificación:

- **CEMARS** es un programa de certificación de gases de efecto invernadero (GEI), que reconoce las acciones de empresas y organizaciones que miden sus emisiones de gases de efecto invernadero, comprenden las responsabilidades que tienen con respecto a la emisión de carbono, y ponen en marcha planes de gestión para reducir las emisiones de la organización y más ampliamente a través de la cadena de suministro.
- **carboNZero** es un programa de gestión y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de reconocimiento internacional para organizaciones, productos, servicios y eventos, que ofrece estrategias de mitigación opcionales a través de compensaciones creíbles y verificables. Las organizaciones que han medido, gestionado (reducido) y mitigado (compensado) sus emisiones de gases de efecto invernadero podrán obtener la certificación carboNZero.

Ventajas de la Certificación de la Huella de carbono

- Ventaja competitiva y acceso al mercado.
- Mejora de las redes de negocio y alcance comercial.
- Reduce los costos operativos.
- Liderazgo empresarial proactivo.
- Evita acusaciones de "lavado verde" o "greenwash"²⁶.
- Ayuda a comprender la posible exposición al riesgo.
- Garantiza la tranquilidad con respecto a nueva legislación sobre el cambio climático.
- Hace frente a las preocupaciones de consumidores, accionistas e inversionistas.
- Ayuda a entender las responsabilidades inherentes a las emisiones de carbono.
- Reduce el riesgo de una mala reputación y los costos asociados a ésta.
- Permite presentar con confianza sus credenciales de conformidad ambiental y logros en la mitigación de GEI.

1.6.2. Huella de Carbono Personal

La huella de carbono personal es una herramienta, que permite al individuo evaluar sus emisiones de gases de efecto invernadero. **Nacida bajo el liderazgo de Jean-Marc Jancovici²⁷**, ha sido puesta en línea en 2007 por ADEME y por la asociación "Clima Futures Association". Permite que **cualquier persona pueda calcular con precisión las emisiones de gases de efecto invernadero inducidas por sus acciones**, y por lo tanto su

²⁶ Greenwash es un término usado para describir la práctica de ciertas compañías, al darle un giro a la presentación de sus productos y/o servicios para hacerlos ver como respetuosos del medio ambiente. No obstante, este giro es meramente de forma y no de fondo por lo que se convierte en un uso engañoso de la comercialización verde

²⁷ Jean-Marc Jancovici es reconocido por su experiencia en problemas relacionados con el clima y la energía. Él es el autor y el desarrollador principal de la herramienta "Bilan Carbon" de evaluación de la ADME. En 2007 creó y desarrolló la empresa de consultoría "4 Carbone" con Alain Grandjean. Es profesor en las Minas de ParisTech, co-fundador de "Entretiens de Combloux", entre otros cargos. Además es el autor de un sitio web de divulgación - www.manicore.com (Francés e Inglés) en energía y cambio climático con más de 4000 visitantes diarios. También ha impartido más de 500 conferencias y sesiones de formación sobre estos temas, así como decenas de haber escrito artículos o columnas, en general, exámenes públicos o los periódicos.

participación en el calentamiento global en todos los ámbitos de su vida.

La calculadora personal de la huella de carbono tiene muchos factores en cuenta, desde las compras de calzado a las vacaciones esquiendo, pasando por la calefacción y la carne que se consume. Normalmente, con la factura anual de gas, electricidad, kilometraje (aproximado) de avión y automóvil y con el consumo de alimentos, productos y servicios, se pueden conocer todos los detalles de nuestras propias emisiones de gases de efecto invernadero (incluyendo el metano expedido por la crianza de los animales que se consumen).

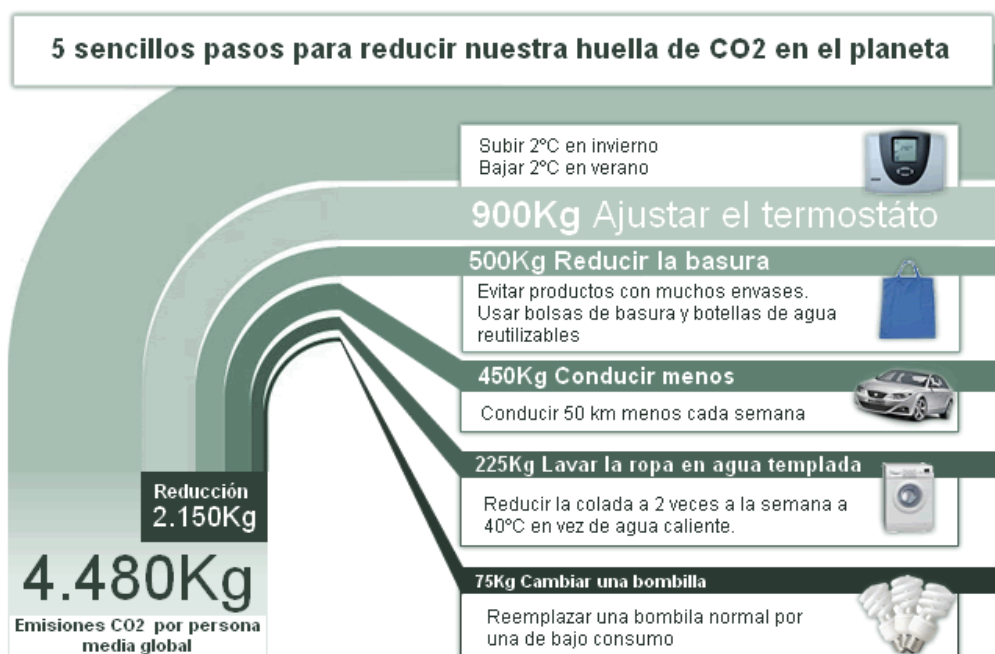


FIGURA 1.14: Como reducir nuestra huella de CO2

Usualmente la forma de obtener los resultados es a través de cuestionarios divididos en diferentes secciones.

- **Alojamiento**, incluyendo la superficie, el consumo de energía y equipamientos.
- **Transporte**, incluyendo autos personales, vuelos, transporte público (colectivo, tren, subte, etc.). Cada uno con el kilometraje aproximado para introducir cada un cierto tiempo determinado (mensual, semanal, etc.)
- **Alimentación**, tales como las cantidades de carne, pescado, productos lácteos, frutas, vegetales exóticos, legumbres, bebidas, etc.
- **Consumo en general** de equipamiento tecnológico, suministros varios, muebles, ropa, entretenimiento, etc.

1.6.3. Calculando nuestra huella ecológica

La huella de carbono personal permite tener en cuenta todos los aspectos de la vida de un individuo, y en detalle, no sólo para calcular las emisiones de CO2, sino de todos los gases de efecto invernadero, y esto con una desviación calculada para cada parte. Lo que permite a la persona tener una visión global de su participación en el calentamiento global. Uno mismo puede programarse su propio plan de mejora

personal, jugando con las cifras, para conseguir una idea más tangible de cuánto suman sus emisiones de CO₂. Existen diversos sitios en Internet para calcular nuestra huella de carbono. Entre los más conocidos se pueden nombrar los siguientes:

My Foot Print

Este sitio a través de su página oficial <http://www.myfootprint.org/> hace hincapié si las personas se han preguntado alguna vez cuánta "naturaleza" requiere su estilo de vida [30], El cuestionario calcula la cantidad de terreno y área oceánica necesaria para mantener sus patrones de consumo y absorber sus residuos anualmente. Tras responder aproximadamente unas treinta preguntas, con el resultado obtenido se podrá comparar la huella ecológica obtenida con la de otras personas y descubrir que acciones pueden modificarse para reducir el impacto sobre la Tierra.

La huella ecológica se expresa en "hectáreas globales" (gha) o "acres globales" (ga), unidades estandarizadas que toman en cuenta las diferencias en productividad biológica de los diversos ecosistemas que reciben el impacto de las actividades de consumo. La huella se divide en cuatro categorías de consumo: carbono (uso de energía en el hogar y el transporte), alimentación, alojamiento y bienes y servicios. Al mismo tiempo también se divide en cuatro tipos de ecosistemas y biomas: terrenos de cultivo, terrenos de pasto, terrenos forestales y pesquerías marinas.

Para acceder al cuestionario se debe ingresar a http://myfootprint.org/es/visitor_information/ y responder una serie de preguntas. Una vez completado, se podrán ver los resultados con la huella ecológica y una serie de recomendaciones para alcanzar un mundo más verde.

Después de haber respondido el cuestionario, se puede ver claramente que si todas las personas tuviesen mi estilo de vida, necesitaríamos más de una Tierra.

Mi Huella Ecológica - Resultados Del Cuestionario

Si todo el mundo en nuestro planeta llevase mi mismo estilo de vida, necesitaríamos:



= 1.32 Tierras

FIGURA 1.15: Mi huella de carbono

Climate Neutral Group

CMG, desde su página oficial <http://climateneutralgroup.com/en/>, [31] dice ser **una empresa social que se esfuerza por lograr un 100% de la neutralidad climática mundial**. Su misión es ayudar a tantas organizaciones como sea posible para hacer la transición a la neutralidad del clima y para desarrollar servicios y productos neutrales con el clima para sus clientes. Cada organización emite gases de efecto invernadero, algunos más que otros y esto tiene un impacto desafortunado y negativo en el clima.

Al igual que el sitio anterior, a través de una serie de preguntas se guiará paso a paso en el camino hacia el desarrollo, diseño e implementación de un clima neutro del producto, evento o negocio. A diferencia del sitio anterior, aparte de calcular la huella de carbono personal de la vida diaria de uno, ya sea como persona

o empresa se puede calcular la misma para un evento, ya sea un congreso, festival, concierto, certamen, espectáculo, etc.

El link para calcular la huella de carbono es <http://climateneutralgroup.com/en/services/co2-calculator/>.

Global Footprint Network

A través de su sitio oficial <http://www.footprintnetwork.org> [32], permite acceder a un cuestionario para calcular nuestra huella personal. Esta calculadora ofrece una forma interactiva y divertida para que las personas puedan explorar y reducir su Huella. Construida en asociación con *Free Range Studios*²⁸, la calculadora recibió un generoso apoyo de *EPA Victoria*²⁹, la Fundación para una Comunidad Global, la Ciudad de Calgary, y el Fondo Richard y Rhoda Goldman. Esta calculadora está basada en información de las Cuentas Nacionales de Huella Ecológica de Global Footprint Network.

A diferencia de los sitios anteriores, este sitio te permite elegir el país donde uno vive, para lograr de esta forma preguntas más relacionadas a la zona de residencia. Para acceder a la calculadora se debe ingresar al link: <http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/calculators/>

La siguiente figura proyecta un resultado similar a los sitios anteriores, donde informa que si todas las personas tuviesen mi estilo de vida se necesitaría algo así como un poco más de una Tierra. Al mismo tiempo informa cuantas hectáreas necesitaría, como se encuentra dividida la huella de carbono con porcentajes gráficos (vivienda, comida, movilidad, etc.) y por último ofrece una serie de recomendaciones para cambiar la huella personal y una comparación con otros países.

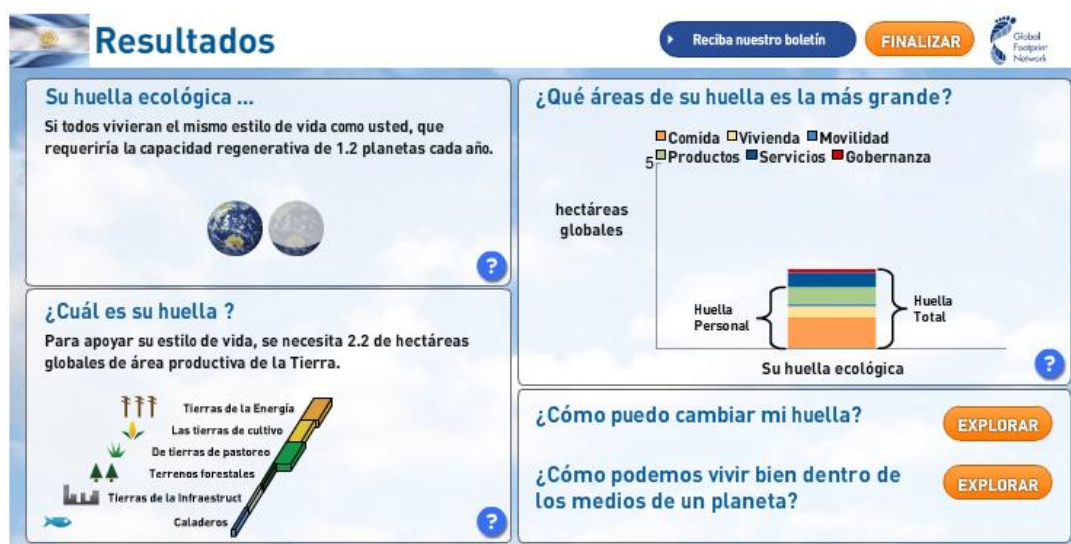


FIGURA 1.16: Mi huella personal en Global Footprint Network

²⁸ Empresa de mensajería con sede en Washington, DC y Berkeley, California. Son notables por sus servicios y películas que promueven el cambio social. Fundada por Jonah Sachs y Louis Fox en 1999 como Free Range Graphics. Después de años de experimentar con diferentes medios de comunicación, la pareja decidió formar una empresa de diseño de impresión, que trabaja exclusivamente sin fines de lucro promoviendo el cambio social. Después de seis meses de su fundación, ya se encontraba trabajando en las campañas nacionales de Earthjustice, SEIU, y Amnistía Internacional.

²⁹ EPA Victoria es una autoridad legal que reporta al Parlamento de Victoria a través del Ministerio de Medio Ambiente, Cambio Climático e Innovación. Su objetivo es proteger, cuidar y mejorar el medio ambiente en beneficio de la comunidad de Victoria.

Otras iniciativas en el mundo

Existen en el mundo otras iniciativas similares, como en Reino Unido con el sitio "Actonco2" o en Estados Unidos con la página "Personal Emissions Calculator", ambas incompletas en cierta forma al no tener en cuenta varios factores.

- **El sitio "Personal Emissions Calculator"** sólo calcula las emisiones de CO₂ de la vivienda y el uso del auto, pero no tiene en cuenta las emisiones de los alimentos, ni los de la compra de equipos de tecnología, o los ocasionados por viajes. Así, lo que pretende ser una calculadora de emisiones individual no toma en cuenta más que la mitad o menos de las emisiones reales de un individuo determinado, ya que las mismas, causadas por los alimentos o los suministros en la vida cotidiana ya representan la mitad de todas ellas.
- **El sitio Inglés "Actonco2"** calcula con un grado más de detalle la parte de la vivienda y el transporte, y con menos importancia las emisiones de CO₂ de los viajes en avión y no calcula la parte esencial de los alimentos, ni el consumo general (suministros, muebles, ropa, actividades recreativas). Así, la calculadora de CO₂ tiene en cuenta probablemente un poco más de la mitad de las emisiones reales de un individuo determinado.

1.6.4. Huella Mundial

Actualmente la humanidad utiliza el equivalente de 1.4 planetas cada año. Esto significa que al presente la **Tierra necesita de un año y cinco meses para regenerar lo que se utiliza en un año.** [98]. Los panoramas moderados de la ONU sugieren que si las tendencias actuales de la población y de la consumición continúan, por el medio de la próxima década necesitemos el equivalente de dos Tierras para soportarnos.

Convirtiendo los recursos a desechos más rápidamente que los desechos se convierten en recursos nos pone en el sobregiro ecológico global, agotando los mismos recursos de los cuales dependen la vida humana y la biodiversidad.

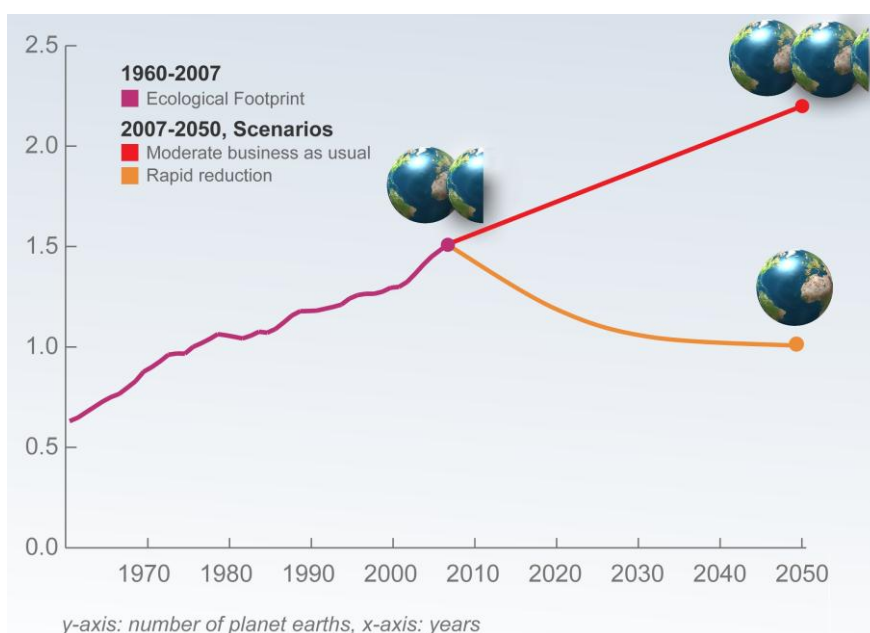


FIGURA 1.17: Huella Global y los posibles escenarios

El resultado es el colapso de las industrias pesqueras, disminución de la cubierta forestal, agotamiento de los sistemas de agua fresca y la acumulación de contaminación; lo que causará problemas como el cambio del clima global. Éstos son apenas algunos de los efectos más notables del sobregiro, el cual también contribuye a los conflictos sobre los recursos, las migraciones masivas, el hambre, la enfermedad y otras tragedias humanas – además tiende a tener un impacto desproporcionado en los pobres, quienes no pueden comprar su salida del problema al conseguir recursos de otras regiones.

La tierra nos proporciona a todos lo que necesitamos para vivir y para prosperar. Entonces ¿Qué se requiere para que la humanidad viva dentro de los medios del planeta-único? Los individuos y las compañías por todo el mundo deben comenzar a reconocer los límites ecológicos. Se debe promover que los límites ecológicos sean centrales en las toma de decisiones y a utilizar la ingeniosidad humana para encontrar nuevas maneras de vivir dentro de los límites de la tierra.

Esto significa una ***inversión en tecnología e infraestructura que permitirán que funcionemos en un mundo limitado en recursos***. Significa tomar medidas individuales y crear la demanda pública para que participen los negocios y los políticos. ***Utilizar herramientas como la Huella Ecológica para manejar nuestros bienes ecológicos es esencial*** para la supervivencia y éxito de la humanidad. Conocer la naturaleza que tenemos, saber cómo la utilizamos y quién la utiliza es el primer paso, permitirá vigilar nuestro progreso mientras trabajamos hacia nuestra meta de vivir en un planeta sustentable.

1.7. Materiales reciclables

Actualmente, con los cambios tan rápidos y el abaratamiento de la tecnología, hay cada vez mayor ***tendencia a cambiar rápidamente los productos electrónicos***, como las computadoras, celulares, reproductores de música, entre otros. De este modo el desecho de estos artefactos que se encuentran en estado de volverse "obsoletos" genera una gran cantidad de basura electrónica.

Según un estudio, elaborado por el Instituto Nacional de Ecología, los productos en América Latina:

- 57 - 80% terminan en basureros o se acumula en hogares y empresas.
- 5 - 15% se canalizan a un programa de recuperación y reutilización de partes.
- 10 - 20% se somete a reciclado primario (plásticos y metales ferrosos).
- 0.1% recibe tratamiento certificado de contaminantes.

Para contrarrestar este problema, han surgido diferentes iniciativas de diversas compañías globales. Por ejemplo, Dell en algunos países recicla gratuitamente todos los productos de su marca, lo mismo la empresa Apple la cual lanzó una convocatoria para que todos los usuarios lleven sus computadoras viejas, teléfonos celulares y reproductores MP3 de cualquier marca a las Apple Premium Resellers para que sean reciclados.

La fase completa del ciclo de vida de una computadora en la que se deben tener consideraciones de protección ambiental abarca el desarrollo, diseño, manufactura, operaciones, uso del cliente y la disposición del equipo hacia el fin de su vida útil.

En este aspecto, por ejemplo, se puede observar el caso de la empresa Sony que en algunos países ha implementado una serie de medidas en protección al medio ambiente, como el desarrollo de tecnología

limpia, es decir, productos libres de sustancias peligrosas y 100% reciclables, la certificación del **Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica**³⁰ (FIDE), la colaboración con **Fondo Mundial para la Naturaleza**³¹, (**World Wildlife Fund - WWF**) (organización mundial de conservación ecológica), ser miembro principal de Eco-Patent Commons (organización dedicada a promover patentes tecnológicas que beneficien al medio ambiente) y el manejo del plan "Green Management 2010" con el objeto de proteger al ambiente en el ciclo total de negocio.

La compañía informática Gartner afirma que el proceso de fabricación de una PC representa el 70% de los recursos naturales utilizados en el ciclo de vida de una PC. Por lo tanto, la mayor contribución a la computación verde por lo general es prolongar la vida útil del equipo. Otro informe de la misma compañía recomienda en "buscar la longevidad del producto, incluyendo capacidad de actualización y modularidad" [33]. Por ejemplo, la fabricación de un nuevo equipo hace una huella ecológica mucho mayor que la fabricación de un nuevo módulo de RAM para mejorar uno ya existente, una actualización común que ahorra al usuario tener que comprar un equipo nuevo.

1.8. Software y optimización de la implementación

1.8.1. Eficiencia de Algoritmos

La eficiencia de los algoritmos tiene un impacto en la cantidad de los recursos informáticos necesarios para cualquier función de cálculo determinado habiendo mucho intercambio de eficiencia en los programas escritos. Aunque la misma no tenga un impacto tanto como otros enfoques, sigue siendo una consideración importante. De acuerdo a un estudio realizado [34] por un físico de Harvard, se estima que el promedio de búsqueda Google lanza siete gramos de dióxido de carbono (CO₂). Sin embargo, Google se opone a esta figura, argumentando que una búsqueda típica produce sólo 0,2 gramos de CO₂ como se vio en la sección "Huella de Carbono". (Sección 1.6)

Por otro lado se tiene que cada año, nuevas versiones de software todavía necesitan más recursos (memoria, CPU, disco, tarjeta gráfica, etc.) para llevar a cabo las mismas tareas. [35] Por ejemplo de acuerdo a una investigación realizada por GreenIT.fr, se puede ver como las aplicaciones de Microsoft más conocidas han aumentado sus requisitos en referencia a cuantos recursos son necesarios. La misma demuestra claramente que Windows 7 + Office 2010 requieren 70 veces más memoria (RAM) que Windows 98 + Office 2000 y 47 veces más de espacio en disco para escribir exactamente el mismo texto o enviar exactamente el

³⁰ Es una institución mexicana de carácter privado creada en 1990, que tiene como objetivo, promover e inducir, con acciones claras y concretas, el ahorro de energía eléctrica en los usuarios. En su calidad de fideicomiso, concede financiamiento para implementación de proyectos de ahorro de electricidad, otorga asistencia técnica para desarrollo y brinda capacitación. Así mismo, certifica la eficiencia eléctrica en aparatos eléctricos y dispone de material educativo sobre el ahorro de energía eléctrica.

³¹ WWF es la más grande organización conservacionista independiente del mundo. Su misión es detener la degradación del ambiente natural del planeta y construir un futuro en el cual los seres humanos vivan en armonía con la naturaleza, conservando la diversidad biológica del municipio, garantizando el uso sostenible de los recursos naturales renovables y promoviendo la reducción de la contaminación y del consumo desmedido. Cuenta con unos 5 millones de miembros y una red mundial de 27 organizaciones nacionales, 5 asociadas y 22 oficinas de programas, que trabajan en más de 100 países. La sede internacional está ubicada en Suiza y la dirección para América Latina, en Estados Unidos.

mismo e-mail que hace 10 años.

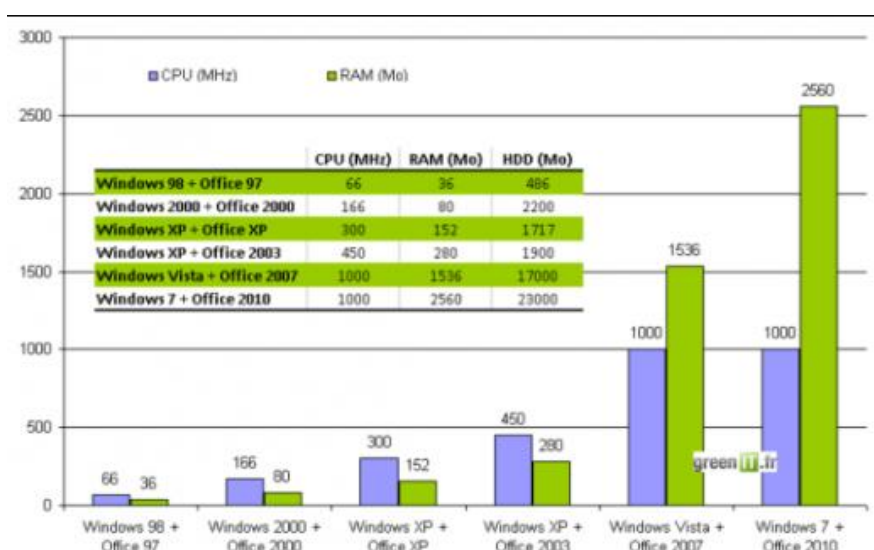


FIGURA 1.18: Comparación uso de RAM, Windows + Office (FUENTE: GreenIT.fr)

1.8.2. Asignación de Recursos

Existe una creciente presión para las grandes compañías de Internet a reducir su consumo de energía. Para estas empresas el costo no es el único inconveniente, ya que las mismas deben afrontar la presión de los gobiernos y demás grupos interesados en el medio ambiente para reducir su huella de carbono

De acuerdo a MIT's Technology Review [36], **los algoritmos también pueden ser utilizados para encaminar los datos a los Data Centers donde la electricidad es más económica**. Los investigadores del MIT, la Universidad Carnegie Mellon, y Akamai han probado un algoritmo de asignación de energía que con éxito encamina el tráfico al destino con los costos de energía más económicos. Este calcula la mejor opción en función del precio de la electricidad y la distancia que los datos deben viajar para llegar a un lugar determinado, para proporcionar la ruta más rentable para los datos basados en los costos de energía.

El algoritmo desarrollado por estos investigadores no necesariamente reduce el uso de la energía, simplemente ayuda a las empresas a administrar mejor sus costos de energía. Pero los investigadores afirman que también podría ser utilizado para dirigir el tráfico a las instalaciones donde las formas de energía más verdes están siendo utilizadas. El ejemplo utilizado en el artículo hace referencia a un centro de datos de Google en Bélgica que se basa en el enfriamiento del ambiente para mantener sus instalaciones a una temperatura determinada en lugar de disparar hasta costosos sistemas de aire acondicionado. En los días donde el clima es muy caliente, los servidores del centro de datos simplemente se apagan.

Los investigadores **proyectan hasta un 40% de ahorro en costos de energía** si su algoritmo propuesto es usado. Estrictamente hablando, este enfoque realmente no reduce la cantidad de energía utilizada, sino que sólo reduce el costo para la empresa que usa este algoritmo.

Sin embargo, una estrategia similar podría ser usada para dirigir el tráfico sobre energía que se produce de una manera más respetuosa del medio ambiente o eficiente. Un enfoque similar se ha utilizado también para reducir el consumo de energía mediante el enrutamiento de tráfico fuera de los centros de datos que

experimentan un clima cálido, lo que permite a los equipos que se apaguen para evitar el uso de aire acondicionado.

A la hora de hablar de centros de servidores más amplios, estos son a veces encontrados donde la energía y la tierra son más económicas y fácilmente disponibles. La disponibilidad local de las energías renovables, un clima que permite que el aire exterior pueda ser utilizados para la refrigeración, o ubicar los centros donde el calor que producen los servidores pueda ser utilizado para otros fines que pueden ser factores de decisiones verdes.

1.9. Tecnologías Verdes

Los modernos sistemas de tecnología dependen de un variado grupo de personas, redes y hardware, de tal forma que una iniciativa de tecnología verde debe cubrir todas estas áreas. Una solución debe también tener como destino la satisfacción final del usuario, la reestructuración de la administración, conformidad administrativa y el retorno de la inversión. Del mismo modo existen considerables motivaciones fiscales para las empresas para tomar el control de sus consumos de energía, donde dicen que de las herramientas de administración de energía disponibles, una de las más poderosas justamente es una de las más simples, ni más ni menos que el uso del "sentido común".

1.9.1. Virtualización

La virtualización es una **tecnología que comparte los recursos de cómputo en distintos ambientes permitiendo que funcionen diferentes sistemas en la misma máquina física**. Crea un recurso físico único para los servidores, almacenamiento y aplicaciones. La virtualización de servidores permite el funcionamiento de múltiples servidores lógicos en un único servidor físico. Si un servidor se utiliza a un porcentaje de su capacidad, el hardware extra puede ser distribuido para la construcción de varios servidores y máquinas virtuales.

La virtualización ayuda a reducir la huella de carbono del centro de datos al disminuir el número de servidores físicos y consolidar múltiples aplicaciones en un único servidor con lo cual se consume menos energía y se requiere menos enfriamiento. Además se logra un mayor índice de utilización de recursos y ahorro de espacio.

La tendencia hacia la virtualización en los Estados Unidos comenzó con la crisis de generación de energía del 2006. Las investigaciones mostraban que el consumo de energía aumentaría de 15% a 18% cada año, mientras que la oferta en un 6% a 9% anual. Con la virtualización las empresas lograron reducir su consumo de energía disminuyendo costos y al mismo tiempo su daño al ambiente. [37]

La adopción de la virtualización está impulsada principalmente por la necesidad de reducir costos, aumentar la velocidad de desarrollo de las aplicaciones y reducir el impacto al medio ambiente disminuyendo la huella de carbono de las organizaciones.

En el capítulo 4, se entrará en detalle sobre virtualización y su relación con Green IT.

1.9.2. Arquitectura Cliente-Servidor, Clientes livianos

El modelo cliente/servidor *se basa en mantener el software, las aplicaciones y los datos en el servidor*. De esta forma *es el cliente quien realiza peticiones a otro programa (servidor) que le brinda la respuesta*. Aunque esta idea se puede aplicar a programas que se ejecutan sobre una sola computadora es más ventajosa en un sistema operativo multiusuario distribuido a través de una red de computadoras. En esta arquitectura la capacidad de proceso está repartida entre los clientes y los servidores, aunque son más importantes las ventajas de tipo organizativo debidas a la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades, lo que facilita y clarifica el diseño del sistema.

La separación entre cliente y servidor es una separación de tipo lógico. Los tipos específicos de servidores incluyen servidores web, de archivos, de bases de datos, de cómputo, de correo, de aplicaciones, y de streaming (multimedia para video o música) entre los más importantes. De esta forma, mientras que sus propósitos varían de unos servicios a otros, la arquitectura básica seguirá siendo la misma.

Una disposición muy común son los sistemas multicapa en los que el servidor se descompone en diferentes programas que pueden ser ejecutados por diferentes computadoras aumentando así el grado de distribución del sistema.

La arquitectura cliente-servidor sustituye a la arquitectura monolítica en la que no hay distribución, tanto a nivel físico como a nivel lógico. De esta forma se puede tener acceso a la información desde cualquier ubicación y el cliente no requiere una gran cantidad de memoria o almacenamiento. ***Este ambiente consume menos energía y enfriamiento.***

Como es sabido, para obtener la certificación Energy Star de la EPA, las computadoras en modo de inactividad o suspensión no deben consumir más de 50 watts. Hoy en día se necesitan equipos que consuman menos energía y ya existen en el mercado actual computadoras de alto rendimiento tales como Fit PC, Zonbu PC, entre otras, con capacidad suficiente para ejecutar un sistema operativo, pero tan compactas que sólo consumen 5 Watts. Simultáneamente empresas como Sun Microsystems han desarrollado clientes livianos (Thin Clients), llamados Sunray que utilizan entre 4 y 8 Watts debido a que las actividades de procesamiento se realizan en el lado del servidor. ***Un dato interesante es que estos equipos consumen menos energía en un día, de lo que una computadora tradicional consume en una hora.***

Los clientes livianos junto con la virtualización reducirán considerablemente el consumo de energía. De acuerdo con Gartner, si las interfaces de usuario de todas las aplicaciones de las computadoras personales fueran virtualizadas a un modelo cliente liviano - servidor, los costos indirectos se reducirían en un 50%.

Así mismo el Dr. Hartmut Pflaum, investigador de Fraunhofer, afirma que mientras las computadoras de escritorio consumen alrededor de 85 Watts en promedio, los clientes livianos incluyendo sus servidores utilizan de 40 a 50 Watts. Si se redujera la cantidad de energía utilizada por diez millones de computadoras personales en las empresas se podrían disminuir 485,000 toneladas de emisiones de carbono al año, así como el ahorro de 78 millones en los costos de la electricidad.

1.9.3. Cloud Computing

La computación en la nube o informática en la nube, del inglés "Cloud Computing", es un paradigma que permite **ofrecer servicios de computación a través de Internet**. La "nube" es justamente una metáfora de Internet. Es una forma de computación distribuida que proporciona a sus usuarios la posibilidad de utilizar una amplia gama de recursos en redes de computadoras para completar su trabajo. Los recursos se escalan de forma dinámica y se proporcionan como un servicio a través de Internet. Los usuarios no necesitan conocimientos, experiencia ni control de la infraestructura tecnológica.

Este es un nuevo modelo de prestación de servicios de negocio y tecnología, que permite al usuario acceder a un catálogo de servicios estandarizados y responder a las necesidades de su negocio, de forma flexible y adaptativa, en caso de demandas no previsibles o de picos de trabajo, pagando únicamente por el consumo efectuado.

El cambio paradigmático que ofrece es que permite aumentar el número de servicios basados en la red. Esto genera beneficios tanto para los proveedores, que pueden ofrecer de forma más rápida y eficiente un mayor número de servicios, como para los usuarios que tienen la posibilidad de acceder a ellos, disfrutando de la "transparencia" e inmediatez del sistema y de un modelo de pago por consumo.

Este método incorpora el software como servicio, como en la *Web 2.0*³² y otros conceptos recientes, también conocidos como tendencias tecnológicas, que tienen en común el que confían en Internet para satisfacer las necesidades de cómputo de los usuarios. De esta forma al utilizar computación en nube las empresas se vuelven más ecológicas porque disminuyen su consumo de energía al incrementar su capacidad sin necesidad de invertir en más infraestructura y al mismo tiempo se aumenta la tasa de utilización del hardware ya que se comparten los recursos.

En el capítulo 2, se puede ver en detalle "Cloud Computing".

1.9.4. Tele trabajo

Definido como **Home Working, Working at home o Telecommuting, el Tele Trabajo se refiere a trabajar a la distancia ya sea desde nuestras casas o desde otro punto fuera de la oficina**. Simplemente con el uso de un enlace con la oficina central, el tele trabajo hace posible para los empleados de una organización permanecer en sus casas y realizar su trabajo tal como lo harían si estarían en sus oficinas. Este tipo de modalidad está siendo cada vez más utilizada debido principalmente a los avances tecnológicos relacionados con el ancho de banda e Internet.

Esta alternativa tiene sus ventajas y desventajas tanto para los empleados como para las empresas.

³² Web 2.0 es la representación de la evolución de las aplicaciones tradicionales hacia aplicaciones web enfocadas al usuario final. Es una actitud y no precisamente una tecnología que está asociado a aplicaciones web que facilitan el compartir información, la interoperabilidad, el diseño centrado en el usuario y la colaboración en la World Wide Web. Ejemplos de la Web 2.0 son las comunidades web, los servicios web, las aplicaciones Web, los servicios de red social, de alojamiento de videos, las wikis, blogs, mashups y folcsonomías.

Empleado	
Ventajas	Desventajas
Incremento en la satisfacción del empleado.	Inseguridad laboral, ya que puede hacer más frecuente un despido por la falta de contacto directo.
Aumento de beneficios como consecuencia de los gastos generales más bajos de espacio de oficinas, calor, iluminación.	
Mayor autonomía y movilidad.	Falta de ambiente laboral: el ambiente en el que el empleado trabaja puede no ser el más apto para la realización de sus actividades.
Más oportunidades laborales.	
Mejor equilibrio con la vida familiar.	
Mejor integración laboral para las personas con discapacidad.	Puede provocar el sedentarismo, ya que se disminuyen los traslados y movimientos.
Menos estrés.	
Posibilidad de combinar con tareas domésticas.	

Empresa	
Ventajas	Desventajas
Menos problemas de convivencia entre empleados.	Hay un punto de rendimiento decreciente empleando a teletrabajadores, donde el costo de un control de calidad es mayor que el valor que los teletrabajadores aportan, ya que la supervisión del trabajador desde casa es menor.
Mayor productividad debido a la implantación del trabajo por objetivos.	Suele haber pérdida de jerarquías.
Menor coste por producción.	Las compensaciones monetarias pueden exceder del coste total del trabajador a tiempo completo en la oficina.
Menor infraestructura necesaria.	

Los ahorros son importantes. Por ejemplo el consumo medio anual de energía para EE.UU. de edificios de oficinas es de más de 23 kilovatios hora por metro cuadrado donde la calefacción, aire acondicionado e iluminación son el 70% de toda la energía consumida.

Entre otras iniciativas relacionadas, reducir los metros cuadrados por empleado como espacio de reserva sólo a los trabajadores cuando la necesitan. Muchos tipos de puestos de trabajo, tales como ventas, consultoría y servicio de campo, se integran bien con esta técnica.

1.9.5. Educación y Certificación

Existen un gran número de instituciones que tienen cursos relacionados con Green Computing y algunas que ofrecen certificaciones las cuales indirectamente alientan las técnicas verdes. Tanto los cursos como las certificaciones se encuentran en una etapa inicial pero donde se espera crecerán rápidamente debido a su importancia en la actualidad.

CAPITULO 2 – CLOUD COMPUTING

2.1 Introducción

Computación en la Nube o informática en la nube del inglés "Cloud Computing, **es un paradigma que permite ofrecer servicios de computación a través de Internet**. La "nube" es una metáfora para referirnos a Internet. Esto se debe a los clásicos diagramas donde Internet se dibujaba (y se continua dibujando) como una nube. La misma significaba el transporte de datos a través de diferentes backbones³³.

Es una **forma de computación distribuida que proporciona a sus usuarios la posibilidad de utilizar una amplia gama de recursos en redes de computadoras para completar su trabajo**. Los recursos se escalan de forma dinámica y se proporcionan como un servicio a través de Internet. Los usuarios no necesitan conocimientos, experiencia ni control de la infraestructura tecnológica.

En este tipo de tecnología todo lo que puede ofrecer un sistema informático se ofrece como servicio, de modo que los usuarios puedan acceder a los servicios disponibles en Internet sin conocimientos (o, al menos sin ser expertos) en la gestión de los recursos que usan. Según el IEEE Computer Society, es un paradigma en el que la información se almacena de manera permanente en servidores de Internet y se envía a cachés temporales de cliente, lo que incluye equipos de escritorio, centros de ocio, portátiles, etc. Esto se debe a que, pese a que las capacidades de las PC han mejorado sustancialmente, gran parte de su potencia se desaprovecha, al ser máquinas de propósito general.

Este es un nuevo modelo de prestación de servicios de negocio y tecnología, que permite al usuario acceder a un catálogo de servicios estandarizados y responder a las necesidades de su negocio, de forma flexible y adaptativa, en caso de demandas no previsibles o de picos de trabajo, pagando únicamente por el consumo efectuado.

El cambio paradigmático que ofrece es que permite aumentar el número de servicios basados en la red. Esto genera beneficios tanto para los proveedores, que pueden ofrecer, de forma más rápida y eficiente, un mayor número de servicios, como para los usuarios que tienen la posibilidad de acceder a ellos, disfrutando de la "transparencia" e inmediatez del sistema y de un modelo de pago por consumo. De esta manera, consigue aportar estas ventajas, apoyándose sobre una infraestructura tecnológica dinámica que se caracteriza, entre otros factores, por un alto grado de automatización, una rápida movilización de los recursos, una elevada capacidad de adaptación para atender a una demanda variable, así como virtualización avanzada y un precio flexible en función del consumo realizado.

Este método incorpora el software como servicio, como en la Web 2.0 y otros conceptos recientes, también conocidos como tendencias tecnológicas, que tienen en común el que confían en Internet para satisfacer las necesidades de cómputo de los usuarios.

De esta forma al utilizar computación en nube las empresas se vuelven más ecológicas porque disminuyen

³³ Principales conexiones troncales de Internet compuestas de un gran número de routers comerciales, gubernamentales, universitarios y otros de gran capacidad interconectados que llevan los datos a través de países, continentes y océanos del mundo mediante cables de fibra óptica.

su consumo de energía al incrementar su capacidad sin necesidad de invertir en más infraestructura. Además se aumenta la tasa de utilización del hardware ya que se comparten los recursos.

Una de las principales diferencias de Cloud Computing es que **no hay necesidad de conocer la infraestructura** detrás de esta, pasa a ser “una nube” donde las aplicaciones y servicios pueden fácilmente crecer (escalar), funcionar rápido y donde son pocas las veces que fallan, sin conocer los detalles del funcionamiento de esta “nube”.

2.2 Comienzos

El concepto de computación en la nube **comenzó en los proveedores de servicio de Internet a gran escala, como Google, Amazon AWS** y otros que construyeron su propia infraestructura. De entre todos ellos emergió una arquitectura: un sistema de recursos distribuidos horizontalmente, introducidos como servicios virtuales de IT escalados masivamente y manejados como recursos configurados y mancomunados de manera continua.

Básicamente **la computación en nube se remonta a la década de 1960**, cuando John McCarthy opinó que **“algún día la computación puede organizarse como un servicio público”**. Casi todas las características modernas de la computación en nube (provisión elástica, siempre como un servicio público, en línea, la ilusión de la provisión infinita), la comparación con la industria eléctrica y el uso del transporte público, las formas privadas, el gobierno y la comunidad, fueron estudiadas a fondo en 1966 por Douglas Parkhill en su libro, “The Challenge of the Computer Utility”.

El **término actual “nube” se tomó prestado de la telefonía** en el que las empresas de telecomunicaciones, que hasta la década de 1990 ofrecían principalmente circuitos de datos punto a punto, comenzó a ofrecer redes privadas virtuales (VPN) con una calidad de servicio comparable, pero a un costo mucho menor. Al pasar el tráfico a utilización por balanceo, fueron capaces de utilizar el ancho de banda total de la red con más eficacia. El símbolo de la nube era utilizado para indicar el punto de demarcación entre lo que es la responsabilidad del proveedor y lo que era la responsabilidad del usuario. La computación en nube extiende este límite para cubrir los servidores, así como la infraestructura de red.

Después de la burbuja de las **“puntocom”³⁴ Amazon tuvo un papel clave en el desarrollo de la computación en la nube** modernizando sus centros de datos, que como las redes de ordenadores, se utiliza tan poco como 10% de su capacidad en un momento dado.

Este modelo de arquitectura fue inmortalizado por George Gilder en su artículo publicado en la revista Wired titulado “Las Fábricas de Información” [38]. Las granjas de servidores, sobre las que escribió Gilder, eran similares en su arquitectura al procesamiento “Grid” (red), pero mientras que las redes se utilizaban

³⁴ Término que se refiere a un período de crecimiento en los valores económicos de empresas vinculadas a Internet. Esta corriente económica especulativa se dio entre 1997 y 2001. Durante este período, las bolsas de valores de las naciones occidentales vieron un rápido aumento de su valor debido al avance de las empresas vinculadas al nuevo sector de Internet y a la llamada Nueva Economía. Al pasar el tiempo, muchas de estas empresas quebraron o dejaron de operar. El período fue marcado por la fundación (y en muchos casos, espectacular quiebra) de un nuevo grupo de compañías basadas en Internet designadas comúnmente empresas punto com.

para aplicaciones de procesamiento técnico *débilmente acoplados*³⁵, este nuevo modelo de nube se estaba aplicando a los servicios de Internet [39].

Tanto las nubes como los Grids están hechos para escalar horizontalmente muy eficientemente. Ambos están contruidos para resistir fallas de los elementos o nodos individuales. Ambos son cobrados “por-uso”. Pero ***mientras que los Grids típicamente procesan los trabajos en batch, con un punto definido de inicio y final, los servicios nube pueden ser continuos***. Lo que es más, las nubes expanden los tipos de recursos disponibles tales como almacenamiento de archivos, bases de datos y servicios Web; y extienden la aplicabilidad a la Web y a las aplicaciones de la empresa.

Al mismo tiempo, el concepto de cómputo de programas Utility llegó a ser el foco de diseño y operaciones de IT. Tal como ***Nick Carr***³⁶ ***observó en su libro “The Big Switch”, la infraestructura de los servicios de cómputo empezaba a ser comparable con el desarrollo de la electricidad como utilidad***. ¿No sería grandioso si usted pudiera comprar recursos de cómputo, en demanda, sólo pagando lo que usted necesite, cuando usted lo necesite?

Para los usuarios finales, el cómputo Cloud significa que no existen los costos de adquisición de hardware, ni el manejo de las licencias de software o actualizaciones, ni nuevos empleados o consultores que contratar, ni instalaciones que rentar, ni costos de capital de ninguna clase, ni costos ocultos. Sólo una tarifa medida por uso o una cuota fija de suscripción. Simplemente ***use sólo lo que quiera, pague sólo lo que usa***.

El cómputo Cloud realmente toma el modelo de cómputo Utility al siguiente nivel. Es una forma nueva y evolucionada de cómputo de utilidad en el cual diferentes tipos de recursos (hardware, software, almacenamiento, comunicaciones, etc.) pueden ser combinados y recombinados sobre la marcha dentro de las capacidades específicas o de los servicios que los clientes requieren. Desde ciclos CPU para proyectos HPC (High Performance Computing) hasta la capacidad de almacenamiento para respaldos de grado empresarial para completar los IDEs para el desarrollo del software, el cómputo Cloud puede entregar virtualmente cualquier capacidad de IT, en tiempo real.

Bajo las circunstancias es fácil ver que a un amplio rango de organizaciones e individuos les resultaría interesante comprar “cómputo” como un servicio, y aquéllas firmas que ya están construyendo centros de datos distribuidos a híper-escala inevitablemente escogerían empezar a ofrecer esta infraestructura como un servicio ocioso.

2.3 Características

De acuerdo a James Staten³⁷ [50], las cinco características más importantes de Cloud Computing son:

³⁵ Loosely coupled: Sistema compuesto de subsistemas con cierta autonomía de acción, que mantienen una interrelación continua entre ellos.

³⁶ Escritor Americano nacido en 1959 quien ha publicado diferentes libros y artículos sobre negocio, tecnología y cultura. Su libro “The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains” fue finalista para el premio Pulitzer 2011.

³⁷ Vicepresidente de Forrester Research Company, compañía de investigación independiente que ofrece asesoramiento pragmático y progresista a líderes globales en negocios y tecnología. Forrester trabaja con profesionales en 19 funciones clave en las principales compañías de propiedad que ofrece investigación, comprensión

Infraestructura informática dinámica

La computación en nube requiere una infraestructura de computación dinámica. El fundamento de la infraestructura dinámica es una **infraestructura física estándar, escalable y segura. Debe haber niveles de redundancia para asegurar altos niveles de disponibilidad**, pero sobre todo debe ser fácil de **abarcarse el mayor crecimiento de uso según lo requiera**, sin necesidad de rehacer la arquitectura.

En la actualidad, los entornos virtualizados empujan la virtualización de servidores (por lo general con VMware, Microsoft, o Xen) como base para los servicios en ejecución. Estos servicios deben ser de fácil suministro y distribución a través de software de automatización. Estas cargas de trabajo de servicios deben ser trasladadas de un servidor físico a otro, según la capacidad exige aumentar o disminuir. Finalmente, esta infraestructura debe ser altamente utilizada, ya sea proporcionada por un proveedor de la nube externa o un departamento interno de IT. La infraestructura debe ofrecer un valor empresarial por encima de la inversión.

Una infraestructura informática dinámica es fundamental para un apoyo efectivo a la naturaleza elástica de la prestación de servicios y de suministro a lo solicitado por los usuarios, manteniendo altos niveles de fiabilidad y seguridad. La consolidación proporcionada por la virtualización, junto con la automatización de aprovisionamiento, crea un alto nivel de utilización y reutilización, en última instancia, dando un uso muy eficaz de los bienes de capital.

Servicio centrado en IT.

