

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

Instituto de Ingeniería y Tecnología

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación



EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE PRODUCTOS  
PARA VIRTUALIZACIÓN DE EQUIPOS MEDIANTE EL MODELO  
SISTÉMICO DE CALIDAD (MOSCA) DEL SOFTWARE.

Reporte Técnico de Investigación presentado por:

Cardoza Montes, David Ramiro. 79786

Castañeda Zúñiga, Omar. 75515

Requisito para la obtención del título de

INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Profesor Responsable: *M.C. Fernando Estrada Saldaña*

Noviembre del 2010



## **Autorización de Impresión**

Los abajo firmantes, miembros del comité evaluador autorizamos la impresión del proyecto de titulación

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE PRODUCTOS PARA VIRTUALIZACIÓN DE EQUIPOS MEDIANTE EL MODELO SISTÉMICO DE CALIDAD (MOSCA) DEL SOFTWARE.

Elaborado por los alumnos:

Cardoza Montes, David Ramiro. 79786

Castañeda Zúñiga, Omar. 75515

Ivonne Haydee Robledo Portillo

Profesor de la Materia

M.C. Fernando Estrada Saldaña

Asesor Técnico

## **Declaración de Originalidad**

Nosotros Omar y David declaramos que el material contenido en esta publicación fue generado con la revisión de los documentos que se mencionan en la sección de Referencias y que el Programa de Cómputo (Software) desarrollado es original y no ha sido copiado de ninguna otra fuente, ni ha sido usado para obtener otro título o reconocimiento en otra Institución de Educación Superior.

---

Omar Castañeda Zúñiga

---

David Ramiro Cardoza Montes

## **Agradecimientos**

Este proyecto para nosotros significa el cierre de un ciclo, el final de una carrera en la cual aprendimos bastante, adquirimos experiencia y aprendimos de nuestros errores durante el tiempo que cursamos nuestra carrera, pero esto no lo hubiésemos logrado sin la ayuda de las personas que estuvieron a nuestro lado durante este tiempo.

Agradecemos a todos y cada uno de nuestros maestros que compartieron su tiempo y conocimientos para fortalecer nuestra enseñanza, por su paciencia, consejos y guiarnos para ser buenos profesionistas.

Las gracias de igual manera a nuestro asesor de proyecto al M. C. Fernando Estrada Saldaña por su amable asesoría, por su apoyo y guiarnos en la buena realización de este proyecto. A la Dra. Ivonne Haydee Robledo Portillo también le agradecemos su dedicación para guiarnos en el proceso de la realización de nuestro proyecto. Al Ing. Manuel Resendez le damos las gracias por el apoyo brindado y compartir sus conocimientos para poder realizar este proyecto.

También le damos las gracias a cada uno de nuestros compañeros que estuvieron en los momentos de estrés y de preocupación por los trabajos de escuela, por compartir sus conocimientos, por los buenos y malos momentos compartidos en clases.

El más grande agradecimiento es para nuestra familia, a nuestros padres que confiaron en nosotros incondicionalmente, por apoyarnos en el tiempo transcurrido de nuestra carrera, en los momentos de felicidad, de preocupación y por los ánimos brindados para esforzarnos en realizar nuestro sueño de culminar la carrera satisfactoriamente.

Gracias a todos.

# Índice

|                                                                |      |
|----------------------------------------------------------------|------|
| Autorización de Impresión.....                                 | iii  |
| Declaración de Originalidad .....                              | iv   |
| Agradecimientos .....                                          | v    |
| Lista de Figuras.....                                          | viii |
| Lista de Tablas .....                                          | ix   |
| Capítulo 1 - Introducción .....                                | 1    |
| 1.1 Antecedentes. ....                                         | 1    |
| 1.2 Planteamiento del Problema. ....                           | 3    |
| 1.3 Justificación. ....                                        | 3    |
| 1.4 Objetivo.....                                              | 4    |
| 1.5 Preguntas de Investigación. ....                           | 4    |
| 1.6 Procedimiento. ....                                        | 4    |
| Capítulo 2 – Marco Teórico.....                                | 5    |
| 2.1 Revisión de Literatura.....                                | 5    |
| 2.2 ¿Qué es la Virtualización? .....                           | 9    |
| 2.3 Arquitectura de la Virtualización.....                     | 10   |
| 2.4 ¿Cómo funciona la Virtualización? .....                    | 14   |
| 2.5 Máquina Virtual. ....                                      | 15   |
| 2.6 Tipos de Virtualización.....                               | 16   |
| 2.7 Razones para Virtualizar Servidores.....                   | 18   |
| 2.8 Ventajas y Desventajas de la Virtualización.....           | 22   |
| 2.9 Introducción al modelo MOSCA. ....                         | 25   |
| 2.10 Modelo MOSCA.....                                         | 27   |
| 2.11 Algoritmo del modelo MOSCA.....                           | 28   |
| Capítulo 3 – Materiales y Métodos.....                         | 32   |
| 3.1 Tipo de Investigación.....                                 | 32   |
| 3.2 Metodología. ....                                          | 32   |
| 3.2.1 Recopilación de información sobre la virtualización..... | 33   |
| 3.2.2 Obtención del Servidor. ....                             | 36   |
| 3.2.3 Adquisición e Instalación de Hipervisores. ....          | 37   |
| 3.2.4 Evaluación y Medición de Métricas. ....                  | 37   |
| Capítulo 4 – Resultados, Discusiones y Sugerencias.....        | 46   |

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 4.1 Resultados.....                       | 46 |
| 4.1.1 ESXi de VMware.....                 | 48 |
| 4.1.2 XenServer de Citrix. ....           | 49 |
| 4.1.3 Hyper-V de Microsoft.....           | 51 |
| 4.1.4 Dificultades e Inconvenientes. .... | 52 |
| 4.2 Discusión.....                        | 52 |
| 4.3 Sugerencias. ....                     | 56 |
| Referencias.....                          | 57 |
| Anexos .....                              | 59 |

## **Lista de Figuras**

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1 Estructura de la Virtualización .....       | 15 |
| Figura 2.2 Matriz de Calidad Sistémica.....            | 26 |
| Figura 2.3 Estimación de la Calidad Sistémica. ....    | 30 |
| Figura 2.4 Algoritmo del Modelo MOSCA.....             | 31 |
| Figura 3.1 Rack de Servidores Dell Poweredge R710..... | 36 |

## **Lista de Tablas**

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Tabla 3.1 Formato de las métricas a evaluar.....       | 45 |
| Tabla 4.1 Resultados de la evaluación de métricas..... | 47 |
| Tabla 4.2 Costos de hipervisores. ....                 | 54 |

# Capítulo 1 - Introducción

En la actualidad cada vez se vuelven más indispensables las tecnologías, el desarrollo de nuevos equipos y programas de computación, por eso es vital que se conozcan los medios adecuados para implementarlos. Las tecnologías de virtualización no son nuevas, pero es cierto que cada vez se desarrollan más y es difícil conocerlas adecuadamente antes de implementarlas. La virtualización puede ser de gran ventaja cuando se utiliza correctamente, ya que se obtienen ahorros de energía y hardware, pero puede ser un problema si no se conoce la manera adecuada de hacerlo [1].

De estas distintas tecnologías para virtualizar se analizó específicamente la virtualización de servidores, siendo esta la más utilizada por las empresas, esta tecnología consiste en particionar un servidor físico en varios servidores virtuales, permitiendo la consolidación de servidores. Este proyecto se enfocó en encontrar y conocer las características de los productos líderes que permiten este tipo de virtualización, de manera que se den a conocer sus atributos y como es que funcionan, para llevar a cabo una implementación satisfactoria, optimizando el rendimiento del centro de datos.

En el primer capítulo se habla de los antecedentes de la investigación enfocada a la virtualización, también se explica el problema a resolver y como es que se solucionó. En el Capítulo 2 – Marco Teórico, se explica cómo es que funciona la virtualización, sus antecedentes y sus diferentes formas de virtualizar, las partes que la componen, el modelo MOSCA y su función. En el Capítulo 3 - Materiales y Métodos, se habla de la manera en que se desarrolló el proyecto y cuáles fueron los elementos utilizados. En el Capítulo 4 – Resultados, Discusiones y Sugerencias, se presentan las conclusiones y resultados de las mediciones realizadas con los productos para virtualizar.

## 1.1 Antecedentes.

Hoy en día los fabricantes de equipos de cómputo han abaratado los precios de sus equipos, por eso las organizaciones pueden obtener equipos con gran cantidad de recursos, para así cubrir sus necesidades de procesamiento y almacenamiento de datos de una manera eficaz. En el pasado eran características inalcanzables para algunas empresas por no contar con los recursos necesarios para la adquisición de equipos.

Esta eficacia y la fácil obtención de equipos de cómputo de bajo costo no es la solución correcta para las organizaciones o empresas, que buscan el brindar un mejor servicio a sus usuarios o clientes, al contrario, al tomar este camino para obtener o brindar un servicio eficaz, se incurre en el derroche de recursos que innecesariamente son adquiridos. Para tal problema la solución simplemente es la virtualización de servidores, con tal concepto se pueden tener máquinas virtuales corriendo en un mismo servidor físico y cada una de ellas corriendo una versión igual o diferente de sistema operativo [2].

En la búsqueda de soluciones sustentables para la optimización de recursos y evitar el derroche de recursos computacionales, según encuestas, se contempla que hoy en día más de la mitad de los jefes informáticos planean hacer uso de la virtualización el próximo año, resultando en una baja demanda de equipos de escritorio.

Debido a la aceptación de las grandes empresas del concepto de virtualización, se prevé que las computadoras de escritorio serán las que mayor reducción de inversión tendrán en los próximos años, en comparación del incremento de la demanda de equipos de almacenamiento y servidores [3].

Tomando en cuenta que el correcto funcionamiento y la optimización de los sistemas de información de una empresa o negocio son vitales, cada día se depende más de ellos para realizar exitosamente las operaciones diarias. Esto no es exclusivo de una corporación, ya que en las universidades se presentan las mismas dificultades y se busca la manera de tener mayor productividad y menos gastos. Es por eso que se opta por utilizar una solución para la virtualización de equipos, ofreciendo grandes ventajas para el crecimiento de cualquier organización.

El problema es que al ser tecnologías relativamente nuevas, se desconoce la manera adecuada para implementarlas. La implementación de una solución computacional en un ambiente laboral debe de ser inmediata y libre de errores, por esa razón es importante conocer las características de la solución que se implementará, su funcionamiento, compatibilidades, estabilidad, entre otros.

El proyecto realizado consistió en mostrar las características con las que cuentan tres productos para virtualización completa de equipos, mediante tablas comparativas basadas en el Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del Software. Con este se conoció a fondo los tres principales hipervisores, los cuales son XenServer de Citrix, Hyper-V de Microsoft y ESXi de VMware. Estos hipervisores se instalaron en un

servidor Dell Poweredge R710 con 2 procesadores Xeon E5520 de 2.27 GHz (Quad Core), 16 GB de RAM y almacenamiento de 584 GB. Este tipo de servidor que se encuentra en el centro de datos de Rectoría de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), cuenta con la tecnología que incrementa el rendimiento en la virtualización, permitiendo una rápida implementación de virtualización.

## **1.2 Planteamiento del Problema.**

El proyecto se enfocó en el estudio y análisis de las tres soluciones más populares para virtualización completa, esto mediante una tabla comparativa basada en las especificaciones del Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del Software, definiendo así cuáles son las características de cada uno de ellos, esto con el fin de identificar cual se adapta mejor a las necesidades requeridas por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

## **1.3 Justificación.**

Las nuevas tecnologías permiten el uso de la virtualización con mayor facilidad, es por ello que muchas empresas u organizaciones lo están contemplando y algunas de ellas ya lo están implementando. Si la virtualización se utiliza adecuadamente, se obtiene un uso más eficiente de los recursos de Tecnologías de Información (TI), con beneficios tales como: ahorro de hardware, personal e incluso energía. Caso contrario, si no se implementa de una manera adecuada, puede llevar a gastos excesivos, sobrecarga de trabajo, problemas de compatibilidad, entre otras. En algunos casos se pueden tener más de 100 máquinas virtuales, ya que muchos de los servidores utilizan menos del 10% de su capacidad.

Con la investigación realizada se muestran tablas y listas de los elementos que se compararon de un producto y otro, de esta manera se tiene conocimiento de sus características antes de llegar a la implementación. Por todo esto es importante conocer los atributos de los productos que permiten la virtualización, para así, saber cuál es el que mejor se adecua y cumple a los requerimientos de la organización.