La computación en nube es una tecnología Informática centrada en el servicio, la cual está en contraste con los modelos de sistemas o servidores centrados más tradicionales. En la mayoría de los casos, **los usuarios de la nube por lo general desean ejecutar algún servicio o aplicación de negocio para un propósito específico y puntual**. Los mismos no quieren estancarse en la administración de sistemas y redes del medio ambiente, simplemente prefieren acceder rápida y fácilmente una instancia dedicada de una aplicación o servicio.

Un enfoque de Servicios de IT centrado permite adaptarse al usuario y a la agilidad del negocio; cuanto más fácil y más rápido un usuario puede realizar una tarea administrativa, con mayor agilidad se moverá el negocio, reduciendo los costos.

Modelo de uso basado en el Autoservicio

Interactuar con la nube requiere cierto nivel de autoservicio del usuario. Lo mejor del mercado de autoservicio ofrece a los usuarios la **posibilidad de cargar, construir, implementar, programar, gestionar e informar sobre sus servicios de negocio bajo demanda**. Este autoservicio debe proporcionar ofertas fáciles de usar e interfaces de usuario intuitivas.

El beneficio del autoservicio desde la perspectiva de los usuarios es un nivel de autonomía e independencia que **genera una agilidad en el negocio**. Uno de los beneficios a menudo salteado desde el lado del proveedor de servicio es que cuanto más servicio se pueda delegar a los usuarios, menor será la

participación administrativa necesaria. Esto ahorrará tiempo y dinero permitiendo que el personal administrativo se enfoque más en responsabilidades estratégicas y de alto valor.

Plataforma de gestión mínima o autogestión

Para que un equipo de IT o un proveedor de servicios puedan ofrecer de manera eficiente una nube, se debe aprovechar una **plataforma tecnológica que sea auto gestionada**. Las principales nubes permiten la autogestión a través de software de automatización, aprovechando las siguientes capacidades:

- Un motor de aprovisionamiento para la implementación de servicios.
- Mecanismos para la programación y la reserva de capacidad de los recursos.
- Capacidades para configurar, administrar e informar para poder garantizar que los recursos se puedan asignar y reasignar a varios grupos de usuarios.
- Herramientas para controlar el acceso a los recursos y políticas que indican cómo los recursos pueden ser utilizados y/o que operaciones puede ser realizadas sobre los mismos.

Todas estas características permiten la agilidad del negocio y al mismo tiempo la promulgación de control administrativo crítica y necesaria. Este equilibrio entre el control y la delegación mantiene la seguridad y el tiempo de actividad, reduce al mínimo el nivel de esfuerzo administrativo de IT, y mantiene bajos gastos de funcionamiento, lo que libera recursos para enfocarse en proyectos de mayor valor.

Facturación basada en el consumo

Los consumidores pagan sólo por los recursos que utilizan y por lo tanto, se les factura de acuerdo a un modelo basado en el consumo. Las plataformas de computación en nube deben proveer mecanismos para la captura de información del uso que permite generar los informes de cargo y/o la integración con los sistemas de facturación.

El valor aquí desde la perspectiva del usuario es la posibilidad de que paguen sólo por los recursos que utilizan, en última instancia, ayuda a mantener sus costos bajos. Desde la perspectiva del proveedor, les permite un seguimiento del uso para la facturación.

2.4 Beneficios

Dentro de los beneficios que otorga Cloud Computing, se pueden mencionar los siguientes:

- **Integración probada de servicios Red.** La tecnología de "Cloud Computing" se puede integrar con mucha mayor facilidad y rapidez con el resto de las aplicaciones empresariales (tanto software tradicional como Cloud Computing basado en infraestructuras), ya sean desarrolladas de manera interna o externa.
- **Outsourcing del área de Tecnologías de Información.** Actualmente se tiene la mentalidad que cada empresa debe dedicarse por completo a su negocio y no estar lidiando con los problemas que no hacen parte de este núcleo, como lo es el mantenimiento y operación de la plataforma tecnológica. Con el modelo de Cloud Computing es posible delegar estas responsabilidades a otra empresa que se dedique

a estas operaciones, por lo que se incrementa la eficiencia de la empresa y se reducen los costos. Otra de las ventajas de delegar esta responsabilidad a un tercero que posee una infraestructura centralizada es la posibilidad de aplicar parches o realizar actualizaciones de manera sencilla, garantizando que siempre se tiene las últimas versiones del software.

- **Calidad de Servicio y Disponibilidad** del servicio y/o las aplicaciones los 365 días del año, las 24 horas. Desde la perspectiva del usuario implica que se pueden obtener diferentes niveles de servicios de acuerdo a las necesidades del negocio y pueden ir hasta estándares de muy alta disponibilidad, a partir de los contratos firmados con los proveedores. Estos acuerdos suelen ser mucho más económicos y con mejores niveles que la cualquier organización normalmente podría obtener con una infraestructura interna.
- **Automatización.** Este modelo de desarrollo permite tener una infraestructura creada y controlada por scripts, permitiendo la creación de procesos de despliegue de las aplicaciones y nuevos recursos de manera automática a través del uso de sistemas autónomos basados en APIs de los proveedores de la infraestructura.
- **Accesibilidad** a través de distintos sistemas operativos con distintos navegadores y versiones se podrán acceder a las mismas aplicaciones y trabajar en tiempo real. Además los usuarios podrán utilizar diferentes tecnologías compatibles, tales como PDAs (Personal Digital Assistant), celulares, portátiles, blackberrys, netbooks, tablets, etc.
- **Escalabilidad.** El mismo proceso de automatización de los procesos dentro de la infraestructura permite que una aplicación escale de manera inmediata en razón a la demanda inesperada que está experimentando, sin la intervención de ningún operario. Así mismo, es posible tener un escalamiento proactivo en donde la aplicación puede escalar hacia arriba o hacia abajo para atender una demanda anticipada a través del entendimiento de los patrones de uso de la aplicaciones y el adecuado uso de planificación de eventos, buscando en todo momento el menor costo.
- **Mayor rendimiento** en alguna de las partes de hardware de los clientes que acceden a esta estructura. Como por ejemplo, mejor calidad de vida de los discos rígidos ya que no tienen una alta demanda de lectura y escritura por la simple razón que los datos no están localmente en el cliente. Además de ofrecer paralelización de procesos; si un proceso requiere un uso computacional alto, con intensos trabajos de manejo de datos que toman mucho tiempo, es posible dividirlo en varios procesos y ejecutarlos paralelamente en muchas unidades de procesamiento para reducir el tiempo total de procesamiento a solo una fracción del tiempo original. Con la elasticidad del sistema es posible pagar por esta gran cantidad de cómputo sólo en el momento que se requiere, reduciendo los tiempos de desarrollo de nuevos productos, por ejemplo, dando la ventaja competitiva al negocio.
- **Prestación de servicios a nivel global.** Proporcionan mayor capacidad de adaptación, recuperación de desastres completa y reducción al mínimo de los tiempos de inactividad. El modelo en la nube ofrece soluciones de muy bajo costo para el mantenimiento de plataformas de recuperación tanto de servidores y sus aplicaciones así como de datos. Al mismo tiempo, es posible usar la amplia distribución geográfica de la infraestructura del proveedor para la replicación de ambientes en varias locaciones alrededor del mundo en minutos.
- **Implementación más rápida y con menos riesgos.** Se puede comenzar a trabajar muy rápidamente, Las

aplicaciones pueden estar disponibles en cuestión de tiempos muy rápidos, incluso con un nivel considerable de personalización o integración.

- Contribuye al **uso eficiente de la energía requerida para el funcionamiento de la infraestructura**. En los centros de datos tradicionales, los servidores consumen mucho más energía de la requerida realmente. En cambio, en este tipo de infraestructura en nube, la energía consumida es sólo la necesaria, reduciendo notablemente el desperdicio.
- **Reducción de costos y la no necesidad de una gran inversión en infraestructura [51], de Software y Hardware**. Lo primero y lo esencial es la reducción real de los costos tanto operativos como administrativos. Dado que los proveedores de los servicios se utilizan en ambientes de alta eficiencia y con altos márgenes de utilización, es posible que el costo total de operación y mantenimiento de dicha infraestructura sea repartido entre miles de usuarios a los que presta el servicio. Incluso, se puede llegar a decir que se tiene un costo nulo en la inversión inicial de infraestructura, lo que permite crear proyectos de gran escala en donde tradicionalmente se debía tener inversiones millonarias iniciales en propiedades, seguridad física, hardware y personal capacitado para su operación.

Este tipo de inversión hacía inviable muchos proyectos interesantes debido al desgaste que suponía el conseguir a un inversionista que estuviera dispuesto a aportar el capital inicial asumiendo los riesgos del posible fracaso. Con el nuevo modelo, no existe tal problema ni los riesgos asociados, eliminando cualquier costo asociado a la inicialización del proyecto, donde únicamente se requiere el pago de lo que se va a consumir.

- **Eficiencia en la utilización de recursos**. Contrario a un modelo tradicional donde debe existir un administrador que se encargue de la adquisición del hardware para cumplir con las necesidades de la compañía y tratando de llevar al máximo la utilización de la infraestructura en todo momento para reducir los costos, en el modelo de Cloud Computing no existe tal preocupación. Es posible crear sistemas cuya función sea monitorear el uso de los recursos y administrarlos de manera eficiente para reducir los costos de manera automática y eficiente, a través de llamados de petición o liberación de recursos al proveedor del servicio.
- **Costo basado en uso**. Con el modelo de pago por utilidad que operan todos los proveedores, cada usuario sólo paga por lo que realmente usa y no por la infraestructura que se tiene pero que está siendo subutilizada, como ocurre con el modelo tradicional. De esta manera, se obtienen ventajas que anteriormente no se tenían con el desarrollo y uso de software más eficiente. Es decir, que si actualiza el actual software de una compañía por uno que ofrece una mejora en menor uso de cache, se tiene una reducción del costo en la siguiente factura.

2.5 Desventajas

Por el otro lado, dentro de las desventajas, podemos mencionar las siguientes:

- La centralización de las aplicaciones y el almacenamiento de los datos originan una **interdependencia de los proveedores de servicios**. Dependiendo de qué tecnología use ese servicio, un dispositivo u otro podrá acceder o no a usarlo.

- La disponibilidad y la confiabilidad de las aplicaciones **dependen totalmente de la disponibilidad de acceso a internet, de la tecnología usada y la actualidad financiera** de los proveedores. Por lo que a veces es normal tener **alta latencia**. Todas las aplicaciones en la nube sufren de este problema asociado a la latencia generada por las conexiones WAN³⁸ con la que el usuario se conecta a la infraestructura de la nube. Esta restricción hace que las aplicaciones con tareas de alto procesamiento de datos sean óptimas para usar este modelo, mientras que las aplicaciones que requieren de la transferencia de volúmenes de datos considerables o con modelos de transferencia de mensajes, de cualquier tamaño, entre varias unidades de procesamiento, no lo son debido a la latencia en las comunicaciones.
- **Privacidad y seguridad**. Una de las desventajas más graves que existe actualmente. Los **datos "sensibles" del negocio no residen en las instalaciones de las empresas** por lo que podría generar un contexto de **alta vulnerabilidad para la sustracción o robo de información**. Con este tipo de infraestructura, cuesta imaginarse que la información se encuentra segura, donde ninguna persona y/o dispositivo sin permisos pueda acceder a la misma. Siempre existe la posibilidad de que delincuentes cibernéticos vulneren la seguridad del servicio y se hagan con datos privados.
- **Escalabilidad a largo plazo**. A medida que más usuarios empiecen a compartir la infraestructura de la nube, la sobrecarga en los servidores de los proveedores aumentará, si la empresa no posee un esquema de crecimiento óptimo puede llevar a degradaciones en el servicio.
- **Necesidad de generar un cierto grado de confianza** para personas que no están muy al tanto de estas tecnologías, como directivos y/o representantes de áreas comerciales. Además se tiene un **descontrol del manejo, almacenamiento y uso de esta información**, siempre existe el riesgo en que al estar la información viajando y permaneciendo en una infraestructura que no se puede controlar, se incrementa el riesgo que dicha información pueda ser interceptada o modificada por un tercero. Justamente se debe generar confianza para afrontar este riesgo.
- Problemas relacionados con el **marco legal que involucra y que todavía no ha sido desarrollado para estos ambientes de prestación de servicios**. Actualmente, aunque es posible delegar la funciones, no es posible delegar la responsabilidad de la información, así que ante el gobierno es la empresa la responsable de dicha información, por lo que al no tener el control completo de la infraestructura, es decir la nube, no es posible tomar las medidas de protección o al menos no se sabe con qué medidas cuenta el proveedor para asegurar el nivel de seguridad exigido debido a la virtualización de los ambientes.

2.6 Aspectos Legales

En el libro “Cloud Computing Implementation, Management, and Security” [48] se afirma que recientemente ha habido grandes esfuerzos para crear y unificar un ambiente específico legal para Cloud

³⁸ Red de área amplia, con frecuencia denominada WAN, acrónimo de la expresión en idioma inglés wide area network, es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 hasta unos miles de kilómetros, proveyendo de servicio a un país o un continente. Un ejemplo de este tipo de redes sería Internet o cualquier red en la cual no estén en un mismo edificio todos sus miembros.

Computing. Uno de los ejemplos **es el acta de la Unión Europea-EE.UU.**, la cual provee siete puntos de requerimientos para compañías de Estados Unidos que pueden usar datos de otras partes del mundo.

Este modelo define **como las compañías pueden participar y certificar sus cumplimientos**. En resumen, el acuerdo le permite a las compañías norteamericanas certificar que ellas se han unido a una organización reguladora que se adhiere a los siguientes siete principios o han implementado sus propias reglas de privacidad que conforman estos principios:

1. Notificar a los individuos los propósitos por el cual la información es recogida o usada.
2. Darle a los individuos la opción de que su información pueda ser divulgada a terceros.
3. Asegurar que si información personal es transferida a terceros, entonces los terceros deberán proveer el mismo nivel de protección de privacidad.
4. Permitirle a los individuos acceder a su información personal.
5. Tomar razonables precauciones de seguridad el fin de proteger la información almacenada de pérdida, uso deshonesto o divulgación intencional.
6. Tomar razonables pasos para asegurar la integridad de la información.
7. Tener un adecuado mecanismo de ejecución.

Los principales proveedores de servicios tales como Amazon Web Services abastecen a un mercado global, típicamente los Estados Unidos, Japón y la Unión Europea desarrollando infraestructura local en estos sitios y permitiendo a los usuarios elegir las zonas. De todas formas **aun existen inquietudes sobre la seguridad y privacidad a niveles personales y gubernamentales**.

Por el lado de España [49], las normas que regulan el Cloud en la actualidad es la L.O.P.D. y más concretamente la **L.O. 15/1999 LOPD**, el **R.D. 1720/2007 LOPD** y especialmente el artículo 12 de la LOPD.

En la prestación del servicio se distinguen dos figuras:

- **Data Controller** o responsable de los datos y que coincide con la figura de la empresa cliente de los servicios Cloud.
- **Data Processor** o encargado de procesar los datos.

Esta discriminación de figuras tiene una gran relevancia acerca de la responsabilidad de los datos y las posibles responsabilidades de cara a la Agencia de Protección de Datos, ya que el cliente asume la responsabilidad de los datos al contratar el servicio de Cloud porque a efectos jurídicos de la prestación del servicio, el cliente es el controlador de los datos (Data Controller). Sin embargo, el mismo no dispone ni tiene información de donde están los servidores alojados ni las medidas de seguridad de los mismos.

Por otra parte, quien presta el servicio, se exime de la responsabilidad de los datos contenidos, al asumir el rol de procesador de los datos (Data Processor), porque la transfiere al cliente. Esta cuestión es la más crítica, ya que en busca de la optimización del servicio el Data Processor transfiere los datos a terceros ubicados en distintas localizaciones del planeta y que se conocen como SET o subencargados.

El artículo 12 de la LOPD prohíbe expresamente la transferencia de datos a terceros ni para su conservación, salvo autorización expresa del RT, responsable del tratamiento, conforme al artículo 21 de la LOPD, de ahí el incumplimiento. Este hecho se agrava porque la propia normativa prohíbe la salida de los datos fuera de los

países de la UE, y sólo en casos excepcionales, a un puerto seguro, consideración que tienen muy pocos países como USA, Canadá o Suiza, pero en el caso del Cloud ¿quién sabe dónde están los datos?

En definitiva, el Cloud Computing en la actualidad es una muy buena oportunidad para modernizar las infraestructuras TIC de las empresas más pequeñas, pero hay que tener muy presente que se contrata un servicio que incumple la normativa vigente en lo referente a la protección de datos y que ***toda la responsabilidad la asume quien contrata el servicio no quien lo presta.***

2.7 Capas en Cloud Computing

A la hora de definir computación en la nube hay una línea de pensamiento que parece haber cuajado más que el resto. Según la mayoría de los expertos, Cloud Computing es la abstracción, lo genérico, de algo que se puede dividir primariamente en ***tres capas: la IaaS, el PaaS y el SaaS.*** Al mismo tiempo, Gartner indica que efectivamente se usa Cloud Computing para referirse al gran marco, al todo, pero que existe una diferencia real entre SaaS, PaaS y computación en la nube. Imaginemos pues que la infraestructura en la nube, son tres capas de un mismo “pastel” llamado Cloud Computing.

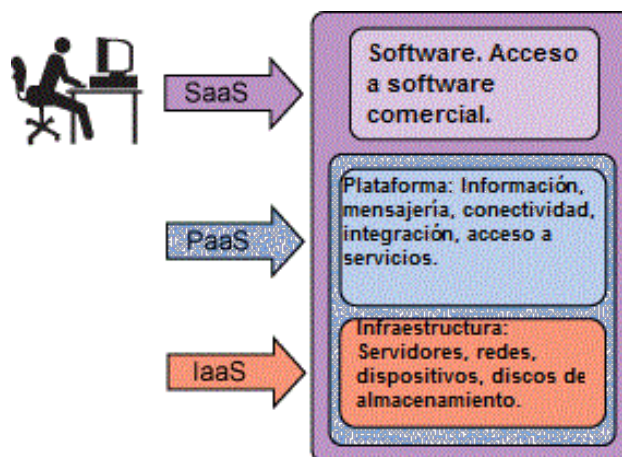


FIGURA 2.1: Las Capas de Cloud Computing

2.7.1 Infraestructura como Servicio (IaaS)

La infraestructura como servicio, del Inglés “Infrastructure as a Service”, (IaaS) ***se encuentra en la capa inferior y es un medio de entregar almacenamiento básico y capacidades de cómputo como servicios estandarizados en la red.*** Servidores, sistemas de almacenamiento, conexiones, enrutadores, y otros sistemas se concentran (por ejemplo a través de la tecnología de virtualización) para manejar tipos específicos de cargas de trabajo, desde procesamiento en lotes (“batch”) hasta aumento de servidor y almacenamiento durante las cargas pico. El proveedor del servicio es el dueño de los equipos y es responsable por la administración y el mantenimiento de los mismos.

Características, Componentes y Beneficios:

- Servicio basado en utilidad de cómputo y modelo de facturación.

- Automatización de tareas administrativas.
- Escalabilidad dinámica.
- Virtualización de escritorios.
- Servicios basados en políticas.
- Conectividad a través de Internet.

Los proveedores de IaaS gestionan la transición y el alojamiento de las aplicaciones seleccionadas en su infraestructura. Los clientes mantienen la propiedad y la gestión de sus aplicaciones, mientras que las operaciones externas y la administración de la infraestructura es gestionada por el proveedor de IaaS.

Las implementaciones de los proveedores normalmente suelen incluir los siguientes componentes de capas:

- Hardware de computación. Normalmente configurado en forma de malla pensado para una masiva escalabilidad horizontal.
- Redes de Computadoras. Incluyendo enrutadores, switches, firewalls, balanceo de carga, etc.
- Conexión a Internet.
- Entorno de plataforma de virtualización para ejecutar maquinas virtuales especificas del cliente.
- Acuerdo a niveles de servicio.
- Utilidad de facturación a través de computadoras.

En lugar de comprar espacio en los centros de datos, servidores, software, equipos de red, etc., **los clientes IaaS esencialmente alquilan esos recursos como un servicio totalmente externalizado. Por lo general, el servicio se factura de forma mensual**, al igual que una compañía factura sus servicios públicos a los clientes que pagan sólo por los recursos consumidos.

Los principales beneficios de utilizar este tipo de servicios externalizados incluyen:

- El fácil acceso a un entorno pre configurado que generalmente se Basada en ITIL. (La Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de la Información [ITIL] es un modelo personalizado de las mejores prácticas destinadas a promover la calidad de los servicios informáticos en el sector de las TI.)
- El uso de la última tecnología para equipos de infraestructura.
- Plataformas informáticas seguras, protegidas y aisladas que son generalmente controlados para evitar intrusiones.
- Reducción del riesgo por tener los recursos fuera de sitio gestionado por terceros.
- Habilidad para manejar los picos y fondos de demanda de servicios.
- Tiempos, cotos y complejidad reducidos cuando se agregan nuevas características o capacidades.

Ejemplos

El ejemplo comercial más popular es **Amazon Web Services (AWS)**, el cual es **una colección de servicios de informática a distancia** (también llamados servicios web) que conforman una plataforma de Cloud Computing, [52] que ofrece a través de Internet Amazon.com. El más conocido de estos servicios es Amazon EC2 y Amazon S3.

Lanzado en julio de 2006, Amazon Web Services proporciona servicios en línea para otros sitios web o aplicaciones del lado del cliente. La mayoría de estos servicios no están expuestos directamente a los usuarios finales, sino que ofrecen una funcionalidad que otros desarrolladores pueden utilizar. En junio de

2007, Amazon afirmó que más de 330.000 desarrolladores se han apuntado al uso de Amazon Web Services.



FIGURA 2.2: AWS - <http://aws.amazon.com>

Amazon Web Services es accedido a través de HTTP, utilizando los protocolos "Representational State Transfer"³⁹ (REST) y SOAP⁴⁰. Todos los servicios se facturan según el uso, pero cómo se mide el uso de la facturación varía según el servicio.

Otra alternativa es Joyent, el cual es un software de computación en nube con la sede de la empresa de servicios ubicada en San Francisco, California desde 2004. Joyent proporciona virtualización de aplicaciones y su **producto principal es una línea de servidores virtualizados**, que proveen una infraestructura en-demanda altamente escalable para manejar sitios Web, incluyendo aplicaciones Web complejas escritas en Ruby on Rails, PHP, Python, y Java.



FIGURA 2.3: Joyent – <http://www.joyent.com/>.

JoyentCloud, la unidad de negocio de hosting, **ofrece la Infraestructura como Servicio (IaaS) y Plataforma como servicio (PaaS) para grandes empresas como LinkedIn, Gilt Groupe y Kabam.**

2.7.2 Plataforma como servicio (PaaS)

La capa del medio, la plataforma como servicio (Platform as a Service, PaaS) es la **encapsulación de una abstracción de un ambiente de desarrollo y el empaquetamiento de una carga de servicios**. También conocida como el resultado de la aplicación al desarrollo de Software del modelo SaaS. El modelo PaaS abarca el ciclo completo para desarrollar e implantar aplicaciones desde Internet.

PaaS incluye todas las facilidades al programador para realizar prototipos, analizar, desarrollar, testear,

³⁹ REST es un estilo de arquitectura de software para sistemas hipermedia distribuidos como la World Wide Web. El termino "Transferencia de estado representacional" fue introducido y definido en 2000 por Roy Fielding en su disertación doctoral. Fielding es uno de los principales autores de las especificaciones del Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) versiones 1.0 y 1.1

⁴⁰ SOAP, originalmente definido como "Simple Object Access Protocol" (Protocolo de acceso a objeto simple), es una especificación de protocolo para el intercambio de información estructurada en la implementación de servicios Web en las redes informáticas. Se basa en Extensible Markup Language (XML) para su formato de mensaje, y por lo general se basa en otros protocolos de la capa de aplicación, sobre todo de llamada a procedimiento remoto (RPC) y de transferencia de hipertexto (HTTP), para la negociación y transmisión de mensajes

documentar y poner en marcha aplicaciones todo en un sólo proceso. PaaS ofrece servicio de integración de la base de datos, seguridad, escalabilidad, almacenaje, copias de seguridad, control de versiones y facilidad para colaborar en la comunidad. Todos estos servicios son ofrecidos e integrados en una sola solución PaaS a través de Internet.

Las ofertas de PaaS pueden dar servicio a todas las fases del ciclo de desarrollo y pruebas del software, o pueden estar especializadas en cualquier área en particular, tal como la administración del contenido.

Componentes

PaaS incluye los siguientes elementos:

- **Un entorno de desarrollo basado en un navegador.** Si el usuario debe instalar algo en su computadora para desarrollar aplicaciones, entonces no es PaaS.
- **Despliegue transparente hacia el entorno de ejecución.** Idealmente, el desarrollador debería poder desplegar su aplicación PaaS con un solo clic. Si el usuario debe contactar a un tercero para instalar la aplicación, entonces deja de ser PaaS.
- **Facturación basada en el uso.** Es la principal característica de PaaS, fue lo que hizo que PaaS fuera popular. Normalmente no se paga por adelantado.

Ejemplos Actuales

Los ejemplos comerciales más conocidos son:

- **Google App Engine, basado en Puthon, Django y Java** (<http://code.google.com/intl/es-ES/appengine/>). Sirve aplicaciones de la infraestructura Google. Las aplicaciones App Engine son fáciles de crear, mantener y actualizar al ir aumentando el tráfico y las necesidades de almacenamiento de datos. Con App Engine, no se necesita utilizar ningún otro servidor, sólo se debe subir la aplicación para que los usuarios puedan empezar a utilizarla. Servicios PaaS tales como éstos permiten gran flexibilidad, pero puede ser restringida por las capacidades que están disponibles a través del proveedor.
- **Force.com de Salesforce** (<http://www.salesforce.com/platform/>), basado en la infraestructura Salesforce SaaS y en el lenguaje Apex.
- **Bungee Connect**, (<http://www.bungeeconnect.com/>) un entorno de desarrollo visual basado en Java y C#.
- **LongJump** (<http://longjump.com/>), basado en Java/Eclipse.
- **WaveMaker** (<http://www.wavemaker.com/>), un estudio de desarrollo visual basado en Java y alojado en Amazon EC2.
- **Windows Azure** (<http://www.microsoft.com/windowsazure/>) de Microsoft. Plataforma de desarrollo en la nube que permite crear y ejecutar aplicaciones codificadas en varios lenguajes y tecnologías, como .NET, Java, Ruby, PHP y Eclipse.

2.7.3 Software como servicio (SaaS)

El software como servicio (Software as a Service, SaaS) es un **modelo de distribución de software en donde una compañía de tecnologías de información y comunicación provee el servicio de mantenimiento,**

operación diaria, y soporte del software usado por el cliente. Se encuentra en la capa más alta y caracteriza una aplicación completa ofrecida como un servicio, en demanda, donde una sola instancia del software corre en la infraestructura del proveedor y sirve a múltiples organizaciones de clientes. Regularmente el software puede ser consultado en cualquier computador, esté presente en la empresa o no. Se deduce que la información, el procesamiento, los insumos y los resultados de la lógica de negocio del software están hospedados en la compañía de IT.

Por que usar SaaS?

El software es un producto que se puede distribuir de varias maneras. La forma clásica es mediante una instalación directa en equipos del cliente. Normalmente si alguien quiere usar una aplicación de ventas, compra el CD de instalación, ejecuta un programa de configuración, da sus claves y listo, puede explotar al sistema.

Pero si el usuario necesita que otra persona al extremo del globo terráqueo viera su lista de clientes, pendientes o precios y los quisiera manipular con el mismo software, necesitaría otro CD o bajarlo del web, otra licencia, una VPN o comunicarse mediante correo electrónico. En cambio, si tiene un software modelado como servicio los requerimientos pueden ser más simples.

Ventajas

- **Administración más sencilla.** La garantía de disponibilidad de la aplicación y su correcta funcionalidad, es parte del servicio que da la compañía proveedora del software.
- **Actualizaciones automáticas y administración de parches.**
- El proveedor no desatiende al cliente. El **servicio y atención continua** del proveedor al cliente es necesaria para que este último siga pagando el servicio.
- **Compatibilidad.** Todos los usuarios pueden tener la misma versión de software.
- **Fácil colaboración.**
- **Accesibilidad global.** El cliente puede acceder al uso del software desde cualquier punto, siempre y cuando tenga acceso a Internet.
- **No es necesaria la compra de una licencia** para utilizar el software, sino el pago de un alquiler o renta por el uso del software. Aunque se dan casos particulares donde el servicio es totalmente gratuito

Desventajas

- **El usuario no tiene acceso directo a sus contenidos**, ya que están almacenados en un lugar remoto, y en caso de no contar con mecanismos de cifrado y control disminuye el índice de privacidad, control y seguridad que ello supone.
- **El usuario no tiene acceso al programa para realizar modificaciones** (dependiendo de la modalidad del contrato de servicios que tenga con el proveedor).
- Al estar el servicio y el programa dependientes de la misma empresa **no permite al usuario migrar a otro servicio utilizando el mismo programa** (dependiendo de la modalidad del contrato de servicios).
- **Dependencia total de Internet.** Si el servicio no está disponible por parte del ISP, el usuario no tendrá acceso al programa, por lo que sus operaciones se verán afectadas hasta que dicho servicio se restablezca.

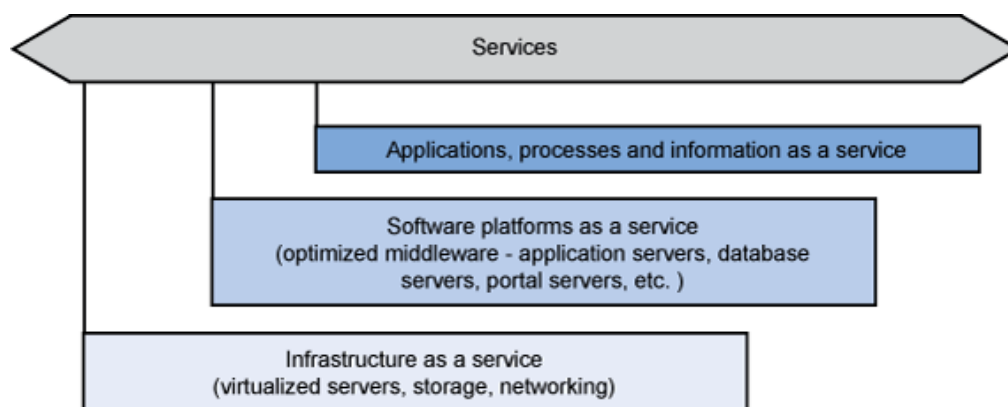


FIGURA 2.4: Servicios de la nube

El ejemplo de SaaS conocido más ampliamente es **Salesforce.com**. Compañía que ofrece Cloud Computing para empresas, **ofreciendo aplicaciones comerciales a través de Internet** donde las mismas son accedidas a través del explorador web. Normalmente el usuario paga una suscripción mensual que le permite gestionar y desarrollar aplicaciones comerciales de todo tipo sin la necesidad de hardware o software. De todas formas, ya existen otras empresas ofreciendo servicios similares, incluyendo Google Apps que brinda servicios básicos de negocio como el e-mail, entre otros.

2.7.4 Comunicación como servicio (CaaS)

Aunque no es mencionada en todos los libros, la comunicación como servicio (Communication as a Service, CaaS) es una **solución de comunicaciones para empresas subcontratadas**.

Los proveedores de este tipo de soluciones (conocidos como proveedores de CaaS – CaaS Vendors) son **responsables de la administración del hardware y software requerido para ofrecer servicios de VoIP (Voz sobre IP), mensajería Instantánea y video conferencia a los clientes**. Normalmente los proveedores deben ofrecer y garantizar un cierto nivel de calidad de servicio (QoS) bajo un *acuerdo de nivel de servicio*⁴¹ (Service-Level agreement, SLA).

El modelo CaaS permite a los clientes usar selectivamente los productos y pagar por su uso. CaaS esta designado bajo un modelo de utilidad y precio que permite a los clientes tener servicios de planes flexibles y comprensivos.

Normalmente ofrece servicios integrados que pueden incluir acceso al tradicional VoIP y datos, funcionalidades avanzadas de comunicaciones como Video Llamada, Colaboración Web, Chat, presencia Real Time, servicios de voz de corta y larga distancia, servicios de correo, características avanzadas de llamada, (Caller ID, conferencias, etc.) y funcionalidades avanzadas de centrales telefónicas (PBX), Una solución CaaS incluye redundancia de switches y equipos, redes con sistema de copias de seguridad conocidas como backup. Es importante que todos los componentes de transporte estén ubicados en data

⁴¹ Contrato escrito entre un proveedor de servicio y su cliente con objeto de fijar el nivel acordado para la calidad de dicho servicio. El SLA es una herramienta que ayuda a ambas partes a llegar a un consenso en términos del nivel de calidad del servicio, en aspectos tales como tiempo de respuesta, disponibilidad horaria, documentación disponible, personal asignado al servicio, etc. Básicamente establece la relación entre ambas partes: proveedor y cliente.

centros seguros con alta disponibilidad y flotabilidad.

De acuerdo a una de las más importante y conocida empresa de Tecnología en Estados Unidos, Gartner (<http://www.gartner.com/technology/about.jsp>), el mercado CaaS está obteniendo un crecimiento esperado de \$2.3 USD billones en 2011 representando un crecimiento de más del 105%.

Ventaja de CaaS

Desde cada teléfono localizado en un escritorio hasta el software en cada PC o la red privada de VoIP en conjunto con todos los nodos intermedios; cada componente en una solución CaaS es administrado 7x24 por el proveedor de CaaS. Los gastos de mantener un gran centro de datos son compartidos a través de los diferentes clientes, haciendo el mismo más económico para el negocio implementar CaaS a crear una propia red VoIP.

- **Comunicaciones Unificadas y funcionalmente integradas:** Con CaaS, el proveedor del servicio ofrece voz y datos además de administrar la LAN/WAN, seguridad, routers (enrutador), email, almacenamiento de información, etc. Al administrar la LAN/WAN el proveedor puede garantizar una consistente calidad de servicio desde la PC del usuario a través de la red hasta el centro de datos, en ambos sentidos. Las características de las comunicaciones unificadas avanzadas que son normalmente parte de los estándares de desarrollos CaaS son:
 - Chat.
 - Conferencia multimedia.
 - Integración con correo Electrónico (Ej. Microsoft Outlook Integration).
 - Presencia en tiempo real.
 - Soft Phones (Teléfonos basado en software).
 - Video llamada.
 - Movilidad y mensajería unificada.

Los proveedores están ofreciendo constantemente nuevas mejoras a sus servicios CaaS tanto en el rendimiento como en las características. El proceso de desarrollo y posterior introducción de las nuevas características de las aplicaciones es mucho más rápido, más fácil, y más económico que nunca. Esto es en gran parte debido a que el proveedor de servicios está haciendo un trabajo que beneficia a muchos usuarios finales a través del proveedor de infraestructura de plataforma escalable. Gracias a que muchos usuarios finales últimamente comparten los costos (que, desde su perspectiva, es minúsculo en comparación con sostener la carga ellos solos), los servicios se pueden ofrecer a los clientes individuales a un costo que es atractivo para ellos.

- **Sin gastos de Capital necesarios:** Al subcontratar los negocios de acuerdo a las necesidades de comunicaciones unificadas a un proveedor de servicios CaaS, el proveedor suministra una solución completa que se adapte a las necesidades exactas de la empresa. Los clientes pagan una cuota, por lo general factura mensual, por lo que utilizan. Los clientes no están obligados a comprar el equipo, así que no hay desembolso de capital.

Incluido en este tipo de servicios, el mantenimiento y costos de actualización son efectuados a cargo del proveedor de servicios. El uso de Servicios de CaaS permite a las empresas la posibilidad de colaborar a través de cualquier espacio de trabajo. Ahora se utilizan herramientas avanzadas de colaboración para crear espacios de trabajos de alta calidad y seguros adaptables a cualquier

organización. Esto permite que trabajadores de la empresa, socios, proveedores y clientes puedan comunicarse y colaborar más eficazmente. Una mejor comunicación permite a las organizaciones adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y generar una ventaja competitiva.

CaaS también puede acelerar la toma de decisiones dentro de una organización. Capacidades innovadoras y unificadas de comunicación tales como presencia, mensajería instantánea y servicios de medios de alta calidad ayudan a garantizar que la información sea alcanzada rápidamente por cualquiera que lo necesite.

- **Capacidad Flexible:** Cuando los clientes de servicios de comunicaciones subcontratan a un proveedor de CaaS, ellos **pagan por las características que necesitan cuando lo necesitan**. El proveedor de servicios puede distribuir el costo de servicios y la entrega a través de una base de clientes grande. Como se ha indicado anteriormente, esto hace que el uso de la funcionalidad compartida sea más económico para los clientes a implementar.

Las economías de escala le permiten a los proveedores de servicios suficiente flexibilidad para no estar vinculados a un único proveedor de inversión. Son capaces de aprovechar lo mejor de los proveedores de su clase, tales como Avaya, Cisco, Juniper, Microsoft, Nortel y ShoreTel, los cuales normalmente son una solución más económica que cualquier otra empresa independiente.

- **Sin riesgo de Obsolescencia:** Los rápidos avances de la tecnología, predicados hace mucho tiempo y conocida como la *ley de Moore*⁴², han dado lugar a la obsolescencia de productos en períodos cada vez más cortos de tiempo. La ley de Moore describe una tendencia que se ha mantenido verdadera, desde el comienzo de la utilización de circuitos integrados (CI) en la informática de hardware. Desde la invención del circuito integrado en 1958, el número de transistores que se pueden colocar de bajo costo en un circuito integrado se ha incrementado exponencialmente, duplicándose aproximadamente cada dos años.

A diferencia de los componentes de los circuitos integrados, los ciclos de vida promedio de PBX y equipos de comunicaciones claves y sistemas varían de cinco a diez años. Con la introducción constante de nuevos modelos para todo tipo de tecnología (ordenadores, teléfonos móviles, software y hardware de vídeo, etc.), este tipo de productos se enfrentan ahora a ciclos de vida muchos más cortos, a veces tan corto como un año. Vendedores CaaS debe absorber esta carga para el usuario de forma continua actualizando sus equipos en sus ofertas para satisfacer las cambiantes demandas del mercado.

- **Costos incurridos de Ingeniería:** Los proveedores de CaaS se acogen todo el equipo necesario para prestar sus servicios a sus clientes, eliminando virtualmente la necesidad de los clientes a mantener centro de datos e instalaciones. No hay gastos adicionales para el constante consumo de energía

⁴² En 1965 Gordon Moore afirmó de que la tecnología tenía futuro, que el número de transistores por pulgada en circuitos integrados se duplicaba cada año y que la tendencia continuaría durante las siguientes dos décadas. Más tarde modificó su propia ley al afirmar que el ritmo bajaría, y la densidad de los datos se doblarían aproximadamente cada 18 meses. Esta progresión de crecimiento exponencial, doblar la capacidad de los microprocesadores cada año y medio, es lo que se considera la Ley de Moore. La consecuencia directa de la Ley de Moore es que los precios bajan al mismo tiempo que las prestaciones suben: la computadora que hoy vale 3.000 dólares costará la mitad al año siguiente y estará obsoleta en dos años.

que dicha instalación demanda. Los clientes reciben el beneficio de los múltiples centros de datos de nivel de operador con redundancia completa y todo está incluido en el pago mensual.

- **Continuidad de Negocio Garantizada:** Si un evento catastrófico ocurriese en la ubicación física de una empresa, ¿Permitiría el plan de recuperación de desastres que el negocio siga funcionando sin interrupciones? Si esta empresa experimentara un grave o extendido corte de las comunicaciones, ¿Cuánto tiempo podría sobrevivir? Para la mayoría de las empresas, la respuesta sería "no mucho tiempo."

Distribuir el riesgo mediante centros de datos dispersos se ha convertido en la norma hoy en día. Se aminora el riesgo y permite a las empresas en una zona afectada por un evento catastrófico recuperarse lo más pronto como sea posible. Este proceso se lleva a cabo por los proveedores de CaaS porque la mayoría empresas ni siquiera contemplan la continuidad de voz si ocurriese una catástrofe. A diferencia de continuidad de los datos, eliminar puntos únicos de falla de una red de voz suele ser un costo elevado, debido a la gran escala y la gestión la complejidad del proyecto. Con una solución CaaS, múltiples niveles de redundancia se construyen en el sistema, sin un solo punto de falla.

2.7.5 Monitoreo como Servicio (MaaS)

Por último, monitoreo como Servicio (MaaS) se **refiere a la vigilancia de la empresa**. Este servicio permite a las empresas de Tecnología y otras empresas **controlar de forma remota y por lo tanto administrar las redes, aplicaciones, servicios y mucho más**. A través de los colectores de datos o sondas, información sobre los entornos o aplicaciones se recoge de forma remota. La información es recopilada en matrices y analizados en un servidor host que no es parte del negocio de MaaS.

2.8 Diferentes Tipos de Nubes

Existen diversos tipos de nubes teniendo en cuenta las necesidades de las empresas, el modelo de servicio ofrecido y a como se despliegan en las mismas. Dependiendo de donde se encuentren instaladas las aplicaciones y qué clientes pueden usarlas tendremos nubes públicas, privadas o híbridas, cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes.

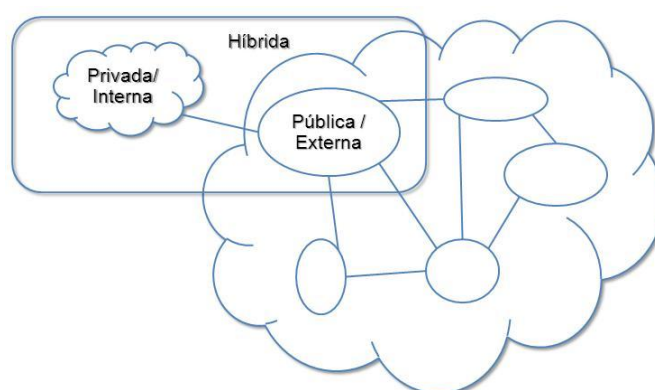


FIGURA 2.5: Diferentes tipos de Nubes.

2.8.1 Nubes Públicas

Las “nubes públicas” [53], se refieren al modelo estándar de computación en nube, en el cual **un proveedor de servicios, coloca sus recursos tales como aplicaciones y almacenamiento disponibles al público en general a través de Internet**. Los servicios de la nube pueden ser libres u ofrecidos a través de un modelo de pago por uso. Las mismas **se manejan por terceras partes y los trabajos de diferentes clientes pueden estar mezclados** en los servidores, los sistemas de almacenamiento y otras infraestructuras de la nube. Los usuarios finales desconocen qué existen trabajos de otros clientes que pueden estar corriendo en el mismo servidor, red, discos como los suyos propios.

La nube pública es el primer modelo de desarrollo de servicios en la nube. El concepto de nubes públicas ha demostrado claramente el potencial a largo plazo del modelo de “Cloud Computing” y lanzó la imaginación de la industria y la investigación comunidad.

La ventaja más clara de las nubes públicas es la capacidad de procesamiento y almacenamiento sin instalar máquinas localmente [54], por lo que no tiene una inversión inicial o gasto de mantenimiento en este sentido, si no que se paga por el uso. La carga operacional y la seguridad de los datos (backups, accesibilidad, etc.) recae íntegramente sobre el proveedor del hardware y software, debido a ello, el riesgo por la adopción de una nueva tecnología es bastante bajo. El retorno de la inversión se hace rápido y más predecible con este tipo de nubes.

Como inconvenientes se cuenta con el acceso de toda la información a terceras empresas, y la dependencia de los servicios en línea (a través de Internet). También puede resultar difícil integrar estos servicios con otros sistemas propietarios. Es muy importante a la hora de apostar por un servicio en la nube pública, asegurarse de que se puede conseguir todos los datos que se tengan en ella, gratuitamente y en el menor tiempo posible.

Hay muchos proveedores de servicios de nubes públicas en la actualidad que ofrecen servicios que van desde IaaS, PaaS y SaaS. Los ejemplos más conocidos incluyen **Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), IBM Blue Cloud, Sun Cloud, Google AppEngine y Microsoft Windows Azure Services Platform**, en un mercado que se encuentra en continua competencia y crecimiento.

2.8.2 Nubes Privadas

El término “nube privada” nace de la **necesidad de diferenciar el modelo estándar y las nubes privadas**, las cuales son redes o centros de cómputo propietarios que usan tecnologías de computación en nube, tales como la virtualización. Se caracterizan por ser **administradas por la organización a la que sirven y encontrarse aseguradas por medio de un Firewall**.

Las nubes privadas son una buena opción para las compañías que necesitan **alta protección de datos** y ediciones a nivel de servicio. Las mismas están en una infraestructura en-demanda manejada por un solo cliente que controla qué aplicaciones debe correr y dónde. Son propietarios del servidor, red, y disco y pueden decidir qué usuarios están autorizados a utilizar la infraestructura. En las mismas, **la plataforma se encuentra dentro de las instalaciones del usuario de la misma y no suele ofrecer servicios a terceros**. En general, una nube privada es una plataforma para la obtención solamente de hardware, es decir, máquinas, almacenamiento e infraestructura de red (IaaS), pero también se puede tener una nube privada que

permita desplegar aplicaciones (PaaS) e incluso aplicaciones (SaaS).

La ventaja principal de este tipo de nubes, al contrario que las públicas, es la localización de los datos dentro de la propia empresa, lo que conlleva a una mayor seguridad de estos, corriendo a cargo del sistema de información que se utilice. Incluso será más fácil integrar estos servicios con otros sistemas propietarios.

Sin embargo, como inconveniente se encuentra **la inversión inicial en infraestructura física, sistemas de virtualización, ancho de banda y seguridad**, lo que llevará a su vez a **pérdida de escalabilidad y desestabilidad de las plataformas**, sin olvidar el gasto de mantenimiento que requiere. Esta alta inversión supondrá un retorno más lento de la inversión.

2.8.3 Nubes Híbridas

Un tercer modelo las “nubes híbridas”, son **una mezcla de los dos modelos anteriores: las nubes públicas y privadas**. El usuario es propietario de unas partes y comparte otras, aunque de una manera controlada. Las nubes híbridas ofrecen la promesa del escalado aprovisionada externamente, en-demanda, pero añaden la complejidad de determinar cómo distribuir las aplicaciones a través de estos ambientes diferentes. Las empresas pueden sentir cierta atracción por la promesa de una nube híbrida, pero esta opción, al menos inicialmente, estará probablemente reservada a aplicaciones simples sin condicionantes, que no requieran de ninguna sincronización o necesiten bases de datos complejas.

Las nubes híbridas **consisten en combinar las aplicaciones locales con las de la nube pública**. Se puede ver también como la aplicación privada que se ve aumentada con los servicios de Cloud Computing y la infraestructura. Esto **permite a una empresa mantener el control de sus principales aplicaciones, al tiempo de aprovechar el Cloud Computing en los lugares donde tenga sentido**. Por ejemplo, muchas empresas han visto que es más económico usar un IaaS, como por ejemplo Amazon Simple Storage Service (S3), para almacenar imágenes, vídeos y documentos que en infraestructuras propias. El modelo híbrido también se presta a un enfoque incremental.

Incluso la nube híbrida puede ser un buen **paso intermedio** antes de pasar la mayor parte de las aplicaciones a la nube, ya que es algo menos arriesgado. Por tanto, sería interesante pasar algunas aplicaciones más útiles para la nube a esta y en el momento que se esté más cómodo, mover las que sean necesarias.

Una nube híbrida tiene la ventaja de una **inversión inicial más moderada** y a la vez contar con SaaS, PaaS o IaaS bajo demanda. En el momento necesario, utilizando las APIs adecuadas de las distintas plataformas públicas existentes, se tiene la posibilidad de escalar la plataforma todo lo que se quiera sin invertir en infraestructura con la idea de tomar uno de los siguientes caminos:

- Si dicha necesidad llegara a ser de carácter estable, sería recomendable incrementar la capacidad de la nube privada e incorporar los servicios adoptados en la pública pasándolos a la nube propia.
- Si dicha necesidad es puntual o intermitente se mantendría el servicio en las nubes públicas, lo que permite no aumentar la infraestructura innecesariamente.

Parece que este tipo de nubes está teniendo **buena aceptación en las empresas** de cara a un futuro próximo, ya que se están desarrollando software de gestión de nubes para poder gestionar la nube privada

y a su vez adquirir recursos en los grandes proveedores públicos.