En la UACJ se esta analizando la posibilidad de adaptar nuevas tecnologías como es la virtualización, es por ello que con este proyecto se pretende encontrar las

fortalezas y debilidades de cada producto, para así tomar una mejor decisión al momento de adquirir uno de ellos.

#### **1.4 Objetivo.**

Identificar cuál producto de virtualización de equipos es el que mejor se adecúa a las diversas necesidades de la UACJ, evaluando las características de cada uno de ellos mediante el Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del Software.

#### **1.5 Preguntas de Investigación.**

¿Qué producto para virtualizar puede ayudar a la UACJ? y ¿Por qué?

¿Por qué es necesario conocer las características de cada producto antes de implementarlo?

#### **1.6 Procedimiento.**

El proyecto consistió en realizar un estudio basado en el modelo MOSCA, para encontrar que solución de virtualización es la que cumple con los requerimientos que tenga la UACJ. Se buscó información para conocer el funcionamiento de los hipervisores, ampliar el conocimiento de las soluciones para virtualizar. Se estudió el modelo MOSCA para encontrar la manera adecuada de su utilización. Después se realizaron instalaciones de hipervisores en un servidor, de manera que se pudo ir conociendo el funcionamiento de los mismos. Se usaron tablas comparativas para evaluar sus características, para así, definir cuáles son las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Se realizaron evaluaciones con las versiones de prueba y/o gratuitas de los productos. Se evaluaron los diferentes productos en el mercado para virtualizar equipos, pero se estudió más específicamente a: VMware, Citrix y Microsoft. Se definió una lista de métricas conforme a lo que plantea MOSCA, esto para medir las cualidades del producto y del proceso de desarrollo del mismo. Entre los elementos a evaluar están las categorías de calidad de producto como: Funcionalidad, Fiabilidad, Usabilidad, Eficiencia, Mantenibilidad y Portabilidad. También están las categorías de calidad de proceso, como: Cliente-Proveedor, Ingeniería, Soporte, Gestión y Organizacional [4]. Obteniendo al final, un nivel de calidad para cada producto para virtualizar.

## Capítulo 2 – Marco Teórico

En este capítulo se describe a fondo todo lo relacionado a la virtualización, desde su arquitectura y funcionamiento hasta sus ventajas y desventajas. También se explica que es el modelo MOSCA y como se utiliza.

### 2.1 Revisión de Literatura.

La virtualización comenzó a existir mucho antes de lo que se piensa, no es una tecnología nueva ya que apareció en los 60's con el surgimiento de los mainframes de IBM [5, 6]. Los investigadores de esos tiempos estaban interesados en la gran estabilidad de los hipervisores, ya que permitían utilizar varios sistemas operativos simultáneamente, siendo que si alguno dejaba de funcionar los demás podían continuar [7]. IBM introdujo el término “*time sharing*” para aquellas máquinas que podían utilizar varios sistemas al mismo tiempo, logrando esto con particiones que eran capaces de realizar múltiples tareas, ejecutar varias aplicaciones y procesos simultáneamente [5, 6]. En 1964, IBM lanza el System 360, con limitadas capacidades para virtualizar, mas tarde ese año aparece el CP-40, el cual menciona por primera vez los términos memoria virtual y máquina virtual [6].

A mediados de los años 80's se deja a un lado la investigación de esta tecnología por el alto costo de estas máquinas, además del surgimiento de las computadoras x86, aparecen las aplicaciones cliente-servidor y las PC's de escritorio [5]. A finales de los 90's un equipo de la Universidad de Stanford comenzó a trabajar en la virtualización con máquinas x86, donde se encontraron 17 instrucciones específicas que generan problemas al virtualizar, cerrando la aplicación o fallando completamente. Se desarrolló una técnica que permitía “atrapar” estos errores y convertirlos en instrucciones seguras que se pueden virtualizar, todo esto generó como resultado el inicio de la compañía VMware en 1998 [5, 7]. Más tarde, en el 2001 aparece el hipervisor Xen, originado en el laboratorio de Computación de la Universidad de Cambridge como parte del proyecto Xenoserver [7]. En el 2003, Microsoft adquiere los derechos de propiedad intelectual del Virtual PC y Virtual Server de Connectix, un año más tarde lanza el Virtual PC [6].

Con respecto al artículo de Madden titulado “*Virtualization delivers IT and business benefits for SMBs*” del año 2007. Habla sobre la aplicación de virtualización de servidores en una empresa llamada WTC dedicada a brindar el servicio de internet. A

principio la empresa contaba con 15 servidores, 25 trabajadores los cuales daban mantenimiento a los servidores y al área de TI en general, con un negocio en plena expansión, este mantenimiento se convirtió en un dolor de cabeza para los empleados. En 2005 consideran la virtualización como solución a sus problemas, implementando en su centro de datos la virtualización de servidores convirtiendo sus 15 servidores con los que contaban inicialmente en solo 3. Los ahorros en energía y las horas hombre-trabajadas se redujeron considerablemente pudiendo así aplicar esas horas en nuevos proyectos. Los beneficios mencionados para esta empresa son:

- Asignación de recursos automatizados: En este caso los administradores no tienen que estar asignando recursos a un servidor dedicado a un cliente final o a una aplicación, estos recursos son asignados dinámicamente al ser programadas con anterioridad estableciendo normas y prioridades las cuales pueden ser cambiadas o modificadas sin interrumpir el servicio.
- Consolidación de respaldos: Se pueden realizar actualizaciones instantáneas, acceder a los archivos de respaldo y mover otras tecnologías. Siendo que antes estas configuraciones les llevaban horas o días para realizar teniendo el servidor en cuestión totalmente paralizado.
- Gestión centralizada: Se puede dar mantenimiento o realizar modificaciones por el administrador siendo transparente para el usuario final.

En este caso la empresa WTC obtuvo grandes beneficios en cuestión de ahorro en la adquisición de infraestructura, como lo es, el requerir menos servidores, equipo de refrigeración y por ende el ahorro considerable de la energía eléctrica a comparación de la que se consumía con la antigua infraestructura antes de la virtualización de sus servidores.

Por otra parte tenemos el caso de la universidad de Bowdoin College, la cual se encuentra en constante crecimiento. Con 1700 estudiantes, mas de 850 profesores y empleados. El departamento de IT es responsable del mantenimiento personalizado de admisión y administración de cuentas, así como las aplicaciones de instrucción para la gestión de la página web del colegio. A mediados del 2004 la necesidades de la universidad empezaron a rebasar las capacidades de su centro de datos, estas necesidades requerían correr varias versiones de sistema operativo impactando directamente a la alimentación de energía del centro de datos y sistemas de refrigeración. Su fuente de alimentación interrumpida (UPS) se encontraba al 92%,

además que se contaba con un plan de recuperación de desastres inadecuado. La solución de estos graves problemas fue la virtualización de su centro de datos. El movimiento de la universidad a un entorno virtualizado, fue adquiriendo Blades de HP, en vez de adquirir un servidor para cada aplicación, en la actualidad cuenta con más de 100 aplicaciones virtualizadas. La implementación de la virtualización en este caso como el anterior de la empresa WTC trajo ahorros considerables en costos de energía eléctrica y enfriamiento, así como, la facilitación que trajo la virtualización de su centro de datos para poder integrar un mejor plan de recuperación de desastres único en su tipo, esto llevado a cabo haciendo una asociación con la Universidad Loyola Marymount en Los Ángeles, la cual también cuenta con un entorno virtualizado de su centro de datos [8].

En el caso de la compañía North America Fortune 500, de la cual se obtuvo conocimiento de su experiencia con la virtualización de sus servidores, en el artículo llamado “*Is your data center ready for virtualization?*”, publicado en marzo del 2009. En dicha compañía se tuvo la necesidad de virtualizar sus servidores, contando con un inventario de más de 5000 servidores distribuidos y algunos de ellos solo eran utilizados por debajo del 20 por ciento de su rendimiento. Sin la implementación de virtualizar el centro de datos de North American Fortune 500, su infraestructura de alimentación de poder y su capacidad de enfriamiento hubieran sido rebasados y por consecuencia se tendría que habilitar nuevas instalaciones con un costo mayor a los \$10 millones de dólares.

Después de la virtualización las aplicaciones críticas de la compañía se reasignaron a 150 servidores virtuales Linux, usando solo el 20 por ciento de su marca original, dejando espacio en piso para triplicar su expansión en los próximos 3 años. Considerando las ventajas que contrajo la virtualización de centros de datos de la compañía en mención, serían de alto impacto en las finanzas de cualquier otra empresa que se mueva a un entorno virtualizado, contribuyendo de manera directa en la optimización de recursos en infraestructura y del consumo de energía, la cual también es de impacto en el medio ambiente [9].

Para la empresa Brown-Forman con la intención de reducir costos y de la misma manera mantener el ritmo de la creciente demanda de datos, llevo a adoptar una estrategia de virtualización para aumentar el ROI (*Return Of Investment*) en su centro de datos, basándose en aprovechar los ahorros a corto plazo y el plan para el crecimiento

rentable. Después de los resultados arrojados al aplicar métricas sobre la utilización del potencial de los servidores, este resultado fue del 10 por ciento utilizado de la totalidad de la capacidad del rendimiento de tales servidores [10].

En otros términos, pero con la esencia de la virtualización, tenemos los aspectos de dos paradigmas, el descentralizado y el centralizado, en el primero de los paradigmas que prometía inmensas ventajas y ahorros para las empresas con implementación de entornos de TI bastante inmensos, dado al bajo costo de los dispositivos hardware y el lanzamiento de versiones de plataformas de software dedicados a una tarea específica, parecía ser la forma más viable de tener ahorros considerables para las empresas en los centros de datos. A tal grado que este paradigma se convirtió en una pesadilla para los administradores de TI, ya que descubrieron que para el escalamiento seria de forma horizontal y se requeriría la adquisición de mas servidores para aumentar la cantidad de equipos necesarios para los procesos a realizar dentro de una empresa. Se podría decir que lo único rescatable de este paradigma seria la seguridad y estabilidad en los sistemas y aplicaciones que corrían dentro de un mismo servidor, la razón de este caso sería por el aislamiento con el que se contaba de una aplicación a otra, pero estos atributos por así decirlo se podrían obtener solo si se sacrifica el aumento del consumo de energía eléctrica, contar con menos espacio en las instalaciones y mayor dificultad para la gestión y mantenimiento de los equipos, con una eficiencia disminuida del 80 al 95 por ciento de la media de inactividad en cada servidor seria otro aspecto considerado de este paradigma. Sumando los aspectos anteriores, se convierten en miles o millones de dólares en inversión según sea el tamaño de la empresa, sin embargo por otro lado tenemos la centralización, que en el caso de estudio de la compañía Foo, la cual implemento una configuración descentralizada, donde se arrojaron los costos de tres años de su proyecto, en el cual se emplearon 5 servidores con tecnología x86, sus licencias respectivas de sistema operativo/aplicaciones para cada servidor, dando un costo de \$74,950 dls (tomando en cuenta los demás sistemas o infraestructura implicados para su funcionamiento), por otro lado con el paradigma de la centralización y con las mismas características de servidores y demás hardware necesario se obtiene un costo de \$16,490 dls, teniendo un ahorro de \$58,460 dls. Tomando en cuenta las características con las que cuenta la centralización, como los son la consolidación de servidores, fácil mantenimiento empleando aplicaciones dedicadas para este fin, rápida recuperación de desastres y por su puesto el poder evitar el derroche de recursos en

hardware y en rendimiento del mismo, dado que en una configuración descentralizada solo se aprovecha el 15 por ciento de la capacidad de procesamiento de los servidores, en una centralizada se puede alcanzar un aprovechamiento del 75 por ciento de su capacidad [11].

## **2.2 ¿Qué es la Virtualización?**

La virtualización es una tecnología probada de software que está cambiando rápidamente el entorno de TI y transformando radicalmente el modo en que las personas utilizan los ordenadores [5]. La virtualización es una palabra que está utilizándose comúnmente en el ambiente de las tecnologías de información, podría confundirse con los términos de emulación o simulación, donde la emulación es un entorno que logra comportarse o actuar como si fuera otro, la simulación crea un ambiente e intenta imitarlo para funcionar como el mismo. El término de virtualización se refiere a la abstracción de un ambiente físico de computación usando recursos generados virtualmente para crear un ambiente lógico simulado [6, 12].