2.9 Estándares usados

Aunque parezca que la portabilidad e interoperabilidad de la computación en la nube son cuestiones que no afectan a la seguridad [57], evitar la dependencia absoluta de un solo proveedor implica algo más que tener acceso a precios competitivos o a un mejor servicio. Contar con un solo proveedor supone un riesgo, especialmente en lo que concierne a la disponibilidad de servicios y datos. ***A lo largo de los años, la necesidad de portabilidad e interoperabilidad se ha solucionado mediante la estandarización.***

Pero, ¿Es realmente necesaria la adopción general de estándares? Lo cierto es que aunque no se trate de un método ideal, esto permitiría la interoperabilidad mediante abstracción (o intermediación) y la portabilidad mediante la conversión en un entorno con muchos estándares. Cuando se habla de interoperabilidad y portabilidad de una infraestructura como servicio (IaaS) generalmente hay dos cuestiones importantes.

Una es el formato de las plantillas de los equipos virtuales (o imágenes) que describe el disco y la configuración de los recursos virtuales requeridos. Si bien es la solución de virtualización subyacente utilizada la que lo determina, algunos proveedores han creado formatos personalizados (por ejemplo, Amazon Machine Image). El ***Formato de Visualización Abierto (OVF)***⁴³ se ha diseñado como estándar único, pero los proveedores públicos seguirán promocionando sus distintos formatos por diversas razones. Sin la adopción global de OVF, la siguiente opción sería la conversión del formato para ofrecer una portabilidad viable. Como recurso provisional, algunos proveedores de servicios han comenzado a aceptar múltiples formatos para evitar la sobrecarga a causa de las conversiones, del mismo modo que algunos dispositivos aceptaron los formatos HD DVD y Blu-Ray hasta que se ganó la batalla de los estándares.

El otro reto es la incompatibilidad actual de la API de gestión para cargar, descargar, inspeccionar, configurar y ejecutar acciones (por ej. crear e iniciar nuevas instancias). Cada proveedor tiene su propia API para evitar que el software de orquestación funcione con distintos proveedores de servicios. Existen varios enfoques para este problema. Algunas comunidades como *Open Grid Forum*⁴⁴ intentan crear el estándar conocido como ***OCCI (Open Cloud Computing Interface)***. Otros como Eucalyptus emulan la interfaz de los servicios Web de Amazon como estándar válido. VMware ha desarrollado su propia ***API vCloud***, la cual envió a la ***DMTF (Distributed Management Task Force)*** como estándar abierto. La API vCloud ofrecerá una base de interoperabilidad entre los proveedores de servicios basados en VMware (y posiblemente otros proveedores en el futuro), pero casi con total seguridad no a los jugadores establecidos. ***La mayoría de los proveedores renuncian a la estandarización oficial*** porque quieren y necesitan moverse rápidamente en este mercado en constante evolución. Además, los organismos normalizadores no son famosos por su

⁴³ Open Virtualization Format (OVF) es un estándar abierto para empaquetar y distribuir servicios virtualizados o de forma más general software a ejecutar en máquinas virtuales. El estándar describe un "formato abierto, seguro, portable, eficiente y extensible para empaquetación y distribución de software a ejecutar en máquinas virtuales". El estándar OVF no está vinculado a ninguna arquitectura de procesador. La unidad de empaquetado y distribución se denomina "paquete OVF" y puede contener uno o más sistemas virtuales, cada uno de los cuales se pueden implementar en una máquina virtual.

⁴⁴ OGF es una comunidad de usuarios, desarrolladores y vendedores para la estandarización de Grid Computing. Se formó en 2006 en una fusión de la "Global Grid Forum" y la "Enterprise Grid Alliance". Los estándares OGSA, OGSF y JSDL fueron creados por el OGF.

rapidez precisamente. Sin embargo, el hecho de que no se adopte una API única para todo el sector no tiene por qué impedir la portabilidad e interoperabilidad.

Es posible combinar varias APIs en una sola API, incluso sin la participación de los proveedores. En el espacio de la virtualización, **el paquete libvirt ofrece una API para las APIs**. Así mismo, en el ámbito de la computación en nube, un grupo de expertos ya ha asumido esta tarea mediante el **proyecto UCI⁴⁵ (Unified Cloud Interface Project)**, aunque este se encuentra aún en su fase inicial.

Otra iniciativa, **cloudloop**, incluye una API para trabajar con múltiples servicios de almacenamiento. Estos tipos de APIs diseñadas para múltiples APIs facilitan un modo de interoperabilidad, mediante que los proveedores de estructuras y middleware y usuarios finales pueden consumir una única API sin preocuparse por depender de un solo proveedor de servicios.

En cuanto al concepto de plataforma como servicio (**PaaS**), **la portabilidad e interoperabilidad constituyen un desafío aún mayor**. Los formatos de los datos para los servicios de plataforma suelen ser completamente diferentes. Así por ejemplo, **Windows Azure** suministra servicios de bases de datos y contenedores de aplicaciones .NET. Las aplicaciones y los datos de Azure no son compatibles con **Google AppEngine** y viceversa. La única forma de evitar la dependencia de un único proveedor cuando se utiliza PaaS **es elegir una estructura facilitada por varios proveedores y evitar extensiones específicas de un proveedor (como las extensiones Python de AppEngine)**. Probablemente veremos estrategias de abstracción parecidas donde se puedan desarrollar aplicaciones ejecutables en muchas soluciones PaaS. Se cree que se producirá un gran desarrollo en este ámbito a medida que la carga de trabajo pasa de IaaS a PaaS.

El software como servicio (**SaaS**) **supone el reto principal debido a la inherente diversidad de datos**. Por ejemplo al igual que sabemos que los datos de una de las redes sociales más importantes en la actualidad como Facebook no se pueden exportar ni importar de otra red social. Tampoco debemos suponer que todos los servicios de software ofrecen extracción de datos. **Solo se acepta este hecho cuando el servicio ofrecido no tiene estándares**. En casos como el de Google Docs, es lógico esperar algún tipo de conversión como las nuevas opciones de exportación de Google lanzadas. En este entorno, la conversión es una vía mucho más práctica para la portabilidad que la estandarización.

Aplicación	Comunicaciones: HTTP, XMPP
	Seguridad: OAuth, OpenID, SSL/TLS
	Distribución de Información: Atom
Cliente	Navegadores:AJAX
	Offline: HTML5
Infraestructura	Virtualización: OVF
Plataforma	Soluciones de pila:LAMP, SBA (Space Base Architecture)
Servicio	Datos: XML, JSON
	Servicios Web:REST

Ejemplo de estándares usados [55]

⁴⁵ Proyecto UCI es un intento de crear una interfaz de nube abierto y estandarizada para la unificación de varios APIs de nubes. Uno de los principales impulsores de la interfaz de nube unificada es crear una API sobre otras APIs.

En el mercado de la computación en nube de rápida evolución, se puede esperar que surjan múltiples estándares pero la realidad es que normalmente solo sobreviven los estándares útiles. Se trata de un proceso saludable en un entorno nuevo. Mientras tanto, **es posible lograr portabilidad e interoperabilidad independientemente de los estándares**. Se puede terminar con el problema de depender de un solo proveedor y garantizar la disponibilidad de los servicios y datos mediante conversión y abstracción.

2.10 Precios y Costos

El precio y el costo por el uso de servicios de computación en la nube están basados en tres factores, almacenamiento, ancho de banda y cómputos.

- **El Almacenamiento** es típicamente medido como un promedio de GB de datos almacenados diariamente o mensualmente.
- **Ancho de Banda** es medido calculando la suma total de datos entrantes y salientes transferidos. Generalmente los datos transferidos entre servicios dentro de una misma plataforma son gratuitos.
- **Computo** es medido en base al tiempo necesario para ejecutar una instancia de una aplicación.

¿Cuánto cuesta realmente Cloud Computing? [59] Aunque los informes varían en la actualidad en el nivel exacto de la demanda de la computación en la nube para las empresas, es evidente que existe un interés general, bastante amplio si las características y el costo son correctos y los riesgos son razonables. Las organizaciones en busca de estrategias efectivas y de nuevos negocios están encontrando que el costo es un argumento convincente para la computación en nube, en especial para la **transición de operaciones no críticas de IT** o para aprovechar económicamente la misma para **tareas intensivas de recursos, pero de bajo riesgo** como las pruebas de software.

La verdadera cuestión para muchos departamentos de IT es si el costo de la transición a una nube externa será lo suficientemente bajo como para beneficiarse de los ahorros a mediano plazo. Ese proceso puede ser costoso en sí mismo como para retrasar cualquier retorno de la inversión por la externalización de la nube.

A pesar de que la computación en nube está expresando signos de resultados positivos para las organizaciones, del mismo modo los costos han comenzado a aumentar lo cual puede tener un efecto en el análisis de costo-beneficio cuando se trata de computación en la nube. El movimiento de datos a un servicio de computación en la nube público general supondría miles de dólares cada año, que es un costo en el cual la mayoría de las organizaciones todavía no son conscientes. [61].

El **ancho de banda de la red** constituye la mayor parte del costo de la computación en nube; como proveedores de la nube pueden requerir tasas de carga y descarga de datos. La **mano de obra** es otro costo que las organizaciones tienen que considerar sobre todo si la carga de trabajo es alta.

El **almacenamiento de los datos** es otro costo a tener en cuenta en el Cloud Computing. Con una tasa de crecimiento de tres años de datos, los costos pueden aumentar a medida que el pago es necesario para cada mes de almacenamiento en la nube.

Tener en cuenta el modelo utilizado en la computación en nube, permitirá a los usuarios entender

completamente el costo de mantener los datos en una nube pública. Una empresa fue capaz de determinar que era más económico mantener sus datos en una nube privada que su almacenamiento en una nube pública en el largo plazo. No obstante, utilizar las nubes públicas fuera de almacenamiento de datos llevará a cabo en la necesidad de instalar aplicaciones ya que las empresas pueden utilizar aplicaciones basadas en la nube para sus operaciones. En situaciones como esta, la computación en nube puede convertirse en una solución rentable para hacer negocios.

Algunas compañías también están conteniendo el uso de la computación en nube debido a **problemas con la integración de aplicaciones** de software que vienen de diferentes proveedores. Esto puede aumentar los gastos de la computación en nube y lo que es más caro que el no uso de los servicios de las empresas de la nube.

La integración es importante para algunas empresas para que puedan hacer uso de las capacidades que ya tienen antes de explorar el uso de la computación en la nube. Una serie de grandes empresas se enfrentan a problemas de integración cuando se trata de explorar el uso de la computación en nube en sus operaciones. Si no se toman en cuenta el costo de la integración, estas empresas terminan pagando más de lo que realmente estaban preparadas en primer lugar. Una organización puede experimentar un problema en la integración cuando se utilizan servidores que no son aprobados por los vendedores del software que utilizan.

Se debe ser cuidadoso, ya que generalmente el uso de la computación en la nube **acarrea más gastos que no son incluidos en el presupuesto general de los ejecutivos de IT**. Normalmente los presupuestos incluirían el alquiler y la energía, sin embargo con el uso de la computación en nube, sería necesario **cambiar la estructura del presupuesto** para dar cabida a otros gastos asociados con el uso de servicios en la nube.

Las organizaciones deben ser conscientes de los costos de la creación de una nube para sus operaciones, ya que varios **proveedores ofrecen programas piloto** que son gratuitos por un período de tiempo determinado. Antes de utilizar el piloto de estos proveedores, las organizaciones deben considerar los costos cuando termina el mismo y los servicios pagados comienzan.

Las organizaciones no deberían centrarse demasiado en la cuota mensual baja al considerar el uso de la computación en la nube en sus operaciones. Los administradores deben **tener en cuenta los costos ocultos y aquellos que comienzan mas tarde**.

La computación en nube está aún en desarrollo y en pleno crecimiento, con lo que puede haber algunos riesgos cuando las organizaciones deciden usarla. Es necesario reconocer la necesidad de desarrollar estrategias prácticas de computación en la nube con el fin de minimizar estos riesgos y ahorrar en los gastos para la organización.

2.11 El futuro y los Desafíos Pendientes

Cloud Computing últimamente es definido en el ambiente IT como "el futuro". Sistemas distribuidos por el mundo a los que se puede acceder mediante cualquier máquina. Sin duda serán muchos los servicios en torno a la nube los que se verán en los próximos meses, y uno de los grandes nichos de mercado están en

las herramientas y soluciones para la interoperabilidad de las nubes de diferentes compañías.

Pero se plantean tres problemas importantes para poder realizar una migración exitosa de sistemas “tradicionales” a sistemas en la nube: performance, seguridad, privacidad, disponibilidad, control y costos entre los desafíos más importantes a superar.

Performance

El principal problema en performance está relacionado a las aplicaciones orientadas a **transacciones y datos intensivos/os** donde este sistema puede perder eficiencia. Otro inconveniente importante relacionado se da con los **usuarios que se encuentran a una distancia lejana** de los proveedores logrando que los mismos puedan experimentar alta latencia y demoras con el servicio ofrecido.

Seguridad y Privacidad

La seguridad tanto de los datos como de su contenido y su integridad, vamos a decir, “física” (aunque físicamente los datos no se encuentren en ninguna parte) debe ser un aspecto fundamental en una plataforma de Cloud Computing. Las compañías y proveedores de Cloud Computing aún están **preocupadas por la seguridad** mientras que en el extremo opuesto los clientes que usan este servicio están inquietos por la vulnerabilidad a los ataques cuando la información y los recursos de la compañía están fuera de su “Firewall⁴⁶”. La solución asume que los proveedores sigan los estándares en seguridad, para los cuales se pueden ver fuertes avances en este campo día a día. Este punto se verá en detalle más adelante.

Control

El principal problema con el control es que los proveedores de Cloud Computing tienen un **control completo de las plataformas** y por el otro lado normalmente no diseñan plataformas pensando en sus clientes y sus prácticas de negocio.

Costos de ancho de banda

Con Cloud Computing, las compañías pueden ahorrar dinero tanto con hardware y software, pero de todas formas pueden tener **altos cargos de ancho de banda**. Los costos de la misma pueden ser bajos para aplicaciones pequeñas basadas en Internet las cuales no son sensible a datos, pero pueden crecer significativamente para aplicaciones de datos intensivas con alto tráfico.

El precio mayorista de almacenamiento en servidores ha pasado de los 10.000 dólares que costaban 20 megabytes de espacio en 1990, a menos de 5 céntimos de dólar por tres terabytes a finales del 2010 [62]. Por su parte, los precios mundiales de banda ancha (medidos en precio por Megabit) han caído en los países desarrollados más de dos tercios desde la aparición de las tarifas planas.

La mayoría de las personas están acostumbradas a pagar el acceso en un esquema de tarifas planas, donde la cantidad de datos no cuenta: se cobra por capacidad de transmisión y recepción, utilizando un símil con

⁴⁶ Un cortafuegos, del Inglés 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. Se trata de un dispositivo o conjunto de dispositivos configurados para permitir, limitar, cifrar, descifrar, el tráfico entre los diferentes ámbitos sobre la base de un conjunto de normas y otros criterios.

el consumo de agua, donde se paga por el grosor de la tubería, o directamente una tarifa plana dependiendo de alguna característica (ubicación de la vivienda) pero no por la cantidad de agua que se consume (existen países con excepciones) En EEUU, **algunas compañías de telecomunicaciones** ya han manifestado que debido al creciente volumen de tráfico que soportan las redes, **comenzarán a cobrar además por la cantidad de datos consumidos**. Si el volumen de datos pasa a ser una variable ligada al precio de la banda ancha, las aplicaciones o **los servicios Cloud se verán afectados**, ya que el usuario no sólo pagará por el precio de este servicio, sino por la descarga.

Si bien con este modelo el proveedor puede estar dispuesto a asumir parte del costo de descarga reduciendo el precio final, es evidente que si el **tráfico tiene un costo, el usuario tendrá menos incentivos para navegar y consumir**. Por ejemplo un usuario activo de servicios como *Netflix*⁴⁷ o *Spotify*⁴⁸ puede llegar a generar un tráfico superior a los 100 gigabytes al mes. En un informe reciente, Cisco señalaba que a finales del 2012, cerca de 1.000 millones de casas generarán más de un terabyte (1.024 gigabytes) al mes.

Confiabilidad y Disponibilidad

Cloud Computing aun no ofrece una confiabilidad 100% las 24hs. Aún existen casos donde los servicios sufren **interrupciones** durante un par de horas, principalmente para aquellos proveedores que no tienen enlaces de resguardo (backup) o alternativos.

Los servicios en Cloud Computing tienen varias ventajas fundamentales respecto a los más “tradicionales”; el contenido se puede distribuir entre varios Data Centers, y es realmente fácil escalar las necesidades de una máquina en momentos de máxima demanda. El verdadero problema es que hay casos no previstos, como por ejemplo el rayo que destrozó una subestación eléctrica en Dublín [102], afectando los servicios de Cloud de Amazon, quien debería haber previsto ese caso, por ejemplo, manteniendo una copia en otro Data Center en otra localización y redirigiendo automáticamente todas las peticiones a éste, aun perdiendo algo de rendimiento. Estas plataformas deben tener previstas todas las posibles inclemencias que puedan afectar a sus servicios.

Se espera que en un futuro existan más proveedores de servicio de Cloud Computing, ofreciendo servicios más completos, estándares establecidos y mejores prácticas. Las principales compañías como HP, Intel, Yahoo, Google, IBM, entre otras son las que se encuentran liderando estas mejoras.

⁴⁷ Netflix es una plataforma de vídeo que de forma totalmente legal ofrece en streaming películas y series de televisión, a cambio de una cuota de suscripción mensual. Surgió en 1997 en California, Estados Unidos como un videoclub con una plataforma de video vía online o por correo postal (Solo USA) que le proporciona al suscriptor una cantidad ilimitada de rentas de las películas y series de su catálogo. A mitad del 2011 cuenta con más de 25 millones de suscriptores en Estados Unidos y Canadá, y recientemente fue anunciada su llegada a toda América Latina.

⁴⁸ Aplicación empleada para la reproducción de música vía streaming disponible en los sistemas operativos Microsoft Windows, Mac OS X y Linux y en los sistemas operativos de dispositivos móviles Symbian, iPhone y Android. Permite escuchar temas musicales buscando por artista, álbum o listas de reproducción creadas por los propios usuarios. La empresa ha firmado acuerdos con las discográficas Universal Music, Sony BMG, EMI Music, Hollywood Records y Warner Music entre otras.

2.12 Seguridad

Como naturalmente cualquier nueva tecnología sobre Internet, Cloud Computing no podía ser la excepción y una de las **principales preocupaciones es su seguridad** [55]. En una estructura común, ya sea tanto en centros de datos de compañías como de Internet (IDC), el proveedor del servicio ofrece solo racks y conectividad. De esta forma el resto de los dispositivos deben estar preparados y desarrollados por el usuario, incluyendo servidores, firewalls, software, dispositivos de almacenamiento, backups, etc. Con este sistema el usuario tiene una clara vista de su estructura y arquitectura además de tener el diseño de la seguridad de sus datos bajo su control. Sumado a esto, algunos usuarios usan y necesitan en algunos casos aislamiento físico para proteger sus servidores.

Bajo el sistema de **Cloud Computing, el backend de los recursos y la administración de la arquitectura son totalmente invisibles para los usuarios**. De esta manera la palabra “Nube” describe una entidad lejana removida de nuestro acceso físico. Sin este control y acceso físico un **usuario normalmente cuestionaría la seguridad** del sistema. Una analogía comparable a la seguridad de los datos en una nube es en las instituciones financieras donde un cliente deposita su dinero en una cuenta donde no tiene más un activo en su posesión. Este cliente confiará en la tecnología y la integridad financiera de la entidad para proteger lo que es ahora, su activo virtual. De manera similar se espera ver una progresión en la aceptación de tener los datos en locaciones fuera del alcance físico pero con proveedores confiables.

Para establecer esa confianza con los usuarios de Cloud Computing, los arquitectos se focalizan ciertamente en proteger la seguridad de los datos entre usuarios y entre usuarios y proveedores de servicio. Desde el punto de vista de la tecnología, la seguridad de los datos del usuario puede ser reflejada en las siguientes reglas de implementación:

- **Privacidad de los datos almacenados del usuario.** Los datos del usuario no pueden ser vistos o modificados por otras personas (incluido el operador).
- **Privacidad de los datos en tiempo de ejecución.** Los datos del usuario no pueden ser vistos o modificados por otras personas (información cargada en memoria de sistema).
- **Privacidad cuando se transfieren datos del usuario a través de la red.** Esto incluye la seguridad cuando se transfieren datos en centros de datos de Cloud Computing ambos intranet e internet. Estos no pueden ser vistos o modificados por otras personas.
- **Autenticación y autorización necesaria para los usuarios acceder a sus datos.** Los usuarios pueden acceder a sus datos a través de un sistema correcto de una manera correcta y pueden autorizar a otros usuarios al acceso.

Además de las soluciones tecnológicas, guías legales y de negocio, pueden ser empleadas para reforzar la seguridad de los datos, con términos y condiciones para asegurar los derechos de los usuarios para financiar compensación en caso de problemas de seguridad.

Continuando con los problemas de seguridad [56], **el usuario no puede estar seguro de la privacidad de sus datos almacenados en la nube** y preguntas necesitan ser respondidas sobre el control de acceso a los datos, ya que la información se transfiere a fuentes externas y es administrada por un tercero. Los recursos informáticos son compartidos y la seguridad de los datos depende de los proveedores de servicios. **El**

usuario necesita saber quién tiene acceso a sus datos y hasta qué punto los límites se extienden por el privilegio de privacidad. El servicio sobrepasa la seguridad personal de la casa y la información debe ser obtenida en que es el control de sus datos y cómo se está gestionando. Si los proveedores tratan de evitar la prestación de garantías o ir a través de auditorías entonces la seguridad de sus datos puede estar en riesgo. El usuario debe ser capaz de controlar la situación y ser conscientes de las brechas existentes en las políticas de privacidad.

El control de la red es administrada por las terceras partes de los proveedores de Cloud Computing y los datos podrían estar disponibles para otros miembros, incluyendo los clientes de otra nube. Los datos pueden ser manipulados, mientras que en un equipo local en el tránsito que podrían resultar en la pérdida y el robo.

Otra de las cuestiones de seguridad relacionadas con la computación en nube es la **ubicación de los datos**. Los usuarios no son informados sobre donde se encuentran sus datos después de ser transferidos. Los mismos pueden ser procesados y almacenados en cualquier lugar del mundo. Una vez más **los usuarios se plantean dudas en cuanto a quien está realmente guardando sus datos** y es probable que no se consideren seguros aun estando de acuerdo con los términos. A pesar de que la información se codifica, al estar Cloud Computing en un medio ambiente compartido, **hay muchas posibilidades de descifrar los mismos**. Las redes subcontratadas siempre vienen con controles de privacidad y en este caso, el acceso físico a la información de la computadora y la información es el mayor inconveniente.

Incluso el Gobierno de EE.UU. ha estado pasando por alto los datos y las cuestiones de seguridad de la información y las políticas insuficientes de privacidad han sido declaradas por los sectores federales y privados. GAO demanda orientación sobre las prácticas de Cloud Computing, las áreas, la falta de seguridad de los datos, la participación de terceros y demás funciones y responsabilidades del Instituto Nacional de Tecnologías de la norma (NIST).

Los clientes deben estar alertas y el conocimiento detallado del sistema de seguridad debe ser adquirido por los usuarios de los proveedores de servicios. Los riesgos de la participación de terceros deben ser tenidos en cuenta y se deben preguntar cuántos miembros del personal de los proveedores tienen acceso a los datos almacenados y sus limitaciones. Debe haber pruebas aportadas en los procesos de control de la nube, que han sido probados y verificados para satisfacer la privacidad del cliente. Si el usuario tiene sus propias políticas de seguridad, el proveedor de servicios debe buscar en ella. Donde quiera que los datos vayan, las leyes de seguridad de los datos de esa jurisdicción deben ser investigadas. Las políticas de contraseña también deben tenerse en cuenta y si es posible, se deben realizar auditorías de seguridad cada cierto tiempo.

Gartner también menciona que "La computación en nube tiene atributos únicos que requieren la evaluación de riesgos en áreas como la integridad de los datos, la recuperación y la privacidad, y una evaluación de aspectos legales en áreas tales como el descubrimiento, el cumplimiento normativo y auditoría". Algún tipo de compromiso se requiere de los proveedores de Cloud Computing. Por estas razones, la computación en nube privada es preferible a la pública. Una tercera parte neutral tiene que ser consultada por el consumidor sobre la seguridad en la nube antes de tratar con un proveedor.

Sin duda, el área de la computación en nube ha crecido, debido a su amplia red de acceso y flexibilidad. Sin embargo, la fiabilidad en términos de un ambiente sano y seguro para los datos personales y la información de los usuarios sigue siendo necesaria.

El servicio de IT tiene que **demostrar a sus clientes que mantienen la privacidad como materia de alta prioridad y garantizan la seguridad haciendo un compromiso contractual**. Sólo entonces puede la brecha entre la confianza ser salvado por el Cloud Computing.

2.13 Sistemas Operativos Online

Los sistemas operativos en nube **ofrecen una multitud de herramientas y servicios** para lograr unir todos los usos sobre un equipo de escritorio en una sencilla e intuitiva aplicación web. Entre los más conocidos se pueden mencionar:

CloudMe

Sitio Web: <http://www.cloudme.com/en/>

Es un **servicio gratuito de almacenamiento de archivos basado en web que se puede acceder directamente desde el móvil o el navegador**. El servicio basado en la nube se centra en darle acceso desde cualquier lugar a sus archivos en línea, de ahí el nombre - CloudMe.

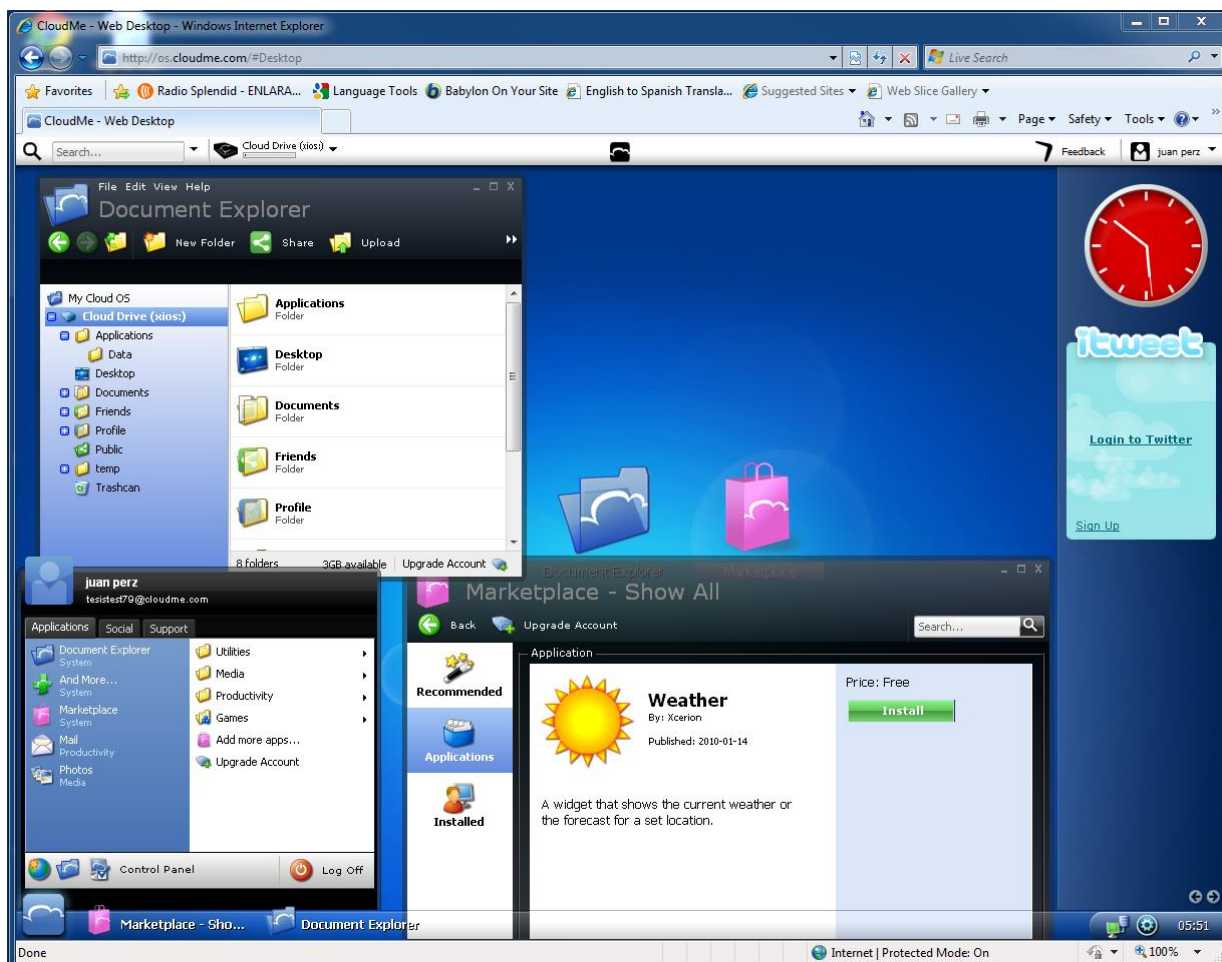


FIGURA 2.6: CloudMe ejecutándose en IEv.8 con varias aplicaciones abiertas.

Cloudo

Sitio Web: <http://www.cloudo.com/>

Es un **servicio alojado que se ejecuta en un navegador**. El servicio se ejecuta en una configuración de servidor comúnmente conocida como LAMP-servidor (Linux, Apache, MySQL, PHP). La idea básica detrás de la arquitectura técnica de este servicio es proporcionar al navegador con componentes inteligentes, de modo que las solicitudes de potenciales servidor se mantienen a un mínimo optimizado. Esto se logra utilizando XML, XSLT y archivos de JavaScript, que incluyen los lineamientos relacionados con la interfaz y del comportamiento, así como un protocolo para la capa de comunicación.

La comunicación entre el servidor y el cliente se obtiene con AJAX y los datos se almacenan en XML. XSL se utiliza para transformar los datos a HTML, lo que hace la interfaz de usuario real. JavaScript es responsable de manejar las tareas de eventos relacionados, entre otras.

La ventaja de este enfoque es que los componentes se pueden modificar, intercambiar y agregar nuevos sin afectar a los demás, resultando en una experiencia de interfaz versátil, administrada por las preferencias del usuario. Por ejemplo, el idioma se almacena en formato XML y se pueden agregar nuevos sin necesidad de modificar cualquier otro componente. Mediante la utilización de estos componentes intercambiables del sistema se puede alcanzar una flexibilidad, extensibilidad y escalabilidad para soportar un alto nivel de rendimiento y una amplia variedad de aplicaciones web.

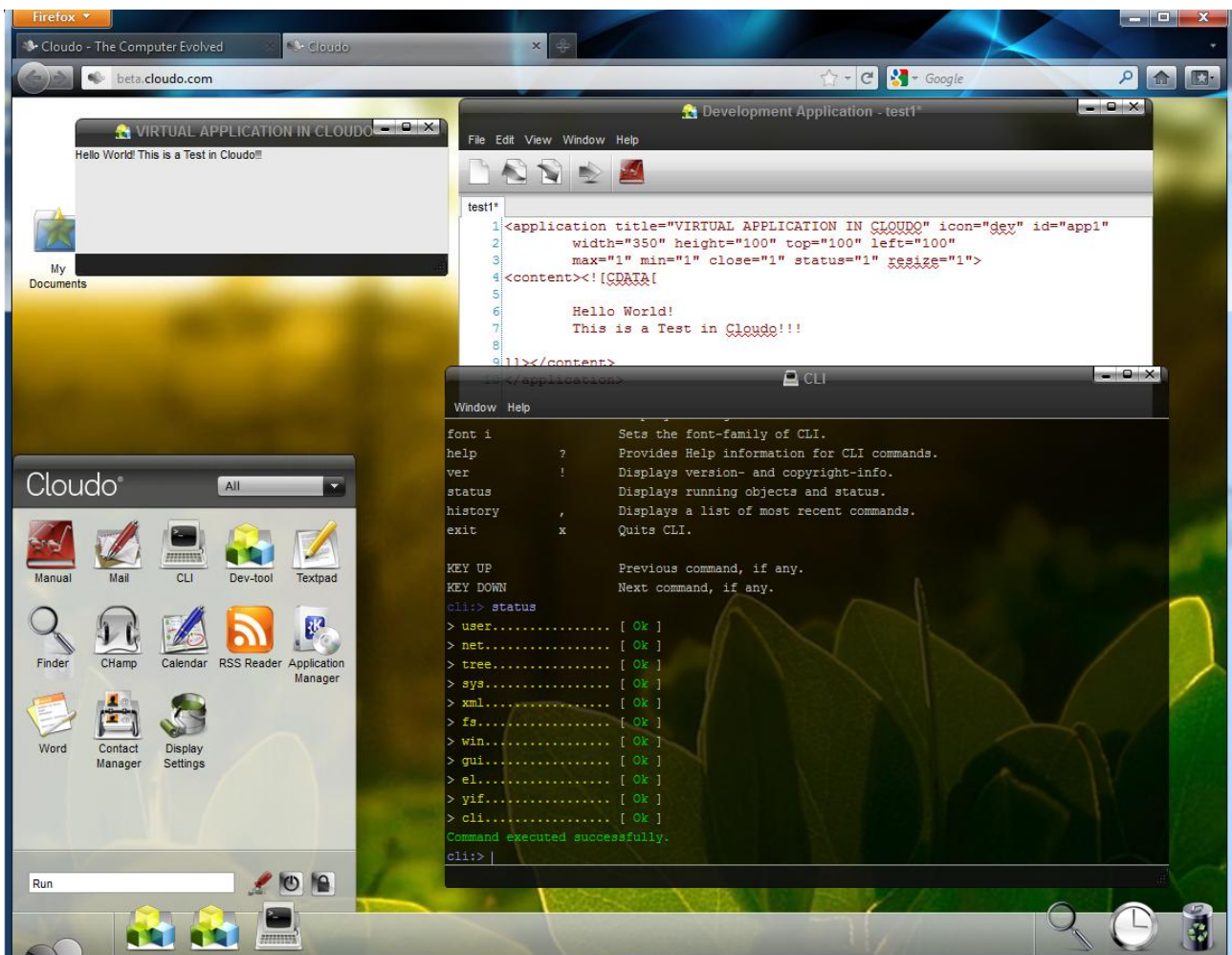


FIGURA 2.7: Cloudo ejecutándose en Firefox con varias aplicaciones abiertas.

EyeOS

Sitio Web: <http://www.eyeos.org>

EyeOS es un escritorio web con sus propias aplicaciones, diseñado desde el principio para permitir un fácil desarrollo y creación de nuevas aplicaciones, principalmente para el desarrollo de aplicaciones dinámicas de Internet. Desarrollado con tecnología abierta y estándares ampliamente aceptados tales como PHP, MySQL, JavaScript, Qooxdoo, log4php, PHPUnit, OpenOffice entre otros, lo que permite que el sistema funcione en un servidor web sin ningún tipo de modificación, accediendo al mismo con cualquier navegador estándar sin que se requieran plugins adicionales.

Este sistema permite que sea sencillo tener acceso al código, ya que se basa en un modelo de desarrollo abierto con una versión del sistema público SVN, el control, que permite el seguimiento del desarrollo del proyecto. Además, todo el código de eyeOS está documentado, para que pueda empezar a utilizarlo desde el primer día. Desde la página se puede probar su versión demo con lo que se podrá acceder a un conjunto limitado de funciones.

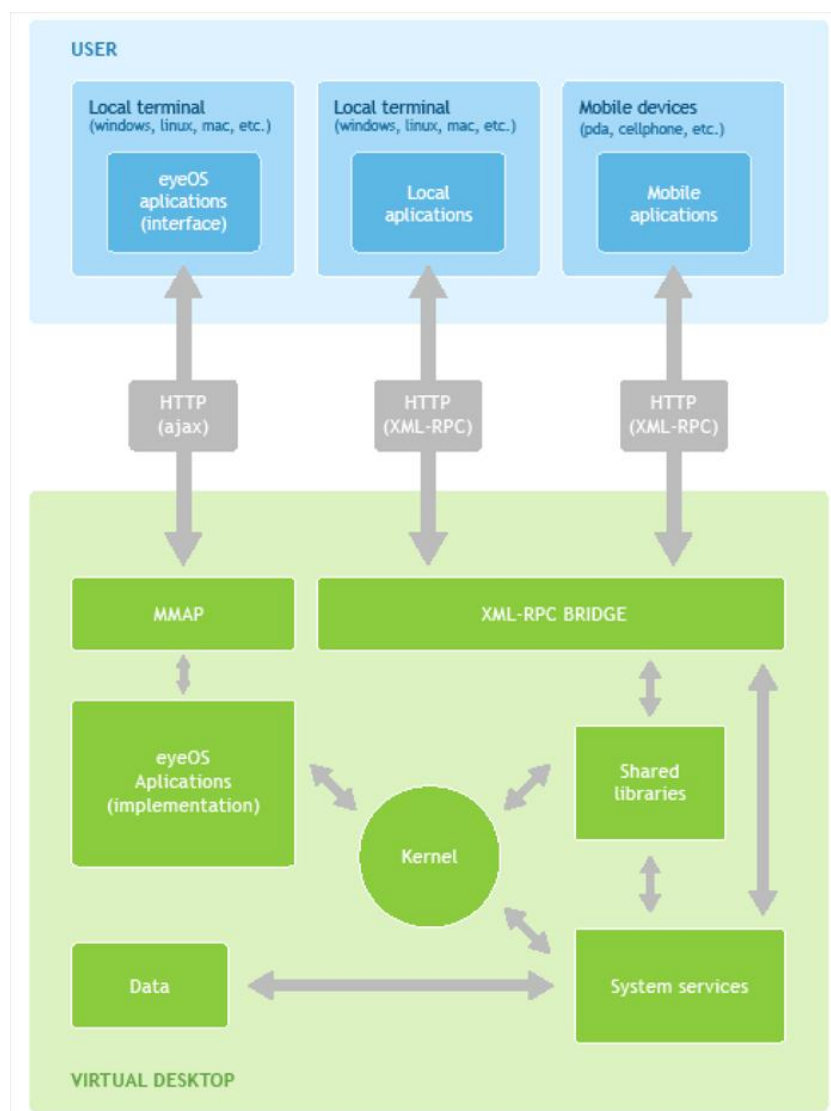


FIGURA 2.8: Estructura de un escritorio virtual de EyeOS.

My Goya

Sitio Web: <http://www.mygoya.de/us/>

Es un **Sistema operativo virtual desarrollado por una empresa Alemana**. Al igual que los mencionados anteriormente no se requiere de ninguna instalación y se accede al sistema a través del navegador web.

Glide OS

Sitio Web: <http://glideos.com/>

Es una **solución integral basada en computación en la nube gratis** sin publicidad. Al contrario de otras aplicaciones gratuitas, escapa de la avalancha diaria de Spam y publicidad en línea, pop-up, banners y anuncios de Streaming. Además ofrece un buen espacio de almacenamiento y cuenta con un excelente control para compartir la información privada y archivos personales.

Con el mismo, los usuarios pueden disponer de un **conjunto gratuito de aplicaciones de productividad con 30GBs de almacenamiento**. Los usuarios que quieran almacenamiento adicional o deseen ampliar la cantidad de usuarios (hasta 6 son gratuitos) pueden actualizar a otro nivel con 250 GB por un precio más alto o un valor definido por cada GB adicional. Con una cuenta Premium, los usuarios pueden configurar y administrar hasta 25 usuarios. El sistema operativo proporciona compatibilidad automática de archivos y aplicaciones a través de dispositivos y sistemas operativos. Además cuenta con una herramienta para sincronizar los archivos que el usuario tiene en su casa y en el trabajo. Una característica importante es que se pueden crear meeting virtuales e invitar a diferentes usuarios (se pueden usar los 6 gratuitos) y de esta forma se puede compartir diferentes aplicaciones (por ejemplo el uso de la cámara web).

2.14 Ejemplos de Cloud Computing

Varios de los ejemplos ya han sido mencionados y muchos de ellos pertenecen a las grandes empresas que se han dedicado a ofrecer estos servicios, promoviendo el fácil acceso a nuestra información, costos bajos, escalabilidad y muchas otras características que nos hacen pensar en la comodidad que nos brindan.

- **Google Apps:** Brinda el servicio de aplicaciones para empresas como Gmail, Google Talk, Google Calendar y Google Docs, etc.
- **Amazon Web Services:** Los servicios que ofrece son Amazon EC2™, Amazon S3™, SimpleDB™, Amazon SQS™. Este servicio permite alquilar (comprar por un tiempo limitado) plazos de tiempo en los centros de datos de Amazon para la ejecución de máquinas virtuales Xen. Las máquinas virtuales creadas son el equivalente de servidores con procesadores x86 de 1,7 GHz, 1,75 GB de RAM, 160 GB de disco rígido local y 250 Mb por segundo de ancho de banda.
- **Azure de Microsoft:** Ofrece servicios de sistema operativo y almacenamiento de ficheros, administración de servicios y computación dirigida a desarrolladores y empresas. Los desarrolladores podrán utilizar las herramientas .NET de Microsoft para desarrollar aplicaciones sobre Windows Azure.

- **Rackspace:** Empresa de Hosting⁴⁹ detrás de Mosso, una compañía la cual ofrece un paquete de básico de hosting y a partir de este se escala según se necesite (y sin migrar de servidores).
- **eyeOS:** Con su proyecto eyeOS, ofrece un escritorio virtual multiplataforma, libre y gratuito, basado sobre el estilo del escritorio de un sistema operativo. El paquete básico de aplicaciones que vienen por defecto, incluye toda la estructura de un sistema operativo y algunas aplicaciones de tipo suite ofimática como un procesador de textos, un calendario, un gestor de archivos, un mensajero, un navegador, una calculadora y más.
- **VMware:** De la mano del proyecto vCloud, ofrece a los usuarios la posibilidad de que las aplicaciones pueden gestionarse, moverse y que pueden correr en la Cloud de la misma forma que lo hacen internamente.

⁴⁹ Alojamiento web, webhosting, alojamiento de una página web. Servicio que ofrecen algunas compañías en Internet que consiste en ceder un espacio en sus servidores para subir (alojar, hostear) un sitio web para que pueda ser accedido en todo momento de forma online. Suelen contar con diversos planes con distintos precios para distintas necesidades. Para armar los distintos planes suelen limitar el espacio en disco, el bandwidth, las plataformas y las herramientas y recursos que ofrecen.

CAPITULO 3 – GRID COMPUTING

3.1. Grid Computing

Grid Computing, en español definida como Computación distribuida o Computación en malla, a menudo es confundida con Cloud Computing. **Grid Computing es una forma de computación distribuida que implementa una súper computadora virtual formada por un clúster de computadoras conectadas en red actuando como si fuese una sola** para realizar largas y pesadas tareas. Hoy en día, muchos desarrollos Cloud Computing están implementados sobre una infraestructura de Grid Computing.

Grid Computing [41], **se refiere a la combinación de recursos de computadoras de múltiples dominios con un objetivo en común.** "Grid" puede ser pensado como un sistema distribuido con cargas de trabajo no interactivas que implican un gran número de archivos. Lo que distingue a Grid Computing de los sistemas convencionales de computación de alto rendimiento como clúster, es que las redes **"Grid" tienden a ser más heterogéneas, dispersas geográficamente y débilmente acopladas.**

Aunque una red "Grid" puede ser dedicada a una aplicación especializada, es más probable que una sola red se utilice para una variedad de propósitos diferentes. Las redes Grid se construyen a menudo con la ayuda de las bibliotecas de software de uso general conocido como **middleware**⁵⁰, con el objetivo de dividir y distribuir piezas de un programa entre varios equipos, a veces hasta varios miles. La computación Grid consiste en el cálculo de manera distribuida, lo que también puede implicar la agregación de clústeres.

El tamaño de la red puede variar desde pequeñas y limitadas a una red de estaciones de trabajo dentro de una corporación, a totalmente lo opuesto, a la colaboración general a través de muchas empresas públicas y redes. La idea de una red limitada también se conoce como la cooperación intra-nodos, mientras que la noción de una red más grande puede referirse a una cooperación inter-nodos. Tanto los términos "distribuido" o "computación en Grid", en general se refieren a **un tipo especial de computación paralela** que se basa en computadoras completas (con CPU, almacenamiento, fuentes de alimentación, interfaces de red, etc.) conectadas a una red (privada, pública o por Internet) por una interfaz de red convencional tal como Ethernet. Esto está en contraste con la noción tradicional de un superordenador, que cuenta con muchos procesadores conectados por un autobús de la computadora local de alta velocidad.

Esta tecnología ha sido **aplicada a intensivos problemas científicos, matemáticos y académicos a través de la computación voluntaria**, y se utiliza en las empresas comerciales para aplicaciones tan diversas como el descubrimiento de fármacos, la predicción económica, análisis sísmicos, y el procesamiento de datos de oficinas tales como comercio electrónico y servicios web.

⁵⁰ Middleware es un software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, software, redes, hardware y/o sistemas operativos. Éste simplifica el trabajo de los programadores en la compleja tarea de generar las conexiones que son necesarias en los sistemas distribuidos. De esta forma se provee una solución que mejora la calidad de servicio, seguridad, envío de mensajes, directorio de servicio, etc. Funciona como una capa de abstracción de software distribuida, que se sitúa entre las capas de aplicaciones y las capas inferiores (sistema operativo y red). El middleware abstrae de la complejidad y heterogeneidad de las redes de comunicaciones subyacentes, así como de los sistemas operativos y lenguajes de programación, proporcionando una API para la fácil programación y manejo de aplicaciones distribuidas.

De acuerdo a Ian Foster [42], El término “Grid” se ha trasladado desde el oscuro ámbito académico al más popular. En la actualidad se puede leer sobre “Compute Grids”, “Data Grids”, “Science Grids”, “Access Grids”, “Knowledge Grids”, “Bio Grids”, “Sensor Grids”, “Cluster Grids”, “Campus Grids”, etc. Pero en realidad ¿Qué es “Grid”? A mitad de los años 90 fue acuñada la palabra “Grid” para denotar una propuesta de infraestructura en computación distribuida para la ciencia y la ingeniería avanzada.

Una definición bastante aceptada en el mundo académico es la proporcionada por Ian Foster donde sugiere una lista de tres ítems que debe cumplir un sistema para ser llamado Grid:

- Coordinar recurso que no están sujetos a un control centralizado.
- Usar interfaces y protocolos estándares, abiertos y de propósito general.
- Ofrecer calidad de servicio no trivial.

La “computación Grid” [40] es una tecnología innovadora que permite utilizar de forma coordinada todo tipo de recursos (entre ellos cómputo, almacenamiento y aplicaciones específicas) que no están sujetos a un control centralizado. En este sentido es una nueva forma de computación distribuida, en la cual los recursos pueden ser heterogéneos (diferentes arquitecturas, supercomputadores, clúster⁵¹, etc.) y se encuentran conectados mediante redes de área extensa (por ejemplo Internet). Desarrollado en ámbitos científicos a principios de los años 90, su entrada al mercado comercial siguiendo la idea de la llamada **Utility Computing** supone una revolución que dará mucho que hablar.

El **término Grid se refiere a una infraestructura que permite la integración y el uso colectivo de ordenadores de alto rendimiento, redes y bases de datos que son propiedad y están administrados por diferentes instituciones**. Puesto que la colaboración entre instituciones envuelve un intercambio de datos, o de tiempo de computación, el propósito del Grid es facilitar la integración de recursos computacionales. Universidades, laboratorios de investigación o empresas se asocian para formar computación en Grid para lo cual utilizan algún tipo de software que implemente este concepto.

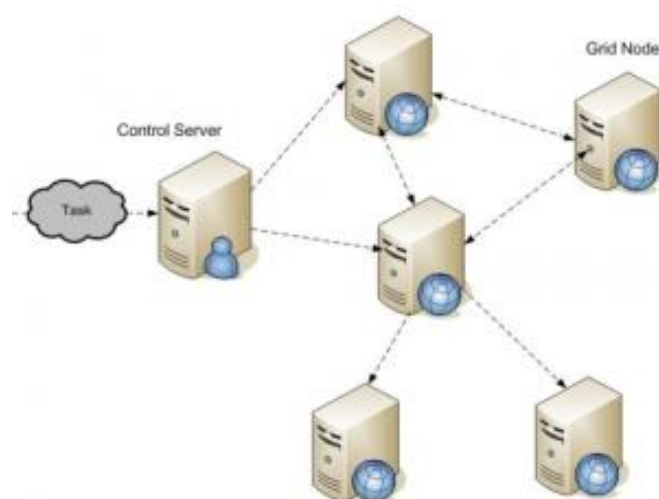


FIGURA 3.1: Infraestructura de un Sistema Grid Computing

⁵¹ El término clúster (a veces españolizado como clúster) se aplica a los conjuntos o conglomerados de computadoras construidos mediante la utilización de componentes de hardware comunes y que se comportan como si fuesen una única computadora. Hoy en día desempeñan un papel importante en la solución de problemas de las ciencias, las ingenierías y del comercio moderno.