Con la virtualización es posible que en una misma máquina física se puedan tener varias máquinas virtuales, obteniendo como resultado varios sistemas operativos funcionando simultáneamente en la misma computadora. Para lograr que una máquina pueda funcionar como varias, es necesario que las características del hardware sean recreadas por un software, esto se logra con una capa de software llamada hipervisor o monitor de máquinas virtuales (VMM, *Virtual Machine Monitor*), el cual es la parte más importante de la virtualización de equipos [6].

La virtualización en su manera más simple de explicar, es asemejar el funcionamiento de una unidad de disco duro en una PC, en la cual podemos realizar particiones lógicas, y estas son vistas como una unidad independiente de la misma unidad física, pero solo es una operación de cálculo físico, el usuario normalmente ve las particiones de disco duro como unidades independientes una de la otra, es así como se pueden crear entornos virtuales, usando estos principios de partición lógica de discos duros en una PC, dado que se crean entornos virtuales corriendo sobre un hardware que soporta a los demás equipos, esto sigue siendo transparente para el usuario ya que las aplicaciones, operaciones y recursos utilizados por equipos virtuales simplemente corren en un entorno encapsulado e independiente soportado por los recursos del host

que en esta caso es el hardware donde reside el sistema que soporta el ambiente virtualizado [6].

## 2.3 Arquitectura de la Virtualización

La virtualización requiere varios componentes los cuales son procesadores, memorias RAM, dispositivos de almacenamiento (HDD, NAS, SAN), CD/DVD, adaptadores de red, USB, puertos paralelos y seriales, adaptadores de video, sistemas operativos, entre otras aplicaciones de software para poder ser implementada. Para cada una de las principales plataformas de virtualización, tales como ESXi, XENServer o Hyper-V, existen diferentes requisitos para su correcto funcionamiento. Estos productos funcionan con una capa de abstracción que viene a ser el principal componente de la virtualización, este componente es llamado VMM (*Virtual Machine Monitor*) o más conocido como hipervisor, más adelante se profundizara sobre el tema de hipervisores [6].

Esta capa de software de virtualización puede ser instalado directamente al hardware de un servidor o sobre un sistema operativo que reside en el hardware de un servidor físico, la tarea principal de esta capa es la abstracción de los recursos hardware de una computadora real y por medio de la virtualización proveer los recursos de hardware para que puedan residir en esta otros sistemas operativos los cuales vienen siendo las máquinas virtuales, la ejecución aislada de las máquinas virtuales es creada por la capa de virtualización que a su vez se asimila a una computadora física x86. Aunque el VMM es quien crea y gestiona las máquinas virtuales, en algunos casos las máquinas virtuales requieren de recursos del host físico para seguir ejecutándose, aun así para las máquinas virtuales este host físico sigue siendo transparente para ella, porque los recursos siguen siendo gestionados por el VMM, estos recursos simplemente siguen siendo vistos por la máquina virtual como si fueran recursos de hardware reales [6].

Para poder comprender más aun sobre la arquitectura de la virtualización es necesario conocer los siguientes conceptos:

- Host server.- Es la parte física donde reside la capa de virtualización, si el host server tiene un sistema operativo instalado se refiere a este como el sistema operativo host, el host server es referido como tal porque en el residen uno o más guest server o máquinas virtuales [6].

- Guest server.- Un servidor virtual es llamado guest server, en el está instalado un sistema operativo el cual es compatible con el hardware virtual y con frecuencia con el host server, una instancia del sistema operativo instalado en el guest server es llamado sistema operativo guest, y no es el mismo sistema operativo que está instalado en el host server, el sistema operativo guest está aislado de cualquier otro sistema operativo guest, y por default, no tiene conocimiento de la capa de virtualización de algún otro guest server. Este aislamiento es llamado aislamiento Host/Guest [6].

Antes de continuar atenderemos el tema de procesadores con tecnología virtual (VT, *Virtual Technology*), ya que los procesadores también juegan un papel importante en una plataforma de virtualización. Desde un principio un entorno operativo x86, no fue diseñado para ser compartido en recursos, por lo cual es difícil tener un hipervisor que pueda optimizar los recursos de hardware y al mismo tiempo gestionar varias máquinas virtuales y sus sistemas operativos de manera eficiente en un entorno de este tipo.

Un procesador diseñado para un entorno de x86 cuenta con 4 niveles de privilegios, a los cuales se refieren como anillos del 0-3, en este entorno un sistema operativo como lo es Windows o Linux, corren en un nivel de privilegio 0, por lo tanto en un procesador con tecnología x86 tendría problemas al correr un hipervisor, ya que el VMM corre también en un nivel de privilegio 0, para esto los líderes fabricantes de procesadores se dieron a la tarea de diseñar una tecnología para poder soportar hipervisores, donde la solución fue el diseño de un procesador donde se adhiere un nuevo nivel de privilegio llamado anillo de -1, con esta implementación, el hipervisor correrá en este nivel de privilegio -1, y los demás sistemas operativos invitados en una máquina virtual correrán en un nivel de privilegio 0, que en el caso anterior a esto, corrían en el nivel 1, pero el hipervisor se encargaba de engañar al sistema operativo invitado simulando que este corría en el nivel de privilegio 0. La versión de los procesadores de los fabricantes Intel y AMD, son el Intel VT y AMD-V respectivamente [13].

Ahora toca profundizar sobre VMM o hipervisor, como antes se mencionó es el elemento de más relevancia dentro de una plataforma virtual, un hipervisor es la parte más delgada de software, el cual se encarga de controlar los recursos entre el hardware físico y una máquina virtual, con dicho control el hipervisor también controla el sistema

operativo guest usado por cada uno de los servidores guest, creando una capa de aislamiento entre cada uno de los sistemas operativos guest y el cual puede ser diferente al sistema operativo del servidor host [12].

### 2.3.1 Clasificación de Hipervisores

Los hipervisores utilizados en la virtualización de servidores son de diferentes estructuras y funcionamientos, por tanto los podemos clasificar de 2 formas, por su tipo y por su diseño, por su tipo tenemos el Tipo 1, Tipo 2 y el híbrido.

- El hipervisor Tipo 1, es montado sobre la parte superior de hardware de un servidor host, provee un alto nivel de virtualización y de seguridad, por la razón que el hipervisor es quien controla el hardware, usando este modelo el sistema operativo guest queda en la capa 2 arriba del hardware [12]. En otras palabras es corrido sobre el sistema de metal puro (*bare-metal*), sobre hardware sin interferencia de alguno otro sistema, el sistema operativo guest de esta manera puede correr sin múltiples máquinas virtuales por debajo del hipervisor. De tal manera que por ser corrido sobre metal puro y sin un ambiente de sistema operativo, se obtiene el mayor desempeño, disponibilidad y seguridad que cualquier otro tipo de hipervisor [14].

- El hipervisor Tipo 2, este tipo de hipervisor corre sobre un sistema operativo ya existente, por lo que se reduce el control del hardware, ya que el sistema operativo es el que se encarga de gestionar los recursos, usando este modelo el sistema operativo guest queda en la capa 3 sobre el hardware, entre el hardware y el hipervisor reside el sistema operativo host, de tal manera que a este tipo de hipervisor es llamado *hosted* [12]. Con el sistema operativo guest corriendo en una máquina virtual con un hipervisor tipo 2, se tiene un espacio más entre los niveles de la capa de hardware físico a comparación de el sistema operativo guest montado sobre una plataforma de hipervisor de tipo 1, esta separación adicional dada entre niveles de posición de sistema operativo guest y de la capa física de hardware influye directamente en el impacto de bajo rendimiento que a su vez afecta negativamente en la cantidad total de máquinas virtuales que se pudieran correr sobre una plataforma de hipervisor de tipo 2 [12, 14].

- El hipervisor de tipo híbrido al igual que el tipo 1 interactúan directamente con la capa física de hardware, en un ambiente híbrido la VMM corre a la par con

el sistema operativo host, este tipo de hipervisor es instalado como una aplicación más al sistema operativo host, por lo tanto emula al ambiente físico completo, lo cual permite la virtualización de todo el ambiente del sistema operativo en la máquina virtual [12, 14].

La diferencia de la implementación de un hipervisor híbrido y uno de tipo 1 simplemente es que se sacrifica rendimiento por la lucha constante entre el sistema operativo host y el hipervisor para tener acceso al procesador. Aunque la VMM aun debe pasar por el sistema operativo host para acceder a los recursos de hardware, pero como ambos están corriendo en modo kernel, es por esto que se presenta la batalla por el consumo de procesador.

Ahora veremos los hipervisores por su diseño, que son hipervisores monolíticos e hipervisores microkernel.

- Los hipervisores con diseño monolítico tiene como funcionalidad el administrar los controladores que serán usados por el sistema operativo guest para poder acceder a los recursos de la capa de hardware físico, el cual emplea un hipervisor-aware controlador de dispositivos, el hipervisor-aware es usado por el sistema operativo guest para interactuar directamente con la capa física de hardware del servidor host, todo esto lo realiza sin necesidad de controles o sistemas operativos, que en este caso sería uno de los beneficios del diseño del hipervisor monolítico [14]. Por otro lado tenemos el inconveniente, que para tener los controladores necesarios para acceder a la capa de física de hardware, deben ser diseñados controladores específicos para el hipervisor para cada uno de los dispositivos. Siendo un reto, por la razón que existen varios tipos de tarjetas madres y otro dispositivos hardware y por cada uno de estos dispositivos existen dos o más empresas fabricantes, por lo cual se tiene que trabajar en conjunto con la empresas para poder mantener actualizada la lista de controladores necesarios. Con tantos dispositivos por usar en un sistema operativo virtualizado corriendo en un hipervisor monolítico, tendremos más limitaciones que las que se pudieran tener en un sistema corriendo directamente en una máquina física, y de la misma manera se incurre en la falta de los más importantes principios de seguridad, ya que al tener scripts de terceros en una parte esencial del código, se puede tener vulnerabilidad de seguridad [14, 15].

- El otro diseño de hipervisor es el microkernel, en este tipo de VMM no se requiere el hipervisor-aware, ya que para hacer uso de los recursos del hardware físico de la capa del server host, se emplea el sistema operativo actuando como raíz, partición padre, el cual es usado para acceder a la capa física de hardware del server host. De tal manera que solo es necesario la instalación de los controladores de dispositivos físicos en el sistema operativo hospedado en la partición padre, y no es necesario instalar los mismo controladores en cada sistema operativo guest, ya que al ser necesario que el sistema operativo guest tenga acceso a los recursos hardwares físicos, este obtendrá dichos recursos sin la necesidad de tener los controladores instalados como antes se menciona. Solo se comunicara con la partición padre donde reside el sistema operativo que cuenta con los controladores necesarios, de tal manera que el sistema operativo guest no tiene acceso directo a la capa de hardware físico [14, 15].

Notoriamente el diseño de hipervisor microkernel tiene muchas más ventajas sobre el diseño de hipervisor monolítico, la primera es que no requiere de un hipervisor-aware, la segunda es que los controladores de dispositivos no son parte del hipervisor. Esto impacta en la eliminación de la sobrecarga que pudiera tener la VMM dando como resultado más confiabilidad por parte del hipervisor, la tercera ventaja que se tiene es la eliminación de la falta de seguridad por el uso de código externo como se menciona en los inconvenientes de tener un diseño monolítico [14, 15].

Aunque el diseño microkernel es más viable de aplicarse de acuerdo a las ventajas que tiene sobre el monolítico, pero también tiene inconvenientes. Su inconveniente es, que para poder implementar este diseño de VMM es estrictamente necesario una partición padre, lo cual agrega una sobrecarga medible al sistema, debido a la comunicación necesario entre partición padre y partición hijo, la cual es necesaria para poder acceder a los recursos de hardware físico [14, 15].

## 2.4 ¿Cómo funciona la Virtualización?

Como se mencionó anteriormente, la virtualización se logra mediante una capa de software llamada hipervisor o monitor de máquinas virtuales. Esta capa se instala en un sistema operativo (como aplicación) o directamente en el hardware (como sistema), (véase Figura 2.1) [6, 7, 11].

Dentro del hipervisor se crean máquinas virtuales (MV's) en las cuales se instalan los sistemas operativos. La función principal del hipervisor es dividir o virtualizar todos los recursos físicos de la computadora, tales como disco duro, memoria RAM, procesador, red e interfaces de entrada y salida, para que puedan ser utilizados por las distintas máquinas virtuales, utilizando simultáneamente el o los procesadores. Obteniendo así, una máquina virtual totalmente funcional, capaz de ejecutar un sistema operativo y aplicaciones tal como una computadora real [14].

El hipervisor es quien gestiona las máquinas virtuales y proporciona la información de cada una de ellas, mostrando detalles y estadísticas acerca de su funcionamiento. También se encarga de separar y aislar las MV's para que en caso de que alguna deje de trabajar, las demás puedan seguir funcionando sin problemas [7].

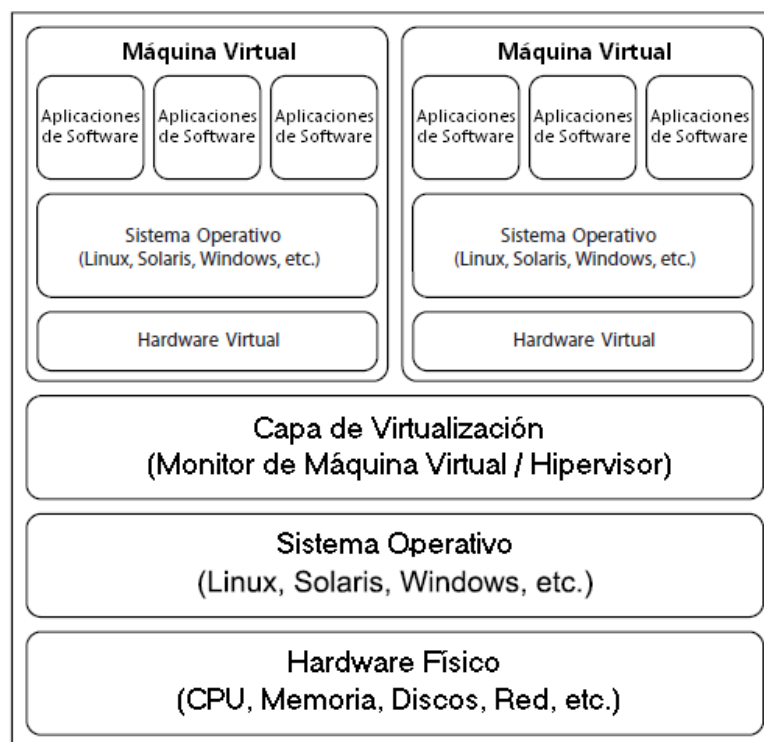


Figura 2.1 Estructura de la Virtualización

## 2.5 Máquina Virtual.

La máquina virtual (MV) es el contenedor de software perfectamente aislado, capaz de ejecutar su propio sistema operativo y aplicaciones como computadora real. Ni el sistema, ni las aplicaciones pueden establecer una diferencia entre virtual o físico, sin embargo, una máquina virtual se compone exclusivamente de software. Las máquinas virtuales ofrecen cuatro ventajas tales como: compatibilidad, aislamiento, encapsulamiento e independencia de hardware [5].

- **Compatibilidad:** Las MV's son plenamente compatibles con la totalidad de sistemas operativos x86, aplicaciones y controladores de dispositivos estándar [5].
- **Aislamiento:** Las MV's comparten los mismos recursos de una computadora física, pero aun así, permanecen totalmente aisladas una de otra. Si una MV falla, las demás siguen funcionando [5, 11].
- **Encapsulamiento:** La MV encapsula todos los recursos de hardware que posee, así como el sistema y sus aplicaciones. Esto lo hace muy portable, ya que se pueden transferir los datos de una MV de un lugar a otro como cualquier archivo, o guardarla en cualquier medio de almacenamiento [5, 6].
- **Independencia de Hardware:** Las MV's son independientes del hardware físico, ya que se pueden instalar máquinas con componentes de hardware (virtualizado) que difieren completamente del hardware físico [5].

## **2.6 Tipos de Virtualización.**

La virtualización es una extensa familia de tecnologías entre las que existen diferentes tipos de virtualización, la que se estudiará en este proyecto es además el tipo de mas común y utilizado, siendo la virtualización de servidores. También hay otros tipos que se utilizan dentro de las empresas para obtener mejor uso de las tecnologías, tales como: almacenamiento, de red o incluso de aplicaciones [11].

En el entorno de TI no solo existen computadoras, también se debe contar con la administración de los recursos, aprovisionamiento y mantenimiento de los diferentes dispositivos y aplicaciones existentes en un centro de datos. Teniendo tanto que administrar, haciendo uso de los diferentes tipos de virtualización, la interrelación entre las aplicaciones y dispositivos hardware no es tan lejana, pues con la virtualización se puede racionalizar esta interrelación separando los aspectos hardware de lo lógico. Casi todos los aspectos de TI pueden ser virtualizados a cierto grado, aunque sus nombres pueden variar, son destinados a emplearse de la misma manera [14].

### **2.6.1 Virtualización de Servidores.**

Este tipo de virtualización es la predominante de hoy en día, siendo una de las que aporta mayores ventajas a las empresas. Con el uso de esta tecnología es posible utilizar mejor los recursos con los que cuenta un servidor, dividiendo su procesamiento y

almacenamiento en varias máquinas virtuales. Aunque existen muchas variantes de la virtualización de servidores, predominan 3 categorías principales dentro de este tipo [11].

- Virtualización Completa: Una técnica que provee de una completa simulación del hardware para la máquina virtual. El resultado es una máquina virtual que puede usar los mismos dispositivos que la máquina física. También permite aislar de forma completa a una máquina virtual de todas las demás [7, 11].

- Para-virtualización: Provee una simulación parcial del hardware. La mayoría, pero no todas las características del hardware son simuladas. Un elemento clave es que para cada máquina virtual, proporciona un espacio de direcciones único. Cuando no existe asistencia de hardware disponible, es mucho más fácil de implementar que la virtualización completa [7, 11].

- Virtualización a nivel de sistema operativo: Este concepto está basado en una sola instancia de un sistema operativo. No se utiliza ningún hipervisor y tiende a ser muy eficiente para la administración y actualización. El sistema operativo virtualizado soporta el hardware de la máquina física pero están aisladas una de la otra [7, 11].

También se habla de otra categoría llamada virtualización nativa, siendo la más nueva dentro de las tecnologías para virtualizar x86, realizando una combinación de virtualización completa con técnicas de aceleración I/O [11].

### **2.6.2 Virtualización de Almacenamiento.**

Este tipo de virtualización consta de varios discos físicos unidos para utilizarse como si fuera un solo disco lógico, presentándolo de tal forma ante el sistema operativo. Las organizaciones TI están compartiendo componentes de almacenamiento entre distintos servidores, aunque cada servidor crea que posee con su propio espacio de almacenamiento, en realidad se está compartiendo [11, 12].

### **2.6.3 Virtualización de Red.**

Existen diferentes tipos de virtualización de red, tales como: Virtual LAN, Virtual IP, Red Privada Virtual.

- Virtual LAN: Las VLAN's son un método de crear redes lógicas independientes por una red física compartida. Los administradores de red usan las VLAN's para

segmentar lógicamente dominios de broadcast y controlar la interacción entre dispositivos de diferentes segmentos de red [11].

- Virtual IP: Una dirección IP que no está conectada a una computadora o una interface de red. Estas IP's virtuales usualmente son asignadas a dispositivos de red que están en el camino que atraviesa el tráfico de red [11].
- Red privada virtual (VPN): Una red de comunicaciones privada que es usada para transferir datos usando una red pública. El tráfico pasa a través del Internet creando un canal seguro entre los dispositivos. La información es encriptada para mantener la seguridad y confidencialidad de los datos [11].

#### **2.6.4 Virtualización de Aplicaciones.**

En este tipo de virtualización se permite ejecutar aplicaciones en un sistema operativo pero teniendo el procesamiento de la aplicación en otra máquina, de esta manera las aplicaciones no se instalan en la computadora. Esto es de gran ayuda para las actualizaciones de un software, además de que no es necesario instalar la aplicación en cada PC [14].

#### **2.6.5 Virtualización de Escritorio.**

Este se refiere a la tecnología que crea un ambiente adicional de un sistema operativo aislado en un escritorio. La implementación de esta tecnología ayuda al soporte de aplicaciones antiguas en sistemas operativos modernos y reduce los problemas de compatibilidad. Esto además ayuda a los negocios a seguir adelante, utilizando las últimas versiones de los sistemas operativos y aprovechar sus beneficios [14].

#### **2.6.6 Virtualización de Perfiles.**

Involucra la separación de los perfiles de usuario, con la configuración de su información y de sus aplicaciones, del resto de la computadora. Esta virtualización permite al usuario ingresar en otra máquina, y tener acceso a toda su información y configuración con solo firmarse en su cuenta [14].

### **2.7 Razones para Virtualizar Servidores.**

Las razones para llevar a cabo la virtualización de los servidores en un centro de datos, puede darse debido a la necesidad de un negocio o empresa en obtener un ahorro de

energía, optimizar los recursos, facilitar el mantenimiento o a grandes rasgos modernizar la infraestructura aprovechando los diferentes aspectos que brinda la virtualización de servidores, dichos aspectos son:

La consolidación de múltiples servidores en un solo servidor físico genera características que en un servidor no están disponibles o no podrían llevarse a cabo como se puede hacer con la virtualización de servidores. Uno de los más grandes beneficios de la virtualización es la abstracción entre las máquinas virtuales y las máquinas físicas. La automatización de provisiones en demanda y la adaptación computacional es mucho más fácil en un ambiente virtual dado que las máquinas virtuales son más fáciles de implementar que un servidor físico [6].

Muchas de las grandes empresas hoy en día cuentan con múltiples servidores dedicados cada uno a una tarea en específico, como tales tenemos los servidores FTP, servidores web, servidores de dominio, servidores para impresoras y servidores para e-mail, al igual, algunas aplicaciones requieren servidores dedicados, ya sea por las aplicaciones que deben soportar, o por la compatibilidad con otros sistemas, en estos servidores solo es usado regularmente una mínima parte de su potencial, por lo que el derroche en hardware es notorio. Incurriendo en un gasto excesivo en recursos e impactando en las finanzas de cualquier empresa, la virtualización de servidores viene a ayudar a las empresas en el ahorro de dinero dedicado a sus centros de datos por medio de la consolidación de servidores [6].

En un solo servidor pueden ser consolidados dos o más servidores, mediante la virtualización de servidores, usando plataformas de virtualización llamados hipervisores, se pueden virtualizar las máquinas que sean necesarias para realizar las tareas dentro de una empresa donde sus servidores son subutilizados, siempre y cuando tomando en cuenta ciertas consideraciones en requerimientos de los recursos, tales recursos son: numero de procesadores, memoria RAM física y cantidad considerable en la capacidad de almacenamiento [6].

La herencia de servidores y soporte de aplicaciones es uno de los problemas más frecuentes y difíciles de resolver en las organizaciones con las que cuentan con sistemas de información, dado que es necesario algunas veces mantener tanto hardware y software heredado, aunque estos sean obsoletos dentro de un ambiente de TI donde se manejan sistemas e infraestructuras con equipo moderno. Esta herencia no es solo un capricho de los administradores de IT, si no que, la mayoría de las veces que se cuenta

con esta herencia es porque son sistemas o equipos necesarios para soportar aplicaciones que solo corren en ese entorno, por lo que la eliminación es no viable, aunque si se podría hacer un remplazo o adquisición de un nuevo sistema, esto podría ser un gasto que simplemente sea mayor, a que si se mantiene el sistemas heredado y se trabaja con las limitantes que conlleva el uso dentro de un sistema con incompatibilidades con los demás sistemas o equipo hardware. El soporte a un sistema o equipo hardware también implica un problema severo para las empresas con entornos de TI, ya que los sistemas o hardware pudieron haber sido comprados a terceros y no al proveedor directo, por lo tanto el soporte es en este caso nulo por lo que sería una razón más para mantener la herencia de aplicaciones o hardware [6].

Los problemas antes mencionados son solucionados con simplemente virtualizar las máquinas que soportan los sistemas heredados, ya que la virtualización logra implementar máquinas con recursos necesarios y requeridos para que un sistema heredado pueda ser implementado sin problemas de compatibilidad de hardware, después de tener el equipo virtualizado el cual soporta la aplicación heredada, obtenemos portabilidad de recursos, ya que el sistema operativo o aplicación heredada son soportados por hardware virtual el cual podemos emigrar de un host a otro sin mayor problema, de tal manera que también podemos consolidar las máquinas virtuales en un solo servidor para optimizar el uso de los recursos de los servidores [6].