Existen una gran cantidad de proveedores que han usado exitosamente arquitecturas basadas en nube con muy poco o prácticamente sin infraestructura centralizada tales como las redes *Peer-to-Peer*⁵² BitTorrent, entre otras.

Se define Grid al sistema de computación distribuido que permite compartir recursos no centrados geográficamente para resolver problemas de gran escala. Los recursos compartidos pueden ser ordenadores (PC, estaciones de trabajo, supercomputadoras, PDA, portátiles, móviles, etc.), software, datos e información, instrumentos especiales (radio, telescopios, etc.) o personas/colaboradores.

La computación Grid ofrece muchas ventajas frente a otras tecnologías alternativas. La potencia que ofrece una multitud de computadoras conectadas en red usando Grid es prácticamente ilimitada, además de brindar una perfecta integración de sistemas y dispositivos heterogéneos, por lo que las conexiones entre diferentes máquinas no generan ningún inconveniente. Se trata de **una solución altamente escalable, potente y flexible**, ya que se evitan problemas de falta de recursos, cuellos de botella⁵³ (bottleneck) y nunca queda obsoleta debido a la posibilidad de modificar el número y características de sus componentes.

Estos **recursos se distribuyen en la red de forma transparente** pero guardando unas pautas de seguridad y políticas de gestión de carácter tanto técnico como económico. Así pues, su objetivo será el de compartir una serie de recursos en la red de manera uniforme, segura, transparente, eficiente y fiable, ofreciendo un único punto de acceso a un conjunto de recursos distribuidos geográficamente en diferentes dominios de administración. Esto puede llevar a pensar que la computación Grid permite la creación de empresas virtuales. Es importante saber que la Computación Grid es un conjunto de máquinas distribuidas que ayudan a mejorar el trabajo sobre software pesados.

3.2. Características Principales

- **Capacidad de balanceo de sistemas:** No existe la necesidad de calcular la capacidad de los sistemas en función de los picos de trabajo, ya que la capacidad se puede reasignar desde la granja de recursos a donde se necesite.
- **Alta disponibilidad:** Con la nueva funcionalidad, si un servidor falla, se reasignan los servicios en los servidores restantes.

⁵² Una red Peer-to-Peer o red de pares o punto a punto (P2P, por sus siglas en inglés) es una red de computadoras en la que todos o algunos aspectos funcionan sin clientes ni servidores fijos, sino una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí. Es decir, actúan simultáneamente como clientes y servidores respecto a los demás nodos de la red. Las redes P2P permiten el intercambio directo de información, en cualquier formato, entre los ordenadores interconectados y ha propiciado que parte de los usuarios lo utilicen para intercambiar archivos cuyo contenido está sujeto a las leyes de copyright generando una gran polémica.

⁵³ Bottleneck o cuello de botella, es un límite en la capacidad de transferencia de información de un sistema o una conexión, que puede reducir el tráfico en condiciones de sobrecarga. Suele producir una baja del rendimiento y la velocidad general tanto en un sistema como en una conexión. El término es una derivación metafórica que hace referencia al cuello de una botella, donde la velocidad del flujo de un líquido es limitado por este cuello angosto. También puede ocurrir en un procesador, en un enlace de comunicación, en un software de procesamiento de datos, etc.

- **Reducción de costos:** Con esta arquitectura los servicios son gestionados por "granjas de recursos". No es necesario disponer de "grandes servidores" y se puede hacer uso de componentes de bajo costo. Cada sistema puede ser configurado siguiendo el mismo patrón.

Se relaciona el concepto de Grid con la nueva generación del protocolo IP. El nuevo protocolo de Internet IPv6 permitirá trabajar con una Internet más rápida y accesible. Una de las ideas clave en la superación de las limitaciones actuales de Internet IPv4 es la aparición de nuevos niveles de servicio que harán uso de la nueva capacidad de la red para intercomunicar los ordenadores. Esta evolución en la comunicación permitirá el avance de las ideas de Grid Computing al utilizar como soporte la altísima conectividad de Internet. Es por ello que uno de los campos de mayor innovación en el uso del Grid Computing, fuera de los conceptos de supercomputación, es el desarrollo de un estándar para definir los Grid Services frente a los actuales Web Services.

3.3. Desventajas

No obstante, la computación en Grid presenta algunos inconvenientes que deben solucionarse:

- Recursos heterogéneos: Debe ser capaz de poder administrar cualquier tipo de recurso que manipule el sistema, si no resultará totalmente inútil.
- Descubrimiento, selección, reserva, asignación, gestión y monitorización de recursos son procesos que deben controlarse externamente y que influyen en el funcionamiento del Grid.
- Necesidad de desarrollo de aplicaciones para manejar el Grid, así como desarrollo de modelos eficientes de uso. Falta de aplicaciones que hagan uso del potencial de una Grid.
- Comunicación lenta y no uniforme.
- Necesita de ciertos servicios para poder funcionar tales como Internet, conexión las 24 horas los 365 días del año con banda ancha, seguridad informática.
- Dificultad para sincronizar los procesos de todos los equipos.
- Su utilidad se limita al procesamiento en paralelo. Por ahora no es apto para Bases de Datos transaccionales ni para el procesamiento complejo en serie. Además algunos tipos de aplicaciones no pueden ser instaladas para que se ejecuten en forma paralela.

3.4. Ventajas y Requisitos

Por otro lado, la Computación en Grid supone un avance respecto a la World Wide Web, la cual proporciona un acceso transparente a información que está almacenada en millones de ordenadores distribuidos por todo el mundo. Frente a ello, la misma es una infraestructura nueva que proporciona acceso transparente a potencia de cálculo y capacidad de almacenamiento distribuida por una organización o por todo el mundo.

Los requisitos que debe cumplir cualquier Grid son:

- Los datos deben compartirse entre miles de usuarios con intereses distintos.

- Se deben enlazar los centros principales de supercomputación, no sólo los PC.
- Se debe asegurar que los datos sean accesibles en cualquier lugar y en cualquier momento.
- Debe armonizar las distintas políticas de gestión de muchos centros diferentes. Debe proporcionar seguridad.

Y los beneficios que se obtienen son:

- Gran poder de procesamiento. Al combinar el poder de varias computadoras se puede procesar más datos.
- Aprovechamiento de recursos existentes. El procesamiento de datos en la Grid puede usar los recursos de computadoras que no están siendo utilizadas en un determinado momento.
- No hay límite por espacio físico. Los equipos que forman la Grid pueden estar a gran distancia entre sí. Incluso pueden estar en diferentes continentes.
- Brinda flexibilidad ante posibles fallos. Si una máquina que forma parte del Grid falla, el sistema lo reconoce y envía los datos no procesados a otra máquina.
- Ahorro en costos. Cuando se necesita una gran capacidad de procesamiento, incurrir en gastos de equipos con ese poder no es una buena idea para medianas y pequeñas compañías por lo que una Grid es una opción viable y considerablemente más económica.
- Proporciona un mecanismo de colaboración transparente entre grupos dispersos, tanto científicos como comerciales.
- Posibilita el funcionamiento de aplicaciones a gran escala.
- Facilita el acceso a recursos distribuidos desde nuestras PC.
- Todos estos objetivos y beneficios se engloban en la idea de "e-Ciencia".

Estos beneficios tendrán repercusión en muchos campos:

- Medicina (imágenes, diagnóstico y tratamiento).
- Bioinformática (estudios en genómica y proteómica).
- Nanotecnología (diseño de nuevos materiales a escala molecular).
- Ingeniería (diseño, simulación, análisis de fallos y acceso remoto a instrumentos de control).
- Recursos naturales y medio ambiente (previsión meteorológica, observación del planeta, modelos y predicción de sistemas complejos).

La tecnología derivada del Grid abre un enorme abanico de posibilidades para el desarrollo de aplicaciones en muchos sectores. Por ejemplo: desarrollo científico y tecnológico, educación, sanidad, y administración pública.

3.5. Arquitectura Grid

La arquitectura Grid está compuesta por capas [43]. Los componentes dentro de cada parte de la capa poseen características comunes pero se pueden construir sobre capacidades y comportamientos proporcionados por cualquier capa más baja. La especificación de varias capas de la arquitectura Grid siguen los principios del modelo de hourglass⁵⁴.

⁵⁴ Definido como una simple y amigable manera de estructurar un reporte, un texto, etc.

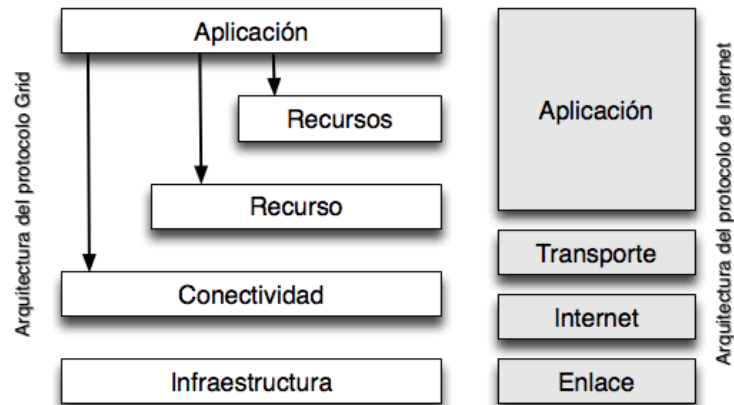


FIGURA 3.2: Capas de Grid Computing

Infraestructura: Interfaz a Control Local

Esta capa proporciona los recursos a los que el acceso compartido es conducido por los protocolos Grid (acceso local a recursos lógicos como CPU, software, ficheros). Un recurso puede ser una entidad lógica, un sistema de archivos distribuidos, computador clúster.

Las principales capacidades que ha de proporcionar son las siguientes:

- Recursos computacionales.
- Recursos de almacenamiento.
- Recursos de red.
- Repositorios de código.
- Catálogos.

Conectividad: Comunicación Fácil y Segura

Esta capa define los protocolos de comunicación y autenticación requeridos para las transacciones de red Grid. Los protocolos de comunicación permiten el intercambio de datos entre los recursos de la capa. Los protocolos de autenticación se construyen sobre servicios de comunicación para proveer mecanismos seguros criptográficos para verificar la identidad de usuarios y recursos. Son cubiertos por la pila de protocolos TCP/IP: Internet (IP e ICMP), transporte (TCP y UDP) y aplicación (DNS, OSPF)

Para la autenticación se tienen las siguientes características:

- *Single Sign on*⁵⁵.
- Delegación.
- Integración con soluciones de seguridad locales.
- Seguridad basada en usuario de confianza.

Recurso: Compartición de Recursos individuales

⁵⁵ Procedimiento de autenticación que habilita al usuario para acceder a varios sistemas con una sola instancia de identificación

Está constituida por protocolos que permitirán la negociación segura, iniciación, monitorización, control, pago y tarificación de las operaciones compartidas sobre recursos individuales, mediante la llamada a funciones de la capa para el acceso y control a los recursos individuales. Se puede notar por tanto que están plenamente enfocados a recursos individuales.

Estos protocolos se pueden diferenciar en dos clases:

- Protocolos de información.
- Protocolos de gestión.

Recursos: Coordinación de Recursos Múltiples

Está constituida por los protocolos y servicios no asociados a un recurso específico sino que son globales y capturan interacciones de diferentes recursos. Las principales funciones que lo caracterizan son:

- Servicios de directorio.
- Co-asignación, programación y servicios de intermediación.
- Servicios de monitorización y diagnóstico.
- Servicios de replicación de datos.
- Programación de Sistemas con capacidad de Grid.
- Sistemas de Gestión del trabajo y marcos de colaboración.
- Servicios de descubrimiento de software.
- Servidores de autorización comunitaria.
- Comunidad de contabilidad y servicios de pago.
- Servicios de colaboración.

Aplicación

Mediante la utilización de API⁵⁶ y SDK⁵⁷ (Software Development Kit) las aplicaciones intercambian mensajes de protocolo con el servicio/capa adecuado a fin de ejecutar las acciones adecuadas.

3.6. ¿Por qué usar Grid Computing?

Los acercamientos computacionales para resolver problemas han demostrado su valor en prácticamente cada campo del esfuerzo humano, los computadores son usados para modelar y simular complejos problemas de la ciencia y la ingeniería, diagnosticar condiciones médicas, controlar equipo industrial, pronosticar el tiempo y muchos otros propósitos. Aunque todavía algunos problemas desafiantes pueden exceder nuestra habilidad para ser resueltos por las personas, se están usando los computadores mucho menos de lo que realmente debería ser. Por ejemplo, los investigadores de las universidades hacen un

⁵⁶ Interfaz de programación de aplicaciones o API (Application Programming Interface) es el conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción. Son usadas generalmente en las bibliotecas (también denominadas comúnmente "librerías").

⁵⁷ Kit de desarrollo de software o SDK es generalmente un conjunto de herramientas de desarrollo que le permite a un programador crear aplicaciones para un sistema concreto, por ejemplo ciertos paquetes de software, frameworks, plataformas de hardware, computadoras, videoconsolas, sistemas operativos, etc.

extenso uso de los computadores para estudiar el impacto de los cambios del suelo en la biodiversidad, pero los planificadores de la ciudad que seleccionan las rutas para las nuevas carreteras o planean las nuevas zonas de ordenamiento no lo hacen. Estas decisiones locales son las que forman nuestro futuro.

Hay varias razones para la falta de uso de métodos computacionales para la resolución de problemas, que incluyen la **escasez de educación y de herramientas apropiadas**. Pero un factor importante es el **bajo promedio de ambientes computacionales para propósitos de cómputo sofisticados**, por lo anterior se hace necesario un sistema donde la mayoría de instituciones tengan acceso y en el cual se pueda transmitir y compartir conocimiento de forma fácil y segura.

El cambio está siendo progresivo, lo que está conduciendo a la mayoría de los grupos de investigación a buscar soluciones a medida ya que los métodos en uso van quedando ineficientes. La primera fase de contención ha consistido en la instauración de sistemas de clústeres y adaptación de algoritmos y procedimientos para su ejecución paralela a pequeña escala. Estas soluciones, si bien están permitiendo desarrollar y probar nuevos algoritmos y soluciones, resultan insuficientes para el tratamiento de datos experimentales masivos.

Por ello se pueden expresar las necesidades básicas como una mayor demanda de capacidad de almacenamiento y tratamiento de información, y un crecimiento desmesurado de la capacidad de cálculo. Los costos asociados al tratamiento de información derivada de las nuevas técnicas experimentales superan con creces la capacidad de cualquier grupo o entidad aislada, aún recurriendo a soluciones paralelas de bajo coste como las granjas de computadores personales. En estas condiciones, la única solución viable consiste en compartir recursos entre grupos de forma solidaria hasta reunir recursos suficientes para abordar los problemas experimentales, en otras palabras utilizar “Grid Computing”.

3.6.1. Campos de Aplicación

El Grid es una tecnología que ha nacido y todavía se sigue desarrollando mayoritariamente en el mundo científico, por eso se dice que es el instrumento fundamental de la e-Ciencia, la cual se puede definir como el “conjunto de actividades científicas desarrolladas mediante el uso de recursos distribuidos accesibles a través de Internet”. Algunos de los campos representativos de aplicaciones científicas dónde el uso de la tecnología Grid está siendo utilizada son:

- Simulación molecular.
- Física de partículas.
- Modelado del clima.
- Observación de la Tierra.
- Estudio del genoma humano.
- Física de altas energías (HEP), biomedicina y química computacional son áreas científicas dónde sobresale el grado de explotación de la tecnología Grid.

3.6.2. Proyectos Grid

Los proyectos Grid tienen muy variadas finalidades. Algunos se concentran en el desarrollo de herramientas software (middleware), otros en el desarrollo de servicios, y otros en la puesta a punto para aplicaciones

científicas específicas o en la optimización de la red de interconexión. En Europa, Estados Unidos y Japón se vienen desarrollando gran cantidad de proyectos Grid con múltiples propósitos, algunos de los más importantes son:

CONDOR (Condor High Troughput Computing)

El proyecto CONDOR [44], es un **potente gestor de tareas distribuidas que opera desde 1988**, desarrollado bajo el modelo Open Source⁵⁸ desde la Universidad de Wisconsin, EEUU. Este proyecto está dentro de la categoría de Middleware. Actualmente se encuentra en la versión 6.8.4 y es uno de los proyectos Open Source más saludables, liderado por el prestigioso Miron Livny y por Todd Tanenbaum.

El mismo es muy robusto, ofrece alta disponibilidad y gran escalabilidad, soportando múltiples estándares (Globus, OSGA), además de ser seguro ya que soporta cifrado, autenticado, y certificado. CONDOR se utiliza principalmente en centros y redes de investigación, aunque también en sectores de industria y finanza, como los bancos UBS, JP Morgan y la aseguradora Hartfor Life.

CROSSGRID

El proyecto CrossGrid [45], apunta a desarrollar servicios Grid y herramientas de programación para **simulación y visualización en tiempo real en los campos de la medicina, la física y la geología**. Algunos de los países involucrados son Austria, Alemania, Grecia, Italia, Portugal y España. Las categorías en las cuales se enfoca el proyecto son Middleware, Infraestructura, ambientes de Programación y aplicaciones.

Biogrid

“Biological General Repository for Interaction Datasets” [46], se inicio con la construcción de una red de supercomputación, como parte del programa de IT del ministerio de Educación, cultura, deporte, ciencia y tecnología. Bajo el proyecto, la universidad de Osaka y otras instituciones de importancia están en el proceso de **desarrollar tecnología Grid Computing para abarcar áreas de biología y ciencia médica**, el proyecto abarca las categorías de Middleware y redes.

DAMIEN

DAMIEN (Distribubted Applications and Middleware for Industrial use of European Networks) fue un proyecto de la Information Society (IST-2000-25406), en el que trabajaron los países de Alemania, Francia y España. El mismo perduró aproximadamente 3 años, donde el objetivo principal era **definir e implementar una arquitectura Middleware para supervisión de sistemas genéricos**, además de ampliar los tradicionales estándares HPC y herramientas a las propiedades de la computación Grid. Adicionalmente estas herramientas fueron probadas en ambientes industriales usando aplicaciones de producción diaria.

Datagrid-Grid @ CERN

Proyecto financiado por la Unión Europea del 2001 al 2003 cuyo objetivo era construir la nueva generación en infraestructura de computación para **proveer computación intensiva y análisis de bases de datos**

⁵⁸ Código abierto es el término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. El código abierto tiene un punto de vista más orientado a los beneficios prácticos de compartir el código que a las cuestiones éticas y morales las cuales destacan en el llamado software libre.

compartidas a gran escala, de centenares de Terabytes o Pentabytes, a través de la extensa distribución de comunidades científicas.

Finalmente existen muchos proyectos que han sido desarrollados en esta línea, tales como **Edonkey**, **Emule** o **Limewire**. Se trata de programas para compartir datos a nivel mundial entre diferentes máquinas. Las redes Grid y Peer-to-peer (P2P) tienen mucho en común y especialmente la idea básica de compartición de recursos. Entre las características diferentes podemos ver a P2P mucho más anónima y generalizada en ordenadores de usuarios de Internet, mientras que las redes Grids nacen de una estructura de nodos más controlada y jerarquizada en centros científicos. Una primera experiencia fue **GriPhyN**⁵⁹, para unir nodos en el proceso de físicas de altas energías en Estados Unidos.

Otro proyecto de computación distribuida importante es **SETI@home** ("SETI at home" o "SETI en casa") que corre en la plataforma informática *Berkeley Open Infrastructure for Network Computing (BOINC)*⁶⁰, desarrollado por el Space Sciences Laboratory, en la Universidad de California en Berkeley, en Estados Unidos. SETI es un acrónimo del Inglés para "Search for extraterrestrial intelligence" (Búsqueda de inteligencia extraterrestre). Su propósito es analizar señales de radio, buscando por señales de inteligencia extraterrestre a través de miles de PC repartidas por Internet que ceden tiempo de sus procesadores, ciclos de proceso desocupados. Concebido en 1995, el desarrollo comenzó en 1998, y fue lanzado públicamente el 17 de Mayo de 1999 y el número de voluntarios creció rápidamente a un millón. [99]

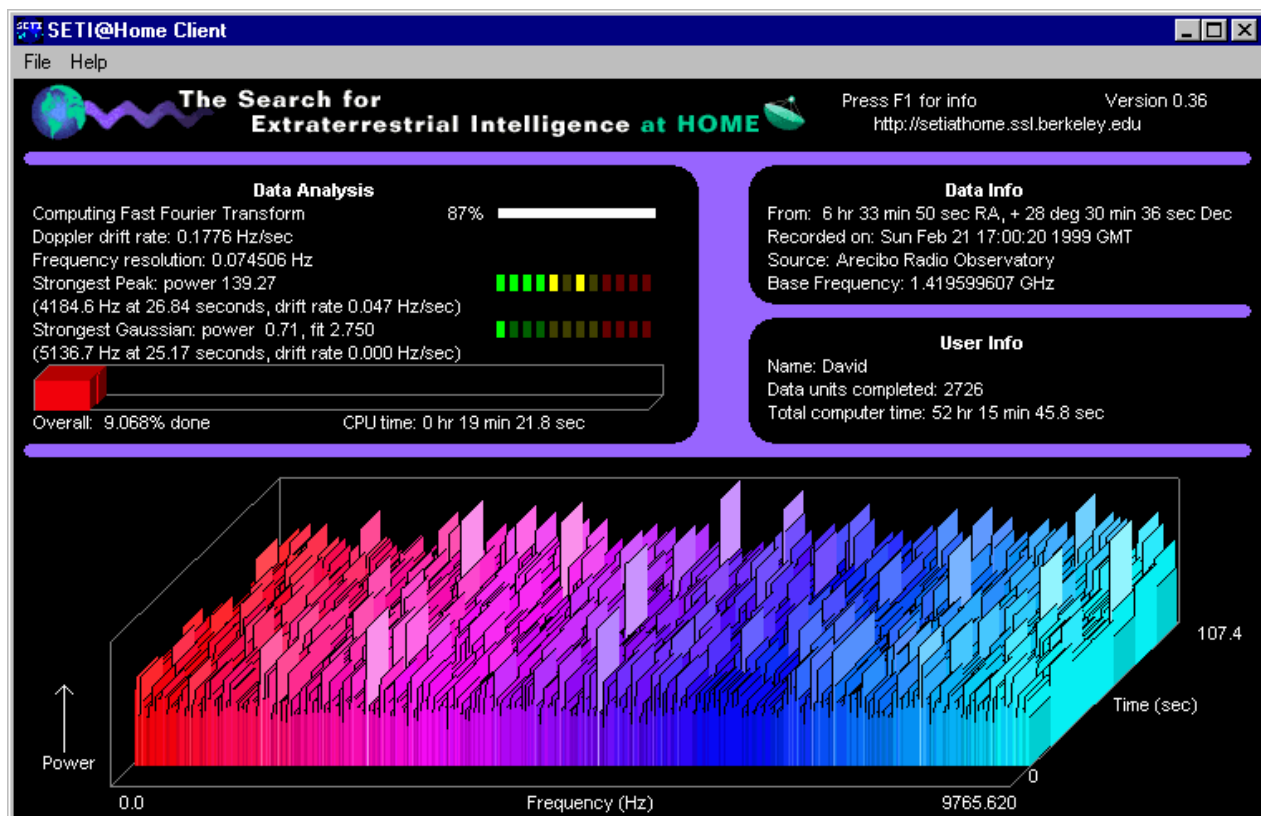


FIGURA 3.5: Captura de pantalla del cliente SETI@Home - <http://setiathome.berkeley.edu/>

⁵⁹ Grid Physics Network (GriPhyN) es un gran proyecto financiado de NSF que forma el primer "Grid computacional" mundial, que ofrece recursos de computación para grandes experimentos científicos en la física, la astronomía, la biología y la ingeniería en los EE.UU., Europa y Asia.

⁶⁰ Infraestructura para la computación distribuida, desarrollada originalmente para el proyecto SETI@home, pero que actualmente se utiliza para diversos campos como física, medicina nuclear, climatología, etc. La intención de este proyecto es obtener una capacidad de computación enorme utilizando computadores personales alrededor del mundo

Sin embargo, su uso se destaca también en los centros de investigación desde finales de 1990 en proyectos que van desde Física de Partículas a Astrofísica o incluso Biología. En Europa con el apoyo de proyectos de CERN (Centro Europeo Investigación Nuclear) y el programa marco europeo se creó el software y red EDG (Grid de datos europea). El **uso de la computación Grid en estos campos ha supuesto una mejora exponencial en los últimos años.**

Las empresas e instituciones que han participado en el desarrollo de estas tecnologías quieren entrar cuanto antes en una etapa de explotación comercial. Empresas como **Microsoft y Sun Microsystems** han comprendido la importancia que tendrá a mediano plazo ofrecer Grid a sus clientes. Destacamos el papel de IBM invirtiendo en Grid como plataforma para ofrecer a sus clientes las ventajas como ahorro de tiempo y recursos económicos.

3.6.3. Proyectos en América Latina

América latina no podía ser la excepción ante este auge de la tecnología Grid, aunque comparando con países de Europa o EE.UU., aún se encuentra en una etapa de gestación. Por ello se vienen adelantando varios proyectos y alianzas con instituciones que tienen experiencia en la implementación de tecnologías Grid.

En la actualidad se cuenta con **CLARA, Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas** que es una organización no gubernamental sin fines de lucro, la cual estimula la cooperación regional en actividades educativas, científicas y culturales, además de promover la integración directa con las comunidades científicas de Europa. Esta organización trata de integrar una red regional de telecomunicaciones de la más avanzada tecnología para interconectar a las redes académicas nacionales de la región.



FIGURA 3.3: Red CLARA - <http://www.redclara.net/>

Otro proyecto importante para el trabajo en Grid Computing, que se adelanta en Latino América actualmente es **EELA (E-infrastructure Shared between Europe and Latin America)** [47], en el cual participan 10 países con sus redes académicas y diferentes instituciones entre universidades y centros de investigación. El objetivo es llevar la e-infraestructura de los países latinoamericanos al nivel de explotación de los países Europeos. La EELA se beneficia del estado maduro del proyecto ALICE (América Latina Interconectada Con Europa) y de la red CLARA.



FIGURA 3.4: EELA - <http://www.eu-eela.org/first-phase.php>

CAPITULO 4 – VIRTUALIZACION

4.1. Introducción

La Virtualización [63], fue inventada hace más de treinta años para permitir que mainframes grandes y caros sean fácilmente compartidos entre diferentes entornos de aplicaciones. Más tarde, cuando los precios de hardware bajaron, la necesidad de usar virtualización se desvaneció. Recientemente, la virtualización en todos los niveles (sistema, almacenamiento y red) fue nuevamente importante como una forma de mejorar el sistema seguridad, confiabilidad y disponibilidad, reducir los costos y proporcionar una mayor flexibilidad.

Tal ***término es realmente antiguo, se viene usando desde 1960*** y ha sido aplicado a diferentes aspectos y ámbitos de la informática, desde sistemas computacionales completos, hasta capacidades o componentes individuales. Lo más importante en la virtualización es ocultar detalles técnicos a través de la ***encapsulación***.

En la actualidad ***el concepto de virtualización está muy extendido*** por su demostrada utilidad en todos los ámbitos de la informática, desde un usuario que virtualiza un sistema operativo para utilizar cierta aplicación que no tiene disponible en su entorno habitual, pasando por sistemas operativos con propósito educativo (por ejemplo Minix), hasta empresas que trabajan con máquinas virtuales ante la imposibilidad de modificar el servidor remoto donde finalmente se van a ejecutar sus aplicaciones.

Del mismo modo podemos decir que la virtualización ***se encarga de crear una interfaz externa que esconde una implementación*** subyacente mediante la combinación de recursos en localizaciones físicas diferentes, o por medio de la simplificación del sistema de control.

La máquina virtual en general es un sistema operativo completo que corre como si estuviera instalado en una plataforma de hardware autónoma. Usualmente muchas máquinas virtuales son simuladas en un computador central. Para que el sistema operativo “guest” funcione, la simulación debe ser lo suficientemente grande (siempre dependiendo del tipo de virtualización).

4.2. Conceptos Básicos

En Informática, virtualización es la creación -a través de software- de una versión virtual de algún recurso tecnológico, como puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento u otros recursos de red [27]. Dicho de otra manera ***se refiere a la abstracción de los recursos de una computadora***, llamada ***Hipervisor o VMM*** (Virtual Machine Monitor) que ***crea una capa de abstracción entre el hardware de la máquina física (host) y el sistema operativo de la máquina virtual (virtual machine, guest)***, siendo un medio para crear una versión virtual de un dispositivo o recurso, como un servidor, un dispositivo de almacenamiento, una red o incluso un sistema operativo, donde se divide el recurso en uno o más entornos de ejecución. [65]

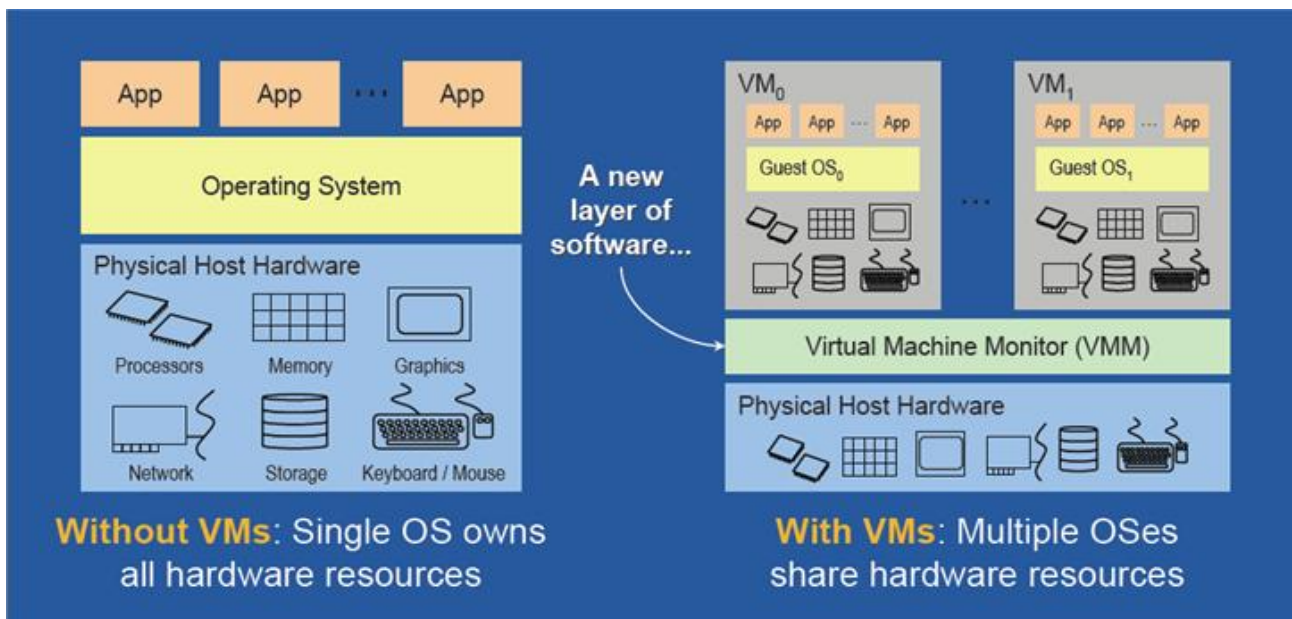


FIGURA 4.1: Entornos virtualizados vs sin virtualizar

Esta capa de software (VMM) maneja, gestiona y arbitra los cuatro recursos principales de una computadora que son CPU, memoria, red y almacenamiento; y así podrá repartir dinámicamente dichos recursos entre todas las máquinas virtuales definidas en el computador central. De este modo se permite tener varios ordenadores virtuales ejecutándose sobre el mismo ordenador físico.

Consideremos la posibilidad de un entorno de producción que consta de procesos que se ejecutan de fondo y transacciones en línea que se ejecutan en la parte superior de una transacción. Los desarrolladores necesitan para poner a prueba, nuevas características del sistema. Un enfoque típico es el uso de una máquina para el entorno de producción y otro, suele ser más pequeño, para el desarrollo y pruebas.

La **virtualización permite ejecutar los dos ambientes en la misma máquina de tal manera que estos dos entornos estén completamente aislados unos de otros**. Tal como muestra la figura, el entorno de producción se ejecuta en la parte superior de sistema OS1 y el entorno de prueba se ejecuta sobre el sistema OS2 del sistema operativo. Ambos sistemas operativos se ejecutan en parte superiores del monitor de máquina virtual (VMM). El VMM virtualiza todos los recursos (por ejemplo, procesadores, memoria, secundaria almacenamiento, redes) y los asigna a los diversos virtuales máquinas que funcionan en la parte superior de la VMM.

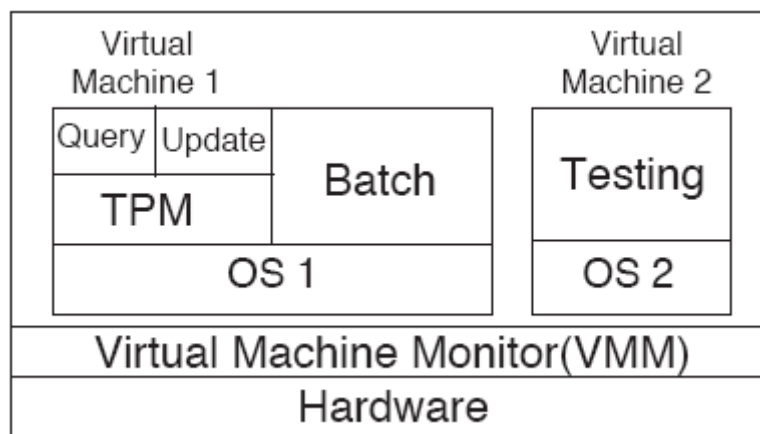


FIGURA 4.2: Esquema de virtualización

Para entrar más en detalle sobre virtualización, se debe discutir sobre la arquitectura de las computadoras. El conjunto de instrucciones es en general dividido en (al menos) dos categorías: ***instrucciones sin privilegios y privilegiadas***.

Las instrucciones sin privilegios no cambian la asignación (y en algunos casos, el estado) de cualquiera de los recursos de la máquina que se reparten entre los diferentes procesos de ejecución. Ejemplos de tales recursos son procesadores, memoria principal, dispositivos de almacenamiento secundario, conexiones de red, el temporizador y registros de propósito especial como el contador de programa y bits.

Las instrucciones privilegiadas incluyen a todas aquellas que se utilizan para cambiar la asignación o el estado de los recursos compartidos de una máquina. Ejemplos de tales instrucciones son: detener la máquina, establecer el temporizador, el contador del programa, cambiar el valor de la memoria de registros de la asignación, el bit de modo, y de E / S relacionada instrucciones, entre otras.

Una máquina funciona en ***dos modos: usuario y supervisor***. En el modo de supervisor, el conjunto de instrucciones completo puede ser ejecutado. Este es el modo en que el sistema operativo funciona. En el modo de usuario, sólo instrucciones no privilegiadas pueden ser ejecutados. El sistema operativo establece el bit de modo de usuario antes de dar el control de la CPU a un programa de usuario. Si una instrucción privilegiada se ejecuta en modo de usuario, una interrupción se genera y se pasa el control a una interrupción rutina de manejo, que es parte del sistema operativo.

La mayoría de las arquitecturas tienen más de dos niveles de privilegio. Por ejemplo, las arquitecturas x86 tienen cuatro niveles, denominado anillos, numerados del 0 al 3. Ring 0 tiene el privilegio más alto y este es el nivel en el que el sistema operativo funciona en los entornos no virtualizados.

En un entorno de máquina virtual, ***VMM se ejecuta en el modo supervisor*** que controla el acceso a los recursos compartidos por todas las máquinas virtuales que se ejecutan en el modo usuario. El VMM coordina las máquinas virtuales, de manera similar a cómo un sistema operativo coordina los procesos, y asigna los ciclos del procesador para ellos.

Por ejemplo, si la instrucción ejecutada por una máquina virtual es una instrucción de detención, la máquina virtual afectada se detendrá, pero todas las otras seguirán su curso. Si ésta genera una operación de E/S, el VMM tiene que mapear que esa E/S en una operación que se lleva a cabo en uno de los dispositivos reales que se utilizan para soportar al dispositivo virtual visto por las máquinas virtuales. Esto se ilustra a continuación, donde se puede observar que los discos virtuales VD-A y B-VD se asignan a un disco físico y que los discos virtuales VD-C, VD-D, y VD-E se asignan a B. El VMM mantiene un seguimiento de la información asignada como parte de una del estado de la máquina virtual.

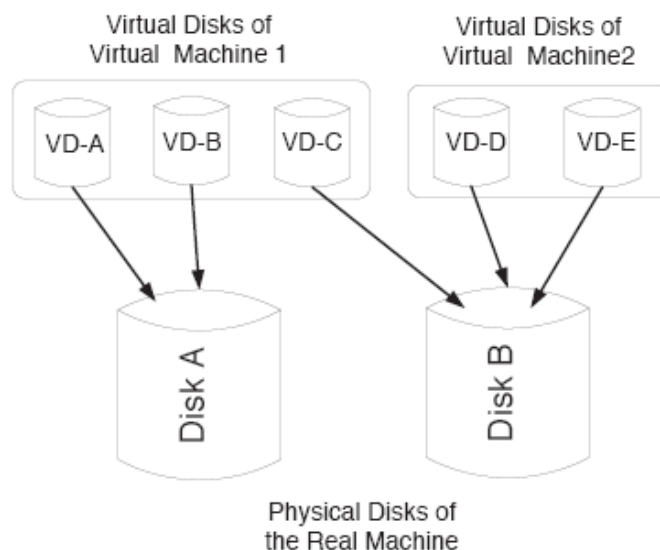


FIGURA 4.3: Mapeo de discos virtuales a discos físicos.

4.2.1. Virtualización relacionada con el Green IT

Estudios realizados basados en el ahorro de energía que generan las empresas para sus clientes, demuestra que **las soluciones de virtualización reducen los costos económicos y emisiones de CO2**. Esto se puede llevar a cabo fusionando varias máquinas en un solo servidor, disminuyendo el consumo energético y los costos; ahorrando 7.000 kilovatios hora o cuatro toneladas de emisiones de CO2 al año. Las PCs virtualizadas pueden reducir el consumo de energía y los costos en un 35%. Hoy en día, la mayor parte consumen entre un 70 y un 80% de su energía estimada.

Otra medida es la **desconexión de los servidores y desktops durante los períodos de inactividad**, como por ejemplo a la noche o los fines de semana, con lo que se puede ahorrar aproximadamente un 25% en su consumo energético. Las empresas hoy en día son las más interesadas en el tema de la virtualización, ya que para ellas es muy importante reducir costos y energía principalmente.

4.3. Retos de la Virtualización

Como un medio de encapsulación de recursos físicos, la virtualización resuelve varios retos principales de administradores de centros de datos y entrega ventajas específicas, incluyendo: [103]

Índices de utilización más altos: Antes de la virtualización, los índices de utilización del servidor y almacenamiento en los centros de datos de la empresa rondaban menos del 50%. A través de la virtualización, las cargas de trabajo pueden ser encapsuladas y transferidas a los sistemas inactivos o sin uso, lo cual significa que los sistemas existentes pueden ser consolidados, así que las compras de capacidad adicional del servidor pueden ser retrasadas o evitadas.

Consolidación de Recursos: La virtualización permite la consolidación de múltiples recursos de IT. Más allá de la consolidación de almacenamiento, la virtualización proporciona una oportunidad para consolidar la arquitectura de sistemas, infraestructura de aplicación, datos y base de datos, interfaces, redes, escritorios,

e incluso procesos de negocios, resultando en ahorros de costo y mayor eficiencia.

Menor Uso/Costo de Energía: La electricidad requerida para que funcionen los centros de datos de clase empresarial ya no está disponible en suministros ilimitados, y el costo está en una espiral ascendente. Por cada dólar gastado en un servidor hardware, un dólar adicional es gastado en energía (incluyendo el costo de los servidores en función y los enfriadores). Utilizando virtualización para consolidar hace posible cortar el consumo total de energía y ahorrar dinero de una manera significativa.

Ahorro de espacio: La extensión del servidor permanece como un serio problema en la mayoría de los centros de datos empresariales, pero la expansión de éstos, no siempre es una opción, con los costos de construcción promediando miles de dólares por pie cuadrado. La virtualización puede aliviar la tensión mediante la consolidación de muchos sistemas virtuales en menos sistemas físicos.

Recuperación de desastre/continuidad del negocio: La virtualización puede incrementar la disponibilidad de los índices del nivel de servicio en general y proporcionar nuevas opciones de soluciones para la recuperación de desastre.

Costos de operación reducidos: La empresa promedio gasta USD 8 en mantenimiento por cada USD 1 invertido en nueva infraestructura. La virtualización puede cambiar el radio de servicio-a administración reducir la carga total de trabajo administrativo, y cortar el total de costos de operación.

4.4. Ventajas

La solución de virtualización permite gestionar de forma centralizada los sistemas virtualizados así como sus recursos de almacenamiento y de red proporcionando:

Seguridad, Fiabilidad y Aislamiento

Cada máquina tiene un acceso privilegiado, conocido como root o administrador, independiente. Por lo tanto un ataque de seguridad en una máquina virtual sólo afectará a esa máquina.

Al dar la posibilidad de dividir en secciones los ambientes con distintos requisitos de seguridad en diferentes máquinas virtuales se puede seleccionar el sistema operativo invitado y herramientas más adecuadas para cada entorno. Por ejemplo, es posible que desee ejecutar el servidor Apache en la parte superior de un sistema operativo invitado Linux y un motor MS SQL Server en la parte superior de un Sistema Operativo huésped Windows, todo ello en la misma plataforma física. De esta forma un ataque a la seguridad en una máquina virtual no pone en peligro a los demás debido a su aislamiento.

Las máquinas virtuales son totalmente independientes entre sí y con el hipervisor. Por lo tanto un fallo en una aplicación o en una máquina virtual afectará únicamente a esa máquina. El resto de las máquinas virtuales y el hipervisor seguirán funcionando normalmente.

Reducción de Costos

Es posible lograr reducciones de costos mediante la consolidación de pequeños servidores en algunos más potentes. Las disminuciones de costos derivan de la reducción de hardware, personal, espacio y licencias de software. Por ejemplo VMware afirma que usando virtualización la reducción de costos en general oscila entre 29 y 64%.

Sin lugar a dudas es una de las cuestiones por las cuales más se han interesado las empresas en la virtualización, puesto que donde antes necesitaban dos máquinas ahora pueden utilizar sólo una. Pero no sólo queda aquí, sino que además se puede ahorrar mucho tiempo gracias a la facilidad de administración o de clonación de los discos duros virtuales, que se realizan como cualquier otro archivo, con las ventajas que esto tiene asociado.

Adaptabilidad a las variaciones de carga de trabajo

Dado que el estado del software de una máquina virtual está completamente encapsulado por el VMM, es relativamente fácil migrar máquinas virtuales a otras plataformas con el fin de mejorar el rendimiento a través de un mejor equilibrio de la carga. Este balanceo dinámico de máquinas virtuales entre los servidores físicos que componen el pool de recursos, garantizan que cada una de las máquinas virtuales se ejecuten en el servidor físico más adecuado, proporcionando un consumo de recursos homogéneo y óptimo en toda la infraestructura

Los cambios de niveles de intensidad en la carga de trabajo pueden ser fácilmente atendidos por la transferencia de recursos y la asignación de prioridad entre las máquinas virtuales. Técnicas de asignación de recursos de computación basada en autónoma, se puede utilizar para mover dinámicamente procesadores de una máquina virtual a otra.

Mantener operativas las aplicaciones antiguas (o no estándares):

Aún cuando una organización decide migrar a un sistema operativo diferente, es posible seguir ejecutando aplicaciones heredadas en el viejo sistema operativo funcionando como un sistema operativo invitado en una máquina virtual. Esto reduce la migración de costos.

Entornos de prueba

Para los usuarios que no pueden esperar a que salga la versión definitiva de un programa o están probando versiones beta e instalando programas de software que pueden llegar a no ser útiles. Con la virtualización se logra un sistema de testeo perfecto, lo cual son ideales para ambientes de investigación y uso académico.

Flexibilidad y Heterogeneidad

Posibilidad de crear las máquinas virtuales con las características de CPU, memoria, disco y red que se necesiten, sin necesidad de “comprar” un ordenador con esas características. También se pueden tener máquinas virtuales con distintos sistemas operativos, ejecutándose dentro de una misma máquina física.

Agilidad y Portabilidad

La creación de una máquina virtual es un proceso rápido, básicamente la ejecución de un comando. Por lo tanto, si se necesita un nuevo servidor se lo puede tener casi al instante, sin pasar por el proceso de compra, instalación en el rack, conexiones, etc.

Simplifica la migración en caliente de máquinas virtuales (sin pérdida de servicio) de un servidor físico a otro, eliminando la necesidad de paradas planificadas por mantenimiento de los servidores físicos, ya que

toda la configuración de una máquina virtual reside en uno o varios ficheros, simplemente copiando y moviendo dichos ficheros que encapsulan la máquina virtual.

Recuperación rápida en caso de fallo

Si se dispone de una copia de los ficheros de configuración de la máquina virtual, en caso de desastre la recuperación será muy rápida, simplemente arrancar la máquina virtual con los ficheros de configuración guardados. No es necesario reinstalar, recuperar backups y otros procedimientos largos que se aplican en las máquinas físicas.

4.4.1. Ventajas en una Pyme

Ahora si nos referimos a las ventajas y su relación dentro de las pymes [67], se puede decir que en general, con la virtualización se omite la compra de equipos y aplicaciones para cada usuario, basta con un servidor para dar vida a todas las “terminales” (monitor, teclado y mouse), lo que se traduce en una solución segura, económica y eficiente. Con una sola administración de aplicaciones se mantiene un monitoreo constante garantizando la continuidad del negocio y la recuperación de información ante un desastre.

Se estima que con la práctica de la virtualización en una empresa, se alcancen ahorros desde 30% al 70% con respecto a gastos en software, hardware, almacenamiento, mantenimiento y operación de infraestructura en tecnologías de información (TI).

En caso de que los ahorros no convengan; también se tiene la ventaja de la alta disponibilidad de las aplicaciones. Pues sin importar que aplicación esté instalada, en todo momento y lugar se puede acceder a ella. Las actualizaciones de software también están centralizadas; es decir que los administradores de sistemas de la organización, sólo se ocupan de actualizar unos pocos servidores (o un servidor), en vez de hacer las actualizaciones en todas las maquinas clientes pertenecientes a la red de la empresa.

Las Pymes necesitan contar con una infraestructura IT económica, confiable, estándar y escalable para que pueda darles servicio a largo plazo. En términos generales, la exigencia creciente es tener acceso a soluciones cada vez más completas y a costos más bajos.

Según encuestas realizadas por VMware a algunos de sus clientes, con el uso de la virtualización el uso de los servidores se multiplica por cuatro o cinco, las interrupciones planificadas caen en 95% y las no planificadas un 30%; y el tiempo de aprovisionamiento de nuevos servidores disminuye de días a minutos.

Anexamos una tabla de estimaciones en ahorros de tiempos operativos para realizar tareas comunes de gestión de activos informáticos en una pyme ordinaria, ello comparando realizar las operaciones del modo tradicional, y lo que ocurriría si tenemos entornos virtualizados.

Tarea	Proceso Tradicional	Infraestructura Virtual
Provisión de un nuevo Servidor	3 - 14 días: Llegada del nuevo hardware	5 - 10 minutos: Creación de una nueva máquina virtual
	1 - 4 horas: Configuración del nuevo servidor	
Migraciones	Días - Semanas: Preparación	2 - 5 minutos: migraciones en caliente (sin interrupción del servicio)
	4 - 6 horas: Migración (el servicio es interrumpido durante este periodo)	10 - 30 minutos: migraciones en frío
Mantenimiento de Hardware	1 - 3 horas: Ventana de mantenimiento	Casi cero: se hace fuera de línea

Está claro que el uso de la virtualización es una práctica no muy aplicada actualmente en las Pymes; ello más que nada por ser una tecnología de reciente aparición, sin embargo su adopción está siendo gradual y con ello la aparición de nuevos proveedores que entran al mercado de la virtualización ofreciendo sus propias soluciones como lo son Microsoft, Citrix, Parallels y Symantec, entre otros.