La recuperación de desastres es primordial para una organización que maneja TI, con una estrategia bien diseñada para la recuperación de desastres ayuda a la organización a mantener el negocio funcionando correctamente, una estrategia para la recuperación de desastres implica tener la manera de recuperar información importante en un lapso mínimo de tiempo para no impactar en los servicio que brinda la organización a sus clientes y así mantener la continuidad del negocio. Existen múltiples consideraciones en una estrategia de recuperación de desastres, pero la que más se usa es la de recuperación de datos para lo cual existen varios métodos para lograr la recuperación, pero el más usado es el de Copia de seguridad de los datos, este tipo de recuperación no solo ayuda en la recuperación de un desastre, si no también ayuda a la recuperación de datos diarios, poniendo de ejemplo a un usuario que por error elimino datos importantes. Es por eso que la recuperación de desastres en un ambiente virtualizado es viable y fácil de implementar en dado caso que se presente un desastre.

La copia de equipos completos dentro del ambiente virtual es fácil y rápida, ya que no se tiene que volver a configurar el equipo, dado que al realizar la copia de la máquina virtual se copia toda la configuración. Aunque para la copia de seguridad de datos se realice por medio de la copia de una máquina virtual, la cual requiere más capacidad de almacenamiento, pero vale la pena si los beneficios de dicho aspecto de la virtualización de servidores son aprovechados [6].

Otro aspecto de la recuperación de desastres por medio de la virtualización de servidores es que al presentarse un desastre se requiere habilitar el servicio, pero la compatibilidad de hardware y los recursos necesarios para la restauración de un servidor podría no llevarse a cabo si no se tiene el equipo con las características necesarias para soportar el servidor en desastre, pero debido a la virtualización se puede hacer uso de varios servidores físicos para restaurar el servidor en desastre y las aplicaciones secundarias pueden ser habilitadas poco después. La virtualización puede ayudar en la recuperación de desastres incluso si ninguno de los servidores está virtualizado en un centro de datos [6].

La alta disponibilidad debe siempre ser 99 o más, por lo que la manera de mantener la disponibilidad del servidor es implementado clúster de servidores, lo cual funciona como redundancia ya que al fallar uno de los servidores, el otro servidor redundante con las mismas características y con la misma configuración que el servidor primario puede sustituir al servidor en desastre, por lo tanto la virtualización de servidores ayuda a la alta disponibilidad, dado que al virtualizar un servidor redundante, este será direccionado con información destinada al servidor primario con el mínimo uso de recurso, en caso de tener el servidor primario virtualizado, se recomienda contar con un servidor secundario físico disponible para el caso de presentarse un desastre [6].

La computación adaptativa en este caso es muy útil para optimización de recurso de hardware, mediando el uso de un sistemas se puede configurar un servidor para que en dado caso de detectar baja demanda de recursos por una aplicación, este mismo otorgue los recursos a nuevas máquinas virtuales, y al termino de igual manera de estas máquinas virtuales son apagadas y eliminadas por el mismo sistema. Esta forma de adaptación también puede se fijado un horario o fechas en el orden de ayudar a optimizar la utilización de recursos de computo [6].

La computación en demanda es empleada para alojar virtualmente servidores o equipos usados para la experimentación de desarrollo o prueba de software. Por lo que al término de su periodo las máquinas virtuales son apagadas y eliminadas [6].

## **2.8 Ventajas y Desventajas de la Virtualización.**

### **Ventajas:**

- La virtualización ofrece una gran cantidad de beneficios, con ella se permite reducir los costos en la infraestructura de TI, aumentar la eficacia y eficiencia de los sistemas, facilitar su uso y flexibilidad de los mismos. En todo el mundo, las organizaciones están utilizando la virtualización, volviéndose más productivos y con mayores ganancias [5].
- Obtener más provecho de los recursos actuales de TI, agrupando los recursos comunes, con la consolidación de servidores. De esta manera se ahorra dinero en licencias de software y en hardware, se utiliza menos energía eléctrica, así como refrigeración. Además al reducir la infraestructura física, se traduce en menos requisitos de espacio físico, así como menor número de servidores que gestionar, así como menos personal necesario para su administración [5].
- Se puede lograr también, un aumento de la disponibilidad del hardware y las aplicaciones, esto ayuda a la continuidad del negocio. Se pueden realizar copias de seguridad y migración de datos sin interrupciones del servicio, esta tecnología ayuda a la rápida recuperación de incidentes imprevistos [5].
- Con la virtualización se consigue flexibilidad operativa, ya que se puede responder a los cambios en el mercado con una administración dinámica de recursos. La virtualización es una tecnología muy flexible, de fácil adaptación a los cambios. Además, se mejora la capacidad de gestión de escritorios, así como actualizaciones del sistema y manejo de software. Los usuarios pueden acceder a los escritorios de forma local o remota, con o sin conexión de red, prácticamente desde cualquier computadora [5].
- Se obtiene un bajo consumo de energía eléctrica y de espacio requerido, reduciendo el número de equipos físicos que se necesitan en la red para tener los host, servicios y aplicaciones. La virtualización puede ayudar a reducir el

consumo de energía eléctrica y esto a su vez reduce el costo de suplir la energía para la infraestructura de TI [14].

- Aceleración de aprovisionamiento de servidores y consolidación. Permitiéndose la consolidación de múltiples servidores en unas pocas computadoras físicas, la virtualización hace que la utilización de los recursos de TI sea más eficiente y puedan ayudar en futuras pruebas contra hardware y software obsoleto. Proveyendo herramientas para la rápida y fácil aprovisionamiento de servidores, la infraestructura vendrá a ser más flexible y adaptativa al cambio [14].
- Eliminación de aplicaciones incompatibles. Corriendo aplicaciones viejas en su mismo entorno virtual mientras se corre lo último en hardware físico, la cuestión de compatibilidad de aplicaciones son minimizadas o eliminadas por completo [14].

Como toda técnica implementada en TI, se pueden dar casos que pueden ser perjudiciales o inoperables para ciertas aplicaciones en este caso serian desventajas de la implementación de virtualización de servidores enseguida se mencionan las desventajas con las que cuenta esta técnica.

#### **Desventajas:**

- Bajo rendimiento.- El rendimiento de un sistema operativo o aplicación no es el mismo al estar corriendo en un ambiente virtualizado, ya que el sistema operativo se ejecuta sobre un hipervisor, y él es quien maneja los recursos del hardware físico y los proporciona al sistema operativo conformando una capa entre el hardware físico y el sistema operativo virtualizado es la razón por la que el rendimiento de los sistema operativo y las aplicaciones que corren sobre un ambiente virtual baja considerablemente [16].
- Hardware incompatible.- El hardware que no es soportado por el hipervisor no se puede utilizar, ya que la virtualización solo hace uso de hardware diseñado para tecnologías virtuales, tal sería el caso de querer implementar una virtualización en un servidor con procesadores que no cuentan con VT (*Virtual Technology*), otro caso sería el caso que queramos usar un hardware definido para una máquina virtual en especial, si no es parte del paquete de controladores con el que cuenta el hipervisor, el mismo hipervisor se encarga de asignar el

controlador compatible y el cual será usado por esa máquina virtual sin opción a cambio [16].

- Hardware virtual obsoleto.- En el caso de USB 1.0, Firewire 400, Ethernet 100, entre otros son algunos de los casos en los cuales un hipervisor no tiene soporte ni opción para darle uso, por tal motivo se tiene que regresar al pasado para poder dar uso a estos recursos, aunque las versiones de hipervisores son renovadas constantemente, aun no se cuenta con uno que le de uso a este tipo de hardware [16].
- Alta calidad de video.- Debido a que no se puede disponer de tarjetas aceleradoras de video por hardware, los video juegos y aplicaciones que requieren una mayor calidad de video, no podrán ser soportadas en un ambiente virtual, dado que los hipervisores no cuentan con este tipo de hardware [16].
- Aumento desmedido de máquinas virtuales.- Las máquinas virtuales dentro de una servidor en algunos casos no tiene límite de hosts soportados dentro de él mismo (depende de la versión de hipervisor y de los recurso en hardware físico), es por eso que se presenta el detalle de manejar licencias para cada una de las máquinas, por lo tanto se aumenta el trabajo administrativo y los riesgos de seguridad aumentan al poder presentarse un descontrol del uso de las máquinas virtuales [16].
- Derroche de recurso.- Al no contar con tantas limitaciones en el numero de máquinas que se pueden soportar en un servidor virtual también se incurre en el derroche de recursos, dado que al implementar un alto número de máquinas virtuales se usan recursos de hardware que tal vez sean necesarios para otra aplicación y no sean direccionados para tal aplicación por el hipervisor [16].
- Falla en servidor.- Si un servidor llega a sufrir un colapso y no se cuenta con una buena implementación de redundancia, puede llegar a ser un dolor de cabeza para los administradores de TI, para este problema se requiere implementar una buena técnica de recuperación de desastres, por lo tanto aumenta el costo de operaciones en un centro de datos [16].
- Portabilidad entre plataformas.- En un caso en especifico es el soporte de la virtualización para máquinas con sistema operativo MAC no está disponible aun por algunos de los fabricantes lideres en el ramo de la virtualización [16].

## **2.9 Introducción al modelo MOSCA.**

En todo el mundo existen diferentes modelos para evaluar la calidad de los sistemas de software (SS), para que estos cumplan con las características necesarias para competir en un mercado abierto y global. Estos modelos se elaboran con base a las características competitivas de cada SS, considerando también la participación humana en su desarrollo. El Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) originado en la Universidad Simón Bolívar en Venezuela, es un modelo que integra el modelo de calidad del producto y el modelo de calidad del proceso de desarrollo [4, 17, 18].

La calidad en un software se ha vuelto en la actualidad un factor de gran importancia, siendo considerada uno de los principales activos con los que cuenta un país para mejorar su posición competitiva. Para realizar un estudio de la calidad del software es necesario diferenciar la calidad del producto, así como la calidad del proceso de desarrollo (diseño y fabricación). Para que un producto sea de calidad tiene que ofrecer lo mejor que el cliente pueda tener, además contar con ausencia de defectos, aptitud para el uso, seguridad, confiabilidad, entre otros aspectos importantes [17, 18].

En el tema de calidad de un software no existen métricas específicas para realizar los estudios, ya que cada software es diseñado para cumplir con diferentes requerimientos funcionales y de rendimiento. Este es un proceso complejo, que para realizarse se debe recurrir al enfoque de Sistemas, tomando en cuenta que todos los elementos están interconectados y guardan una relación de afectación hacia la calidad [4, 17, 18].

En todas las empresas se debe de tomar en cuenta que se utilizarán, sus recursos, sus ideas y esfuerzos, para convertirlos en productos y servicios de calidad. Por eso se tiene que determinar cuáles son las características necesarias para lograrlo, obteniendo que un proyecto de software conste de los siguientes elementos:

- Entradas: requisitos, recursos, objetivos, reglas de negocio.
- Proceso: flujo de trabajo, proceso de aprendizaje de organización.
- Salidas: producto final, metas satisfechas.

Aplicando esto tanto para el proceso, como para el producto. Con esto se define un contexto que modela la calidad del proceso y calidad del producto [4, 17].

La definición de calidad sistémica en el desarrollo de los sistemas de información consta de cuatro tipos de calidades: eficiencia del producto, efectividad del producto, eficiencia del proceso y efectividad del proceso, considerando los puntos de vista del cliente y del usuario (véase figura 2.2) [17].

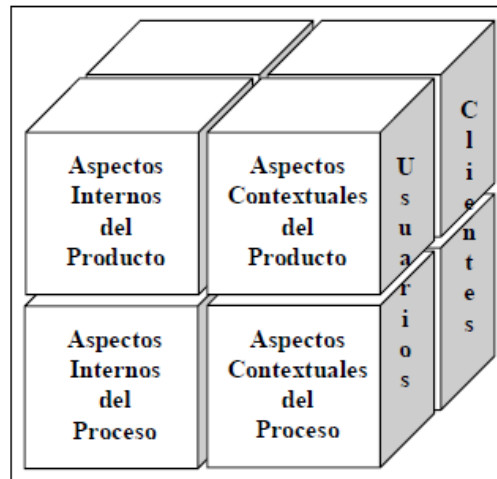


Figura 2.2 Matriz de Calidad Sistémica

Hay que tomar en cuenta que es diferente la calidad en si del producto, en comparación de la calidad del proceso que realizaron las personas para desarrollar el software. La calidad global no es la suma de las calidades parciales, si no un compromiso entre todo el conjunto de calidades, es por eso que MOSCA se enfoca en evaluar la calidad del producto y del proceso [4, 17].

### 2.9.1 Modelo de Calidad de Software.

Este es un modelo que se encarga de evaluar la calidad de un producto en base a métricas definidas (249 en total) por el estándar ISO/IEC 9126, analizando 6 características contextuales del producto tales como: eficiencia, fiabilidad, funcionalidad, mantenibilidad, portabilidad y usabilidad. Además de 3 características internas del producto: requerimientos, diseño e implementación [4].

En este modelo solo se estudia la calidad del producto, omitiendo el análisis de la calidad del proceso de desarrollo del mismo. Cabe mencionar que no todas las métricas se aplican para el estudio de los productos de software, el modelo debe de ser reducido al tipo de producto dependiendo de sus características [4].

### 2.9.2 Modelo de Calidad del Proceso de Desarrollo.

Este es un modelo que se encarga de evaluar la calidad del proceso de desarrollo de un producto, basado en el estándar ISO/IEC 15504. En este modelo se utilizan 5 niveles para la evaluación, donde cada nivel superior está conformado por elementos del nivel inferior, los cuales son:

- **Nivel 0: Ciclo de Vida.** Ciclo de vida primario, ciclo de vida de apoyo y ciclo de vida organizacional [4].
- **Nivel 1: Categorías de Procesos.** Categoría cliente-proveedor (CUS), categoría ingeniería (ENG), categoría de soporte (SUP), categoría de gestión (MAN) y categoría organizacional (ORG) [4].
- **Nivel 2: Procesos.** Cada categoría contiene un conjunto de procesos característicos, los cuales definen las áreas claves a satisfacer para lograr, asegurar, mantener y controlar la calidad [4].
- **Nivel 3: Principios.** Cada proceso tiene asociado un principio (P), el cual se define como característica abstracta y genérica de la organización, que sirve de indicador para determinar los niveles de calidad en el desarrollo de los sistemas [4].
- **Nivel 4: Prácticas Bases.** Son un conjunto de directrices a ser ejecutadas por la organización para lograr alcanzar un principio, donde cada una de estas prácticas apoya a una o a las dos dimensiones de la matriz de calidad sistémica (*véase figura 2.2*) [4].

Este modelo solo está orientado a medir la calidad del proceso, sin tomar en cuenta la del producto, es por eso que se presentó la necesidad de integrar ambos modelos para crear el modelo sistémico de calidad (MOSCA) [4].

### 2.10 Modelo MOSCA.

La calidad del proceso de desarrollo generalmente obtiene una calidad de producto, es por eso que estas dos calidades no pueden desligarse una de otra, y medirlos individualmente no garantiza la relación que debe existir entre ellos [17]. Como una necesidad de obtener la calidad sistémica global de un sistema de información, surgió el modelo MOSCA, integrando los modelos de calidad de producto y la calidad del proceso de desarrollo, constando de 4 niveles (*véase Anexo A*), los cuales son:

- **Nivel 0: Dimensiones.** Como se muestra en la matriz de calidad sistémica (*véase figura 2.2*), en este nivel se encuentran los aspectos internos y contextuales

del producto y del proceso, siendo 4 las dimensiones. Solo un buen balance y una buena interrelación garantizan la calidad sistémica global [4, 17, 18].

- **Nivel 1: Categorías.** En este nivel se contemplan 11 categorías, las cuales son por parte del producto: Funcionabilidad (FUN), Fiabilidad (FIA), Usabilidad (USA), Eficiencia (EFI), Mantenibilidad (MAB), Portabilidad (POR), y por parte del proceso: Cliente-Proveedor (CUS), Ingeniería (ENG), Soporte (SUP), Gestión (MAN) y Organizacional (ORG) [4, 17, 18].

- **Nivel 2: Características.** Cada categoría tiene asociadas diferentes características, 56 al producto y 27 al proceso de desarrollo, todas ellas definen las áreas claves a satisfacer para evaluar si el producto es de calidad (*véase Anexo B y C*) [4, 17, 18].

- **Nivel 3: Métricas.** Para cada característica, existen diferentes métricas a evaluar, siendo 587 en total [4, 17, 18].

## 2.11 Algoritmo del modelo MOSCA.

El algoritmo del modelo MOSCA muestra los pasos que hay que seguir para medir la calidad sistémica, siendo en total 3 fases, midiendo primero la calidad del producto y después la del proceso (*véase figura 2.4*) [17,18].

### 2.11.1 Fase 1: Calidad del Producto con un Enfoque Sistémico.

Esta es la primera fase del algoritmo, en donde se analiza la calidad del producto y se divide en 4 diferentes actividades, las cuales son:

Estimar la calidad de la funcionalidad del producto: Primero se debe medir la funcionalidad del producto, si cumple con 75% de las características necesarias, entonces se adaptará el sub-modelo del producto según las especificaciones del cliente, de no cumplirse con la funcionalidad la evaluación termina (reportando las causas por las que no satisface la funcionalidad), ya que es la categoría más importante de la calidad [17,18].

Instanciación del sub-modelo del producto: En esta actividad el cliente o dueño debe seleccionar 2 categorías de las 5 restantes del sub-modelo del producto. Aquellas que se crea necesario deba cumplir y por tanto, ser evaluadas. De evaluarse más de 3 categorías (contando la funcionalidad) pueden surgir conflictos [17,18].

Estimación de calidad para cada categoría: Para las dos categorías seleccionadas previamente se debe realizar lo siguiente:

- Aplicar las métricas propuestas en el sub-modelo de producto para estas categorías.
- Normalizar los resultados de estas métricas en una escala del 1 al 5.
- Verificar que el 75% de las métricas estén dentro de un rango igual o mayor a 4 para cada una de las características. Si se cumple con el 75% de las métricas asociadas esta característica será satisfecha, de lo contrario, será nula.
- Evaluar la categoría. Una categoría es satisfecha si el número de características es altamente satisfecho (mayor a 75%) [17,18].

Estimar la calidad del producto partiendo de las categorías evaluadas: Para poder estimar la calidad del producto se tomarán en cuenta las 2 categorías evaluadas, si la calidad de las mismas no fue satisfecha, el producto tendrá un nivel de calidad Básico. Si cumplió con al menos una categoría estará en un nivel Intermedio y si las dos categorías fueron satisfechas, será de un nivel Avanzado [17,18].

### **2.11.2 Fase 2: Calidad del Proceso de Desarrollo con un Enfoque Sistémico.**

En esta segunda fase del algoritmo se evalúa la calidad del proceso, constando también de 4 actividades a realizar, las cuales son:

Detectar el porcentaje de respuestas N/A (No Aplica) contestadas por parte de los encuestados, por cada categoría: Si el porcentaje de respuestas N/A es mayor al 11% se deberá analizar la aplicabilidad del instrumento y el algoritmo se detiene, de lo contrario continuará en la siguiente actividad [17, 18].

Determinar el porcentaje de respuestas ‘N/S’ (No Sabe) contestadas por los encuestados, por cada categoría: Si el porcentaje de respuestas N/s es mayor al 15% entonces indica que hay un alto nivel de desinformación. De lo contrario se continúa con el algoritmo [17, 18].

Determinar el grado de satisfacción de cada categoría: Para cada categoría del sub-modelo del proceso se debe evaluar lo siguiente:

- El porcentaje de responder “Si” a las preguntas relacionadas a una métrica en particular.

- La frecuencia asociada a cada métrica, cuyo valor será la mediana de los valores calculados en el paso anterior.
- La frecuencia de cada característica.
- La frecuencia de todas las categorías del sub-modelo.

La categoría será satisfecha cuando la frecuencia calculada es altamente satisfecha. Igual que en los anteriores, debe cumplir con al menos 75% de satisfacción [17, 18].

Estimar la calidad del proceso partiendo de las categorías evaluadas: Sobre la base de las categorías satisfechas, los niveles de calidad son:

- Nivel de Calidad Básico. Es la mínima calidad requerida. Se satisfacen las categorías Cliente-Proveedor e Ingeniería.
- Nivel de Calidad Intermedio. Ésta no sólo satisface las categorías del Nivel de calidad Básico, sino que, además, satisface las categorías Soporte y Gestión.
- Nivel de Calidad Avanzado. Satisface todas las categorías [17, 18].

### 2.11.3 Fase 3: Integración de las mediciones de los sub-modelos de la calidad del producto y la calidad del proceso.

En esta fase es donde se unirán los resultados de ambas evaluaciones, para así obtener una estimación de la calidad sistémica. Esta propuesta obedece a la necesidad de mantener un equilibrio entre las distintas dimensiones de la Calidad (véase figura 2.3) [17, 18].

| Nivel de Calidad Producto | Nivel de Calidad Proceso | Calidad Sistémica |
|---------------------------|--------------------------|-------------------|
| Básico                    | -                        | Nulo              |
| Básico                    | Básico                   | Básico            |
| Intermedio                | -                        | Nulo              |
| Intermedio                | Básico                   | Básico            |
| Avanzado                  | -                        | Nulo              |
| Avanzado                  | Básico                   | Intermedio        |
| Básico                    | Intermedio               | Básico            |
| Intermedio                | Intermedio               | Intermedio        |
| Avanzado                  | Intermedio               | Intermedio        |
| Básico                    | Avanzado                 | Intermedio        |
| Intermedio                | Avanzado                 | Intermedio        |
| Avanzado                  | Avanzado                 | Avanzado          |

Figura 2.3 Estimación de la Calidad Sistémica.

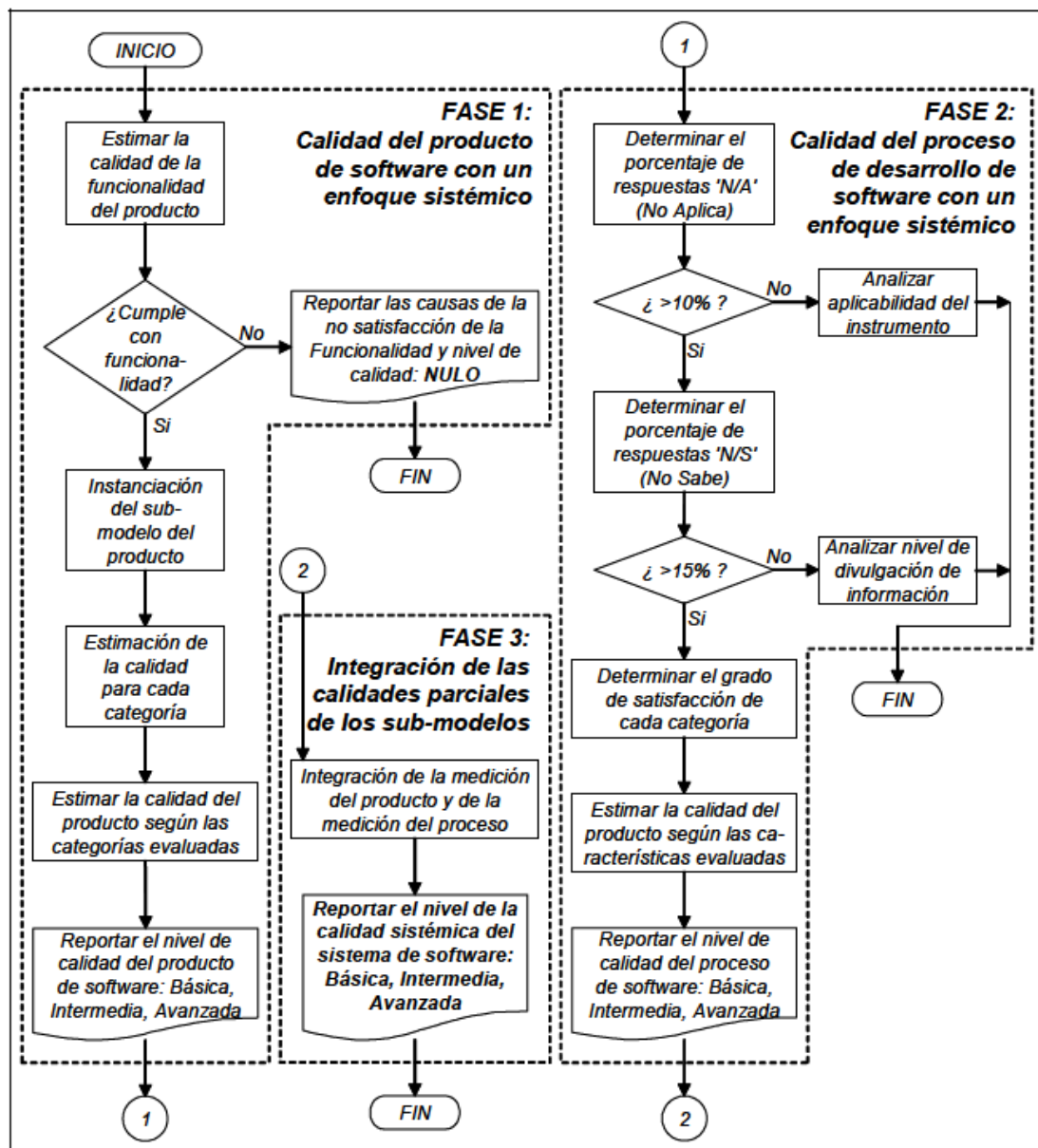


Figura 2.4 Algoritmo del Modelo MOSCA.