4.5. Desventajas

A medida que las máquinas virtuales se propagan por nuestros escritorios y servidores corporativos, se ponen de manifiesto las limitaciones de esta nueva técnica. A continuación se listan una serie de desventajas de ella.

Rendimiento inferior

Un sistema operativo virtualizado nunca alcanzará las mismas cotas de rendimiento que si estuviera directamente instalado en el servidor físico. Dado que el hipervisor introduce una capa intermedia en la gestión del hardware para gestionar las peticiones de acceso y la concurrencia al mismo, el rendimiento de la máquina virtual se ve afectado aunque sea mínimamente. No todas las soluciones de virtualización obtienen el mismo rendimiento en las mismas operaciones. Un ejemplo es esta Comparativa de rendimiento máquinas virtuales

Proliferación de máquinas virtuales

Como no se debe comprar hardware, el número de máquinas y servidores virtuales se dispara en todos los ámbitos, a veces planificando de manera muy rápida y no profundamente. Los efectos colaterales se perciben después; aumenta el trabajo de administración, gestión de licencias, riesgos de seguridad, entre otros. Justamente el hecho de crear máquinas virtuales innecesarias tiene un costo en ocupación de recursos, principalmente en espacio en disco, RAM y capacidad de proceso.

Servidores Centralizados

La avería del servidor anfitrión de virtualización afecta a todas las máquinas virtuales alojadas en él. Para evitar esta problemática se deben adoptar soluciones de alta disponibilidad como clustering y replicación para evitar caídas de servicio de múltiples servidores con una única avería.

El sistema operativo anfitrión se vuelve de rol crítico. Cuando varios servidores o entornos de producción virtualizados dependen de la estabilidad de su anfitrión, se deberá planificar y analizar cuidadosamente las actualizaciones y parches y además será necesario reforzar la seguridad y estabilidad.

Portabilidad

La portabilidad entre plataformas está condicionada a la solución de virtualización adoptada. Elegir GNU/Linux, Mac OS X, Windows o Solaris como anfitrión es una decisión importante en entornos corporativos.

4.6. Tipos de Virtualización

Existen varios tipos de virtualización entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- Completa.
- Parcial.
- Por Sistema Operativo.
- Paravirtualización.
- Emulación.

4.7. Virtualización Completa

La virtualización completa, también conocida como “Accelerated Virtualization” (virtualización acelerada) o “hybrid virtualization” (virtualización híbrida) proporciona una emulación suficiente de la plataforma subyacente de tal forma que **un sistema operativo invitado y un conjunto de aplicaciones se pueden ejecutar sin ser modificadas y sin saber que su plataforma está siendo virtualizada**. Dicho de otra manera, el sistema operativo invitado no es modificado y cree que se está ejecutando en el mismo hardware que el sistema operativo anfitrión.

Esto significa que **la máquina virtual simula un hardware suficiente para permitir un sistema operativo “huésped” sin modificar** (diseñado para la misma CPU) para ejecutarse de forma aislada. Las instrucciones binarias son traducidas en bloque: la mayoría se ejecuta directamente en el hardware, pero las instrucciones privilegiadas deben ser ejecutadas por un monitor de máquinas virtuales (Virtual Machine Monitor, VMM) o hipervisor (hypervisor), que se ejecuta en modo supervisor, ya que la máquina virtual se ejecuta en modo usuario. Generalmente, muchas instancias pueden correr al mismo tiempo. Este enfoque fue el pionero en 1966 con CP-40 y CP[-67]/CMS, predecesores de la familia de máquinas virtuales de IBM.

Se puede afirmar que es una técnica de virtualización para proporcionar cierto tipo de entorno de máquina virtual, es decir, que **es una simulación completa del hardware subyacente**. [68] La virtualización completa requiere que todas las características sobresalientes del hardware sean reflejadas en una de las varias máquinas virtuales; incluyendo el juego de instrucciones completo, entrada y salida de las operaciones, interrupciones, acceso a memoria, y demás elementos que son utilizados por el software que se ejecuta en la máquina pelada y que está destinado para funcionar en una máquina virtual. En este entorno, cualquier software capaz de ejecutarse en el hardware físico se puede ejecutar en la máquina virtual y en particular, cualquier sistema operativo. La prueba evidente de la virtualización es si un sistema operativo destinado a uso independiente puede ejecutarse en una máquina virtual exitosamente. Otras formas de virtualización de plataforma permiten que solo cierto software o modificados funcionen en una de ellas.

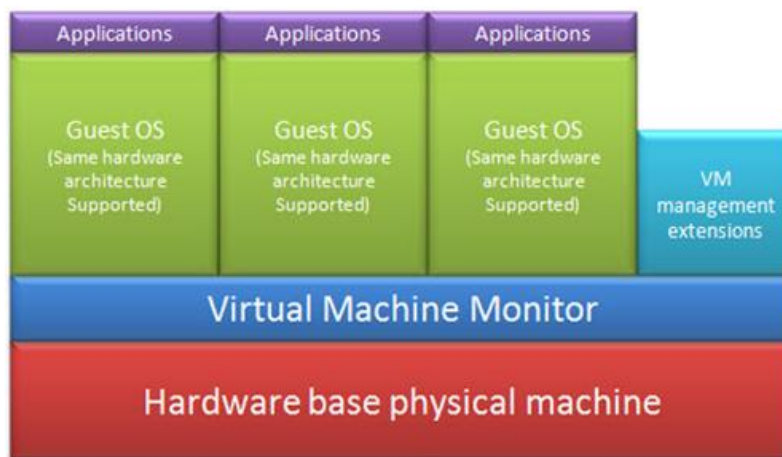


FIGURA 4.5: Estructura de Virtualización Completa

Un ejemplo importante de la virtualización completa se dispuso con el programa de control de sistema de IBM operativo CP/CMS. Se demostró por primera vez con el sistema de investigación de IBM PC-40 en 1967, luego distribuido a través de código abierto en la resolución CP/CMS en 1967-1972, y re-implementado en la familia de VM de IBM desde 1972 hasta el presente. A cada usuario de CP/CMS se le proporcionó un equipo independiente simulado. Cada máquina virtual, tenía la capacidad completa de la máquina subyacente y para el usuario de la misma no se distinguía de un sistema privado. Esta simulación se completa y se basa en los principios del manual de funcionamiento del hardware. Por lo tanto, incluye elementos como el conjunto de instrucciones, la memoria principal, las interrupciones, excepciones, y el acceso al dispositivo. El resultado fue una sola máquina que puede ser multiplexada entre muchos usuarios.

La virtualización completa **sólo es posible dada una combinación correcta de elementos de hardware y software**. Por ejemplo, no era posible con la mayor parte de las maquina de la serie IBM System/360 con la excepción de la IBM System/360-67, ni era posible con los primeros sistemas IBM System/370 hasta que IBM añadió hardware de memoria virtual para la serie System/370 en el año 1972.

Del mismo modo, no era posible con la plataforma x86 hasta la adición de las extensiones AMD-V e Intel VT-x en 2005-2006. Muchas máquinas de plataforma virtual para la plataforma x86 estuvieron muy cerca de la virtualización completa, incluso antes de la adiciones AMD-V e Intel VT-x. Los ejemplos incluyen Adeos, Mac-on-Linux, Parallels Desktop para Mac, Parallels Workstation, VMware Workstation, VMware Server (antes GSX Server), VirtualBox, Win4BSD, y Pro Win4Lin.

Un desafío clave para la virtualización completa es la interceptación y la simulación de operaciones privilegiadas, tales como E/S de instrucciones. Los efectos de todas las operaciones realizadas dentro de una determinada máquina virtual deben mantenerse dentro de ella, las operaciones virtuales, no se puede permitir que alteren el estado de cualquier otra máquina virtual, el programa de control o el hardware. Algunas instrucciones de máquina puede ser ejecutadas directamente por el hardware, ya que sus efectos son totalmente contenidos dentro de los elementos administrados por el programa de control, tales como posicionamiento de memoria y los registros de la aritmética.

Sin embargo, otras instrucciones que "penetran en la máquina virtual" no se les puede permitir la ejecución directa, sino que en cambio debe ser atrapadas y simuladas. Dichas instrucciones acceden o afectan la información de estado que se encuentra fuera de la maquina virtual.

Características de la virtualización completa

- El hipervisor contiene el monitor de máquina virtual (VMM).
- El Sistema operativo invitado no es modificado, por lo que los hosts puede ser cualquier tipo de hardware.
- Invitado utiliza controladores de dispositivo genéricos.

Ventajas y Desventajas

Una de las **razones más comunes para la adopción de la virtualización completa es la eficiencia operativa** [69]. Las organizaciones pueden utilizar el hardware existente (y las nuevas adquisiciones de hardware) de manera más eficiente, colocando más carga en cada equipo. En general, los servidores que utilizan virtualización completa pueden usar más procesamiento del ordenador y los recursos de memoria que los servidores que ejecutan una única instancia de sistema operativo y un conjunto único de servicios.

Un **segundo uso común de la virtualización completa es la virtualización de escritorio**, donde una sola PC está ejecutando más de una instancia del sistema operativo. La virtualización de escritorio puede ofrecer soporte para aplicaciones que sólo se ejecutan en un determinado sistema operativo. Permite que los cambios sean hechos en un sistema operativo y posteriormente, volver al estado original si es necesario, como para eliminar los cambios que afecten negativamente a la seguridad. Virtualización de escritorio también es compatible con un mejor control de los sistemas operativos para asegurar que cumplen con los requisitos de seguridad de la organización.

Dentro de las ventajas podemos mencionar **la capacidad de ejecutar múltiples versiones Sistemas Operativos de múltiples proveedores**, como por ejemplo Microsoft Windows Server (en cualquiera de sus versiones), Linux y UNIX, entre otros. Además la virtualización completa ha demostrado ser exitosa para compartir un sistema de cómputo entre varios usuarios, el aislamiento de los usuarios entre sí (y del programa de control y para emular a un nuevo hardware para lograr una mayor fiabilidad, seguridad y productividad.

La virtualización completa **tiene algunas consecuencias negativas de seguridad**. La misma añade capas de tecnología que puede **augmentar la carga de administración de seguridad haciendo requerir controles de seguridad adicionales**. Además, la combinación de varios sistemas en un único equipo físico puede causar un mayor impacto si se produce un problema de seguridad. De la misma forma, algunos sistemas de virtualización hacen que sea más factible compartir información entre los sistemas; esta conveniencia

puede llegar a ser un punto de ataque, si no se controla cuidadosamente. En algunos casos, los entornos virtualizados son bastante dinámicos, lo que hace que la creación y el mantenimiento de los límites de seguridad necesario sean más complejos.

Continuando con las desventajas se puede observar que las imágenes virtualizadas son instalaciones completas de sistema operativo y los archivos pueden ser muy grandes. **Pueden ocurrir disparos significativos en el rendimiento**, en particular en hardware, y sumando que las operaciones de entrada/salida intensivas de las aplicaciones pueden ser afectadas negativamente en estos entornos.

Tipos de Virtualización Completa

Existen dos formas de virtualización completa.

- **"Bare metal Virtualization"** (virtualización de metal crudo) también conocido como "Native Virtualization" (virtualización nativa), donde el hipervisor se ejecuta directamente en el hardware subyacente, sin un sistema operativo anfitrión, pudiendo incluso ser integrado en el firmware del equipo.
- **"Hosted Virtualization"** (virtualización alojada) el hipervisor se ejecuta sobre el sistema operativo anfitrión; sin embargo este sistema operativo anfitrión puede ser prácticamente cualquier sistema operativo común como Windows, Linux o MacOS.

Este último tipo de virtualización completa, por lo general también tiene una capa adicional de software llamada **virtualización de aplicaciones**, que se ejecuta en el sistema operativo invitado que provee herramientas para el control de la virtualización como la capacidad de compartir archivos con el sistema operativo anfitrión. Además también permite a los usuarios ejecutar aplicaciones como navegadores web y clientes de correo electrónico junto con la virtualización de aplicaciones hospedadas, a diferencia de las arquitecturas de metal descubierto que sólo pueden ejecutar aplicaciones en los sistemas virtualizados.

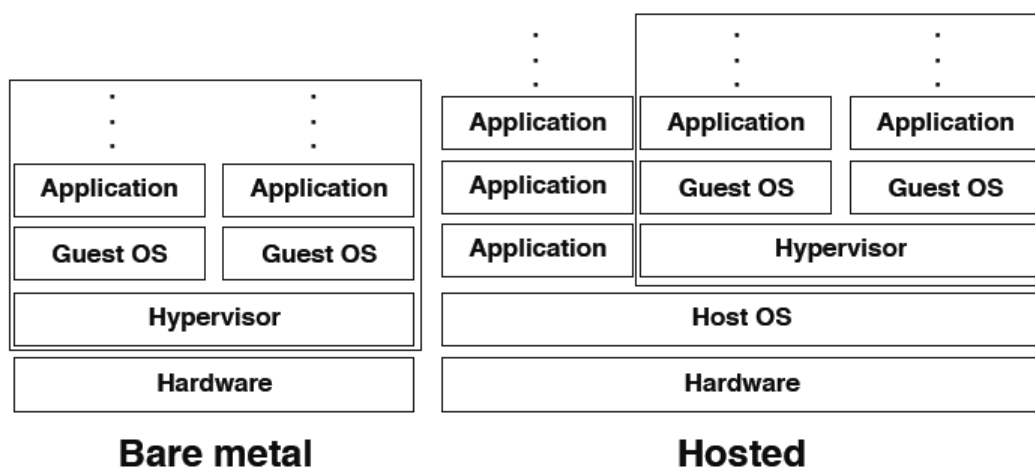


FIGURA 4.6: Diferencias entre "Bare Metal Virtualization" y "Hosted Virtualization"

Los servidores son virtualizados con mayor frecuencia en equipos que utilizan la virtualización nativa mientras que los escritorios son, a menudo, virtualizados en equipos usando "Hosted Virtualization". En ambos casos, cada sistema operativo invitado parece tener su propio hardware, como una computadora regular, lo cual incluye:

- CPU.
- Memoria.
- Almacenamiento (disco, CD-ROM, etc.).
- Controles de almacenamiento.
- Controles de Red.
- Dispositivos de visualización y sonido.
- Teclado y mouse.

Decidir entre virtualización nativa o alojada, ya sea teniendo o no un sistema operativo anfitrión, es una decisión importante de operatividad y seguridad. La adición de un hipervisor en la parte superior de un sistema operativo anfitrión añade más complejidad y vulnerabilidad a la máquina. Sin embargo, un hipervisor es mucho más simple y más pequeño que un sistema operativo anfitrión, por lo que ofrece un blanco más pequeño. La elección de virtualización nativa mediante la sustitución de un sistema operativo host con un hipervisor puede mejorar la seguridad, dependiendo de qué tan bien seguro esté el hipervisor, al tiempo que añadir uno de ellos en la parte superior de un sistema operativo anfitrión tiende a aumentar el riesgo. Las organizaciones deben equilibrar la seguridad y funcionalidad a la hora de decidir si un sistema operativo anfitrión debe ser usado bajo una solución de virtualización de servidor o de escritorio. También deben reflexionar sobre que hipervisores descubiertos se ejecutarán en una gama mucho más limitada de hardware que los hipervisores alojados. Por ejemplo, los hipervisores de virtualización nativa, a menudo, trabajan con un número limitado de controladores de Ethernet y tarjetas gráficas.

Un **hipervisor de virtualización completa encapsula todos los componentes de un sistema operativo invitado, incluyendo sus aplicaciones y los recursos virtuales que utilizan, en una única entidad lógica**. Una imagen es un archivo o un directorio que contenga, como mínimo, esta información encapsulada. Las imágenes se almacenan en discos duros y pueden ser transferidas a otros sistemas de la misma manera que cualquier archivo (sin embargo se debe tener en cuenta que las imágenes implican generalmente muchos gigabytes de tamaño). Algunos sistemas de virtualización utilizan una imagen de virtualización estándar de metadatos llamada "**Open Virtualization Format**" (**OVF**) que soporta la interoperabilidad de los metadatos de la imagen y los componentes a través de soluciones de virtualización.

Un "**Snapshot**" (**instantánea**) es un registro del estado de una imagen en funcionamiento, en general, capturado como las diferencias entre una imagen y el estado actual. Por ejemplo, una fotografía que registra los cambios en el almacenamiento virtual, la memoria virtual, las conexiones de red, y otros datos relacionados con el Estado. **Las instantáneas permiten a los sistemas operativos invitados, ser suspendidos y reanudados posteriormente sin tener que apagar o reiniciar el sistema operativo huésped**. La mayoría de los sistemas de virtualización pueden tomar instantáneas.

En algunos hipervisores, las instantáneas de un sistema operativo invitado pueden ser incluso reanudadas en un host diferente. Mientras que una serie de problemas pueden aparecerle al administrar migraciones en tiempo real, incluyendo retraso de transferencia y diferencias que pueden existir entre los dos servidores físicos (por ejemplo, dirección IP, número de procesadores o de espacio en disco duro), la mayoría de las soluciones de migraciones proporcionan mecanismos para resolver estos problemas. Si el sistema de destino usa el mismo producto de virtualización, muchas de estas cuestiones no se presentarán. Sin embargo, la migración en vivo a través de hipervisores heterogéneos puede inducir posibles errores de configuración que pueden afectar la seguridad del sistema operativo invitado.

4.8. Virtualización Parcial

En la Virtualización Parcial, que incluye virtualización de espacio de direcciones, **la máquina virtual simula múltiples instancias, en gran parte (pero no de todo) de un entorno de hardware subyacente**, particularmente de los espacios de direcciones. Por lo general, esto significa que los sistemas operativos completos no se pueden ejecutar en la máquina virtual (sería virtualización completa), pero sí donde muchas aplicaciones pueden ejecutarse. Una forma fundamental de la Virtualización Parcial es la virtualización de espacio de direcciones, en la que cada máquina virtual se compone de un espacio de dirección independiente. Esta capacidad requiere de reubicación de dirección por hardware y ha estado presente en la mayoría de ejemplos prácticos de la virtualización parcial.

Aunque no es vista dentro de la categoría de máquina virtual, históricamente fue un importante acercamiento, y lo usaron en sistemas como CTSS, el experimental IBM M44/44X y también OS/VS1, OS/VS2 y MVS.

La Virtualización Parcial es mucho más fácil de implementar que la virtualización completa y a menudo se han suministrado máquinas útiles y virtuales robustas, capaces de soportar aplicaciones importantes. La Virtualización Parcial ha demostrado ser muy exitosa para el intercambio de recursos de la computadora entre varios usuarios.

No obstante ello, en comparación con la virtualización completa, su inconveniente se da en situaciones que requieran compatibilidad con versiones anteriores o portabilidad. Puede ser difícil de prever con precisión las características que han sido utilizadas por una aplicación dada. Si algunas funciones del hardware no son simuladas, entonces cualquier software con esas características va a fallar.

4.9. Virtualización a nivel de S.O

La virtualización a nivel de sistema operativo, **es un método de virtualización de servidores, donde el núcleo (kernel⁶¹) de un sistema operativo permite múltiples y aisladas instancias de usuario y espacio, en lugar de solo una**. Estas instancias, usualmente conocidas como contenedores, entornos virtuales (VE), VPS o cárceles (jails), pueden verse y sentirse como un servidor real, desde el punto de vista de su dueño. En los sistemas Unix, esta tecnología puede ser pensada como una implementación avanzada del mecanismo de *chroot*⁶² estándar. Además de los mecanismos de aislamiento, a menudo el núcleo proporciona funciones

⁶¹ Núcleo o kernel (de la raíz germánica Kern) es un software que constituye la parte más importante del sistema operativo. Es el principal responsable de facilitar a los distintos programas acceso seguro al hardware de la computadora o en forma más básica, es el encargado de gestionar recursos, a través de servicios de llamada al sistema. También se encarga de decidir qué programa podrá hacer uso de un dispositivo de hardware y durante cuánto tiempo, lo que se conoce como multiplexado. Acceder al hardware directamente puede ser realmente complejo, por lo que los núcleos suelen implementar una serie de abstracciones del hardware. Esto permite esconder la complejidad, y proporciona una interfaz limpia y uniforme al hardware subyacente, lo que facilita su uso al programador

⁶² Es una operación que invoca un proceso, cambiando para este y sus hijos el directorio raíz del sistema. Comúnmente, el entorno virtual creado por *chroot* a partir de la nueva raíz del sistema se conoce como "jaula *chroot*". Al usar "chroot" para invocar un proceso, se impedirá al mismo y a sus procesos hijos acceder por su nombre a ningún fichero que esté por encima del nuevo directorio raíz. Esto es entendido a menudo como un

de gestión de recursos para limitar el impacto de las actividades de un contenedor en los otros contenedores. [71]

También denominada **virtualización compartida del Sistema Operativo o virtualización del SO, virtualiza servidores en la capa del sistema operativo a través del Kernel**. Esto significa que todas las VM (Virtual machines) o máquinas virtuales en español, comparten un único núcleo de Sistema Operativo.

Este método de virtualización crea particiones aisladas o **entornos virtuales (VE)** en un único servidor físico e instancia de SO para así maximizar los esfuerzos de administración del hardware, software y centro de datos. La Virtualización de Hipervisor tiene una capa base (generalmente un Kernel) que se carga directamente en el servidor base. Para asignar hardware y recursos a las máquinas virtuales (VM), es recomendable que todo el hardware del servidor esté virtualizado. La siguiente capa superior muestra cada chip, placa, componente, etc. que debe virtualizarse para que así pueda ser asignado a las VMs. Una vez en la VM, hay una copia completa de un sistema operativo y finalmente la aplicación o carga de trabajo.

Este tipo de virtualización **mejora el rendimiento, gestión y eficiencia**. En la base reside un sistema operativo huésped estándar, como en el caso de Parallels Virtuozzo que incluye Windows y un sistema con núcleo Linux.

A continuación encontramos la capa de virtualización, con un sistema de archivos propietario y una capa de abstracción de servicio de Kernel que garantiza el aislamiento y seguridad de los recursos entre distintos contenedores. La capa de virtualización hace que cada uno de los contenedores aparezca como servidor autónomo. Finalmente, el contenedor aloja la aplicación o carga de trabajo.

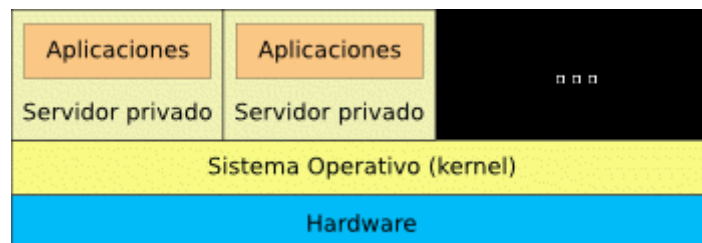


FIGURA 4.7: Esquema de Virtualización por S.O.

La virtualización a nivel de sistema operativo se utiliza comúnmente en entornos virtuales de hosting, donde resulta útil para la asignación de los recursos finitos de forma segura de hardware entre un gran número de usuarios mutuamente desconfiados entre sí. También se utiliza, en menor medida, para consolidar el hardware del servidor moviendo servicios de hosts separados en contenedores en un solo servidor. [72]

Otras situaciones típicas incluyen la división de varias aplicaciones para separar los contenedores con el fin de mejorar la seguridad, la independencia de hardware, y el agregado de características de manejo de recursos. Las implementaciones de virtualización a nivel de S.O. que son capaces de la migración en vivo, se pueden utilizar para balanceo dinámico de carga de contenedores entre los nodos del clúster.

Además, su capa de virtualización puede ser diseñada de una manera que permita que los procesos en las máquinas virtuales puedan acceder a tantos recursos de la máquina como sea posible, pero no

modificarlos. En otras palabras, una máquina virtual puede compartir el entorno de ejecución de la máquina, pero los cambios del estado de la máquina virtual se limitan en el entorno local de ella. Por lo tanto, una máquina virtual tiene un mínimo de costos de arranque y parada, necesidades de recursos bajos y alta escalabilidad.

Por otra parte, es posible que la VM y el entorno del host sincronicen los cambios de estado cuando sea necesario. Por ejemplo, los cambios de estado legítimos en una máquina virtual pueden ser fácilmente realizados al entorno del host mientras que los parches o nuevas configuraciones de él sean visibles de inmediato a todas las máquinas virtuales. En esencia, la virtualización de nivel de sistema operativo permite a los usuarios generar rápidamente o destruir nuevas instancias aisladas del entorno operativo actual en el hardware de bajo costo. De esta manera, resulta particularmente útil para la tolerancia a fallos o a la tolerancia de intrusión de aplicaciones que requieren frecuente invocación y terminación de las máquinas virtuales disponibles.

La idea básica de soportar virtualización a nivel de sistema operativo es la de redirigir y limitar las peticiones de acceso desde una máquina virtual a la partición de los recursos locales en la máquina física. Por ejemplo, si un proceso en una máquina virtual (llamémoslo vm1) intenta acceder a un archivo llamado `"/a /b"`, la capa de virtualización puede redirigir el acceso a un archivo llamado `"/vm1/a/b"`. Cuando un proceso en otra máquina virtual (llamémoslo vm2) accede a `"/a/b"`, que puede ser redireccionado por la capa de virtualización para acceder a un archivo diferente `"/vm2/a/b"`, que es distinto del archivo `"/a/b"` en vm1.

Tal asignación virtual-física, es transparentemente llevada a cabo dentro de la capa de virtualización, que puede ser en la interfaz de llamada a sistema, en la interfaz del sistema de la biblioteca, o en la interfaz de controlador de filtro. El proceso de acceso al archivo `"/a/b"` no puede observar que en realidad es el acceso a un archivo diferente. Este enfoque es similar al mecanismo de chroot en sistemas tipo UNIX.

Sin embargo, la duplicación de los recursos comunes a la partición de cada máquina virtual, obviamente, incurre en gastos importantes en recursos en la máquina física, y también aumenta la inicialización de una máquina virtual y los gastos de terminación. Por lo tanto, el sistema operativo a nivel de máquinas virtuales suele compartir más recursos con el entorno del host y crear copias privadas de los recursos en una máquina virtual en que vayan a ser modificadas por el VM. La lógica de la redirección de acceso en la capa de virtualización también sigue como una copia en escritura esquema para redirigir a un proceso y así acceder a los recursos correctos, la cual puede estar dentro de la VM o en el entorno del host.

4.9.1. Ejemplos de Virtualización a nivel de S.O.

Como ejemplos de virtualización a nivel de S.O. se pueden mencionar **Containers Solaris**, **Linux Vservers**, **FreeBSD Jails** o **Windows Virtual servers**, **User-mode Linux (UML)** entre los más conocidos. En general, la sobrecarga introducida por este tipo de virtualización es menor a la de la virtualización por hardware. Dado que todas las VM comparten una única instancia del Kernel, la aislación entre VM's es la provista por éste.

Mecanismo	S.O.	Licencia	Disp. desde	Características								
				Aislamiento de Sist. archivo	Copia en Escritura	Quotas de disco	Limite tasa de I/O	Limite de Memoria	Quota de CPU	Aislamiento de Red	Puntos de Control de partición y migración en vivo	
chroot	La mayoría de los S.O basados en Unix	Propietario, BSD, GNU GPL CDDL	1982	Parcial	No	No	No	No	No	No	No	No
iCore Virtual Accounts	Windows XP	Propietario / Freeware	2008	Si	No	Si	No	No	No	No	No	No
Linux-Vserver (security context)	Linux	GNU GPL v.2	2001	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Parcial	No
LXC	Linux	GNU GPL v.2	2008	Parcial	Parcial. Si con Btrfs.	Parcial. Si con LVM o quota de disco.	si	si	si	si	si	No
OpenVZ	Linux	GNU GPL v.2	2005	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Parallels Virtuozzo Containers	Linux, Windows, Mac OS X	Propietario	2001	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Container Zone	Solaris y OpenSolaris	CDDL	2005	Si	Parcial. Si con ZFS	Si	No	Si	Si	Si	Si	No
FreeBSD Jail	FreeBSD	BSD	2000	Si	Si	Si	No	Si	Parcial	Si	Si	No
sysjail	OpenBSD, NetBSD	BSD	no soportado desde 03-2009	Si	No	No	No	No	No	No	Si	No
WPARs	AIX	Propietario	2007	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
HP SRP	HPUX	Propietario	2007	Si	No	—	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Containers Solaris

Containers Solaris (zonas en Solaris) es una implementación de la tecnología de virtualización a nivel de sistema operativo para los sistemas x86 y SPARC, lanzado por primera vez en público en febrero de 2004 para la versión 51 beta de Solaris 10, y posteriormente en la primera versión completa de Solaris 10, 2005.

Está presente en las nuevas distribuciones basada de OpenSolaris tales como OpenIndiana y Solaris 11 Express. [73]

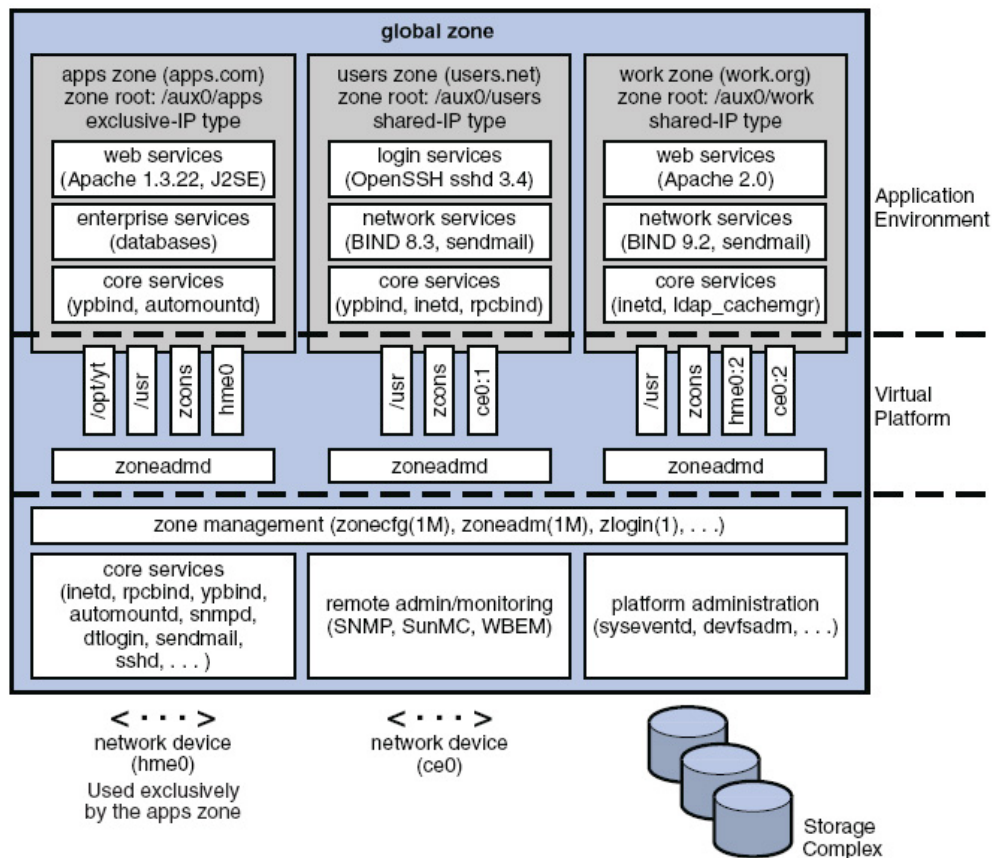


FIGURA 4.8: Arquitectura de Contenedores Solaris (Zonas)

Un contenedor de Solaris es la combinación de controles de recursos del sistema y la separación de los límites proporcionados por zonas. Las mismas actúan como servidores virtuales completamente aislados dentro de una instancia del sistema operativo. Mediante la consolidación de varios conjuntos de servicios de aplicaciones en un mismo sistema y mediante la colocación de contenedores aislados cada uno en el servidor virtual, los administradores de sistemas pueden reducir los costos y proporcionar la mayor parte de las mismas protecciones de las máquinas por separado en una sola máquina.

Siempre hay una zona definida, llamada zona "global". Las zonas alojadas en una zona global se conocen como "zonas no globales", o a veces se llaman simplemente "zonas". La zona global abarca todos los procesos que se ejecutan en el sistema, sin importar si estos procesos se están ejecutando en una zona no global.

Linux Vservers

Linux-VServer [74] **ofrece virtualización para sistemas GNU/Linux**. Esto se logra mediante el aislamiento a nivel de Kernel. Permite ejecutar múltiples unidades virtuales a la vez las cuales están lo suficientemente aisladas para garantizar la seguridad necesaria, pero utilizando los recursos disponibles de manera eficiente, ya que se ejecutan en el mismo núcleo. El proyecto fue iniciado por Jacques Gélinas y en la actualidad es mantenido por Herbert Pötzl en Austria y no está relacionado al proyecto Linux Virtual Server, que implementa balance de carga de red.



FIGURA 4.9: http://linux-vserver.org/Welcome_to_Linux-VServer.org

La tecnología Linux-VServer es un **concepto de partición de software basado en contextos de seguridad que permite la creación de muchos Servidores Privados Virtuales (VPS) independientes que se ejecutan simultáneamente** en un único servidor físico a toda velocidad, compartiendo recursos de hardware de manera eficiente

Un VPS ofrece un entorno operativo casi idéntico al de un servidor Linux convencional. Todos los servicios, tales como ssh, correo, web y servicios de bases de datos se puede iniciar en un VPS, sin (o en casos especiales, con sólo una mínima) modificación, al igual que en cualquier servidor real. Cada VPS tiene su base de datos de usuario y contraseña de root y está aislada de otros servidores virtuales, excepto por el hecho de que comparten los mismos recursos de hardware.

En un nivel básico, un servidor Linux se compone de tres elementos básicos: hardware, Kernel y aplicaciones. El hardware por lo general depende del proveedor o del administrador del sistema y aunque tiene una gran influencia en el rendimiento global, no se puede cambiar tan fácilmente y es probable que difieran de una configuración a otra.

El objetivo principal del núcleo es la construcción de una capa de abstracción sobre el hardware para permitir a los procesos (aplicaciones) trabajar y operar sobre los recursos (datos) sin conocer los detalles del hardware subyacente. Lo ideal sería que esos procesos sean completamente independientes del hardware, por estar escrito en un lenguaje interpretado y por lo tanto no requerir ningún conocimiento específico de hardware.

La mayoría de las aplicaciones de servidores (por ejemplo httpd) asumen que son la única aplicación prestando un servicio particular y por lo general también asumirán un diseño de sistema de archivos determinado y medio ambiente. Esto determina que los servicios similares o idénticos que se ejecutan en el mismo servidor físico, pero que sólo difieren en sus direcciones por ejemplo, deben estar coordinados. Normalmente, esto requiere una gran cantidad de trabajo administrativo que puede conducir a la estabilidad del sistema reducido y la seguridad.

El concepto básico de la solución Linux-VServer es separar el medio ambiente del espacio de usuario en unidades distintas (Servidores Privados Virtuales) de tal manera que cada VPS se ve y se siente como un servidor real para los procesos que contiene. A pesar de que las diferentes distribuciones de Linux utilizan (a veces abusan) kernels parcheados para proporcionar un apoyo especial para hardware poco común o funcionalidad extra, la mayoría de distribuciones Linux no están vinculados a un núcleo especial.

Linux-VServer utiliza este hecho para permitir que varias distribuciones, sean ejecutadas simultáneamente en un solo núcleo compartido, sin acceso directo al hardware, y que compartan los recursos de una manera muy eficiente. Los servidores privados virtuales se usan comúnmente en servicios de alojamiento web, donde son útiles para segregar cuentas de clientes, agrupar recursos y contener cualquier brecha de seguridad potencial.

FreeBSD Jails

El mecanismo "FreeBSD jail" (jaula) es **una implementación de virtualización a nivel de sistema operativo que permite a los administradores fragmentar un sistema informático basado en FreeBSD en varios mini-sistemas independientes** llamados cárceles o jaulas.



FIGURA 4.10: <http://www.freebsd.org/>

La necesidad de FreeBSD jail vino del deseo de los proveedores de servicios de **establecer una separación limpia y clara entre sus propios servicios y los de sus clientes**, sobre todo para la seguridad y facilidad de la administración. En lugar de añadir una nueva capa de opciones de configuración, la solución adoptada fue la de compartimentar el sistema, tanto en sus archivos y sus recursos, de tal manera que sólo la(s) persona adecuada (s) se les da acceso al compartimento correcto(s).

BSD [76] como sistema operativo han tenido chroot desde la época de BSD 4.2. La **utilidad chroot se puede utilizar para cambiar el directorio raíz de un conjunto de procesos, creando un ambiente seguro separado del resto del sistema**. Los procesos creados dentro del entorno de chroot no pueden acceder a los archivos o recursos fuera de él. Por esa razón, poner en peligro un servicio que se ejecuta en un entorno chroot no debe permitir que el atacante ponga en peligro todo el sistema.

La utilidad **chroot es buena para tareas sencillas**, que no requieran una gran flexibilidad y características complejas y avanzadas. Desde la creación del concepto de chroot, muchos han encontrado la opción para escapar del entorno chroot y aunque se han corregido en las versiones modernas del Kernel de FreeBSD, estaba claro que chroot no era la solución ideal para asegurar los servicios.

Esta es la razón de FreeBSD jails. Las "jaulas o cárceles" del Inglés "jails" mejoran el concepto tradicional del ambiente chroot de varias maneras. En un ambiente de chroot, los procesos sólo están limitados en la parte del sistema de archivos que pueden acceder. El resto de los recursos del sistema (como el conjunto de los usuarios del sistema, los procesos en ejecución, o el subsistema de red) son compartidos por los procesos de chroot y los procesos del sistema host. **Las cárceles amplían este modelo**, mediante la virtualización no sólo el acceso al sistema de archivos, sino también el conjunto de usuarios, el subsistema de red del Kernel de FreeBSD y algunos otros objetos.

FreeBSD Jails se caracteriza por cuatro elementos:

- **Un árbol de directorios:** El punto de partida desde el que se entró en una jaula. Una vez dentro de la cárcel, un proceso, no se le permite escapar fuera de este árbol.
- **Un nombre de host:** El nombre del equipo que será utilizado dentro de la cárcel. Las cárceles se utilizan principalmente para servicios de hosting de la red, por lo tanto, tener un nombre descriptivo para cada cárcel puede realmente ayudar al administrador del sistema.
- **Una Dirección IP:** Será asignada a la cárcel y no se puede cambiar de ninguna manera durante tiempo de vida de la cárcel. La dirección IP de una cárcel suele ser una dirección de alias para una

interfaz de red existente, pero esto no es estrictamente necesario.

- **Un comando:** El nombre de ruta de un archivo ejecutable para ejecutarse dentro de la cárcel. Esto es relativo al directorio raíz de la jaula, y puede variar mucho, dependiendo del tipo de la jaula específica.

4.9.2. Ventajas y Desventajas de Virtualización por S.O.

Costos Operativos

Este tipo de virtualización suele imponer bajos o ningún gasto operativo ya que los programas en la partición virtual utilizan las interfaces normales de llamada a sistema del sistema operativo y no tienen que estar sujetos a la emulación o correr en una máquina virtual intermedia, como es el caso de virtualizadores de todo el sistema (por ejemplo, VMware y QEMU) o para-virtualizadores (como Xen y UML). Además, no requieren la asistencia de hardware para llevar a cabo de manera eficiente.

Flexibilidad

La virtualización a nivel de sistema operativo no es tan flexible como otros enfoques de virtualización ya que no puede albergar un sistema operativo invitado diferente al del host principal, o un núcleo invitado diferente. Por ejemplo, en Linux, diferentes distribuciones son posibles, pero otros sistemas operativos como Windows no pueden ser alojados. Esta limitación es superada parcialmente en Solaris con su característica de zonas, que ofrece la posibilidad de ejecutar un entorno dentro de un contenedor que emula a una versión 2.4 de Linux o versiones anteriores de Solaris.

Almacenamiento

Algunos sistemas virtualizadores de sistema operativo proporcionan mecanismos de copia escritura a nivel de archivo. Por lo general, un sistema de archivos estándar es compartido entre las particiones y las particiones que cambian los archivos de forma automática crean sus propias copias. Esto facilita las copias de seguridad, es más eficiente y eficaz para almacenar en caché que la copia a nivel de bloque comunes en virtualizadores de sistema. Los virtualizadores de Sistema Operativos completos, sin embargo, puede trabajar con sistemas de archivos no nativos y crear y hacer retroceder instantáneas del estado del sistema entero.

4.10. Paravirtualización

La Paravirtualización es una **técnica de programación informática que permite virtualizar por software a sistemas operativos**. El programa paravirtualizador presenta una interfaz de manejo de máquinas virtuales. Cada máquina virtual se comporta como un computador independiente, por lo que permite usar un sistema operativo o varios por computador emulado.

La intención de la interfaz modificada es reducir la porción del tiempo de ejecución del usuario, empleado en operaciones que son sustancialmente más difíciles de ejecutar en un entorno virtual comparado con un entorno no virtualizado. La paravirtualización provee filtros especialmente definidos para permitir a los

invitados y al anfitrión hacer peticiones y conocer estas tareas, que de otro modo serían ejecutadas en el dominio virtual (donde el rendimiento de la ejecución es inferior). Por lo tanto, una plataforma de paravirtualización exitosa puede permitir que el monitor de la máquina virtual (VMM) sea más simple (por traslado de la ejecución de tareas críticas desde el dominio virtual al anfitrión de dominio), y/o que reduzca la degradación del rendimiento global de la ejecución de la máquina dentro del anfitrión virtual.

La paravirtualización requiere que el sistema operativo invitado sea portado de manera explícita para la API⁶³. Una distribución de un sistema operativo convencional que no soporte paravirtualización no puede ser ejecutada ni visualizada en un monitor de máquina virtual VMM.

Esta forma de virtualizar servidores [64] **no genera ninguna emulación de hardware**, por el contrario el **hipervisor coordina el acceso de los sistemas operativos invitados a los recursos del computador físico**, mejor dicho **la paravirtualización no es enteramente virtualización** como en los otros casos, pues los anfitriones interactúan de manera “directa” con los recursos físicos del computador cuando se tiene un computador dedicado. Esta forma de virtualizar es más bien una forma de compartir los recursos por tiempos cortos o a quien los necesite, dándole procesador o memoria o tarjeta de red al anfitrión que lo pide e intercalando el uso de estos entre los anfitriones.

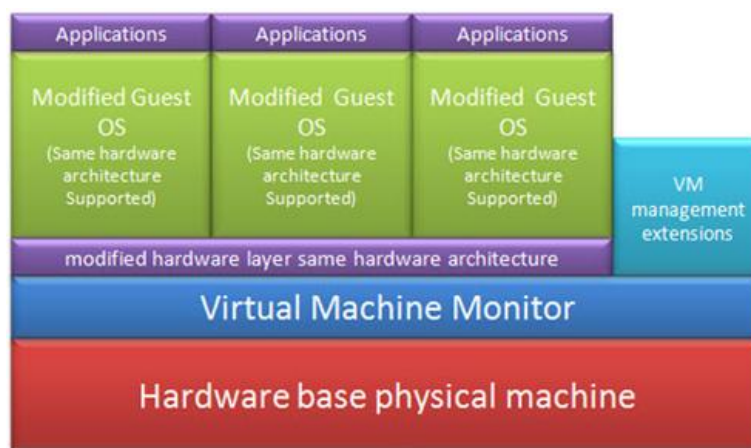


FIGURA 4.11: Arquitectura de la Paravirtualización

Este sistema tiene varias ventajas, entre ellas la **poca carga que le da al procesador** al no tener que tener una capa completa de virtualización que se encarga de administrar los recursos y virtualizarlos. Otra de las ventajas, es que los **sistemas invitados no tienen que limitarse a los accesorios de hardware que sean soportados por el hipervisor**, pues el invitado al actuar directamente con la parte física es posible manejar todos los accesorios que maneja el sistema operativo montado en el invitado.

Este sistema utiliza memoria compartida que puede ser usada por dos programas diferentes de esta forma envía y recibe información de los invitados para el hipervisor de esa forma es que se alcanzan buenos niveles de rendimiento.

⁶³ Una interfaz de programación de aplicaciones o API (del inglés Application Programming Interface) es el conjunto de funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción. Son usadas generalmente en las bibliotecas (también denominadas comúnmente “librerías”). De esta forma, los programadores se benefician de las ventajas de la API haciendo uso de su funcionalidad, evitándose el trabajo de programar todo desde el principio. Las APIs asimismo son abstractas: el software que proporciona una cierta API generalmente es llamado la implementación de esa API

La desventaja es que para poder hacer esto, **el hipervisor necesita modificar los sistemas operativos** que se montan como invitados, es decir toma el código del sistema operativo y le agrega algunas líneas, de esta forma se puede imaginar que solo sistemas operativos como Linux o BSD o cualquiera de código abierto pueden ser usados. Windows no es una opción en este caso, pues Microsoft jamás permitiría que alguien manipule su código. Aunque tanto Intel y AMD están produciendo **procesadores que soportan sistemas operativos sin necesidad de modificarlos** así es que Windows seguiría siendo una opción, solo si se tiene uno de estos procesadores como Intel VT o AMD-V.

La paravirtualización es un término nuevo para una idea antigua. El sistema operativo VM de IBM ha ofrecido tales características desde 1972 (y antes como CP-67). En el mundo de máquinas virtuales, esto se conoce como "código de diagnóstico", debido a que usa un código de instrucción usado normalmente sólo por software para mantenimiento de hardware y por lo tanto indefinido.

El término "paravirtualización" fue usado inicialmente en literatura investigativa en asociación con el de monitor de máquina virtual. El término también es usado para describir los hipervisores Xen, L4, TRANGO, VMware, Wind River y XtratuM. Todos estos proyectos usan o pueden usar las técnicas de paravirtualización para soportar máquinas virtuales de alto rendimiento en hardware x86 implementando una máquina virtual que no implemente las partes duras-de-virtualizar de el actual conjunto de instrucciones x86.

La paravirtualización [77] permite que múltiples sistemas operativos se ejecuten en el hardware al mismo tiempo haciendo un uso más eficiente de los recursos del sistema, tales como los procesadores y la memoria, mediante el intercambio eficaz de los recursos. A diferencia de la virtualización completa, donde se emula todo un sistema (BIOS, disco, procesador, tarjeta de red, etc.), **el módulo de gestión de la paravirtualización (un hipervisor o monitor de máquina virtual) funciona con un sistema operativo que ha sido modificado para que funcione en una máquina virtual.**

La abstracción creada con paravirtualización generalmente significa que los sistemas operativos funcionan mejor que en un modelo de virtualización completa, donde todos los elementos deben ser emulados. Sin embargo, esta eficiencia se alcanza con el costo de la flexibilidad y la seguridad. La flexibilidad se pierde debido a que el sistema operativo debe ser modificado para funcionar con la paravirtualización, lo que significa que un sistema operativo o distribución en particular no pueden estar disponibles para la solución. Por ejemplo, Red Hat Linux, Linux Enterprise o Windows Server pueden no estar disponibles como un sistema operativo invitado para la solución en particular. Una parte de seguridad se pierde ya que el sistema operativo huésped tiene un control mucho más cerca del hardware subyacente, aumentando ligeramente el riesgo de afectar el nivel de hardware más bajos, lo que podría llevar a afectar todos los sistemas de invitado en el host.

Si una solución totalmente virtualizada requiere de un 10% de la utilización del procesador por instancia de invitado por procesador, entonces la solución totalmente virtualizado sugeriría que colocando seis sistemas operativos invitados por procesador probablemente muera de inanición el equivalente de un sistema operativo huésped cada vez que los seis sistemas invitados están ocupados y cada uno requiriendo el 10 % de la CPU además de sus gastos generales. Una paravirtualización que requiere sólo dos por ciento por la utilización del procesador por instancia invitado por procesador podría proporcionar ocho instancias de invitados y todavía tener el 10% por invitado a disposición del sistema operativo.

La siguiente tabla resume este ejemplo simplificado:

	Instancias de Cliente	Uso de Virtualización	Necesidad de procesamiento de sistema	Total
Virtualización Completa	5	10% (50% total)	10% (50% total)	100%
Paravirtualización	8	2% (16% total)	10% (80% total)	96%

Estas eficiencias asegurarán una futura demanda de clientes. Con el tiempo, la tecnología también garantizará que la virtualización estará disponible para las operaciones más pequeñas, ya que se escalara mejor en sistemas más pequeños.

4.10.1. Entornos donde usar Paravirtualización

A pesar de una mejor utilización de los recursos es lo que hace la virtualización estar presente, muchos administradores se dan cuenta que hay muchos más usos para la tecnología, especialmente en el área de construcciones del sistema y recuperación de desastres (Disaster Recovery)⁶⁴. Aquí hay varias aplicaciones de la tecnología que se podrían considerar:

- **Metodología desarrollo, prueba y producción:** Para entornos donde no se puede separar el desarrollo de sistemas de prueba, la paravirtualización puede proporcionar particiones que contienen el entorno de los demás.
- **La recuperación de desastres:** Aunque a menudo se prometió, pero rara vez se ganó, muchos ambientes van a utilizar sistemas de desarrollo y pruebas en el caso de un escenario de desastre. Esto rara vez se ha practicado o practica de manera eficiente debido al impacto de los ciclos de desarrollo, los retos en el movimiento de datos de todo, los riesgos asociados con la migración de datos y así sucesivamente. Muchas de las soluciones han hecho que mover los sistemas sea una tarea automatizada, en especial para la Web y servidores de aplicaciones ligeras de peso. Recuperación de desastres puede ser tan simple como mover una instancia de invitados hasta que el hardware puede ser reparado.
- **Migraciones:** Las migraciones a nuevos sistemas o de otro tipo son más rápidos y mucho más fáciles. Las migraciones son efectivamente desacoplada del hardware subyacente.
- **Capacidad de gestión:** Debido a la facilidad de las migraciones, mejor capacidad de gestión basada en la capacidad y disponibilidad de recursos de recursos pueden ser ejecutados. Por ejemplo, un sistema discontinuo que es muy utilizado en gran medida por la noche, se presta bien para un servidor de aplicaciones interactivas que se utiliza por la noche que ya no se colocan en el mismo servidor debido a la incompatibilidad de las interfaces de aplicación o base de datos.

⁶⁴ Es el proceso, las políticas y procedimientos relacionados con la preparación para la recuperación o el mantenimiento de la infraestructura de la tecnología crítica para una organización después de un desastre natural o de origen humano. La recuperación de desastres es un subconjunto de la continuidad del negocio. Mientras que la continuidad del negocio consiste en la planificación para mantener todos los aspectos de funcionamiento de la empresa en medio de eventos disruptivos, la recuperación de desastres se centra en los sistemas informáticos o la tecnología que apoyan las funciones de negocio.

4.10.2. Aplicaciones de Paravirtualización

A continuación se listan algunas de las aplicaciones de Paravirtualización más conocidas, su estructura, características, diseño, etc.:

VMware ESX

VMware ESX es una plataforma de virtualización a nivel de centro de datos producido por VMware Inc. Es el componente de su producto VMware Infraestructura que se encuentra al nivel inferior de la capa de virtualización. Está compuesto de un **sistema operativo autónomo que proporciona el entorno de gestión, administración y ejecución al software hipervisor**, y los servicios y servidores que permiten la interacción con el software de gestión y administración y las máquinas virtuales.

El servidor de base **requiere alguna forma de almacenamiento persistente** (por lo general una serie de unidades de disco duro) para almacenar el hipervisor y los archivos de soporte. Una variante de tamaño más pequeño, ESXi, acaba con el primer requisito, al autorizar el emplazamiento del hipervisor en un dispositivo de almacenamiento compacto dedicado. Ambas variantes de apoyo de los servicios ofrecidos por VMware Infraestructura.

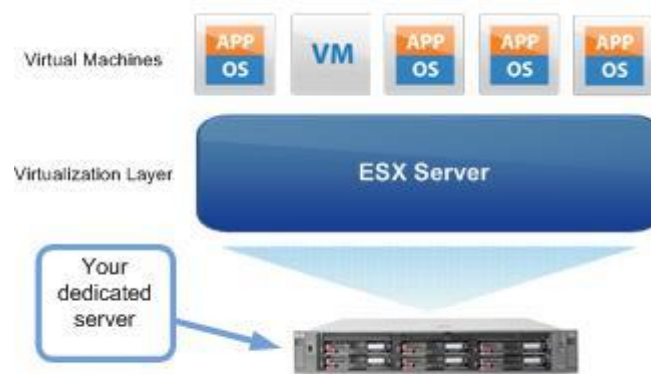


FIGURA 4.12: Estructura de VMware ESX

VMware ESX es un hipervisor del tipo "bare metal" (metal crudo). En oposición a otros productos, no se ejecuta sobre un sistema operativo externo sino que está embebido en el núcleo del mismo. Para su ejecución ESX se apoya en un sistema Linux basado en Red Hat Enterprise Linux modificado para la ejecución del hipervisor y los componentes de virtualización de VMware. Hasta la versión 3.5u4 se basa en código ejecutable de 32 bits, pero a partir de la versión 4 (vSphere) su código ejecutable pasa a ser de 64 bits por lo que sus requerimientos pasan a ser mayores ofreciendo a su vez un rendimiento superior.

El arranque de la máquina anfitriona se produce a través de la ejecución de un núcleo Linux el cual proporciona servicios de consola y hardware a nivel del anillo 0 en colaboración con el hipervisor funcionando en modo "Supervisor". A partir de la versión vSphere (versión 4.0), el hipervisor aplica los teoremas de la paravirtualización y sustituye al núcleo Linux por sus propias interfaces, creando un nivel de anillo -1, y pasando a ejecutar el entorno operativo como una máquina virtual [78]

El vmkernel se encuentra programado y configurado siguiendo la arquitectura de microkernel⁶⁵, y tiene las siguientes interfaces con el exterior:

- Hardware
- Sistema invitado
- Consola de servicio (Console OS, Service Console)

El vmkernel administra CPU y memoria de manera directa utilizando Scan-Before-Execution (SBE) para priorizar instrucciones e interrupciones especiales y privilegiadas.

El acceso al resto del hardware (almacenamiento, red, HID) se realiza por medio de módulos, algunos de ellos similares a los implementados en el núcleo Linux. Para el acceso a alguno de ellos se establece un interfaz de comunicación a través del módulo adicional vmklinux.

z/VM

Z/VM ha sido reconocida como una plataforma informática robusta que se extiende a la familia de servidores mainframe IBM. La misma ofrece **una base para los clientes que quieren aprovechar la tecnología de virtualización en la familia de sistemas IBM**. Con la tecnología de virtualización, los clientes pueden crear varias máquinas virtuales que constan de procesadores virtualizados, comunicaciones, almacenamiento, redes y recursos de E/S.



FIGURA 4.13: <http://www.vm.ibm.com/>

Lanzado en octubre de 2000 y manteniéndose en uso está directamente basado en la tecnología y los conceptos que datan de la década de 1960, con CP/CMS⁶⁶ de IBM en el System/360-67⁶⁷ IBM. z/VM 5.4 se

⁶⁵ Micronúcleo (en inglés: microkernel) es un tipo de núcleo de un sistema operativo que provee un conjunto de primitivas o llamadas al sistema mínimas, para implementar servicios básicos como espacios de direcciones, comunicación entre procesos y planificación básica. Todos los otros servicios (gestión de memoria, sistema de archivos, operaciones de E/S, etc.), que en general son provistos por el núcleo, se ejecutan como procesos servidores en espacio de usuario. Las principales ventajas de su utilización son la reducción de la complejidad, la descentralización de los fallos (un fallo en una parte del sistema no lo colapsaría por completo) y la facilitación para crear y depurar controladores de dispositivos. Por otro lado, sus principales dificultades son la complejidad en la sincronización de todos los módulos que componen el micronúcleo y su acceso a la memoria, la anulación de las ventajas de Zero Copy, la Integración con las aplicaciones. Además, los procesadores y arquitecturas modernas de hardware están optimizadas para sistemas de núcleo que pueden mapear toda la memoria.

⁶⁶ CP/CMS era un sistema operativo de tiempo compartido de finales de los años 60 y principio de los 70, conocido por su excelente rendimiento y funciones avanzadas. Construido por el "Cambridge Scientific Center" de IBM (CSC), un laboratorio de investigación y desarrollo vinculados al MIT, bajo la dirección de Robert Creasy. Los objetivos del sistema, el proceso de desarrollo, el lanzamiento y el legado de tecnología de punta, establecían este sistema operativo diferente de los demás de su época y de otros grandes proyectos de IBM. Era un sistema de código abierto, disponible en forma de código fuente para todos los clientes de IBM sin costo alguno. Los usuarios de CP/CMS se soportaban ellos mismos.

ejecuta en zSeries de IBM, en computadoras System z9 y System z10. Puede ser utilizado para apoyar un gran número (miles) de máquinas virtuales Linux.

El 23 de octubre de 2009, IBM lanzó z/VM versión 6.1, que requiere de z/Arquitectura 2 (ARCHLVL 3), implementado en los modelo de sistema IBM z10. Esta es la versión más reciente de z/VM y está destinada a ser la base para todos los futuros mejoras de z/VM. Esta versión implementa un nuevo conjunto de nivel de arquitectura (ALS), comenzando con el servidor IBM System z10 de Clase Empresarial y servidor System z10 Business Class, y continuando con el sistema IBM z Enterprise.

El hipervisor z/VM está diseñado para ayudar a los clientes a ampliar el valor de negocio de la tecnología de mainframe en toda la empresa mediante la integración de aplicaciones y datos manteniendo los niveles excepcionales de disponibilidad, seguridad y facilidad de funcionamiento. Esta **tecnología de virtualización está diseñada para permitir la capacidad de los clientes ejecutar a cientos de miles de servidores Linux® en un solo mainframe corriendo con otros sistemas del sistema operativos z**, como z/OS®, o en gran escala sólo soluciones de servidores Linux empresariales. z/VM V6.1 y V5.4 también puede ayudar a mejorar la productividad alojando sistemas que no sean Linux, tales como z/OS⁶⁸, z/VSE⁶⁹, z/TPF⁷⁰.

El hipervisor de tipo 1 de z/VM combina, emula y distribuye los recursos del sistema por lo que muchas máquinas virtuales pueden compartir los mismos recursos físicos.

Como mencionamos, con z/VM se pueden crear decenas o cientos de máquinas virtuales en un sistema o partición lógica. Al igual que las particiones lógicas, cada máquina virtual opera como un sistema independiente. z/VM emula la existencia de recursos físicos (como las funciones del sistema, el almacenamiento, E/S, etc.) a cada máquina virtual mediante el tratamiento de la disponibilidad de recursos como un fondo de recursos compartidos. Por lo tanto es capaz de un gran control sobre cómo y en qué medida, un recurso físico es utilizado por una máquina virtual específica.

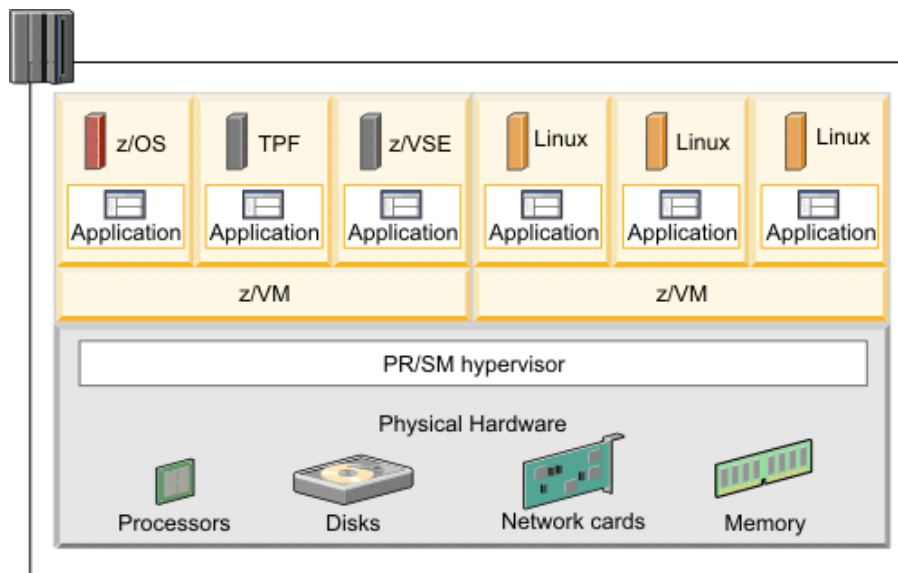
La siguiente figura muestra un sistema con dos particiones lógicas, cada una ejecutando z/VM. Ambas particiones lógicas se ejecutan de forma independiente uno de la otra, pero compartiendo los mismos recursos físicos. Cada instancia de z/VM a la vez está ejecutando tres máquinas virtuales. Cada máquina virtual se ejecuta en un entorno operativo y las aplicaciones independientes de las máquinas virtuales, mientras que comparten los mismos recursos físicos.

⁶⁷ Conocido como (S/360-67) fue un importante modelo de mainframe de IBM a finales de 1960. A diferencia del resto de la serie S/360, incluía características para facilitar el intercambio de aplicaciones de tiempo, sobre todo una caja DAT para soportar la memoria virtual y 32 bits de direccionamiento. Compatible con el resto de la serie S/360

⁶⁸ z/OS es un sistema operativo de 64 bits para computadoras mainframe, producido por IBM. Deriva y es el sucesor del OS/390, a su vez seguido de una serie de versiones de MVS. z/OS ofrece los atributos de los sistemas operativos modernos, pero también conserva muchas de las funciones originarias de la década de 1960 y cada década posterior que aún se encuentra en uso diario (compatibilidad hacia atrás es una de las filosofías de z/OS). z/OS se introdujo por primera vez en octubre de 2000.

⁶⁹ z/VSE (Virtual Storage Extended) es un sistema operativo para computadoras mainframe de IBM, el último de la línea DOS/360 que se originó en 1965. Es menos común que el prominente z/OS y se utiliza sobre todo en máquinas más pequeñas.

⁷⁰ TPF es un sistema operativo en tiempo real de IBM para mainframes descendiente de la familia IBM System/360, incluyendo zSeries y System z9. Una de las versiones es z/TPF V1.1, lanzada en 2005. z/TPF añade direccionamiento de 64 bits entre otras mejoras.



EICAZ510-3

FIGURA 4.14: Ejemplo de 2 instancias z/VM con 3 VM cada una.

Xen

Xen es un **monitor de máquina virtual de código abierto desarrollado por la Universidad de Cambridge** para las arquitecturas IA-32, x86-64, Itanium y ARM. La meta del diseño es poder ejecutar instancias de sistemas operativos con todas sus características, de forma completamente funcional en un equipo sencillo. Xen proporciona aislamiento seguro, control de recursos, garantías de calidad de servicio y migración de máquinas virtuales en caliente. El Laboratorio de Informática de la Universidad de Cambridge desarrolló las primeras versiones de Xen, y a partir de 2010, la comunidad Xen desarrolla y mantiene el software libre, licenciado bajo la Licencia Pública General de GNU (GPLv2).

Los sistemas Xen tienen una estructura con el hipervisor Xen en la capa más baja y privilegiada. Sobre esta capa viene uno o más sistemas operativos invitados, que el hipervisor administra a través de la CPU físicas. El primer sistema operativo invitado, llamado según la terminología Xen de "dominio 0" (dom0), se reinicia automáticamente si el hipervisor se reinicia y recibe privilegios especiales de gestión y acceso directo a todo el hardware físico de forma predeterminada. El administrador del sistema puede acceder a dom0 a fin de gestionar todos los sistemas operativos invitados, llamado "dominio U" (domU), en la terminología Xen.

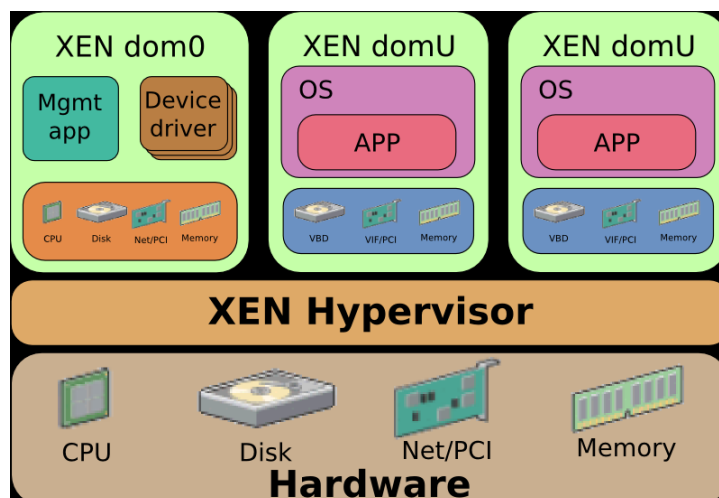


FIGURA 4.15: Arquitectura Xen visualizando los dominios.

Las versiones modificadas de Linux, NetBSD y Solaris pueden correr en el dom0. Varios sistemas operativos Unix modificados pueden funcionar como sistemas operativos invitados (domU), en determinado hardware, como así con la versión 3.0 de Xen, versiones de Microsoft Windows sin modificar y otros sistemas operativos propietarios también pueden funcionar como invitados, si la CPU soporta virtualización x86 (por ejemplo, CPUs incluyen la tecnología Intel VT-x y AMD-V).

Los sistemas operativos pueden ser modificados explícitamente para correr Xen (aunque manteniendo la compatibilidad con aplicaciones de usuario). Esto permite a Xen alcanzar virtualización de alto rendimiento sin un soporte especial de hardware. Intel ha realizado diversas contribuciones a Xen que han permitido añadir soporte para sus extensiones de arquitectura VT-X Vanderpool. Esta tecnología permite que sistemas operativos sin modificar actúen como hosts dentro de las máquinas virtuales de Xen, siempre y cuando el servidor físico soporte las extensiones VT de Intel o Pacifica de AMD.

Con la paravirtualización, se puede alcanzar alto rendimiento incluso en arquitecturas (x86) que no suelen conseguirse con técnicas tradicionales de virtualización. A diferencia de las máquinas virtuales tradicionales, que proporcionan entornos basados en software para simular hardware, **Xen requiere portar los sistemas operativos para adaptarse al API de Xen**. Hasta el momento hay puertos para **NetBSD, Linux, FreeBSD y Plan 9**. En 2005, Novell reveló un puerto de NetWare para Xen. Por otro lado, un puerto de Windows XP fue creado durante el desarrollo inicial de Xen, pero las licencias de Microsoft prohibieron su lanzamiento al público.

4.11. Emulación

Cada computadora se compone de hardware y software. Mediante la integración de estos dos componentes se puede ofrecer una amplia gama de posibilidades, pero la fuerte dependencia entre ellos también presenta un riesgo, si uno de estos falla, tendrá una influencia sobre el funcionamiento de la computadora y por lo tanto sus capacidades. A medida que cada dispositivo de hardware con el tiempo se descompone, la accesibilidad a los objetos digitales está en juego, la emulación ofrece una solución a este problema.

La emulación es **la imitación de una plataforma informática determinada o un programa en otra plataforma o programa**. Con ella, es posible ver documentos o ejecutar programas en un equipo que no está diseñado para hacerlo. Un emulador es en sí mismo un programa que crea una capa extra entre una plataforma informática existente (plataforma de servidor) y la plataforma para la reproducción (plataforma de destino).

Un software emulador, o emulador **permite que los programas se ejecuten sobre una plataforma (arquitectura de computadora o sistema operativo) distinta a la plataforma original para el cual fueron escritos**. A diferencia de la simulación, que sólo trata de reproducir el comportamiento de un programa, la emulación intenta modelar en diversos grados el estado del dispositivo que se trata de imitar. La máquina virtual simula todo el hardware, permitiendo que un sistema operativo no modificado para una CPU completamente diferente, se ejecute sin ningún problema. Esto es lo que se conoce como re-compilación dinámica.

De esta forma podemos decir que la emulación [81] es tratar que un sistema se comporte como o imite a un sistema diferente. Por ejemplo, si queremos aprovechar el sistema A (algo que ya tenemos) y darle entradas

que normalmente utilizaríamos para el sistema B (que probablemente no tengamos) y lograr tener el sistema A produciendo los mismos resultados que el B.

Lo que está involucrado es más que una simple traducción de órdenes o instrucciones de máquina; una función que los compiladores e intérpretes lo han hecho durante años. La idea con la emulación es obtener sistemas completos, API y funciones y que funcionen en una máquina para la que no fueron diseñados, probablemente una que pueda utilizar métodos y comandos totalmente diferentes. Esto es posible, pero casi siempre tiene un costo de alto rendimiento ya que implica una alta sobrecarga que reduce significativamente el rendimiento.

Si la emulación tiene un costo, ¿Cuáles son las razones para usarla?

- Ejecutar un sistema operativo en una plataforma de hardware para el cual no fue diseñado.
- Ejecutar una aplicación en un dispositivo que no sea para el que se desarrolló (por ejemplo, ejecutar un programa de Windows en un Mac).
- Leer los datos que han sido escritos en medios de almacenamiento de un dispositivo que ya no se dispone o no funciona.

La emulación es importante en **la lucha contra la obsolescencia y el mantenimiento disponibles de los datos**. La emulación de hardware nos permite modelar hardware y software antiguo para volver a recrearlos con la tecnología actual, de esta forma el software antiguo piensa que se está ejecutando en su entorno original.

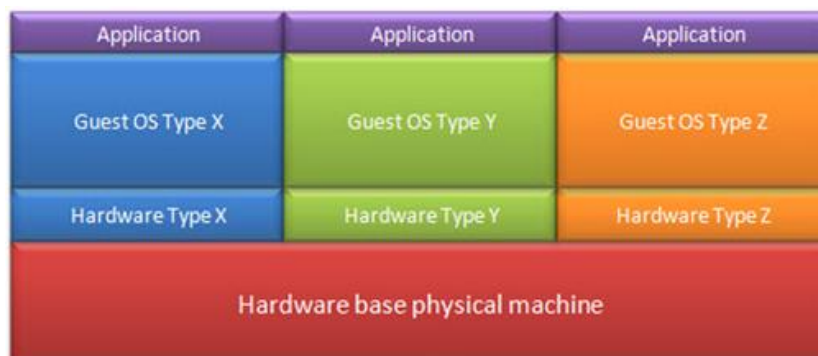


FIGURA 4.16: Arquitectura de la Emulación

Esta tecnología se centra en recrear un ambiente del equipo original, que puede tomar mucho tiempo y difícil de conseguir, pero valioso por su capacidad de mantener una relación más estrecha con la autenticidad del objeto digital. [82]

Jeffery Rothenberg, uno de los primeros defensores de la emulación como una estrategia de la conservación digital afirma, "el método ideal sería una única solución extensible a largo plazo que se pueden diseñar de una vez por todas y se aplica de manera uniforme, automáticamente y de forma sincronizada para todo tipo de documentos y medios de comunicación". [83]

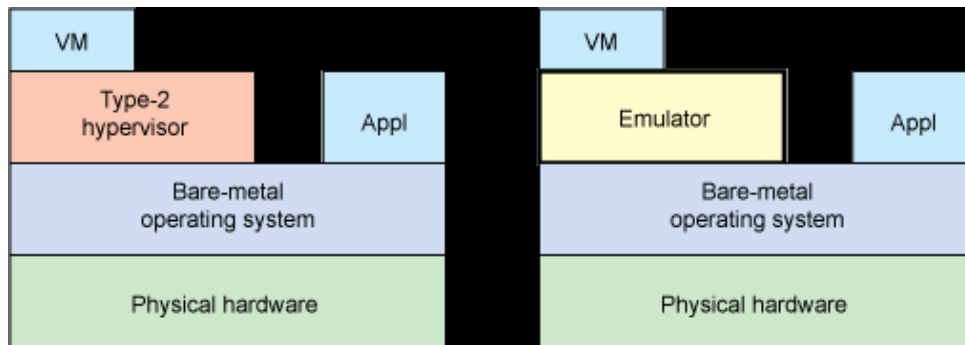


FIGURA 4.17: Virtualización VS Emulación

Añade que esto no sólo debe aplicarse a los sistemas antiguos sino también a futuro sistemas desconocidos. Cuando una nueva versión de una determinada aplicación es lanzada, en lugar de abordar los problemas de compatibilidad y migración de todos los objetos digitales creados en la versión anterior de dicha aplicación, se podría crear un emulador de la misma, permitiendo el acceso a todos los objetos digitales.

Beneficios

- Emuladores mantienen el aspecto original y el comportamiento del objeto digital, que es tan importante como los datos digitales en sí.
- A pesar del costo original de desarrollo de un emulador, puede llegar a ser la solución más rentable en el tiempo.
- Reduce horas de trabajo, ya que en lugar de continuar una tarea permanente de migración de datos continua para todos los objetos digitales, una vez que la biblioteca de los sistemas operativos antiguos y actuales mas el software de aplicación se establecen en un emulador, se debería utilizar esta tecnología para los mismos documentos con esas plataformas.
- Muchos emuladores ya se han desarrollado y puesto en libertad bajo la licencia GNU General Public License para el entorno de código abierto, permitiendo gran colaboración a gran escala.

Obstáculos

- Muchos proveedores de tecnología implementan características no estándar durante el desarrollo del programa con el fin de establecer su nicho en el mercado y al mismo tiempo aplican mejoras en curso para seguir siendo competitivos. Si bien esto puede haber avanzado la industria de la tecnología y el aumento de cuota de mercado del proveedor, los usuarios encuentran difícil conservar documentación de apoyo, debido a la naturaleza propia del hardware y software.
- Las leyes de propiedad intelectual aún no están en efecto para direccionar el ahorro de la documentación y las especificaciones de hardware y software propietario en un módulo emulador.

4.11.1. Estructura de un Emulador

La mayoría de los emuladores solo emulan una determinada configuración de arquitectura de hardware. Si el sistema operativo también se requiere para emular cierto programa entonces ha de ser emulado

también. Tanto el sistema operativo como el programa deben ser interpretados por el emulador, como si estuviese ejecutándose en el equipo original. Aparte de la interpretación del lenguaje de la máquina emulada, es preciso emular el resto del equipo, como los dispositivos de entrada y salida de forma virtual; si escribir en una región específica de la memoria debe influir en el contenido en pantalla, por ejemplo, esto también debe ser emulado. En lugar de una emulación completa del equipo, una compatibilidad superficial puede ser suficiente. Esto traduce las llamadas del sistema emulado a llamadas del sistema anfitrión.

Los desarrolladores de programas para máquinas con sistemas computarizados y consolas de videojuego, comúnmente utilizan emuladores especialmente exactos llamados simuladores antes de ejecutarlos en el equipo real. Esto permite que el programa pueda ser producido y probado antes de que la versión final del equipo para el cual se está desarrollando sea producida en grandes cantidades, de esta forma puede ser probado sin tener que copiar el programa en el equipo, de modo que errores puedan ser eliminados en un nivel bajo sin tener los efectos colaterales de un depurador.

Generalmente, un emulador se divide en módulos que corresponden de forma precisa a los subsistemas del equipo emulado. Lo más común, es que un emulador este compuesto por los siguientes módulos:

- Un emulador de la unidad central de procesamiento.
- Un módulo para el subsistema de memoria.
- Varios emuladores para los dispositivos de entrada y salida.

Por otro lado, normalmente los buses no son emulados, por razones de simplicidad y rendimiento, y para que los periféricos virtuales se comuniquen directamente con la CPU y los subsistemas de memoria.

4.11.2. Ejemplos de Emuladores

Bochs

Bochs es un **emulador de PC altamente portable de código abierto IA-32(x86) escrito en C++**, que se ejecuta en las plataformas más populares como x86, Alpha⁷¹, PPC⁷², Sun y MIPS⁷³. Sin importar la plataforma del host, Bochs puede simular el hardware x86, ya que no depende de las instrucciones nativas de la máquina en absoluto. Más allá de que pueda ser tanto una fortaleza o debilidad, es la principal diferencia entre Bochs y muchos otros programas de emulación. [84]

Comenzó como un programa bajo una licencia comercial a un precio de unos pocos USD, donde si un

⁷¹ DEC Alpha es una arquitectura de microprocesadores diseñada por DEC e introducida en 1992 bajo el nombre AXP, como reemplazo a la serie VAX. Cuenta con un juego de instrucciones RISC de 64 bits especialmente orientada a cálculo de coma flotante.

⁷² PowerPC (PPC) es el nombre original de la arquitectura de computadoras de tipo RISC, fue desarrollada por IBM, Motorola y Apple. Los procesadores de esta familia son producidos por IBM y Freescale Semiconductor que era la división de semiconductores y microprocesadores de Motorola, siendo utilizados principalmente en ordenadores o computadores Macintosh de Apple Computer hasta el año 2006 y en varios modelos IBM.

⁷³ MIPS (Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages) se conoce a toda una familia de microprocesadores de arquitectura RISC desarrollados por MIPS Technologies. Los diseños del MIPS son utilizados en la línea de productos informáticos de SGI; en muchos sistemas embebidos; en dispositivos para Windows CE; routers Cisco; y videoconsolas como la Nintendo 64 o las Sony PlayStation, PlayStation 2 y PlayStation Portable.

usuario necesitaba vincularlo con otro software, tenía que negociar una licencia especial. Esto cambió en marzo de 2000, cuando Mandrakesoft (ahora Mandriva) compró Bochs y lo lanzó para Linux bajo la licencia GNU Lesser General Public. [85]

Debido a que Bochs utiliza software de simulación para todas las instrucciones x86, puede simular una aplicación de Windows en un Alfa o en estaciones de trabajo Sun. Sin embargo, la desventaja del enfoque de Bochs es el rendimiento de la simulación, ya que para modelar el procesador con precisión debe ejecutar muchas instrucciones por cada instrucción x86 simulada y esto hace que la máquina simulada sea mucho más lenta que la máquina física.

Bochs incluye la emulación de CPU Intel x86, dispositivos comunes de E/S, y un BIOS personalizado. Actualmente puede ser compilado para emular CPUs 386, 486, Pentium / PentiumII / PentiumIII / Pentium4 o x86-64 incluyendo la opción de instrucciones de MMX, SSEx y 3DNow!. Además interpreta todas las instrucciones de puesta en marcha para reiniciar el sistema y tiene modelos de dispositivos para todos los periféricos de PC estándar; teclado, ratón, tarjeta VGA / monitor, discos, chips de reloj, tarjeta de red, etc. Debido a que simula el entorno de la PC completa, el software que se ejecuta en la simulación "cree" que se está ejecutando en una máquina real. Este enfoque le permite ejecutar una amplia variedad de software sin ninguna modificación, incluyendo los sistemas operativos x86 más populares; Windows 95/98/NT/2000/XP y Vista, y todas las versiones de Linux, BSD, entre otras. Otros emuladores comerciales de PC pueden lograr mucho más velocidad de emulación mediante una técnica llamada virtualización, pero no son portables a plataformas que no sean x86, ni de código abierto.

Bochs (<http://bochs.sourceforge.net>) puede ser compilado y utilizado en una variedad de modos, algunos de los cuales todavía están en desarrollo. El "típico" uso es proporcionar emulación completa PC x86, incluyendo el procesador x86, dispositivos de hardware y memoria. Esto permite ejecutar sistemas operativos y software dentro del emulador de la estación de trabajo, algo similar como el tener una máquina en el interior de otra. También puede emular el hardware que necesita el sistema operativo invitado, incluyendo discos duros, unidades de CD y disquetes. Las imágenes de disco o ISO pueden ser "insertadas", mientras el sistema se está ejecutando. Sin embargo, el rendimiento del sistema es muy lento debido a que es sólo emulado y no ofrece todas las características de virtualización de la CPU.

A pesar de estas desventajas, es útil para capturar imágenes de pantalla en la investigación de antiguos programas DOS. El mismo es ampliamente utilizado por **aficionados de desarrollo de sistemas operativos**, ya que ahorra la necesidad de reiniciar el sistema constantemente para **probar el código y además tiene informes de errores y volcado de archivos**; una característica muy importante que otros emuladores pueden carecer.

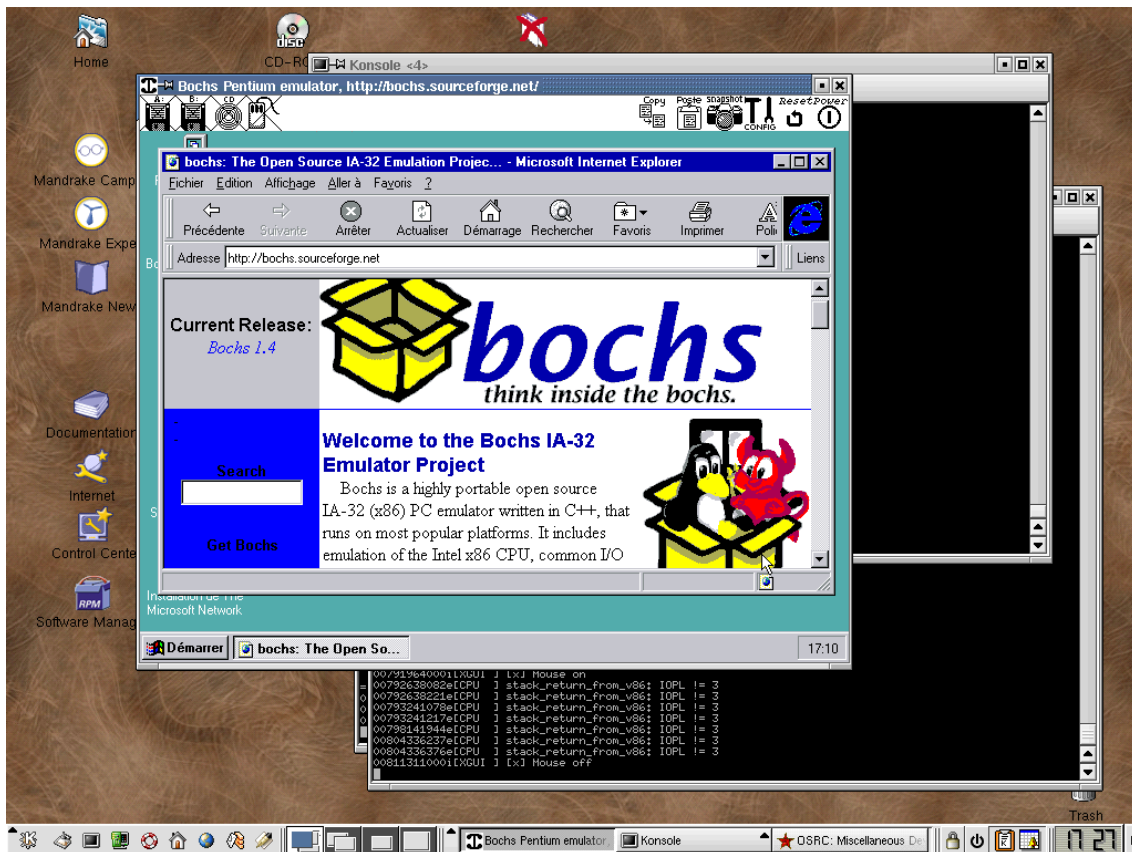


FIGURA 4.18: Ejemplo de Bochs ejecutando Internet Explorer/Win95 en Linux Mandrake.

QEMU

QEMU (http://wiki.qemu.org/Main_Page) es un **emulador y virtualizador de máquina, genérico y de código abierto**. Cuando se lo utiliza como emulador de máquinas, puede ejecutar sistemas operativos y programas creados para una máquina (por ejemplo, una base ARM) en una diferente. Asimismo, consigue un rendimiento muy bueno utilizando traducción dinámica. [87]

Por otro lado, cuando se lo utiliza como virtualizador, alcanza representaciones nativas mediante la ejecución del código huésped directamente en la CPU del host. El mismo soporta virtualización cuando se ejecuta bajo el hipervisor Xen o con el módulo del Kernel KVM en Linux. Al usar KVM, QEMU puede virtualizar servidores x86 y PowerPC embebidos, y el invitado S390

Este emulador fue escrito por Fabrice Bellard⁷⁴ y es software libre, donde varias partes se liberan en diferentes distribuciones de GNU General Public License versión 2. Estas incluyen la "GNU Lesser General Public License" (GNU LGPL)⁷⁵ o las licencias permisivas como la licencia BSD. También existe una opción para

⁷⁴ Conocido programador por ser el fundador de FFmpeg y el responsable del proyecto QEMU. También ha desarrollado diferentes programas, desde gráficos en 3D hasta un pequeño compilador de C, el Tiny C Compiler (alias tcc). Nació en 1972 en Grenoble, Francia. Asistió a la escuela en el Liceo Joffre de Montpellier, donde creó un programa muy conocido, el compresor de ejecutables LZEXE. Después de estudiar en la École Polytechnique, en 1996 se especializó en Télécom Paris. En 1997, descubrió la fórmula más rápida para calcular dígitos sueltos de pi en representación binaria, que es una variante de la fórmula Bailey–Borwein–Plouffe.

⁷⁵ GNU LGPL es una licencia de software creada por la Free Software Foundation. Los contratos de licencia de la mayor parte del software están diseñados para jugar con su libertad de compartir y modificar dicho software. En contraste, la GNU General Public License pretende garantizar su libertad de compartir y modificar el software

utilizar la biblioteca propietaria FMOD cuando se ejecuta en Windows, aunque la misma descalifica el uso de una sola licencia de fuente abierta de software.

QEMU tiene dos modos de funcionamiento:

- **Emulación en modo usuario:** Solo ejecuta programas Linux o Darwin/Mac OS X que fueron compilados para una CPU diferente. Las llamadas al sistema son "thunked"⁷⁶ por desajustes de 32/64 bits. La rápida compilación y depuración cruzada son los principales objetivos.
- **Emulación de Computadora:** Emula un sistema completo de computación, incluidos los periféricos. Se puede utilizar para proporcionar alojamiento virtual de varios equipos virtuales en un único ordenador. Puede iniciar varios S.O. invitados, incluyendo Linux, Solaris, Microsoft Windows, DOS, y BSD y además soporta emulación de varias plataformas de hardware como x86, x86-64, ARM, Alpha, CRIS ETRAX, MIPS, MicroBlaze, PowerPC y SPARC.



FIGURA 4.19: Ejemplo de Windows 2000 funcionando sobre Fedora Core 3.

“libre”, esto es para asegurar que el software es libre para todos sus usuarios. Esta licencia pública general se aplica a la mayoría del software de la FSF (Free Software Foundation) y a cualquier otro programa de software cuyos autores así lo establecen.

⁷⁶ Thunk (o thunk) se refiere a la creación de una máquina virtual DOS (VDM) de 16 bits dentro de una plataforma de operación de 32 bits para que haya compatibilidad para aplicaciones que utilizan código antiguo o llamadas al sistema.

Características de Qemu

- Soporta emulación de IA-32 (x86) PC, AMD64 PC, MIPS R4000, Sun's SPARC sun4m, Sun's SPARC sun4u, ARM development boards (Integrator/CP y Versatile/PB), SH4 SHIX board, PowerPC (PReP y Power Macintosh), y arquitecturas ETRAX CRIS⁷⁷.
- Soporte para otras arquitecturas en host y sistemas.
- Mayor velocidad. Algunas aplicaciones pueden ser ejecutadas a una velocidad cercana al tiempo real.
- Implementa el formato de imagen de disco Copy-On-Write. Se puede declarar una unidad virtual multi-gigabyte, la imagen de disco ocupará solamente el espacio actualmente utilizado.
- Implementa la superposición de imágenes. Se puede mantener una foto del sistema huésped y escribir cambios en un archivo de imagen separado. Si el sistema huésped se colapsa, es sencillo volver a la foto del sistema huésped.
- Soporte para ejecutar binarios de Linux en otras arquitecturas.
- Es posible salvar y restaurar el estado de la máquina (por ejemplo programas en ejecución).
- Emulación de tarjetas de red virtuales.
- Soporte SMP⁷⁸.
- El Sistema Operativo huésped no necesita ser modificado o parcheado.
- Mejoras en el rendimiento cuando se usa el módulo del Kernel KQEMU (no soportado desde la versión 0.12).
- Las utilidades de línea de comandos permiten un control total de QEMU sin tener que ejecutar X11.
- Control remoto de la máquina emulada a través del servidor VNC integrado.

4.12. Máquina virtual

Una máquina virtual, del inglés "Virtual Machine, VM" **es un software que emula a una computadora y puede ejecutar programas como si fuese una computadora real**. Este software en un principio fue definido como "un duplicado eficiente y aislado de una máquina física". La acepción del término actualmente incluye a máquinas virtuales que no tienen ninguna equivalencia directa con ningún hardware real.

Una característica esencial de las máquinas virtuales es que los procesos que ejecutan están limitados por los recursos y abstracciones proporcionados por ellas. Estos procesos no pueden escaparse de esta "computadora virtual".

Tipos de máquinas virtuales

Las máquinas virtuales se pueden clasificar en dos grandes categorías según su funcionalidad y su grado de equivalencia a una verdadera máquina.

⁷⁷ ETRAX CRIS es una serie de microprocesadores diseñados y fabricados por Axis Communications para su uso en sistemas embebidos desde 1993. El nombre es un acrónimo en inglés de las características del chip: "Ethernet, Token Ring, AXis - Code Reduced Instruction Set". El soporte Token ring ha sido eliminado de los últimos modelos por quedar obsoleto.

⁷⁸ Support Symmetric Multiprocessing Systems

- **Máquinas virtuales de sistema (System Virtual Machine)**

Las máquinas virtuales de sistema, también llamadas máquinas virtuales de hardware, permiten a la máquina física subyacente multiplicarse entre varias máquinas virtuales, cada una ejecutando su propio sistema operativo. A la capa de software que permite la virtualización se la llama monitor de máquina virtual o "hipervisor". Un monitor de máquina virtual puede ejecutarse o bien directamente sobre el hardware o bien sobre un sistema operativo ("host operating system").

- Aplicaciones de las máquinas virtuales de sistema

- Varios sistemas operativos diferentes pueden coexistir sobre la misma computadora en un sólido aislamiento el uno del otro, por ejemplo para probar un sistema operativo nuevo sin necesidad de instalarlo directamente.
- La máquina virtual puede proporcionar una arquitectura de instrucciones (ISA) que sea algo distinta de la verdadera máquina. Es decir, permite la posibilidad de simular hardware.
- Varias máquinas virtuales (cada una con su propio sistema operativo llamado sistema operativo "invitado" o "guest"), pueden ser utilizadas para consolidar servidores. Esto permite que servicios que normalmente se tengan que ejecutar en computadoras distintas para evitar interferencias, se puedan ejecutar en la misma máquina de manera completamente aislada y compartiendo los recursos de una única computadora. La consolidación de servidores a menudo contribuye a reducir el costo total de las instalaciones necesarias para mantener los servicios, dado que permiten ahorrar en hardware.
- Excelente opción en la actualidad debido a que las máquinas en la mayoría de los casos están siendo "sub-utilizadas", con una gran capacidad de disco duro, memoria RAM, etc., tienen un promedio de uso de entre 30% a 60% de su capacidad. Al virtualizar, la necesidad de nuevas máquinas en una ya existente permite un ahorro considerable de los costos asociados (energía, mantenimiento, espacio, etc.).

- **Máquinas virtuales de proceso (Process Virtual Machine)**

Una máquina virtual de proceso, a veces llamada "máquina virtual de aplicación", se ejecuta como un proceso normal dentro de un sistema operativo y soporta un solo proceso. La máquina se inicia automáticamente cuando se lanza el proceso que se desea ejecutar y se detiene para cuando éste finaliza. Su objetivo es el de proporcionar un entorno de ejecución independiente de la plataforma de hardware y del sistema operativo, que oculte los detalles de la plataforma subyacente y permita que un programa se ejecute siempre de la misma forma sobre cualquier plataforma.

Otros ejemplos conocidos son la máquina virtual de Java y la del entorno .Net de Microsoft llamada "Common Language Runtime".

4.13. Hipervisor

Un hipervisor, (hypervisor) o monitor de máquina virtual (virtual machine monitor) VMM, es una plataforma que permite aplicar diversas técnicas de control de virtualización para utilizar, al mismo tiempo, diferentes sistemas operativos (sin modificar o modificados dependiendo del tipo de virtualización) en una misma computadora. Es una extensión de un término anterior, “supervisor”, que se aplicaba a Kernels de sistemas operativos.

Los hipervisores fueron originalmente desarrollados a principios de los años 70, cuando para reducir costos, se consolidaban varias computadoras aisladas de diferentes departamentos de la empresa en una sola y más grande - el mainframe- capaz de servir a múltiples sectores. Al correr sistemas operativos de forma paralela, el hipervisor permite una consolidación dando robustez y estabilidad al sistema; aún si un sistema operativo colapsa, los otros continúan trabajando sin interrupción. La primera computadora diseñada específicamente para virtualización fue el mainframe IBM S/360 Modelo 67. Esta característica de virtualización ha sido un estándar de la línea que siguió IBM S/370 y sus sucesoras, incluyendo la serie actual.

La necesidad de consolidar los diferentes servidores de hoy y de una administración simplificada ha hecho renovar el interés en la tecnología de los hipervisores. La inmensa mayoría de los vendedores de sistemas Unix, incluyendo Sun Microsystems, HP, IBM y SGI han estado vendiendo hardware virtualizado desde el año 2000. Estos sistemas son eficientes pero extremadamente costosos.

Uno de los primeros hipervisores de PC fue desarrollado a mediados de los 90 y se llamó Vmware. La arquitectura x86 usada en la mayoría de los sistemas de PC es particularmente difícil de virtualizar. Pero las grandes compañías, como AMD e Intel, están incorporando extensiones que redireccionan las partes ineficientes o deficientes de virtualización de x86, proporcionando un apoyo adicional al hipervisor. Esto permite un código de simple virtualización y un mejor rendimiento para una virtualización completa.

Tipos de hipervisores

Los hipervisores pueden clasificarse en dos tipos:

- **Hipervisor tipo 1:** También denominado nativo, unhosted o de metal crudo (bare metal), es software que se ejecuta directamente sobre el hardware, para ofrecer la funcionalidad descrita. Algunos de los hipervisores tipo 1 más conocidos son VMware ESXi (gratis), VMware ESX (de pago), Xen (libre), Citrix XenServer (gratis), Microsoft Hyper-V Server (gratis).

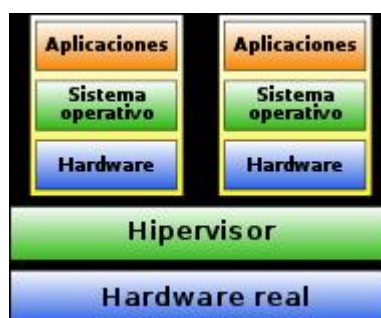


FIGURA 4.20: Hipervisor de Tipo 1.

- **Hipervisor tipo 2:** También denominado hosted, es software que se ejecuta sobre un sistema operativo para ofrecer la funcionalidad descrita. Algunos de los hipervisores tipo 2 más utilizados son Oracle VirtualBox (gratis), VirtualBox OSE (libre), VMware: Workstation (de pago), Server (gratis), Player (gratis), QEMU (libre), Microsoft: Virtual PC, Virtual Server.



FIGURA 4.21: Hipervisor de Tipo 2.

4.14. Infraestructura Virtual

Una infraestructura virtual consiste en la asignación dinámica de recursos físicos en función de las necesidades de la empresa, permitiendo la gestión dinámica de los recursos de proceso, almacenamiento y redes para aplicaciones de negocio.

Una máquina virtual representa los recursos físicos de un único ordenador, mientras que una infraestructura virtual representa los recursos físicos de la totalidad del entorno de IT, agrupando ordenadores x86, su red y almacenamiento asociados, en un pool unificado de recursos de TI. [100]

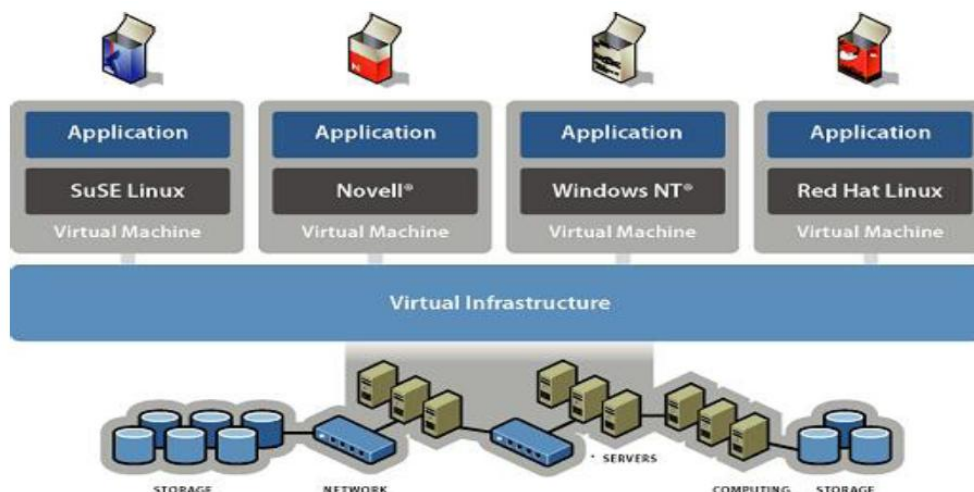


Diagrama de una Infraestructura Virtual

Estructuralmente, una infraestructura virtual consta de los siguientes componentes:

- Hipervisor de un solo nodo para hacer posible la virtualización de todos los ordenadores x86.
- Un conjunto de servicios de infraestructura de sistemas distribuida basada en la virtualización, como gestión de recursos, para optimizar los recursos disponibles entre las máquinas virtuales.
- Soluciones de automatización que proporcionen capacidades especiales para optimizar un proceso de IT concreto, como aprovisionamiento o recuperación ante desastres.