## Capítulo 3 – Materiales y Métodos.

En este capítulo se describe acerca de cómo se llevó a cabo la evaluación de los productos para virtualizar, desde los materiales que se usaron y pasos que se realizaron hasta las limitantes que se presentaron.

### 3.1 Tipo de Investigación.

La investigación se clasificó de tipo descriptiva la cual es una de las sub-clasificaciones de la investigación cuantitativa [19,20]. Este tipo de investigación permitió determinar las principales características de cada uno de los productos de hipervisores, con la finalidad de identificar los principales atributos de cada uno de ellos, tratando de destacar las ventajas que tiene un producto sobre el otro. Para la realización de esta investigación se recolectaron datos, los cuales se expresan de manera cuantitativa. Los datos se obtuvieron empleando tablas de medición de métricas para la evaluación de software que se desprenden del modelos MOSCA (véase *anexo D, E y F*).

El estudio realizado en la investigación fue de campo, ya que se realizó dentro del área de servidores de la UACJ, obteniendo los datos requeridos de la infraestructura empleada en dicha investigación.

Los objetos en estudio fueron principalmente un servidor, 3 productos de VMM y parte de la infraestructura de que permitió hacer uso la UACJ. Además de utilizarse también una computadora portátil HP Pavilion dv7-1245dx con tecnología para virtualización. Para la recolección de los datos empleamos las tablas de medición de calidad de software del modelo MOSCA (véase *Tabla 3.1*).

### 3.2 Metodología.

Primero se recopiló la información suficiente sobre las características y requerimientos de la virtualización, después se obtuvo el servidor para realizar las evaluaciones, para luego instalar los hipervisores y utilizar el modelo MOSCA para la evaluación de hipervisores.

### **3.2.1 Recopilación de información sobre la virtualización.**

Sobre la recopilación de la información para entender el funcionamiento, estructura y manejo de la virtualización, se consultaron principalmente libros, algunos artículos y publicaciones de los fabricantes de los productos en estudio y algunos artículos de internet. La recopilación de esta información se comenzó a realizar por el mes de julio del 2010, que fue cuando se empezó a profundizar en el tema, la mayoría de los libros se obtuvo de manera electrónica, siendo el Ing. Manuel Resendez Coordinador de Operación y Sistemas de la UACJ quien nos los facilitó de primera instancia.

La información recabada se fue dando de la siguiente manera, se leyó acerca de ¿por qué virtualizar?, obteniendo como respuesta que la virtualización consolida tanto hardware, software, datos, almacenamiento y red en un solo esquema, lo cual beneficia en el simple mantenimiento, más eficacia y la flexibilidad de proveer recursos computacionales en cualquier momento y en cualquier lugar. Y mencionan las 3 principales formas de virtualización, que son virtualización de servidores, virtualización de aplicaciones y la virtualización de escritorios.

Para el día 08 de agosto se encontró información sobre caso de virtualización de servidores de una empresa llamada WTC dedicada a brindar el servicio de internet. Donde se menciona los beneficios que se obtuvieron al momento de implementar la virtualización del centro de datos de la compañía, sobre la información brindada por este artículo, se rescata que en cuestión de consumo de energía se obtuvieron grandes ahorros, así como las horas hombre trabajadas por el personal adscrito a tecnologías de información (TI), teniendo más tiempo para aplicarlo en otros proyectos de la misma empresa.

Otra empresa que también implementó la virtualización de su centro de datos es la compañía North America Fortune 500 la cual también menciona los beneficios obtenidos de dicha implementación, contribuyendo de manera directa en la optimización de recursos en infraestructura y del consumo de energía, la cual también es de impacto en el medio ambiente.

De la misma manera se obtuvo otra fuente de consulta donde se mencionó los conceptos de host server y guest server, siendo el primero la parte física donde reside la capa de virtualización sobre un sistema operativo ya instalado o directamente sobre el hardware, y el segundo concepto se refiere a la parte donde se hospeda, como su

nombre lo dice, el sistema operativo virtual y el cual comparte con frecuencia el hardware virtual, la fecha de esta consulta fue el día 10 de agosto de 2010.

Sobre el tema de arreglos RAID, que nos sugirió el Ing. Manuel Resendez investigar, se encontró que existen 7 diferentes niveles de arreglos RAID (0-6), el nivel RAID 0 es par alta transferencia y el RAID 1 es totalmente redundante, por lo que la combinación de ambos niveles obtenemos un RAID 10, los demás niveles no es tan común que se les de uso. También se conoció acerca de una infraestructura SAN (Storage Area Network, por sus siglas en inglés), este tipo de infraestructura es empleada para el almacenamiento rápido y con alta disponibilidad, facilitando la virtualización, estas consultas se realizaron el día 12 de agosto.

Continuando con la consulta de fuentes de conocimiento para el proyecto se localizó información del tema de atributos con los que debe contar un hipervisor para ser comparado con algún otro fabricante tales atributos son: Independencia de los sistemas operativos, controladores de hardware, control avanzado de memoria, controla avanzado de almacenamiento, alta escalabilidad de I/O, manejo de recursos de host, mejoras en el desempeño, seguridad en la tecnología virtual y por último la asignación de recursos flexible, información recabada el día 17 de agosto.

El día 19 de agosto nuevamente se encontró información sobre atributos principales para evaluar un hipervisor agrupados en 3 grupos: Automatización de los centros de datos, integración avanzada de administración e infraestructura virtual de alto desempeño.

La reducción en el consumo de energía eléctrico y el espacio requerido, aceleración de aprovisionamiento y consolidación de servidores, así como la eliminación de aplicaciones incompatibles son los temas que se encontraron en las fuentes consultadas el día 25 de agosto.

Ese mismo día se realizó una lectura sobre MOSCA, la cual aporta que se utilizó solo el sub-modelo de calidad del producto, ya que la evaluación de la calidad del proceso de desarrollo no aplica para productos ya elaborados. Además muestra que las 3 características más importantes a medir son la funcionalidad, usabilidad y eficiencia.

Continuando con la recopilación de información sobre el tema de virtualización se encontró una explicación sobre la virtualización, y la cual hace una semejanza a la manera de particionar una unidad de disco duro, en dos o más unidades lógicas, siendo

transparente para el usuario e independientes una partición lógica de la otra, realizando esta investigación el día 13 de septiembre.

Para los días 14 y 15 de septiembre se encontró de la misma manera información sobre los paradigmas de centralización y descentralización de servidores. Se refiere a centralización a la manera de consolidar servidores, para esto sería la virtualización, para el paradigma de descentralización es lo referente a la manera de tener un centro de datos con hardware como lo son los servidores, dedicados a solo tareas específicas, teniendo así un derroche de recursos hardware.

Sobre los temas de herencia de servidores y soporte de aplicaciones, recuperación de desastres y la alta disponibilidad, computación adaptativa y computación en demanda fue otro de los temas encontrados realizando lecturas acerca de la virtualización de servidores, para el día 16 de septiembre se obtuvo información sobre los temas antes mencionados en este párrafo.

Se investigó sobre la instalación del hipervisor XenServer, para solucionar el problema de subir las imágenes de los sistemas operativos para crear las máquinas virtuales, se obtuvieron guías y manuales de instalación. El día de esta investigación fue el 23 de septiembre.

Se continuó con la investigación para resolver el problema del hipervisor XenServer, por lo que se localizó más información la cual refiere al uso de herramientas de terceros como lo son: Cluster openQRM, Enomalist y Project Convirt y XenMan, viene la manera de configuración de la herramienta, consejos y pasos a seguir para la gestionar remotamente el servidor Xen.

Procediendo con la investigación de temas relacionados con la virtualización de servidores, el día 30 de septiembre se obtuvieron algunas de las desventajas de implementar sistemas sobre un ambiente virtualizado, dichas desventajas son: Bajo rendimiento, hardware incompatible, hardware virtual obsoleto, alta calidad de video, aumento desmedido de máquinas virtuales, derroche de recurso, falla en servidor, portabilidad entre plataformas.

Para el día 08 de octubre se encontró la información sobre la Arquitectura de la virtualización, donde se mencionan los principales componentes, términos sobre virtualización y su estructura según el tipo de hipervisor, su diseño y la instalación del mismo.

### 3.2.2 Obtención del Servidor.

Al tener en mente el proyecto se inició por buscar los recursos e infraestructura necesaria para la realización del proyecto, por lo que se realizó una cita con el Ing. Manuel Resendez, Coordinador de Operación y Sistemas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, y a su vez él tuviera un acuerdo con el personal del área de servidores, dicho acuerdo fue que nos asignarían un servidor propiedad de la UACJ para ser usado para este proyecto.

Para el día 10 de agosto nuevamente nos reunimos con el Ing. Manuel Resendez donde tocamos el tema de las fechas que tendríamos disponible el servidor facilitado para este proyecto, acordamos formalmente las fechas de disponibilidad del servidor, siendo del 16 de agosto hasta el 11 de octubre. Teniendo dos semanas para tener instalado cada uno de los servidores.

El servidor que se nos asignó fue un Dell PowerEdge R710 que cuenta con 2 procesadores Intel Xeon E5520 (Quad Core), 16 GB de memoria RAM, y 4 discos duros SAS de 146 GB de espacio (en un arreglo RAID-0) (véase *figura 3.1* y *Anexos G-K*).



Figura 3.1 Rack de Servidores Dell Poweredge R710.

### **3.2.3 Adquisición e Instalación de Hipervisores.**

La adquisición de los hipervisores fue de manera gratuita, ya que pudimos conseguir las versiones de prueba de cada uno de los productos.

Dichas versiones de prueba se descargaron de la página principal de cada fabricante de hipervisores respectivamente. Respecto a la instalación de cada uno de los hipervisores, se empezó a trabajar en el mes de agosto de 2010 con el servidor asignado para dichas instalaciones, siendo instaladas las 3 versiones satisfactoriamente en el servidor.

La primera versión de los 3 hipervisores fue instalada el día 16 de agosto, el cual al momento de su instalación se tuvo que configurar el BIOS del servidor, una de las principales configuraciones fue la asignación del arreglo sobre el cual sería montado el sistema operativo y sobre de este mismo instalar el hipervisor.

Siendo el día 17 de agosto se montaron máquinas virtuales en el servidor con Hyper-V instalado previamente. Instalando máquinas virtuales, como Windows XP, Windows 7 y Ubuntu. Esto para observar el funcionamiento de estas máquinas sobre la plataforma del Hyper-V. También se estuvo investigando el funcionamiento, las configuraciones y las opciones de Hyper-V.

La instalación del segundo hipervisor, en este caso fue el turno de VMware ESXi 4.1. Esta instalación se realizó el día 31 de agosto.

El día 07 de septiembre se copió la imagen de sistemas operativos Windows al servidor con ESXi 4.1. Un problema para realizar estas operaciones es que para subirlos se requiere de una buena conexión a internet

Se instaló el hipervisor del fabricante Citrix llamado XenServer el día 23 de septiembre, quedando instalado directamente sobre el hardware físico del servidor destinado para tal propósito.

### **3.2.4 Evaluación y Medición de Métricas.**

Para el caso de este proyecto fue necesario recurrir al uso de métodos de evaluación de software, por lo que para tales efectos se hizo una investigación acerca del Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del Software, identificándose las métricas a usar para la evaluación de los productos de software de los cuales depende el proyecto.

El día 26 de agosto se intentó contactar a las personas que realizaron el modelo MOSCA por medio de la página [www.lisi.usb.ve](http://www.lisi.usb.ve) que es donde fue creado, pero los

intentos de registrarse en la página fueron fallidos, ya que la pagina al parecer está en desuso y sin mantenimiento, de cualquier forma se encontraron algunos correos y se envió una petición para conocer más acerca del modelo, mencionando el proyecto que se está realizando.

Para el día 20 de septiembre las personas que elaboraron el modelo MOSCA no fueron localizadas, ni por correo, ni por la cuenta de Twitter (ya que también cuentan con una).