Mediante la separación de la totalidad del entorno de software de su infraestructura de hardware subyacente, la virtualización hace posible la reunión de varios servidores, estructuras de almacenamiento y redes en pools compartidos de recursos que se pueden asignar de forma dinámica, segura y fiable a las aplicaciones según sea necesario. Este enfoque innovador permite a las organizaciones crear una infraestructura informática con altos niveles de utilización, disponibilidad, automatización y flexibilidad utilizando componentes básicos de servidores económicos y estándar del sector.

4.14.1. Ventajas de la Infraestructura Virtual

Las soluciones de infraestructura virtual son ideales para entornos de producción en parte debido a que se ejecutan en servidores y escritorios estándar de la industria y son compatibles con una amplia gama de sistemas operativos y entornos de aplicación, así como de infraestructuras de red y almacenamiento. Se han diseñado las soluciones para que funcionen de manera independiente del hardware y del sistema operativo y poder brindar a los clientes amplias posibilidades de elección de plataforma. Como resultado, son soluciones que proporcionan un punto de integración clave para los proveedores de hardware y gestión de infraestructuras de cara a ofrecer un valor único y aplicable por igual en todos los entornos de aplicación y sistemas operativos.

Las empresas que han adoptado estas soluciones de infraestructura virtual han comunicado excelentes resultados positivos, entre ellos:

- Índices de utilización del 60 al 80% para servidores x86 (frente al 5 a 15% en hardware no virtualizado)
- Capacidad para la provisión de nuevas aplicaciones en cuestión de minutos, en lugar de días o semanas
- 85% de mejora en tiempo de recuperación de paradas imprevistas

4.15. La Virtualización en la Empresa

La virtualización en la empresa tiene una clara aplicación práctica: **la consolidación de servidores** que consiste simplemente en la reducción de los mismos. [66] Existen distintas maneras de consolidar, y una de ellas es la virtualización. Frente a otras vías para la consolidación, la virtualización permite **reducir el número de servidores y optimizar al mismo tiempo su utilización**. Por ejemplo podemos decir, que si antes de consolidar teníamos 100 servidores con una utilización media de CPU del 30%, después de consolidar con virtualización tendremos 50 servidores con una utilización media de CPU del 60%. Si consolidamos sin virtualización, podríamos tener 70 servidores con una utilización media del 40%.

Muchas compañías se encuentran actualmente inmersas en proyectos de consolidación de servidores, pero

¿Por qué consolidar, y no seguir con el modelo de servidores independientes? Existe una tendencia por parte de los empleados del departamento de informática a describir los Data Centers, basándose en los servidores existentes. Mencionarían, por ejemplo, el servidor de base de datos, de correo electrónico, etc. además también comentarían que cada servidor es de un fabricante diferente y que cuenta con sistemas operativos heterogéneos. Por lo tanto, también se necesitaran administradores formados en las diversas tecnologías existentes, y herramientas de gestión específicas, porque lo que vale para monitorizar los servidores con un S.O. no valdrá para los servidores con otro diferente.

Esta morfología se ha originado porque los data centers actuales han ido creciendo basándose en silos aislados, en función de las necesidades del negocio. Si había que montar una nueva base de datos X, se examinaban las distintas comparativas y se compraba el servidor más potente para esa base de datos X, del fabricante y sistema operativos indicados. Si seguidamente había que montar un servicio de atención al cliente, se compraría el servidor mejor para la aplicación de CRM⁷⁹ elegida, muy posiblemente de otro fabricante y otros sistema operativo. Y así sucesivamente.

Después de décadas de un crecimiento de este tipo, los “data centers” han llegado a un punto en que se han vuelto inmanejables, debido al **alto número de servidores**, la **dificultad para coordinar cambios**, las **múltiples consolas** necesarias para visualizar exactamente cómo se está comportando el mismo, etc. Para empeorar más la situación, estos data centers generan altísimos costos. **Cada máquina ocupa un espacio y consume electricidad para su alimentación y refrigeración**. Los productos están licenciados para todo el hardware (CPUs) presente en los servidores, cuando los estudios demuestran que la utilización media de cada servidor está en torno al 30%. Esto quiere decir que se está pagando por un 70% de máquina que no usamos normalmente, con sus costos asociados de licencias, mantenimiento, soporte, etc.

Por último, diversos estudios muestran que aproximadamente el 75% del presupuesto de IT de una compañía se gasta en mantenimiento de la estructura existente, mientras que tan sólo el 25% se dedica a innovación.

Afortunadamente, la virtualización puede ayudar a cambiar, la misma no es una moda, sino la respuesta a una necesidad que tienen los Data Centers actuales. **Permite a las empresas evolucionar desde el data center tradicional, basado “en hierro”, a uno de nueva generación, basado “en software”**, en el que un pool de recursos compartidos se asigna dinámicamente a las aplicaciones que lo necesiten. Este nuevo Data Center permitirá a los administradores centrarse en el servicio y no en la operación, mediante la abstracción del hardware y eliminación la gestión física de dispositivos.

La virtualización puede realizarse a todos los niveles del Data Center: desde los servidores de entrada o de aplicaciones (front-end), a los que contienen las aplicaciones críticas para el negocio o las bases de datos (back-end), pasando por servidores de desarrollo o pruebas. De la gran variedad de soluciones comerciales de virtualización, algunas están más orientadas a virtualizar los servidores de negocio, mientras que otras son más adecuadas para los no críticos.

Por ejemplo, **las soluciones de VMware**, pioneras en virtualización y muy bien valoradas por los usuarios, son más adecuadas para el front-end por diversos motivos. Por mencionar algunos, el hardware sobre el que se ejecutan (arquitectura x86) no es capaz de direccionar tantos datos de una sola vez como otras

⁷⁹ CRM (Customer relationship management), es una estrategia ampliamente implementada para la gestión de las interacciones de una compañía con los usuarios, clientes y potenciales compradores. Se trata de utilizar la tecnología para organizar, automatizar y sincronizar los procesos de negocios; principalmente actividades de ventas, pero también las de marketing, servicio al cliente y soporte técnico.

arquitecturas (porque no es una arquitectura nativa 64 bits). Esto se traduce en un menor rendimiento para cargas de trabajo pesadas. Y este hardware tiene características de fiabilidad y disponibilidad media (RAS – Reliability Availability Serviceability), es decir, se estropea con más frecuencia y su reparación es más complicada que otras arquitecturas.

En el plano de software, las máquinas virtuales VMware no admiten sistemas operativos Unix estables tradicionales de las aplicaciones críticas, como AIX o HP-UX. Por todos estos motivos, VMware no es la solución óptima para virtualizar las aplicaciones críticas, que correrán por ejemplo en HP-UX, necesitarán rendimientos muy buenos y minimizar la paradas debido a averías hardware.

Las soluciones óptimas para virtualizar los servidores críticos son las que se ejecutan en servidores de alta gama, por ejemplo **HP Integrity Virtual Machines**. Esta solución permite crear máquinas virtuales sobre servidores con arquitectura Itanium que proporciona estupendas características de rendimiento (procesador 64 bits puro, con enormes cachés, etc.), fiabilidad y disponibilidad a la altura de los grandes ordenadores o mainframes. En HP Integrity Virtual Machines es posible ejecutar sistemas operativos estables como HP-UX.

Si además se desea ligar totalmente la infraestructura virtual con el negocio, no sólo a nivel de alertas, sino para asegurar que se satisfacen todos los compromisos de la compañía con sus clientes, se pueden utilizar las denominadas herramientas de Automatización. Las **mismas permiten definir una serie de métricas que deben cumplirse siempre en una máquina virtual**, y si la herramienta detecta que se va a incumplir una métrica, reconfigura las máquinas virtuales para que esto no llegue a ocurrir. Esta métrica puede ser una medida de infraestructura (% consumo de CPU, MB de memoria libres) o una métrica de negocio (tiempo de respuesta, duración de un trabajo batch, etc.).

Supongamos una máquina física que alberga varias máquinas virtuales. Si una de estas máquinas virtuales contiene una aplicación cuyo tiempo de respuesta debe estar siempre por debajo de 2 segundos, pero la herramienta de automatización detecta que el tiempo de respuesta es de 1,9 segundos y es muy probable que en breve sobrepase los 2 segundos de máximo, la herramienta reconfigurará la máquina virtual asignándole, por ejemplo, más CPU. Esta CPU la puede obtener “tomándola prestada” de otra máquina virtual que se esté ejecutando en la misma máquina física (que no esté utilizando la CPU que tiene asignada), activando CPUs presentes pero desactivadas de la máquina física o moviendo la máquina virtual a otra máquina física con más CPU libre disponibles, entre otras opciones.

El término **SLA (Service Level Agreement o Acuerdo de Nivel de Servicio)** se emplea mucho en las compañías, para referirse al contrato que tiene esa compañía con otras partes (normalmente clientes) de proporcionar un servicio con determinadas características de calidad. Para cumplir el SLA, la compañía tendrá que vigilar una serie de métricas, que serán las que definirán si se cumple o no el SLA. Estas métricas se conocen con el nombre de **SLOs (Service Level Objectives)**. Podríamos decir que un SLA (contrato) está formado por SLOs (métricas).

Finalmente se puede afirmar que si en la herramienta de Automatización se definen métricas que correspondan con los SLOs, la compañía tendrá su infraestructura virtual totalmente ligada con los SLAs, y por tanto, con el negocio.

4.16. El Camino a la Virtualización

Lo primero que hay que tener en cuenta es que la consolidación total es algo sólo teórico, que no es posible en el mundo real. La consolidación total implicaría reutilizar todo el hardware existente, que no hubiera ningún tipo de traba política, de licenciamiento, ni de aislamiento entre aplicaciones, y lamentablemente esto no es así.

En el otro extremo, si se decide no consolidar, los problemas de dispersión de servidores, tiempos largos de puesta en producción de servicios, etc., no sólo no se solucionarán, sino que se irán agravando y lo más probable es que esa compañía deje de ser competitiva.

En el término medio está la virtualización, y por ese motivo las compañías se están planteando proyectos de consolidación, en los que se reutiliza sólo parte del hardware existente, y que se aplica únicamente a determinados entornos (típicamente los no productivos) o aplicaciones. Este tipo de consolidación ya ofrece beneficios notables en cuanto a ahorro de costos y agilidad.

Una vez que una compañía decide abordar un proyecto de consolidación mediante virtualización, los pasos generales a seguir serían los siguientes:

1. Planificación:

Como en cualquier proyecto, el punto de partida de la consolidación será realizar la planificación que constará de dos etapas: **análisis y diseño**.

El **análisis consiste en realizar un estudio del data center**, que contenga un **inventario de los servidores, aplicaciones y uso de estas últimas**. Esto permitirá identificar las aplicaciones candidatas a ser virtualizadas. En esta etapa se debe recordar que algunas aplicaciones son especialmente sensibles a la sobrecarga que introduce la virtualización o ya contienen algún tipo de virtualización embebida, como Oracle RAC, por lo que no es recomendable virtualizarlas.

El **diseño consiste en seleccionar el hardware adecuado** para usar como máquinas físicas y definir las características de las máquinas virtuales que albergarán las aplicaciones, CPUs virtuales, memoria, etc.

Existen herramientas comerciales que sirven de ayuda en esta fase inicial. En general, se trata de herramientas que recopilan información de la utilización de recursos de las aplicaciones antes de la consolidación (CPU, memoria, disco, red), y empleando esa información, simulan cómo se comportaría la misma en otra plataforma o máquina virtual. Un ejemplo de este tipo de herramientas es HP Capacity Advisor.

2. Migración:

Una vez diseñada la plataforma final, se configuran las máquinas virtuales y se realiza la migración de las aplicaciones. Esta conversión de físico a virtual se conocer con el nombre "Migration Physical to Virtual" o, de manera abreviada, **"P2V"**.

La migración se puede realizar manualmente o ayudado por herramientas que permiten replicar los entornos de máquinas físicas a máquinas virtuales. Un ejemplo puede ser p2vassist, utilidad

proporcionada por la última versión de máquinas virtuales HP Integrity.

3. Gestión:

Una vez que las máquinas virtuales están operativas, es necesario disponer de herramientas que incorporen **procedimientos de monitorización y gestión para las máquinas virtuales**. Existen múltiples soluciones comerciales para ello, entre las más conocidas comercialmente se pueden mencionar HP Virtualization Manager o VMware Virtual Center.

4. Automatización:

Esta última **etapa es opcional**. Sin embargo, ya se ha explicado que es clave si se desea disponer de **una infraestructura virtual dinámica**, que se reorganice sin intervención humana y en tiempo real según las demandas del negocio. La Automatización puede estar embebida la propia tecnología de virtualización, o ser proporcionada por aplicaciones adicionales que permitan que los servidores virtuales respondan a diversas métricas, que pueden ser de negocio.

Por último se debe saber que **la virtualización no es sólo tecnología**. La tecnología que permite la virtualización es sólo la punta del iceberg, una pequeña porción de la foto global. Cuando una compañía decide abordar la virtualización, gran parte del esfuerzo debe dedicarse a los aspectos culturales, humanos y relativos a procesos.

Algunas preguntas relativas a las personas y la cultura que es bueno plantearse antes de lanzarse a la virtualización:

- ¿Cómo va a afectar la virtualización a los empleados involucrados?
- ¿Habrá cambios en sus roles y responsabilidades?
- ¿Se necesitará volver a formarlos, o moverlos a posiciones nuevas?
- ¿Qué clase de cambios culturales serán necesarios para asegurar el éxito?
- ¿Está la compañía preparada para concebir el departamento de IT como un proveedor de servicio, y no como alguien que gestiona los sistemas?

La virtualización supone también un cambio significativo en los procesos de negocio. El movimiento hacia un entorno más centralizado podría requerir que IT también consolidase sus procesos, herramientas y software.

4.17. Seguridad en Virtualización

Hace ya un tiempo, en los orígenes de la virtualización, la gran pregunta acerca de la virtualización en los centros de datos era ¿Cuánto dinero y tiempo se ahorraría implementando la misma? En la actualidad y desde hace solo unos años, la gran pregunta paso a ser ¿Qué tan seguro se está usando virtualización?" Es una pregunta muy difícil de responder. La mayoría de los proveedores y consultores que tratan de vender productos y servicios de seguridad tienen opiniones contradictorias sobre los riesgos y cómo prevenirlos. Al mismo tiempo, algunos investigadores de seguridad exageran los riesgos teóricos tales como la posible aparición de malware dirigido a hipervisores (una amenaza que aún no ha aparecido en el mundo real). [90]

A esto se le debe agregar el hecho de que muchas organizaciones dicen priorizar la velocidad del funcionamiento ante la mayoría de otros factores, incluyendo la planificación de la seguridad. Esto no es sorprendente, si se tiene en cuenta que la mayoría de las empresas comienzan con la virtualización en sus entornos de pruebas y no en sus servidores que ejecutan aplicaciones de negocio críticas.

El problema es que gran parte del debate sobre la seguridad de la virtualización se ha visto mermada, porque la gente suele enmarcar la discusión preguntando si los servidores virtuales son más o menos seguros que los físicos, lo cual es la pregunta incorrecta. La pregunta correcta sería ¿Se está aplicando lo que ya se conoce sobre seguridad en los entornos virtualizados? Ciertamente, la virtualización introduce algunos nuevos problemas de seguridad. Se debe ser pragmático, hay que asegurarse de que se diseñan las redes virtuales, de la misma manera que las físicas.

Por ejemplo, Hoff (analista de la firma Burton Group) señala que una herramienta de gestión de virtualización, como VMware VMotion, que es útil para mover máquinas virtuales cuando se presenta algún inconveniente, también puede permitir que alguien con derechos de administrador combine dos máquinas virtuales que, en el mundo físico, habrían sido cuidadosamente separadas en términos de tráfico de red por razones de seguridad.

Algunas organizaciones de IT están cometiendo un error fundamental al dejar al grupo de servidores de virtualización ejecutar el esfuerzo casi en solitario, dejando al equipo de seguridad, almacenamiento y redes fuera del circuito. Esto puede crear problemas de seguridad que no tienen nada que ver con la debilidad inherente de la tecnología de virtualización o productos. "La virtualización es 90% planificación", dice Wolf. "La planificación debe incluir todo el equipo, incluyendo el departamento de red, seguridad y almacenamiento".

Pero el hecho es que la mayoría de los equipos de IT ya han comenzado con la virtualización rápidamente ahora deben ponerse al día. ¿Qué pasa si se perdieron la oportunidad de planificar y se está pensando en ampliar el número de máquinas virtuales y poner aplicaciones más críticas en las máquinas virtuales? Antes que nada se debe comenzar con una buena auditoría de la infraestructura virtual", utilizando las herramientas o los consultores, dice Wolf. "Entonces, de esta manera se debe trabajar hacia atrás."

4.17.1. Pasos para proteger ambientes virtuales

Con los recientes casos de inseguridad que han tenido relacionados con la administración de máquinas virtuales, (el más reciente ataque realizado desde un McDonald por un empleado despedido de una compañía, el cual dejó paralizado a una organización en poco de tiempo, al eliminar 15 máquinas virtuales [89]), una discusión se ha generado en diferentes ambientes de Internet - Twitter, blog-esfera, etc. - sobre que permisos debe tener un administrador y como las empresas deben protegerse de este tipo de ataques.

A continuación se detallan varios puntos importantes que deben tenerse en cuenta a la hora de proteger un ambiente virtualizado: [88]

- **Seguir las políticas y procedimientos apropiados cuando se despide un empleado.** Se deben deshabilitar cuentas de usuario, acceso VPN y administrativos ante que el empleado sea notificado de su despido o inmediatamente a continuación. Sin embargo, esto puede ser complicado dada la

gran cantidad de mecanismos de autenticación y autorización disponibles dentro de una nube y el medio ambiente virtual. Para esos casos, existen herramientas tales como "Appliance HyTrust⁸⁰" o "SpyLogix" (para VMware) para correlacionar todos los accesos al entorno virtual. Desafortunadamente, no existe un mecanismo de control de acceso obligatorio para cualquier entorno virtual, por lo que tiene que ser impuesta desde el exterior.

- **Realizar auditorías de los controles de autenticación y autorización.** Se debe asegurar que un usuario no tiene permisos a los componentes a los que se le ha negado el acceso. Los usuarios y/o grupos deben ser auditados cada cierto tiempo en las herramientas de gestión. Las más conocidas, vCenter⁸¹, ESX, ESXi o Xen, tienen sus propios mecanismos de autenticación y autorización o hacen uso de herramientas externas tales como Active Directory. Un usuario, independientemente de la herramienta de gestión que se utiliza, debe tener un único conjunto de autenticación y autorización.
- **Restringir el acceso a los controles de gestión a las máquinas** que se usan para acceder a la infraestructura virtualizada. Se deben **configurar e instalar detrás de un firewall todas las herramientas de gestión**, de monitoreo de rendimiento, de copia de seguridad, etc. Lo que afecte directa o indirectamente a las herramientas de gestión de virtualización debe estar dentro de la red de gestión únicamente. El acceso a estos componentes sólo debe permitirse dentro de esta red de gestión y el acceso a la red de administración debe estar limitado a los puestos de trabajo específicos de administrador.
- **Inspeccionar las estaciones de trabajo del administrador para hipervisores que oculten máquinas virtuales detrás de una red NAT.** Esto incluye cualquier hipervisor de tipo 2 que los administradores pueden instalar en sus estaciones de trabajo, las cuales tendrían acceso a la red de gestión de la virtualización. Cualquier hipervisor de tipo 2 puede proporcionar un agujero en la seguridad.
- **Auditar y comprender a los administradores.** Aunque esto puede ser difícil para las organizaciones no gubernamentales, es un paso importante, ya que se está confiando en ellos los datos y con esa confianza viene la capacidad de destruir los mismos. Lo mejor es **entender a los administradores y lo que son capaces de hacer frente a lo que han hecho en el pasado**. Una investigación de su background debería ser necesario si los datos son lo suficientemente sensibles, como así también por todo lo que no se elimina fácilmente.
- **Requerir varios niveles de autenticación.** No solamente el acceso a VPN, sino también a las estaciones de trabajo de administrador y a las máquinas de salto (Jump Host) que tienen conexión con cualquiera de las herramientas de gestión.
- Tener **un mecanismo de copias de seguridad adecuado y confiable**. Es crucial hacer copias de seguridad adecuadas y verificar constantemente las mismas. Existen herramientas en el mercado

⁸⁰ HyTrust Appliance ofrece un sistema centralizado, un solo punto de control para el acceso a la infraestructura virtual, gestión de políticas, configuración de seguridad y cumplimiento. Mediante la combinación de los mismos mecanismos de control del mundo físico en una solución completa para la infraestructura virtual, HyTrust permite a la infraestructura virtual alcanzar el mismo nivel de disponibilidad operacional como el de la infraestructura física

⁸¹ VMware vCenter Server, conocido como VirtualCenter, es la herramienta de gestión centralizada para la suite de aplicaciones de vSphere. Permite la gestión de múltiples servidores ESX y las máquinas virtuales (VM) de diferentes servidores ESX a través de una aplicación de consola única.

que hacen este tipo de acción relativamente más sencillo. Sin copias de seguridad adecuadas y probadas, la recuperación ante desastres sería muy difícil.

- **Controlar y monitorear continuamente el sistema.** Es muy importante tener y emplear **herramientas que chequean el sistema ante cambios de configuración y cambios importantes** cada 5 minutos o menos. Chequear y asegurarse de responder a todo tipo de alertas. Hay cientos de herramientas, pero no todos entienden el entorno virtual
- **Controlar la expansión de las VMs.** [90] Los CIOs importantes entienden el problema de la expansión de VMs claramente: las mismas toman solo unos minutos en crearse y son excelentes para el aislamiento de determinados puestos de trabajo de computación. Sin embargo, cuanto más VM se tengan creadas, más riesgos de seguridad se tendrán. Normalmente las empresas comienzan con virtualización de muy bajo perfil en servidores de prueba y desarrollo, para luego trasladarse a servidores de aplicaciones de bajo perfil. ¿Cómo se controla la proliferación de servidores? La respuesta es muy sencilla, simplemente la creación de servidores y máquinas virtuales debería ser tan disciplinado como la creación de los físicos.

En una empresa muy importante afirman que el equipo de IT es riguroso al momento de permitir nuevas máquinas virtuales: "La gente tiene que pasar por el mismo proceso para obtener un servidor, ya sea física o virtual", dice uno de los administradores de sistemas. Existen herramientas de gestión de VM que ayudan a controlar la expansión de las mismas. **Ignorar la expansión de las VM es un gran problema**, haciendo que los tiempos de administrarlas sea cada vez más largo, lo mismo sucede para mantener el rendimiento y el suministro. Además los costos inesperados de gestión se incrementarán si el número de máquinas virtuales se sale de control.

- **Aplicar los procesos existentes a las máquinas virtuales.** Tal vez el aspecto más atractivo de la virtualización es la velocidad; se pueden **crear máquinas virtuales en cuestión de minutos y moverlas con facilidad**, ofreciendo una potencia de computación para el negocio de un día en lugar de semanas. Sin embargo, se debe pensar claramente antes de comenzar a implementar virtualización, ya que se evitarán problemas de seguridad y ahorrará dolores de cabeza posteriores a la gestión. Se deben tomar medidas como una correcta customización (anglicismo que puede definirse como personalización) del sistema operativo, tener instalado y actualizado el software de protección (como antivirus) y una correcta gestión de parches en cada máquina virtual. En conclusión se deben mantener las VM en sintonía con los mismos procedimientos utilizados en las físicas.
- **Uso de las correctas herramientas de seguridad.** ¿Es necesario un conjunto de nuevas herramientas de gestión y seguridad para el entorno virtualizado? No, partiendo del actual conjunto de herramientas de seguridad que se usan en los servidores físicos en el entorno virtual tiene sentido. Existe una falsa sensación de seguridad en relación con la adopción de las herramientas físicas para el entorno virtual. Sin embargo, no se debe asumir que las herramientas a nivel de la plataforma (como las herramientas de VMware) son suficientes.
- **Comprender el valor de un hipervisor integrado.** La capa del hipervisor en el servidor sirve como base para el alojamiento de máquinas virtuales. Algunos fabricantes de hardware como Dell o HP han lanzado a la venta versiones incrustadas de este hipervisor de VMware en sus servidores físicos. En términos básicos, **un hipervisor integrado es más seguro porque es más pequeño.**

Cuanto mayor sea la base de código, mayor será la oportunidad para violaciones del mismo. Por supuesto la elección del mismo es parte del diseño y análisis de cada empresa y se convierte en la decisión de arquitectura. Un importante empresario de la rama de sistemas confirma que los hipervisores integrados serán una gran tendencia en el futuro. Recientemente empresas líderes en el mercado de software de BIOS han comenzado a desarrollar hipervisores para PCs de escritorio y portátiles que permitirá a los usuarios encender la máquina y el uso de una web básica y cliente de correo electrónico sin tener que esperar al inicio del Sistema Operativo, el hipervisor se integrará en el BIOS de la máquina.

Una de las características que se están esperando con ESX integrado es que todas las imágenes VM pueden estar en SAN, de esta forma cuando se prende un servidor, se puede iniciar desde la imagen.

- **No sobre-assignar derechos a las máquinas virtuales.** Se debe recordar que cuando se le otorga nivel de acceso de administrador a una máquina virtual, se le está permitiendo acceder a todos los datos de la máquina virtual. Se debe pensar críticamente acerca de qué tipo de cuentas y acceso los empleados a cargo de realizar las tareas de copia de seguridad necesitan. Para agravar el problema, algunos fabricantes de terceras partes a veces dan consejos obsoletos en lo que respecta a la seguridad en torno a VM de almacenamiento y cuestiones de seguridad. Incluso algunos vendedores ni siquiera siguen las mejores prácticas de los software de virtualización en lo que se refiere a copias de seguridad
- **Garantizar un buen aislamiento en todos los segmentos de red.** Más allá de que los servidores sean virtuales **no se deben ignorar los riesgos relacionados con la seguridad del tráfico de red.** Algunos de estos riesgos puede pasarse por alto, especialmente si los líderes de IT no pueden integrar al personal de redes y seguridad a la planificación de la virtualización. **Muchas de las organizaciones sólo utilizan el rendimiento como la métrica a consolidar,** ya que cuando se evalúan que aplicaciones se van a ubicar en las máquinas virtuales en una máquina física, los administradores tienden a centrarse primero en el rendimiento de los servidores de aplicaciones, para evitar que las máquinas físicas terminen soportando una carga excesiva y se olvidan, debido a las restricciones de seguridad, en el tráfico de red que no debe localizar estas VM juntas.

Por ejemplo, algunos CIOs no permiten que los servidores virtualizados estén en la DMZ (también conocida como zona desmilitarizada, la subred que alberga los servicios externos a la Internet, como servidores de comercio electrónico, la adición de un intermediario entre la red y la LAN). De esta forma si ya se tienen máquinas virtuales en la DMZ, lo mejor es que estén en segmentos de red físicamente separadas de algunos de los demás sistemas no virtuales.

Además se deben tener mucha atención en los switches, ya que algunos virtuales se comportan como un hub donde todos los puertos se reflejan en los restantes puertos.

- **Monitorear las máquinas virtuales de escritorio y portátiles maliciosas.** Los servidores no son la única preocupación. Se debe tener en cuenta que **la mayor amenaza está en los clientes maliciosos del lado las máquinas virtuales.** ¿Qué es una VM maliciosa? Por ejemplo se debe recordar que los usuarios pueden descargar y utilizar programas gratuitos como VMware Player, que permite a un usuario de PC de escritorio o portátil ejecutar cualquier máquina virtual creada por VMware

Workstation, Server o ESX.

En la actualidad a muchos usuarios les gusta usar máquinas virtuales en un ordenador de escritorio o portátil para separar diferentes tipos de trabajo, o actividades relacionadas con el trabajo y el hogar. Algunas personas utilizan VMware Player para ejecutar múltiples sistemas operativos en la máquina; como usar Linux como sistema operativo base, pero la creación de una máquina virtual para ejecutar aplicaciones de Windows. De esta forma los equipos de IT también pueden utilizar el reproductor de VM para evaluar software virtual. Lo que sucede muchas veces es que estas máquinas virtuales no están ni siquiera en el nivel de parche correcto y sin olvidar que estos sistemas se exponen a la red.

Existe un gran riesgo en este punto. Los equipos que ejecutan máquinas virtuales "con malas intenciones" **pueden propagar virus, o peor aun infectar la red física**. Por ejemplo, sería muy fácil para alguien levantar un servidor DHCP para brindar direcciones IP falsas. Eso es efectivamente un ataque de denegación de servicio y en este caso el Administrador de seguridad va a desperdiciar recursos en tratar de localizar el problema, incluso puede ser un error de un usuario sencillamente.

¿Cómo se puede prevenir de este tipo de máquinas virtuales? A través de controles en torno a **quiénes son los administradores que pueden crear maquinas virtuales** por empezar, además de utilizar **políticas de seguridad de grupo** para impedir la ejecución de ciertos archivos ejecutables, tales como los necesarios para instalar cualquier producto relacionado con la creación y/o modificación de VMs. Otra opción es la **realización de auditorías periódicas** de los discos duros de los usuarios. Otro problema conocido son los usuarios "concedores" de VMs quiere usar máquinas virtuales en el trabajo realizando las mismas tareas que suelen hacer en sus casas.

- **Se debe recordar la seguridad de virtualización a la hora de la planificación del presupuesto.** Se debe ser cuidadoso con los costos de la seguridad, ya que el hecho de una reducción de servidores físicos y la implementación de virtualización, no significa que se debe ahorrar en seguridad, por el contrario se deberá aplicar herramientas de seguridad existentes para cada máquina virtual que se crea. De acuerdo a Gartner, es un error muy común en este momento, aproximadamente el 90 por ciento de los desarrollos de virtualización tienen gastos imprevistos.

Estos pasos son sólo el comienzo, **principalmente se necesita medidas preventivas y proactivas** cuando nos referimos a posturas de seguridad. Como profesionales de la seguridad y los administradores de la virtualización, es necesario asegurar que los controles están en su lugar, en todo momento, mientras que el seguimiento de los cambios por nuestra política de seguridad.

CAPITULO 5 – CONCLUSION

5.1. Conclusión: Virtualización, Cloud Computing y Green IT

Las cada vez más frecuentes fluctuaciones de precios de la energía enfatizan **la necesidad financiera a las organizaciones a comprender y gestionar su consumo de energía** como una parte clave de su estrategia corporativa. Además, **la necesidad de comprender y comunicar sus esfuerzos para disminuir los impactos sociales y ambientales relacionados con sus prácticas y productos**. La respuesta a estos retos supone un cambio en la cultura de las organizaciones de IT impulsada por una cultura de mayor compromiso con el medio ambiente.

El cambio es algo inherente a la cultura empresarial. **Adaptarse a nuevos tiempos y tendencias es clave para sobrevivir en un entorno cada vez más dinámico**. Los departamentos de IT no son ajenos a esto, y lo que hace unos meses era una prioridad no pasa ahora de ser un apunte más en la hoja de tareas. No hace mucho, un responsable de data center tenía en su lista hacerse con servidores de doble núcleo con una gran cantidad de memoria instalada. Potencia, refrigeración y grado de utilización de la CPU son ahora el epicentro de los cambios que se producen en los centros de datos. Los directores de IT miden la calidad de su trabajo por el ratio de uso de CPU, buscan optimizar el rendimiento de cada una de las máquinas para maximizar su capacidad de cálculo y ajustar el gasto energético.

Como se mencionó el término "Green IT" está íntimamente relacionado con el medio ambiente. Fue definido como el estudio y la práctica de diseñar, desarrollar, usar y disponer diferentes tipos de dispositivos, de redes y comunicaciones eficientemente y efectivamente con un impacto mínimo o nulo en el medio ambiente. Si se le suma una infraestructura tal como Cloud Computing la cual proporciona a sus usuarios la posibilidad de utilizar una amplia gama de recursos en redes de computadoras para completar su trabajo a través de Internet o redes más pequeñas se obtienen ventajas y beneficios sumamente importantes tales como integración, calidad de servicio y disponibilidad, automatización, accesibilidad, escalabilidad, rendimiento, reducción de costos, y su principal ventaja relacionada con el uso eficiente de la energía.

Si a este ambiente de Cloud Computing, le sumamos "Virtualización" la cual permite abstraer los recursos de una computadora creando una capa de abstracción entre el hardware de la máquina física y el sistema operativo de la máquina virtual, se estará sumando más seguridad, fiabilidad, disponibilidad, aislamiento, adaptabilidad a las variaciones de carga de trabajo, fácil administración de entornos de prueba, mayor flexibilidad y agilidad, portabilidad y recuperación rápida en caso de fallos.

De esta forma la virtualización permite utilizar una única máquina física para albergar en ella múltiples máquinas virtuales. En el caso de las grandes corporaciones, con amplias granjas de servidores, los **ahorros más visibles se materializan en el menor espacio que ocupan los servidores físicos y en la reducción de la potencia necesaria para mantenerlos operativos y de los costes asociados con el aire acondicionado para asegurar una temperatura óptima de funcionamiento**. A la hora de abordar la adquisición de hardware más moderno, es más interesante invertir en un servidor de mayor tamaño que sustituir máquinas individuales. La cantidad de energía que consume es poca más que un equipo más pequeño, mientras que ofrece un mayor nivel de recursos utilizables.

Con la virtualización **se consigue un uso más eficaz de todos los recursos de IT**. Pero no sólo eso, se **trata también de la opción más ecológica, ya que se emplea un número menor de equipos físicos**, lo que redundará en menos consumo eléctrico, tanto de servidores como de máquinas de refrigeración, y en una reducción de las emisiones de CO2 a la atmósfera. Además, también se reducen los equipamientos de red, los sistemas UPS e incluso el cableado necesario para interconectar todos los equipos. En definitiva, **la virtualización facilita un impacto menor de los negocios en el medioambiente**.

La decisión de virtualizar el parque de servidores no implica necesariamente que la compañía no vaya a adquirir nuevo hardware. Sin embargo, le permite reutilizar los equipos obsoletos como máquinas adicionales para testeos o para albergar réplicas que garanticen la continuidad del negocio. La ecología no se convertirá quizás en el objetivo final de las IT, pero **estrategias como la virtualización dan como resultado ahorros de costos, centros de datos más eficientes y, también, compañías más verdes**.

Si a esto le sumamos que además existen aplicaciones que permiten mover una máquina virtual de un ordenador a otro se lograría un alto ahorro de energía. Por ejemplo, una posible solución sería hacer que los servidores estén apagados la mayor parte del tiempo y de esta forma cuando la carga empieza a ser demasiado alta para los servidores físicos primarios, los servidores secundarios serían encendidos automáticamente con sistemas inteligentes de energía. De esta manera las máquinas virtuales se migrarían a los servidores nuevos disponibles. Una vez que la carga caería de nuevo a la normalidad, las máquinas virtuales se migrarían a los servidores principales y los secundarios se apagarían nuevamente aumentando la vida de los componentes.

Hay dos conceptos importantes a los cuales se enfrentan los directores de IT, **en primer lugar la noción de ser un buen ciudadano y cuidar el medio ambiente y la segunda razón es la realidad de la cartera**, el principal motor de la empresa. Más allá de las presiones para ser un buen ciudadano y cuidar el medio ambiente, los administradores también miran su factura de electricidad.

Por ejemplo una de las empresas líderes en virtualización tiene una "calculadora verde" en la cual les da a los administradores una idea del impacto ambiental y el ahorro potencial que se puede lograr, al optar por la ruta de virtualización de los servidores.

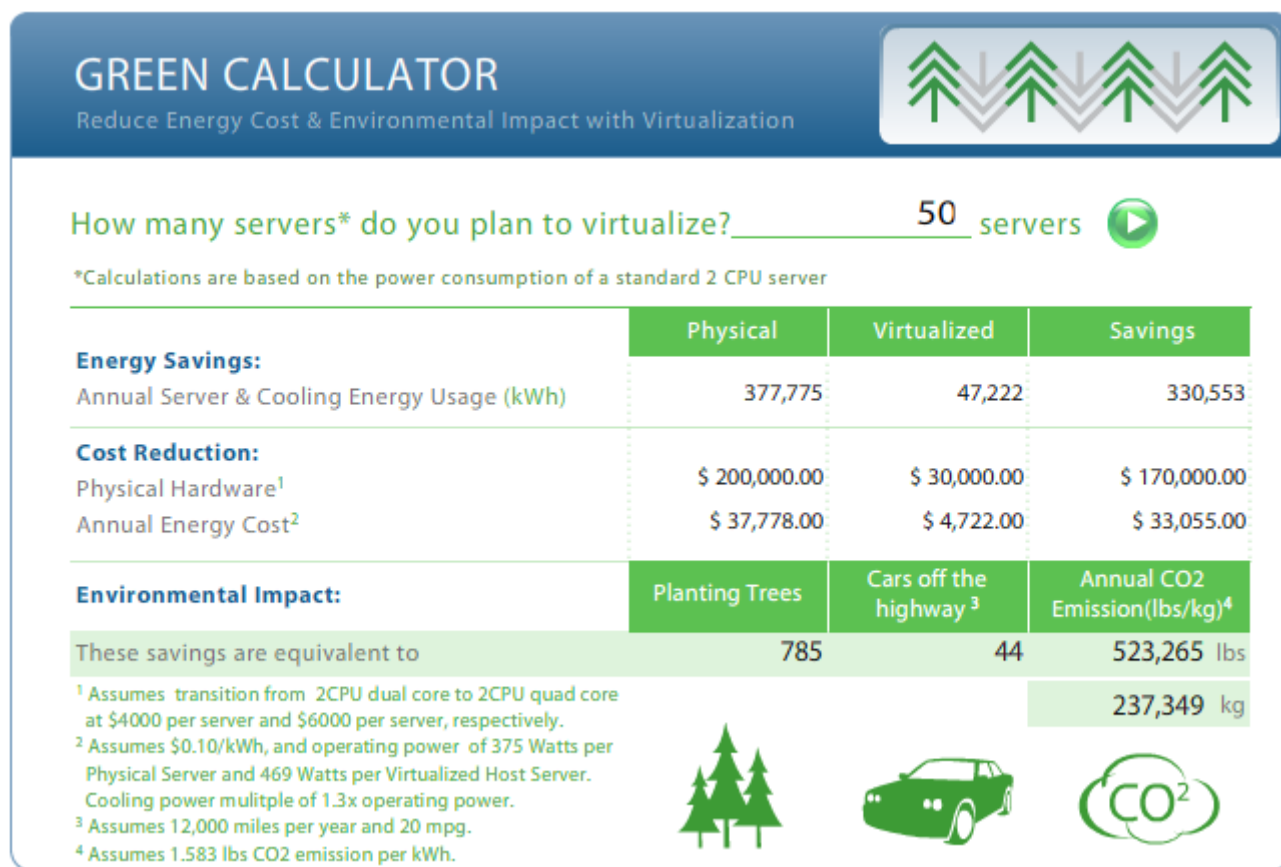


FIGURA 5.1: Calculadora Verde (VMware) - <http://www.vmware.com/solutions/green/calculator.html>

Dependiendo de cuántos servidores deseen ser virtualizados, la calculadora ofrece una evaluación ambiental de un movimiento de virtualización, incluyendo el equivalente a la cantidad de autos que tomarían la autopista, los árboles plantados, y hasta el equivalente a las emisiones de CO2 anuales.

Afortunadamente la realidad y los números muestran que la gente está comprando virtualización. Ahora los clientes van más allá de la primera etapa de virtualización, que fue la “consolidación de servidores”; actualmente los clientes están adoptando cada vez más la virtualización para la recuperación ante desastres y la continuidad del negocio. A esto se le suma que también hay una creciente demanda de virtualización de escritorio

Finalmente, a modo de estadística, quedo demostrado de acuerdo a un estudio realizado por una importante empresa de virtualización [91], **por cada servidor virtualizado, los clientes pueden ahorrar unos 7.000 kilovatios por hora, o cuatro toneladas de emisiones de CO2 cada año.** Según dicha empresa, hasta la fecha, aproximadamente seis millones de computadoras de escritorio y servidores han sido virtualizados utilizando el software de virtualización logrando ahorrar aproximadamente 36,9 mil millones horas de kilovatios de electricidad cada año, lo cual es más de la electricidad utilizada para calefacción y refrigeración en todo el país de Dinamarca.

CAPITULO 6 – SECCIÓN PRACTICA

6.1. Introducción

La sección práctica consiste de una serie de pruebas realizadas en diferentes maquinas físicas con el fin de demostrar los recursos que se pueden ahorrar al usar virtualización en el contexto elegido. Para realizar las mismas, se eligieron dos de los productos de virtualización más conocidos y usados en el mercado actual; VirtualBox v4.1.6 y VMware Workstation 8.0.0, ambos de fácil instalación y configuración.

Nota: Se aclara que los resultados y conclusiones obtenidas corresponden al ámbito de prueba y debe tomarse como experiencia no definitoria de una tendencia.

Para realizar las pruebas se eligieron las siguientes computadoras:

- **Maquina 1:**

- Tipo de maquina: PC de Escritorio
- Procesador: AMD Phenom (tm) II X2 555 Processor 3.2 GHz
- Memoria RAM: 4 GB
- Sistema Operativo: Windows 7 Ultimate 32-bits
- Disco Rígido: ATA Device (465 GB, IDE)

- **Maquina 2:**

- Tipo de maquina: Notebook
- Procesador: AMD Turion 64 X2 TL 60 2.00 GHz (notebook)
- Memoria RAM: 3 GB
- Sistema Operativo: Windows 7 Ultimate
- Disco Rígido: ATA Device (250 GB, 5400 rpm)

En ambas PCs se instalaron los productos de virtualización y se crearon las máquinas virtuales con Red Hat Enterprise 5.3 y Ubuntu 11.10. Se debe tener en cuenta que al momento de iniciar las aplicaciones de virtualización para crear y/o administrar las máquinas virtuales, parte de los recursos físicos de la maquina son asignados a estas aplicaciones. Por ejemplo en mi entorno de prueba, en la maquina 1, VirtualBox comienza usando 13 Mb de RAM aproximadamente mientras que VMware 20 MB, más el uso de diferentes recursos, ya que ambas aplicaciones inician sus propios servicios que se ejecutan en background.

6.1.1. Pruebas realizadas

Se realizaron dos tipos de pruebas:

Medición de tiempo de ejecución: La pruebas consiste en medir los tiempos de lectura y escritura de las máquinas virtuales. Para medir la escritura se crearon archivos de diferentes tamaños y para la lectura se leyeron los archivos previamente creados. Tanto la escritura como la lectura se ejecutaron junto con el comando "time" de Unix [105] para medir los tiempos exactos. Cada prueba se realizó 3 veces y se obtuvo la media de ellas. A continuación los comandos que se ejecutaron:

Crear archivos: # time dd if=/dev/zero of=testfile bs=10485760 count=1

Leer archivos: # time cat file_name

Medición de Watts consumidos: Para medir los Watts consumidos se procedió a la instalación de Joulemeter (Microsoft) [104], software que estima el consumo de electricidad de una computadora. El mismo analiza diferentes recursos, tales como utilización de CPU, brillo del monitor, etc.

Prueba 1: Red Hat 5.3 en Maquina 1

En ambas aplicaciones de virtualización, Red Hat 5.3 usa aproximadamente 200 MB de RAM en el nivel de ejecución 3. Se aclara que todas las maquinas virtuales con Red Hat 5.3 fueron inicializadas en el nivel de ejecución 3 (run level 3), no iniciando de esta manera la interfaz grafica (conocida como GUI), la cual normalmente no interesa ser usada en servidores.

```
[root@localhost ~]# free -m
              total        used         free       shared    buffers     cached
Mem:           503          199          303           0           13          148
-/+ buffers/cache:          37          465
Swap:          1023           0          1023
[root@localhost ~]#
```

FIGURA 6.1: Estado de la memoria en Red Hat 5.3 en maquina virtual con 512MB en VMware

A continuación se pueden ver los resultados obtenidos después de realizar las pruebas de escritura y lectura en las maquinas virtuales creadas con 512 MB y 1 GB de RAM respectivamente.

Maquina Virtual en VMware - OS: Red Hat 5.3 - Memoria RAM: 512 MB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 256 MB	2,882	1,517	1,031	1,810
Write 512 MB	2,049	1,971	1,691	1,904
Write 1024 MB	3,492	3,597	3,616	3,568
Write 1536 MB	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Write 2048 Mb	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Read 256 MB	20,015	19,998	19,931	19,981
Read 512 MB	42,508	42,894	42,146	42,516
read 1024 MB	84,011	84,065	83,702	83,926

Maquina Virtual en VirtualBox - OS: Red Hat 5.3 - Memoria RAM: 512 MB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 256 MB	1,75	1,632	1,632	1,671
Write 512 MB	2,721	3,289	3,584	3,198
Write 1024 MB	6,311	7,012	6,048	6,457
Write 1536 MB	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Write 2048 Mb	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Read 256 MB	30,537	30,556	30,702	30,598
Read 512 MB	65,871	65,273	65	65,381
read 1024 MB	128,622	128,284	127,382	128,096

Maquina Virtual en VMware - OS: Red Hat 5.3 - Memoria RAM: 1 GB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 256 MB	0,512	0,616	1,135	0,754
Write 512 MB	1,542	1,843	1,639	1,675
Write 1024 MB	3,522	3,577	3,713	3,604
Write 1536 MB	6,322	8,208	5,675	6,735
Write 2048 Mb	9,781	10,583	8,379	9,581
Read 256 MB	3,808	3,787	3,88	3,825
Read 512 MB	7,522	7,646	7,655	7,608
read 1024 MB	29,121	31,516	26,602	29,080

Maquina Virtual en VirtualBox - OS: Red Hat 5.3 - Memoria RAM: 1 GB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 256 MB	0,655	0,963	0,61	0,743
Write 512 MB	1,871	1,671	2,07	1,871
Write 1024 MB	6,133	6,774	6,109	6,339
Write 1536 MB	14,563	11,016	14,527	13,369
Write 2048 Mb	20,519	15,203	19,525	18,416
Read 256 MB	19,15	20,164	19,278	19,531
Read 512 MB	38,184	37,153	37,96	37,766
read 1024 MB	82,92	81,965	82,357	82,414

La comparación de ambas pruebas se ve reflejada en la siguiente tabla y en los dos gráficos siguientes.

Comando a ejecutar	VMware 512 Mb	VirtualBox 512 Mb	VMware 1 Gb	VirtualBox 1 Gb
Write 256 MB	1,810	1,671	0,754	0,743
Write 512 MB	1,904	3,198	1,675	1,871
Write 1024 MB	3,568	6,457	3,604	6,339
Write 1536 MB			6,735	13,369
Write 2048 MB			9,581	18,416
Read 256 MB	19,981	30,598	3,825	19,531
Read 512 MB	42,516	65,381	7,608	37,766
Read 1024 MB	83,926	128,096	29,080	82,414

De los resultados obtenidos, se puede observar que los tiempos de ejecución para la lectura y escritura son inferiores en VMware, resultando ser más eficiente que VirtualBox, donde esta diferencia se amplía a medida que los archivos a procesar aumentan de tamaño. Por ejemplo, en la creación de archivos de 2Gb, la diferencia es de 9 segundos.

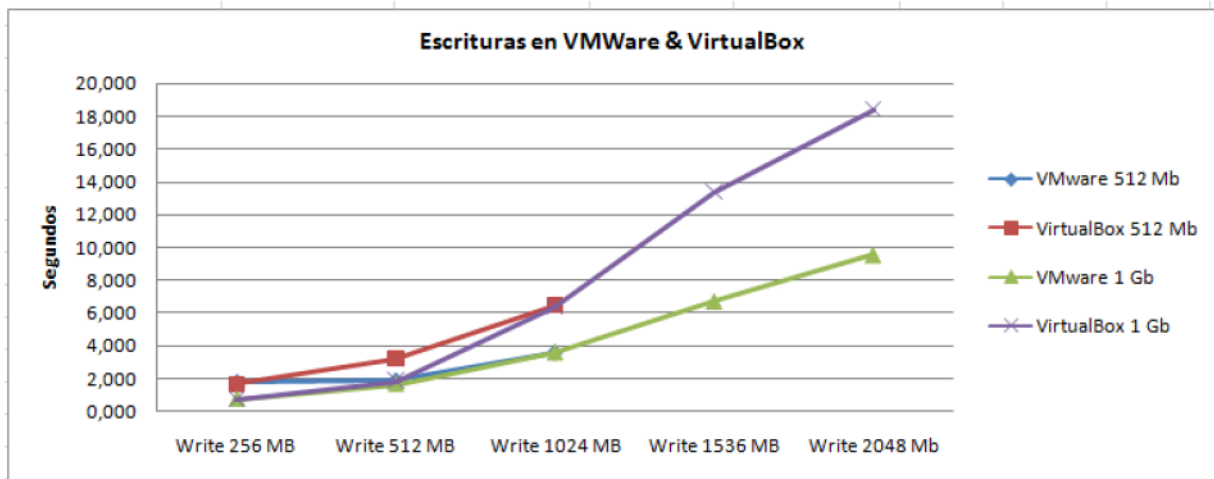


GRAFICO 6.1: Comparación de escrituras en VMware y VirtualBox con Red Hat 5.3 en Maquina 1.

Con respecto a las pruebas de escritura, las mismas fallaron al intentar crear archivos de 1.5 y 2 GB en las maquinas configuradas con 512 MB de RAM, informando con el error “Memory Exhausted”, debido justamente a la poca cantidad de memoria RAM asignada a las mismas.

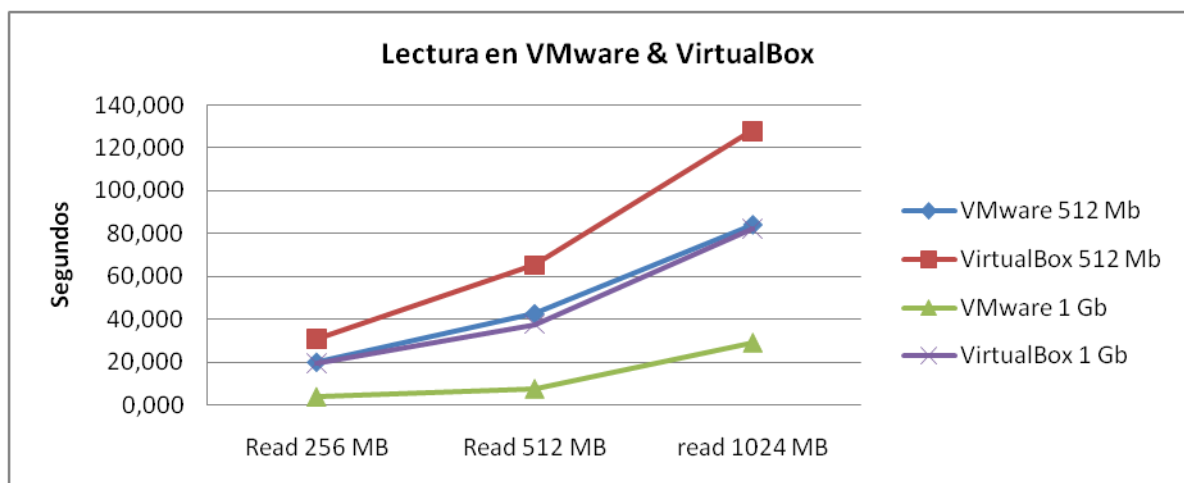


GRAFICO 6.2: Comparación de lecturas en VMware y VirtualBox con Red Hat 5.3 en Maquina 1.

Con respecto a las lecturas, las mismas muestran nuevamente una diferencia a favor de las maquinas de 1 GB y principalmente en las maquinas virtuales creadas con VMware.

Prueba 2: Ubuntu en Maquina 1

En este caso, se procedió a virtualizar Ubuntu 11.10 y realizar pruebas similares de escritura y lectura en el entorno gráfico, que es el que normalmente un usuario de Linux usaría. El tamaño de los archivos comienza en 128Mb para esta prueba. Se debe aclarar que este Sistema Operativo con el entorno grafico ejecutándose necesita más recursos que Red Hat 5.3 (sin GUI). Los requerimientos recomendables son un procesador de 1 GHZ y 1 GB de memoria RAM.

Estos son los resultados obtenidos después de realizar las pruebas de escritura y lectura en las maquinas virtuales creadas con 512 MB y 1GB de RAM respectivamente.

Maquina Virtual en VMware - OS: Ubuntu 11.10 - Memoria RAM: 512 MB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 128 MB	0,752	0,791	0,698	0,747
Write 256 MB	2,907	1,712	1,845	2,155
Write 512 MB	105,285	95,634	99,213	100,044
Write 1024 MB	Out of Memory	Out of Memory	Out of Memory	
Read 128 MB	88,235	89,321	89,591	89,049
Read 256 MB	177,015	176,318	175,097	176,143
Read 512 MB	350,582	351,082	348,16	349,941
read 1024 MB				

Maquina Virtual en VirtualBox - OS: Ubuntu 11.10 - Memoria RAM: 512 MB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 128 MB	2,789	2,287	2,107	2,394
Write 256 MB	12,766	11,168	10,914	11,616
Write 512 MB	60,752	69,032	65,321	65,035
Write 1024 MB	Out of Memory	Out of Memory	Out of Memory	
Read 128 MB	88,981	88,712	89,091	88,928
Read 256 MB	87,122	99,426	126,192	104,247
Read 512 MB	379,752	374,821	375,318	376,630
read 1024 MB				

Maquina Virtual en VMware - OS: Ubuntu 11.10 - Memoria RAM: 1 GB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 128 MB	1,037	0,636	0,529	0,734
Write 256 MB	1,714	1,135	1,063	1,304
Write 512 MB	4,248	2,29	3,313	3,284
Write 1024 MB	75,752	83,838	77,907	79,166
Read 128 MB	90,192	90,241	90,643	90,359
Read 256 MB	174,058	174,625	174,021	174,235
Read 512 MB	347,082	346,19	348,023	347,098
read 1024 MB	701,745	700,397	702,931	701,691

Maquina Virtual en VirtualBox - OS: Ubuntu 11.10 - Memoria RAM: 1 GB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 128 MB	2,143	2,133	2,087	2,121
Write 256 MB	5,427	4,869	4,908	5,068
Write 512 MB	15,643	15,152	15,15	15,315
Write 1024 MB	162,831	211,953	169,081	181,288
Read 128 MB	88,736	88,438	88,912	88,695
Read 256 MB	176,611	176,552	177,327	176,830
Read 512 MB	351,891	350,397	352,972	351,753
read 1024 MB	699,081	709,078	707,633	705,264

La comparación de ambas pruebas se ve reflejada en la siguiente tabla y en los dos gráficos siguientes.

Comparación entre VMWare & VirtualBox con Ubuntu 11.10				
Comando a Ejecutar	VMware 512 Mb	VirtualBox 512 Mb	VMware 1 Gb	VirtualBox 1 Gb
Write 128 MB	0,747	2,394	0,734	2,121
Write 256 MB	2,155	11,616	1,304	5,068
Write 512 MB	100,044	65,035	3,284	15,315
Write 1024 MB			79,166	181,288
Read 128 MB	89,049	88,928	90,359	88,695
Read 256 MB	176,143	104,247	174,235	176,830
Read 512 MB	349,941	376,630	347,098	351,753
read 1024 MB			701,691	705,264

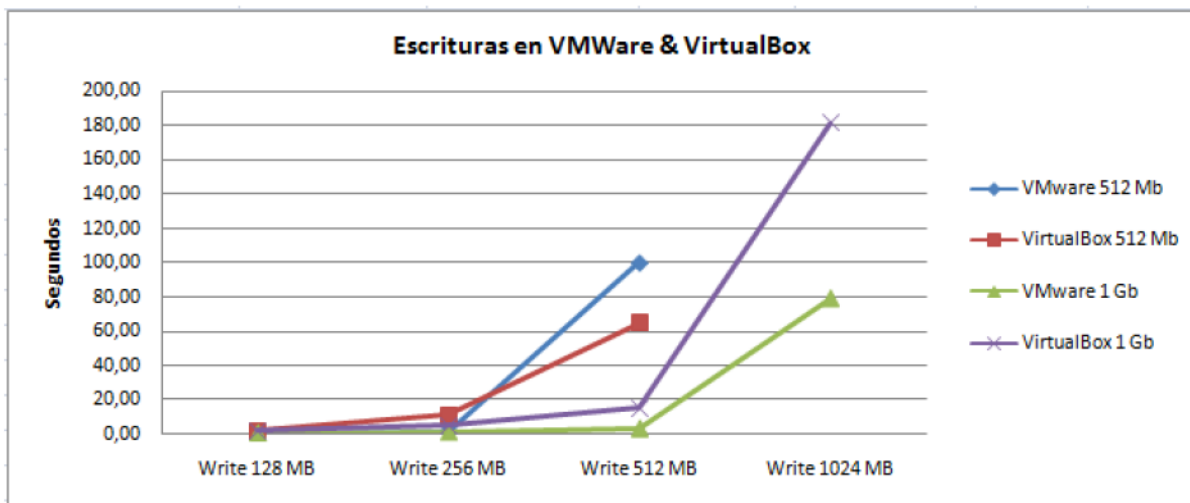


GRAFICO 6.3: Comparación de escrituras en VMWare y VirtualBox con Ubuntu 11.10 en Maquina 1.

Nuevamente se presenta un escenario similar al anterior. Las pruebas de escritura demuestran que los tiempos en VMWare en general son inferiores (mejores) y la diferencia se amplía a medida que los archivos a procesar aumentan de tamaño. Nuevamente las maquinas configuradas con 512 MB de RAM dieron errores al momento de crear archivos de 1GB o más.

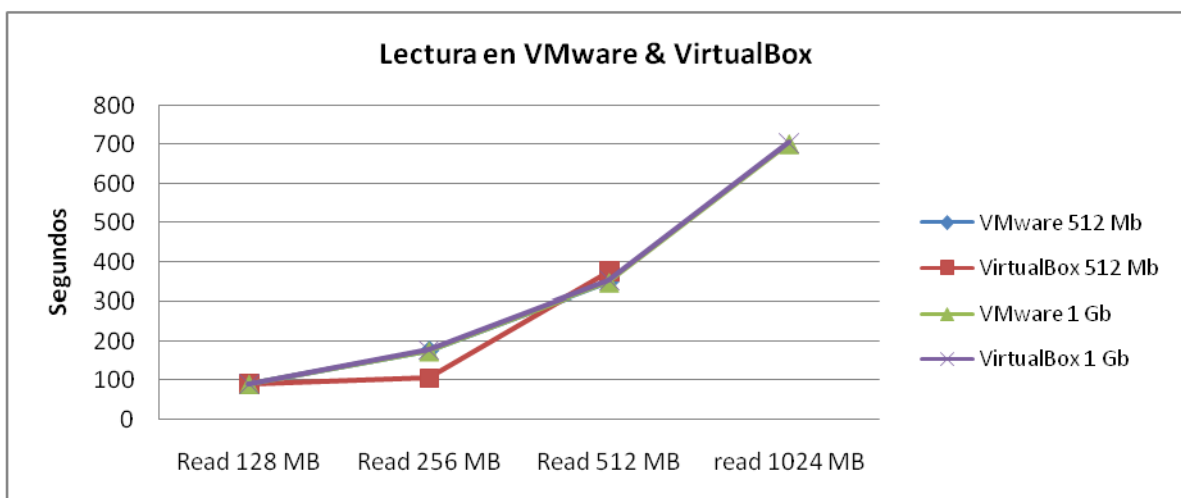


GRAFICO 6.4: Comparación de lecturas en VMWare y VirtualBox con Ubuntu 11.10 en Maquina 1.

En las pruebas de lectura, todos los casos proyectaron resultados muy similares y no hubo grandes diferencias entre las maquinas de 512MB y 1GB de RAM.

Con respecto a la maquina 1 (host físico), la performance de la misma no se vio ampliamente afectada mientras las maquinas virtuales estaban ejecutándose, con la excepción de la memoria física, donde la porción con la que la maquina virtual había sido creada, era asignada a la misma.

Para medir la electricidad consumida, se instaló la aplicación Joulemeter y se la configuró en modo Desktop (para la maquina 1). Se debe tener en cuenta que no se modificaron los parámetros por defecto para este modo, ya que probablemente los mismos sean inferiores a los actuales (dependen principalmente del procesador y de la placa base (motherboard) de la PC). De todas formas, las pruebas no son afectadas ya que lo que se trata de demostrar es como el consumo de energía varía con las maquinas virtuales ejecutándose.

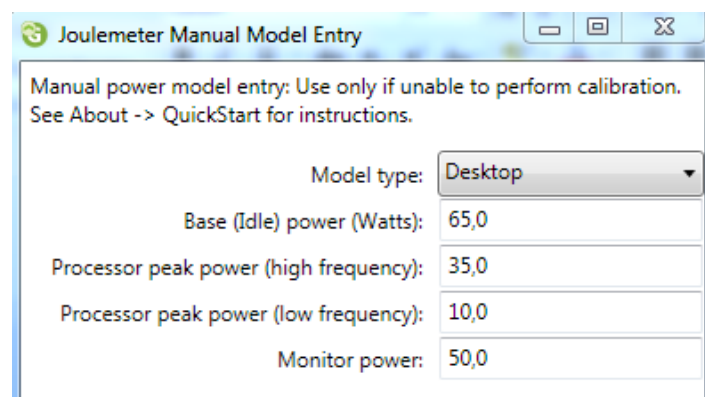


Figura 6.2: Configuración de Joulemeter para una Desktop.

Las mediciones que se tomaron en la maquina 1, mostraron que la misma consumía un promedio de 117 Watts antes de ejecutar las aplicaciones de virtualización.

Al momento de iniciar la maquina virtual con Ubuntu 11.10 con 1GB (la flecha vertical celeste indica el momento preciso), el procesador comenzó a ser mas utilizado, consumiendo aproximadamente un 6% más de Watts, para mas tarde volver a estabilizarse cerca del mismo valor. En color naranja, también se puede ver el consumo del proceso de WMware, que en promedio fue 4,39 Watts. El consumo del monitor no se vio afectado, y el disco pasó de consumir un promedio de 0,15 Watts a un poco más de 1 Watts.

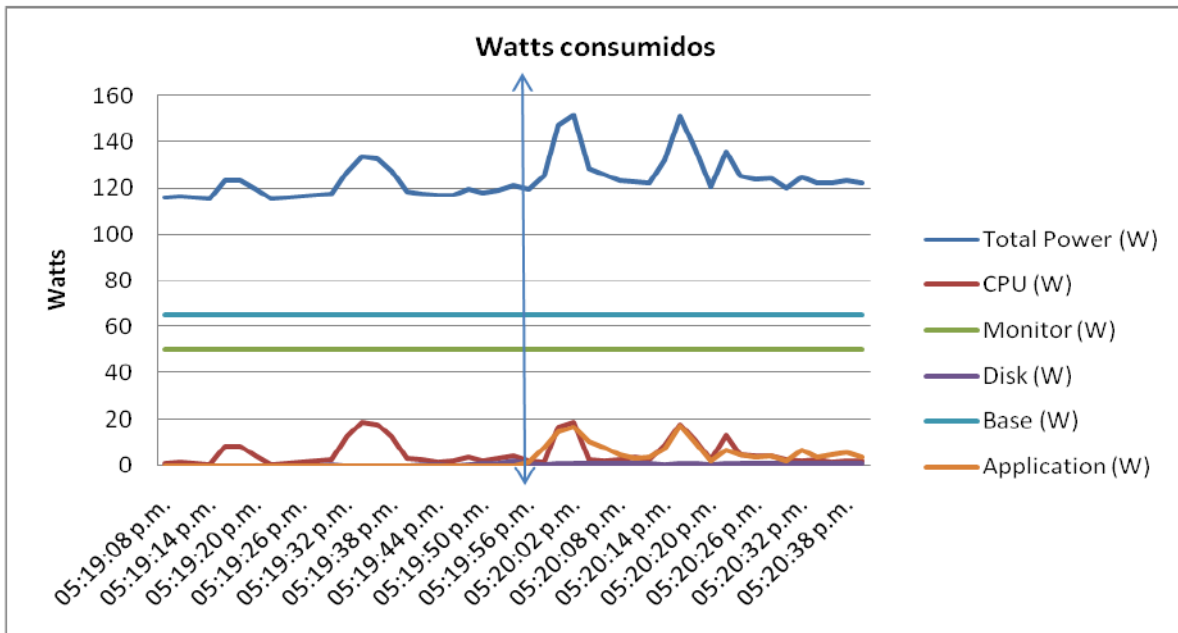


GRAFICO 6.5: Watts consumidos por maquina 1 antes y después de iniciar la maquina virtual

En una segunda prueba, se iniciaron 2 maquinas virtuales en simultaneo, una con Red Hat 5.3 con 512 MB y otra con Ubuntu 11.10 con 1 GB de RAM. Se volvieron a medir los Watts consumidos por la PC física y fueron muy similares a la primera prueba cuando solo 1 maquina virtual estaba ejecutándose. El procesador tuvo un aumento del uso principalmente cuando la maquina virtual se inicia, para luego establecerse con valores similares a una PC sin maquinas virtuales. En la figura 6.2, se ve el uso del procesador y como la memoria RAM de la maquina física es tomada por ambas maquinas virtuales, para luego liberarla en el momento en que son apagadas.

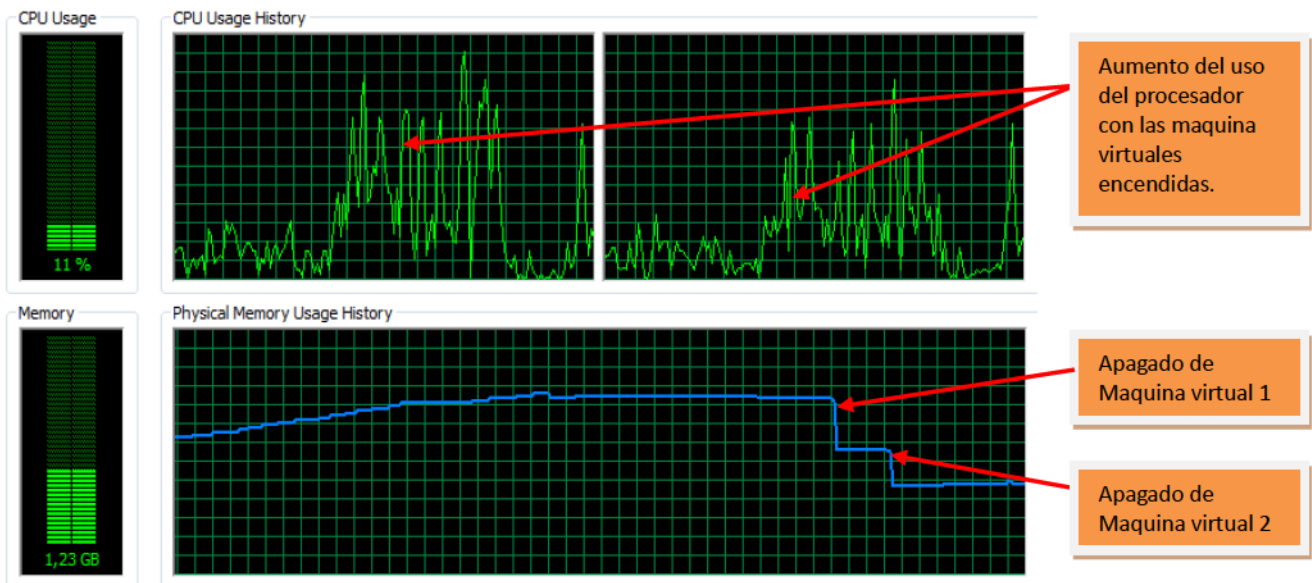


FIGURA 6.3: Recursos de Procesador y Memoria RAM de Maquina 1 con 2 maquinas virtuales ejecutándose.

Prueba 3: Red Hat 5.3 en Maquina 2

Nuevamente en la maquina 2, se procedió a la instalación de ambas aplicaciones de virtualización y se crearon maquinas virtuales con Red Hat 5.3 con diferentes configuraciones de memoria RAM. A continuación se pueden ver los resultados obtenidos después de realizar las pruebas de escritura y lectura

en maquinas virtuales creadas con 512 MB y 1GB de RAM respectivamente.

Maquina Virtual en VMware - OS: Red Hat 5.3 - Memoria RAM: 512 MB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 256 MB	2,912	2,012	2,93	2,618
Write 512 MB	3,451	3,82	3,019	3,430
Write 1024 MB	4,81	4,093	4,736	4,546
Write 1536 MB	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Write 2048 Mb	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Read 256 MB	10,912	10,923	11,011	10,949
Read 512 MB	42,254	42,622	43,074	42,650
read 1024 MB	86,024	87,902	86,945	86,957

Maquina Virtual en VirtualBox - OS: Red Hat 5.3 - Memoria RAM: 512 MB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 256 MB	3,94	3,847	3,8	3,862
Write 512 MB	7,607	8,532	8,291	8,143
Write 1024 MB	15,455	18,821	16,36	16,879
Write 1536 MB	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Write 2048 Mb	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Read 256 MB	45,421	44,819	43,097	44,446
Read 512 MB	95,344	96,082	94,298	95,241
read 1024 MB	192,318	191,192	193,095	192,202

Maquina Virtual en VMware - OS: Red Hat 5.3 - Memoria RAM: 1 GB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 256 MB	1,092	1,243	1,529	1,288
Write 512 MB	2,029	2,754	2,095	2,293
Write 1024 MB	3,982	4,016	4,623	4,207
Write 1536 MB	7,092	7,276	8,012	7,460
Write 2048 Mb	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Read 256 MB	6,723	6,812	7,021	6,852
Read 512 MB	9,092	10,085	10,612	9,930
read 1024 MB	40,492	42,923	42,670	42,028

Maquina Virtual en VirtualBox - OS: Red Hat 5.3 - Memoria RAM: 1 GB				
Comando a ejecutar	Round 1 (seg)	Round 2 (seg)	Round 3 (seg)	Promedio (seg)
Write 256 MB	2,955	3,1	2,4	2,818
Write 512 MB	6,509	6,296	6,218	6,341
Write 1024 MB	13,692	15,513	13,856	14,354
Write 1536 MB	20,809	23,804	21,846	22,153
Write 2048 Mb	Memory Exhausted	Memory Exhausted	Memory Exhausted	
Read 256 MB	45,614	44,318	44,825	44,919
Read 512 MB	91,945	90,976	91,934	91,618
read 1024 MB	192,29	190,982	190,923	191,398

Finalmente, la comparación entre ambas maquinas virtuales:

Comparación VMWare & VirtualBox - Red Hat 5.3				
Comando a ejecutar	VMware 512 Mb	VirtualBox 512 Mb	VMware 1 Gb	VirtualBox 1 Gb
Write 256 MB	2,618	3,862	1,288	2,818
Write 512 MB	3,430	8,143	2,293	6,341
Write 1024 MB	4,546	16,879	4,207	14,354
Write 1536 MB			7,460	22,153
Write 2048 Mb				
Read 256 MB	10,949	44,446	6,852	44,919
Read 512 MB	42,650	95,241	9,930	91,618
read 1024 MB	86,957	192,202	42,028	191,398

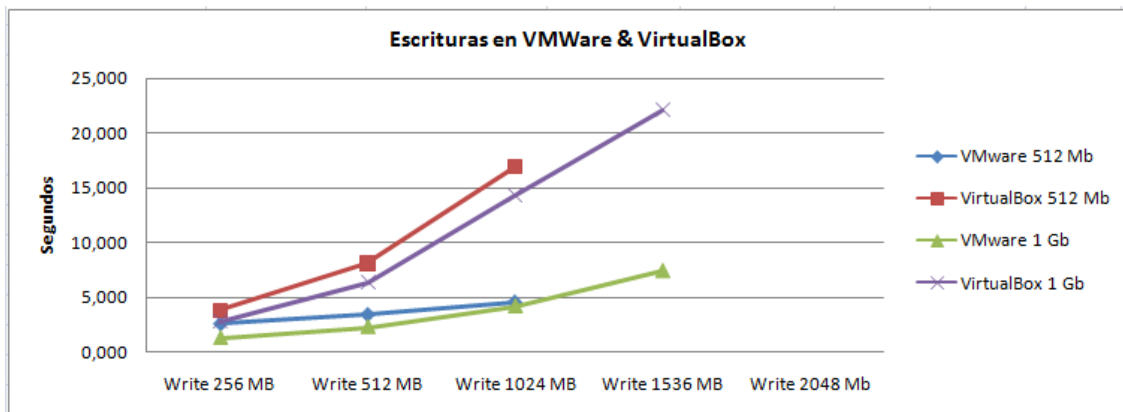


GRAFICO 6.6: Comparación de escrituras en VMWare y VirtualBox con Red Hat 5.3 en Maquina 2.

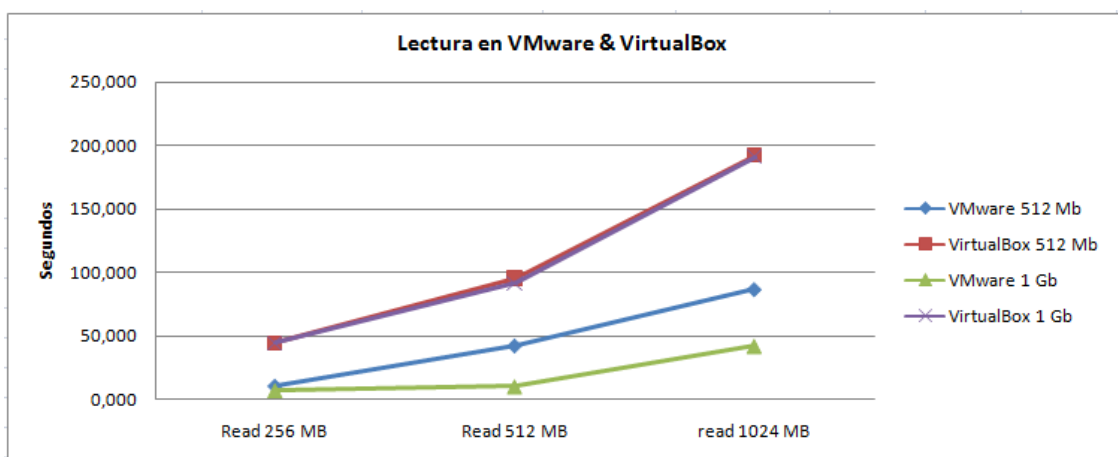


GRAFICO 6.7: Comparación de lecturas en VMWare y VirtualBox con Red Hat 5.3 en Maquina 2

En la maquina 2, los resultados mostraron la misma tendencia que en la maquina 1. Tanto en las pruebas de escritura y lectura, VMWare arrojó tiempos mas bajos.

En las pruebas de escritura, nuevamente las maquinas virtuales en VMWare fueron mas rapidas, y lo mismo sucedió para las configuradas con 1GB de RAM en relación con las de 512 MB creadas con el mismo producto de virtualización. Las pruebas para crear archivos de 1.5 GB fallaron en las maquinas virtuales

configuradas con 512 MB de RAM y archivos de 2 GB en las maquinas virtuales configuradas con 1GB de RAM. El error fue nuevamente "Memory Exhausted".

En las pruebas de lectura la diferencias entre las maquinas de 512MB y 1 GB fueron mucho mas infimas, notandose principalmente en las maquinas creadas con VMware ya que las pruebas realizadas con VirtualBox no mostraron diferencia de velocidad entre maquinas de 512MB y 1GB.

Con respecto a la energía consumida se uso nuevamente Joulemeter, pero esta vez configurado en modo "Notebook" (gasto reducido de energía). En el grafico se puede apreciar que el consumo es de aproximadamente 22 Watts antes de iniciar la maquina virtual. En este punto se debe recordar la diferencia con la maquina 1, donde el consumo de energía fue de 115 Watts promedio.

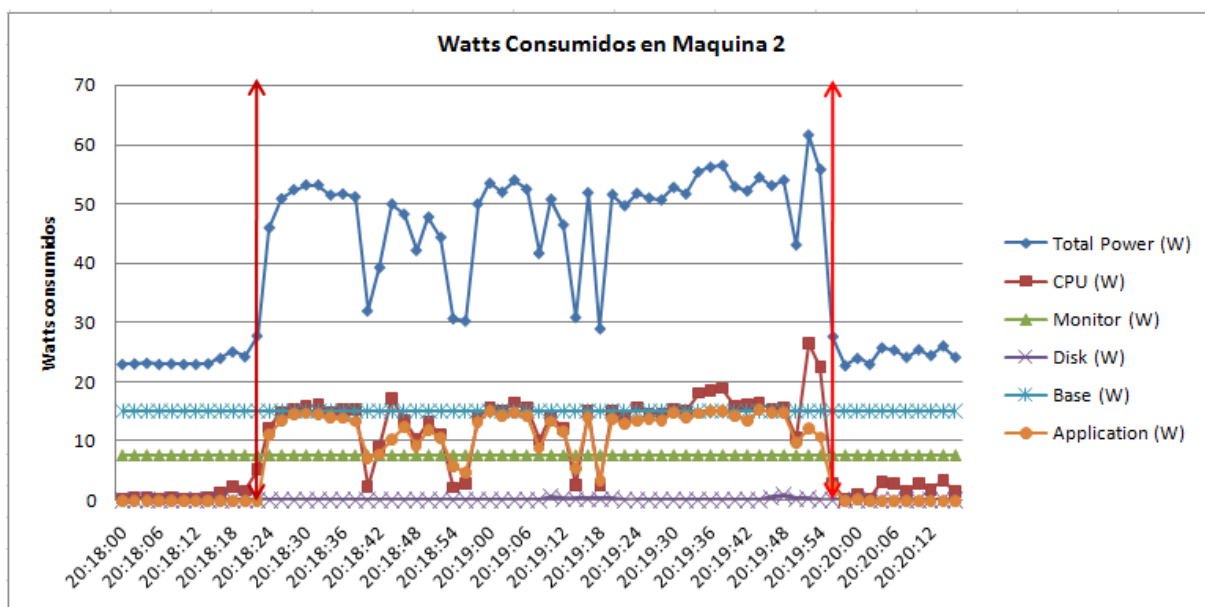


GRAFICO 6.8: Watts consumidos por maquina 2 antes y después de iniciar la maquina virtual

Rápidamente, en el momento de iniciar la maquina virtual (primera fecha roja) el consumo se incrementa hasta alcanzar un promedio de 50Watts (debido al proceso de la aplicación VirtualBox que consume en promedio 15 Watts) con algunos descensos bruscos y finalmente el consumo vuelve alrededor de 22 Watts (segunda flecha roja) al apagar la maquina virtual. En base a este grafico se puede concluir que el porcentaje de energía se ve incrementado en mayor medida en comparación con la maquina 1 al iniciar la maquina virtual.

Finalmente las últimas dos tablas y gráficos muestran como la maquina 1 es más eficiente debido justamente a mejores y más modernos recursos (CPU más rápido y más memoria).

Comando a ejecutar	Avg VM 1 GB Maquina 1	Avg VM 1 GB Maquina 2
Write 256 MB	1,245	2,647
Write 512 MB	2,162	5,052
Write 1024 MB	4,992	9,996
Write 1536 MB	10,052	14,807
Write 2048 Mb	13,999	

Comando a ejecutar	Avg VM 1 GB Maquina 1	Avg VM 1 GB Maquina 2
Read 256 MB	18,484	26,791
Read 512 MB	38,318	59,860
read 1024 MB	80,879	128,146

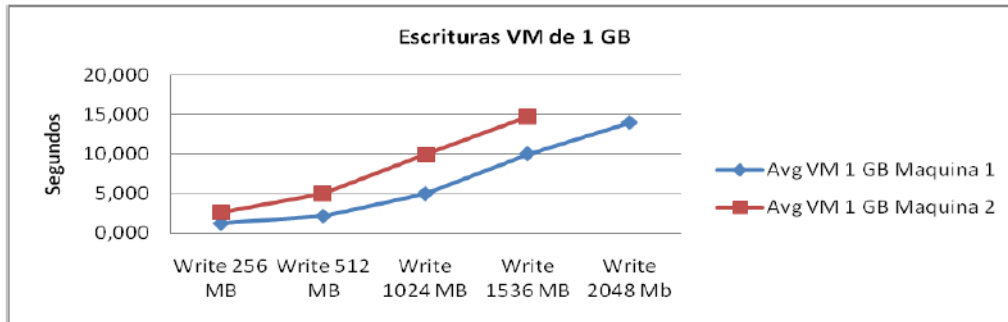


GRAFICO 6.9: Comparación promedio de escrituras en maquina 1 y 2 con VM de 1GB

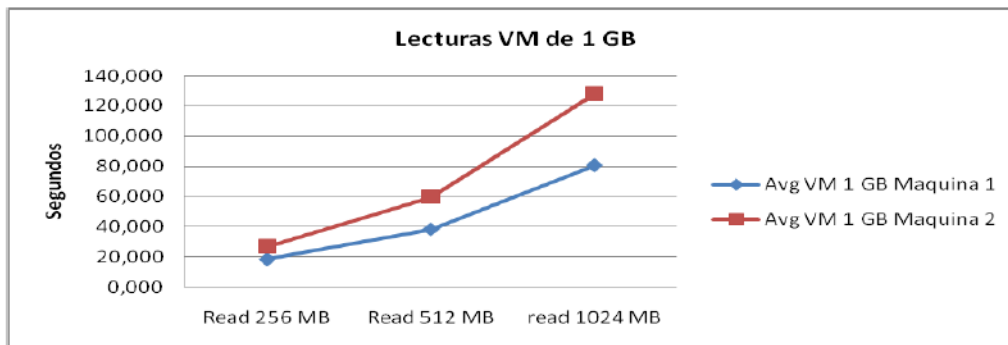


GRAFICO 6.10: Comparación promedio de lecturas en maquina 1 y 2 con VM de 1GB

6.2. Conclusiones Generales de la Práctica

Después de las pruebas realizadas en el entorno elegido, se puede llegar a la conclusión que ambas maquinas físicas no son afectadas de manera muy bruta por la ejecución de las maquinas virtuales. Lógicamente, dependerá del hardware de la maquina física y de la porción del mismo asignado a las maquinas virtuales. Esto particularmente se nota con la memoria física, donde de acuerdo a las pruebas se aprecia como la memoria comienza a ser “robada” por la maquina virtual (la figura 6.2 muestra un claro ejemplo de la asignación de memoria a las maquinas virtuales). En referencia al procesador, no se notaron problemas de performance en ninguna de las dos maquinas del entorno elegido mientras las maquinas virtuales estaban siendo ejecutadas, excepto en el momento en que se iniciaban las mismas.

En relación al consumo de electricidad, se puede ver como se incrementa al iniciar las maquinas virtuales, debido justamente al consumo de Watts de los procesos de la aplicación de virtualización. De esta manera aunque posiblemente la maquina consuma más energía, siempre va a ser más económico una maquina física con una o dos maquinas virtuales que dos maquinas físicas. De acuerdo a nuestras pruebas en el entorno elegido, Joulemeter indica que dos maquinas físicas (PC de escritorio) consumirían un promedio de alrededor 234 Watts, mientras que una maquina física con dos maquinas virtuales menos de 150 Watts.

Referencias Bibliográficas

- [1] Harnessing Green IT: Principles and Practices. Murugesan, S.; Multimedia Univ., Cyberjaya. ISBN 1119970059
- [2] "Public Access - When and how was the EPA Created?". U.S. EPA. Retrieved 2008-06-14.
- [3] Joseph Kahn and Jim Yardley (August 26, 2007). "As China Roars, Pollution Reaches Deadly Extremes". New York Times
- [4] Boivie Utveckling - TCO takes the initiative in comparative product testing. <http://www.boivie.se/index.php?page=2&lang=eng>
- [5] Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT). <http://www.epa.gov/epp/pubs/products/epeat.htm>
- [6] Environmental Criteria. EPEAT Web site. <http://www.epeat.net/learn-more/criteria-discussion/>
- [7] SEMARNAT, Funciones de la Secretaría, <http://www.semarnat.gob.mx/conocenos/Paginas/quehacemos.aspx>
- [8] PROFEPA, Acerca de, <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1161/1/mx/conozcanos.html>
- [9] INE, mision y vision, <http://www.ine.gob.mx/acerca>
- [10] Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. México. Fecha de publicación 2008.
http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1498_compania_mexicana_de
- [11] CONAE, caso exitoso Mexicana de Aviación, http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1498_compania_mexicana_de
- [12] Responsabilidad Extendida del Productor, Portal de las Responsabilidades y el Desarrollo Sustentable, <http://www.codigor.com.ar/rep.htm>
- [13] OECD, Web Site, http://www.oecd.org/home/0,3675,en_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html
- [14] ElPais.Com, La crisis reducirá la demanda de petróleo de la OCDE en 2012,
http://www.elpais.com/articulo/economia/crisis/reducira/demanda/petroleo/OCDE/2012/elpepueco/20110713elpepueco_6/Tes
- [15] CanalAr Tecnología a Diario, El Green IT, una cuestion de marketing en Argentina, <http://www.canal-ar.com.ar/Noticias/Noticiamuestra.asp?id=10067>
- [16] Usuaría, Quienes Somos?, <http://www.usuaría.org.ar/quienes-somos>
- [17] Artículos Clarín, Green IT: ¿Snobismo puro o política corporativa real?, <http://articulos.empleos.clarin.com/green-it-%C2%BFsnobismo-puro-o-politica-corporativa-real/>
- [18] Green IT: Más por necesidad que por conciencia, verde <http://www.netmedia.info/soluciones/hardware/green-it-mas-por-necesidad-que-por-conciencia-verde/>
- [19] AmbienTIC, eficiencia, optimización y green IT, <http://www.usuaría.org.ar/noticiatic/ambientic-eficiencia-optimizacion-y-green-it>
- [20] El Diario 24, Un Congreso sobre tecnología “verde” , <http://www.eldiario24.com/nota.php?id=211218>

- [21] RoHS: Restriction of Hazardous Substances, GE Energy Industrial Solutions, <http://www.gepowercontrols.com/es/resources/rohs/rohs.htm>
- [23] Deloitte, Hacia la sustentabilidad - Tecnología Verde, <http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Ecuador/Local%20Assets/Documents/Estudios/RGC%20-%20Art%C3%A1culo%20Green%20IT%20Contenido%20-%20vF.pdf>
- [24] Google Efficient computing, <http://www.google.com/corporate/datacenter/index.html>
- [25] Bioisol, La cantidad de gases de efecto invernadero que producen las distintas actividades humanas, <http://www.biodisol.com/cambio-climatico/huella-de-carbono-la-cantidad-de-gases-de-efecto-invernadero-que-producen-las-distintas-actividades-humanas-contaminacion-ambiental-cambio-climatico/>
- [26] The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol), http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdf
- [27] Turban, E; King, D; Lee, J; Viehland, D (2008). «Chapter 19: Building E-Commerce Applications and Infrastructure». Electronic Commerce A Managerial Perspective (5th edición). Prentice-Hall. pp.27
- [28] World Resources Institute, Who we are, <http://www.wri.org/about>
- [29] Gerencia y Energía, artículo, Diciembre 2006 <http://gerenciayenergia.blogspot.com/2006/12/iso-14064-un-apoyo-al-medio-ambiente.html>
- [30] My Foot Print, <http://climateneutralgroup.com/en/>
- [31] Climate Neutral Group, <http://climateneutralgroup.com/en/>
- [32] Global Footprint Network, Huella Personal, http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/personal_footprint/
- [33] Simon Mingay, Gartner: 10 Key Elements of a 'Green IT' Strategy; www.onsitelasermedic.com/pdf/10_key_elements_greenIT.pdf.
- [34] Research Reveals Environmental Impact of Google Searches, <http://www.foxnews.com/story/0,2933,479127,00.html>
- [35] GreenIT.fr, Logiciel : la clé de l' obsolescence programmée du matériel informatique, <http://www.greenit.fr/article/logiciels/logiciel-la-cle-de-l-obsolescence-programmee-du-materiel-informatique-2748> (Frances)
- [36] ZDNet, Researchers devise energy-aware internet routing, <http://www.zdnet.co.uk/news/servers/2009/08/19/researchers-devise-energy-aware-internet-routing-39720793/>
- [37] Data center host credits virtualization for power surplus, <http://searchdatacenter.techtarget.com/news/1345016/Data-center-host-credits-virtualization-for-power-surplus>
- [38] Las Fabricas de la Información, http://fcom.us.es/blogs/nuevafcom/files/2009/11/las_fabricas_de_informacion_george_gilder.pdf
- [39] ITNews, ¿Cómo Empezó el Cómputo Cloud?, <http://www.itnews.ec/news/000396.aspx>
- [40] Computación Grid, Ensayo, Julio 2010, <http://www.slideshare.net/Savoy158/computacion-grid>
- [41] Grid Computing, Paper, Setiembre 2010, <http://www.oppapers.com/essays/Grid-Computing/408151>

- [42] What is the Grid? A Three Point Checklist, Ian Foster, <http://dlib.cs.odu.edu/WhatIsTheGrid.pdf>
- [43] Realidad de la Computación Grid en America Latina, http://www.sociedadelainformacion.com/12/Paper_Grid.pdf
- [44] Condor High Troughput Computing, <http://www.cs.wisc.edu/condor/>
- [45] Crossgrid Project, <http://www.cyf-kr.edu.pl/crossgrid/>
- [46] Biological General Repository for Interaction Datasets, <http://thebiogrid.org/>
- [47] EELA, <http://www.eu-eela.org/first-phase.php>
- [48] Cloud Computing Implementation, Management, and Security John W. Rittinghouse James F. Ransome.
- [49] Cloud computing: retos legales, <http://www.pymesya autonomos.com/legalidad/cloud-computing-retos-legales>
- [50] The five defining characteristics of cloud computing, Znet Article by Dave Malcolm, <http://www.zdnet.com/news/the-five-defining-characteristics-of-cloud-computing/287001>
- [51] Beneficios y Desventajas del Modelo de Cloud Computing, <http://manuelvieda.com/2011/07/beneficios-desventajas-del-modelo-de-cloud-computing/>
- [52] Amazon Web Services, <http://aws.amazon.com/es/>
- [53] Tipos de computación en nube: Pública, privada o híbrida, <http://www.cloudcomputingla.com/2010/05/tipos-de-computacion-en-nube-publica.html>
- [54] Cloud Computing, Tipos de nubes, <http://www.societic.com/2010/06/cloud-computing-tipos-de-nubes-de-aplicaciones/>
- [55] Handbook of Cloud Computing, Borko Furht, Armando Escalante. ISBN 978-1-4419-6523-3
- [56] Security Concerns with Cloud Computing, <http://cloudtechsite.com/blogposts/security-concerns-with-cloud-computing.html>
- [57] Estándares de la computación en nube: expectativas frente a realidad, <http://blog.trendmicro.es/estandares-de-la-computacion-en-nube-expectativas-frente-a-realidad/>
- [59] What Does Cloud Computing Actually Cost? An Analysis of the Top Vendors, http://www.ebizq.net/blogs/enterprise/2009/08/what_does_cloud_computing_actu.php
- [60] Cost of cloud computing, expensive!, <http://www.uptimesoftware.com/uptimeblog/cloud-virtualization/cost-of-cloud-computing-expensive/>
- [61] Hidden Cloud Computing Costs, <http://www.planetinsane.com/hidden-cloud-computing-costs/2621889/>
- [62] Los desafíos del Cloud computing: el acceso, la propiedad y la portabilidad, <http://aticser.wordpress.com/2011/07/05/los-desafios-del-cloud-computing-el-acceso-la-propiedad-y-la-portabilidad/>
- [63] Virtualization: Concepts, Applications and Performance Modeling. Daniel A. Menascé, George Mason University,

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.61.6680&rep=rep1&type=pdf>

[64] Introducción Básica a la Virtualizacion, http://www.vmlogia.com/Queesv/introduccion_virtualizacion.pdf

[65] Virtualización, http://www.virtualizacion.com/?page_id=7

[66] La virtualización en la empresa, <http://www.techweek.es/virtualizacion/tech-labs/1003109005901/ventajas-desventajas-virtualizacion.2.html>

[67] Ventajas de virtualizar en la pyme , <http://www.tecnologiapyme.com/software/ventajas-de-virtualizar-en-la-pyme>

[68] Full Virtualization, Trade paperback, Alphascript Publishing 2010. ISBN: 6132834893

[69] Guide to Security for Full Virtualization Technologies, National Institute of Standards and Technology,
<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-125/SP800-125-final.pdf>

[71] Operating System-level Virtualization, http://en.wikipedia.org/wiki/Operating_system-level_virtualization

[72] OS-level Virtualization and Its Applications, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.76.4527&rep=rep1&type=pdf>

[73] OpenSolaris Zones, <http://hub.opensolaris.org/bin/view/Community+Group+zones/WebHome>

[74] linux-Vserver, Official Page, http://linux-vserver.org/Welcome_to_Linux-VServer.org

[76] FreeBSD Handbook, Chapter 15 Jails, <http://www.freebsd.org/doc/handbook/jails-intro.html>

[77] Paravirtualization explained, <http://searchservervirtualization.techtarget.com/tip/Paravirtualization-explained>

[78] VMware ESXi and ESX Info Center, <http://www.vmware.com/products/vsphere/esxi-and-esx/index.html>

[79] z/VM overview, <http://www.vm.ibm.com/overview/>

[80] Xen, <http://es.wikipedia.org/wiki/Xen>

[81] Emulation or Virtualization? http://www.computerworld.com/s/article/338993/Emulation_or_Virtualization_

[82] What is emulation? http://www.kb.nl/hrd/dd/dd_projecten/projecten_emulatiewatis-en.html

[83] Avoiding Technological Quicksand: Finding a Viable Technical Foundation for Digital Preservation.
<http://www.clir.org/pubs/reports/rothenberg/contents.html>

[84] Bochs, <http://bochs.sourceforge.net/>

[85] MandrakeSoft buys Bochs for Linux and commits it to Open Source, <http://lwn.net/2000/0323/a/mand-bochs.html>

[87] QEMU, Open Source Procesor Emulator, http://wiki.qemu.org/Main_Page

[88] 5 Starting Steps to Protect Your Virtual and Cloud Environments, By Texiwill, on August 23rd, 2011,

<http://www.virtualizationpractice.com/blog/?p=12339>

[89] Fired techie creates virtual chaos at pharma company, ComputerWorld, <http://computerworld.co.nz/news.nsf/security/fired-techie-creates-virtual-chaos-at-pharma-company>

[90] How to Find and Fix 10 Real Security Threats on Your Virtual Servers, http://www.cio.com/article/154950/How_to_Find_and_Fix_10_Real_Security_Threats_on_Your_Virtual_Servers?page=2&taxonomyId=3089

[91] La virtualizacion propicia un ahorro energetico que favorece al medio ambiente , <http://www.wetcom.com.ar/content/la-virtualizacion-propicia-un-ahorro-energetico-que-favorece-al-medio-ambiente/>

[92] Guide to Greener Electronics, <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/toxics/electronics/Guide-to-Greener-Electronics/>

[93] Proyecto de ley presentado por el senador Daniel Filmus, GESTION DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRÓNICOS, <http://www.rezagos.com/descargas/Ley-RAEE-Filmus.pdf>

[94] <http://www.biodisol.com/leyes-reglamentos-y-politicas/reglamentaron-la-ley-que-prohibe-las-lamparas-incandescentes-de-uso-residencial-en-argentina-leyes-reglamentos-y-politicas-ahorro-energetico/>

[95] Ahorro Energetico, Argentina prohíbe las lamparas incandescentes, <http://erenovable.com/2011/01/14/ahorro-energetico-argentina-prohibe-las-lamparas-incandescentes/>

[96] Environmental Technologies Action Plan, http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/jan07_carbon_trust_initiative.pdf

[97] Por primera vez, Google reveló su huella de carbono, http://www.ieco.clarin.com/tecnologia/primera-Google-revelo-huella-carbono_0_551345102.html

[98] Huella Mundial, ¿Cabemos en el planeta?, http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/gfn/page/world_footprint/

[99] SETI@Home, <http://setiathome.berkeley.edu/>

[100] Infraestructura Virtual, <http://itnews.ec/marco/000173.aspx>

[101] Huella de Carbono, una oportunidad para el éxito empresarial, <http://catedraecoembesdemedioambiente.blogspot.com/2011/03/huella-de-carbono-una-oportunidad-para.html>

[102] Amazon Cloud sin servicio en la zona europea debido a un rayo, <http://www.genbeta.com/web/amazon-cloud-sin-servicio-en-la-zona-europea-debido-a-un-rayo>

[103] Retos de la Virtualización, IT News, <http://itnews.ec/marco/000047.aspx>

[104] Joulemeter, Microsoft Research, <http://research.microsoft.com/en-us/downloads/fe9e10c5-5c5b-450c-a674-daf55565f794/>

[105] time command, man page, <http://unixhelp.ed.ac.uk/CGI/man-cgi?time>