Se describe a continuación la manera de cómo se pudo definir las métricas a medir de los diferentes productos de hipervisores, tomada de un caso donde se aplicó el modelo MOSCA, se definieron las cualidades que mencionan los fabricantes de cada hipervisor y las ya usadas en el modelo, se enlistaron y se hizo el acomodo para acoplarlas en cada característica que menciona el modelo MOSCA quedando estructurada de la siguiente manera:

Los criterios de la categoría de funcionalidad se detallan:

**Característica ajuste a los propósitos (APR):** Esta característica evalúa las funciones que el software es capaz de proveer las funciones apropiadas según tareas especificadas por el usuario.

- Criterio APR01 Migración en vivo (*Live migration*): Esta función permite que un administrador del servidor mueva una máquina virtual en ejecución entre los diferentes servidores host sin desconectar el cliente o aplicación.
- Criterio APR02 Alerta de falla de aplicación: Esta función permite recibir alerta cuando una aplicación está fallando y poder ser atendido o eliminado el error en alguna aplicación.
- Criterio APR03 Centro de datos dinámico: Permite brindar los servicios deseados en el tiempo correcto por medio de la gestión de recursos del administrador.
- Criterio APR04 Reportes y alertas de desempeño: Envía alertas y crea reportes a petición del usuario sobre el desempeño del entorno virtualizado.
- Criterio APR05 Agregar roles adicionales al servidor: Se pueden agregar roles o modificar los existentes en el servidor para una eficaz gestión.
- Criterio APR06 Prueba y desarrollo: Se puede hacer uso de aplicaciones de prueba para implementarse a futuro sin tener que hacer uso de recursos físicos.

- Criterio APR07 Interfaz grafica para usuarios locales: Se cuenta con una interfaz para que los usuarios en sitio puedan acceder a los recursos del servidor.
- Criterio APR08 Ciclos de vida de gestión de servidor: Se pueden crear ambientes virtuales a través de un conjunto predefinido de flujos de trabajo.
- Criterio APR09 Vista en escritorio remoto: Por medio de una aplicación instalada en otro equipo se puede acceder al servidor.
- Criterio APR10 Tipo de licencia: Según su tipo de licenciamiento, son las funciones disponibles para ejecutar en el ambiente virtual.
- Criterio APR11 Clusterización de host: Permite crear clúster de servidores para obtener redundancia en los servicios que así lo requieran.
- Criterio APR12 Administración de corriente de host: Reducción en el consumo de electricidad del centro de datos de forma dinámica, y luego apagar servidores poco utilizados según la demanda de servicios sea requerida.
- Criterio APR13 Imágenes instantáneas (*snapshot*): Se puede obtener una imagen de una máquina virtual en un determinado momento para después ser usada.

**Característica interoperabilidad (INT):** Evalúa si el software es capaz de interactuar con uno o más sistemas.

- Criterio INT01 Recursos heterogéneos: Permite tener un conjunto de recursos, contener servidores con diferentes tipos de procesadores, y así tener una alta disponibilidad, balanceo de cargas de trabajo y la funcionalidad de almacenamiento compartido.
- Criterio INT02 Independencia del Sistema Operativo: No existe dependencia con ningún sistema operativo.
- Criterio INT03 Mezcla de Sistemas Operativos: Se puede tener dos o más sistemas operativos diferentes instalados cada uno de ellos en una sola máquina virtual.
- Criterio INT04 Alta escalabilidad de dispositivos de E/S: Usa los controladores directamente del servidor host.

**Característica seguridad (SEG):** Evalúa si el software es capaz de proteger información, limitando el acceso a personas o sistemas no autorizados.

- Criterio SEG01 Administración basada en roles: Permite delegar accesos, control y uso de pools de servidores, y así mantener una estructura de niveles de acceso con diferentes niveles de permisos.
- Criterio SEG02 Aislamiento: Cada máquina virtual está aislada una de la otra sin interferir en procesos o tareas entre ellas.
- Criterio SEG03 Protección de información entre host: Se mantiene la seguridad de los datos de información entre guest server dentro de un host server.

Los criterios de la categoría de fiabilidad se detallan:

**Característica tolerancia a fallos (TOF):** Evalúa si el software es capaz de mantener la continuidad de negocio en dado caso de un fallo en el sistema, teniendo un plan para prevenir el impacto de fallos.

- Criterio TOF01 Alta disponibilidad: Si se produce un error en el hipervisor MV, o nivel de servidor. El reinicio automático permite a los usuarios la capacidad para proteger a todas las aplicaciones virtualizadas y llevar mayores niveles de disponibilidad para el negocio.
- Criterio TOF02 Administración avanzada de almacenamiento: Cuenta con una herramienta para el almacenamiento por medio de clúster y arreglos de discos.

**Característica recuperabilidad (REC):** Se evalúa que el software tenga la capacidad de recuperar el ó los sistemas después de una falla o desastre.

- Criterio REC01 Intercambio en caliente (*Hot swap*): En caso de un destre debe contar con la habilidad de reemplazar un guest server por otro sin perder los servicios, o en dado caso el reemplazo de un disco duro en el arreglo de discos físicos.
- Criterio REC02 Recuperación del sitio: De manera fácil de configurar, rápido para recuperar, y tener la capacidad para poner a prueba con frecuencia y así asegurar que los planes de recuperación ante desastres siguen siendo válidos.

Los criterios de la categoría de eficiencia se detallan:

**Característica comportamiento en el tiempo (COT):** Se evalúa el software en un ambiente definido y saber el comportamiento que presenta con cierta carga de trabajo.

- Criterio COT01 Rendimiento de memoria física: Saber cuánto se consume de memoria RAM con aplicaciones y máquinas virtuales encendidas en el host server.

- Criterio COT02 Rendimiento de procesadores: Saber cuánto se consume en procesadores con aplicaciones y máquinas virtuales encendidas en el host server.
- Criterio COT03 Tiempo de instalación: En cuestión de instalación cuanto efectivo es en tiempo y forma.

**Característica utilización de recursos (UTR):** Se evalúa si el software tiene la capacidad de utilizar los recursos de hardware con eficiencia.

- Criterio UTR01 Balanceo dinámico de cargas de trabajo: Permite equilibrar la carga de trabajo de forma inteligente, haciendo coincidir los requisitos de aplicación a los recursos de hardware disponibles.
- Criterio UTR02 Optimización de memoria: Tiene la capacidad de reducir costos y mejorar el rendimiento de aplicaciones y la protección de la memoria compartida del servidor sin utilizar entre máquinas virtuales en el servidor host.
- Criterio UTR03 Soporte de procesadores: Permite el uso de múltiples procesadores con uno o más núcleos.
- Criterio UTR04 Tamaño de marca (*footprint*) en disco duro: Usa la mínima cantidad de espacio en disco duro al requerir almacenamiento para los registros al instalar la aplicación.
- Criterio UTR05 Requerimientos de hardware: Permite su instalación en un ambiente mínimo de requerimientos de hardware.
- Criterio UTR06 Uso de discos de almacenamiento: Permite el uso de arreglos de unidades de discos duros para almacenamiento.
- Criterio UTR07 Aprovisionamiento de servicios: Reducir los requerimientos de almacenamiento mediante la creación de un conjunto de imágenes que se pueden transmitir tanto a los servidores físicos y virtuales para una rápida, consistente, y confiable despliegue de las aplicaciones.
- Criterio UTR08 Tecnologías de almacenamiento alternativas: Permite el uso de otros métodos de almacenamiento.

Los criterios de la categoría de portabilidad se detallan:

**Característica adaptabilidad (ADP):** Evalúa si el software tiene la capacidad de adaptarse a otros sistemas o diferentes recursos de hardware.

- Criterio ADP01 Fabricantes de hardware: Permite el uso de los diferentes de controladores de hardware existentes en el mercado.

- Criterio ADP02 Diferentes Sistemas operativos: Capacidad de soportar e interactuar con los diferentes sistemas operativos existentes en el mercado.

**Característica capacidad de instalación (CAI):** Se evalúa si el software cuenta con características especiales para su instalación y su soporte técnico.

- Criterio CAI01 Facilidad de instalación: Permite saber que tan difícil es llevar a cabo una instalación satisfactoria.
- Criterio CAI02 Herramientas incluidas en instalación: Cuenta con herramientas de instalación dadas por el mismo fabricante.
- Criterio CAI03 Asistente de instalación: Cuenta con un gestor de instalación que asista en el proceso de instalación.

**Característica coexistencia (COE):** Se evalúa si el software tiene la opción de ser actualizado sin perder los servicios con los que ya cuenta.

- Criterio COE01 Actualización de hipervisor: Puede ser actualizado de una versión existente a una nueva versión.

**Característica capacidad de remplazo (CAR):** Se evalúa si el software tiene la opción de intercambiar máquinas virtuales de otro entorno.

- Criterio CAR01 Cambio de MV de otro entorno: Se puede emigrar una máquina virtual de un entorno a otro diferente.

Los criterios de la categoría de usabilidad se detallan:

**Característica facilidad de comprensión y aprendizaje (FCA):** Evalúa la capacidad de facilitar al usuario el entendimiento del software y la forma en que puede ser utilizado y habilitado para el aprendizaje de la aplicación.

- Criterio FCA01 Tiempo de aprendizaje: Tiempo requerido para que un nuevo usuario se adapte a sistema software.
- Criterio FCA02 Facilidad de navegación: La facilidad que cuenta el software para que un usuario pueda hacer uso de sus funciones y búsqueda de comandos.
- Criterio FCA03 Terminología: La terminología del software está acorde con el entendimiento técnico que pueda tener el usuario.
- Criterio FCA04 Ayuda y documentación: Cuenta con la asistencia de ayuda para el aprendizaje y uso del software por parte del fabricante.

- Criterio FCA05 Soporte y entrenamiento: Ofrece el fabricante del software soporte técnico y entrenamiento para el uso de producto.

**Característica facilidad Interfaz grafica (IG):** Se refiere a los atributos del software que lo hacen más atractivo al usuario, tales como color y diseño gráfico.

- Criterio IG01 Interfaz de Windows y mouse: Evalúa si su manejo se puede realizar de la misma manera en que se hace cuando se opera en ambiente Windows.
- Criterio IG02 Apariencia en pantalla: Facilidad para presentar la distribución en pantalla, el color y la organización de los elementos del modelo.

**Característica operabilidad (OPB):** Evalúa si el software es capaz de habilitar al usuario a operarlo y controlarlo.

- Criterio OPB01 Versatilidad de ejecución: Facilidad para controlar el proceso de ejecución de un modelo.
- Criterio OPB02 Interacción: Relativo a la comunicación entre herramienta y usuario. Evalúan la forma cómo se solicitan los datos, si una corrida se puede interrumpir.
- Criterio OPB02 Multitarea: Relacionado con la versatilidad del programa para la realización de operaciones simultáneas.

Después de definir las métricas se diseñó un formato de evaluación general para cada producto de hipervisor.

| Categorías    | Características                   | Código | Criterios                                          |
|---------------|-----------------------------------|--------|----------------------------------------------------|
| Funcionalidad | Ajuste a los propósitos (APR)     | APR01  | Migración en vivo ( <i>Live migration</i> )        |
|               |                                   | APR02  | Alerta de falla de aplicación                      |
|               |                                   | APR03  | Centro de datos dinámico                           |
|               |                                   | APR04  | Reportes y alertas de desempeño                    |
|               |                                   | APR05  | Agregar roles adicionales al servidor              |
|               |                                   | APR06  | Prueba y desarrollo                                |
|               |                                   | APR07  | Interfaz grafica para usuarios locales             |
|               |                                   | APR08  | Ciclos de vida de gestión de servidor              |
|               |                                   | APR09  | Vista en escritorio remoto                         |
|               |                                   | APR10  | Tipo de licencia                                   |
|               |                                   | APR11  | Clusterización de host                             |
|               |                                   | APR12  | Administración de corriente de host                |
|               | Interoperabilidad (INT)           | INT01  | Recursos heterogéneos                              |
|               |                                   | INT02  | Independencia del Sistema Operativo                |
|               |                                   | INT03  | Mezcla de Sistemas Operativos                      |
|               |                                   | INT04  | Escalabilidad de E/S                               |
|               | Seguridad (SEG)                   | SEG01  | Administración basada en roles                     |
|               |                                   | SEG02  | Aislamiento                                        |
|               |                                   | SEG03  | Protección de información entre host               |
| Fiabilidad    | Tolerancia a fallos (TOF)         | TOF01  | Alta disponibilidad                                |
|               |                                   | TOF02  | Administración avanzada de almacenamiento          |
|               | Recuperabilidad (REC)             | REC01  | Hot swap (Intercambio en caliente)                 |
|               |                                   | REC02  | Recuperación del sitio                             |
| Eficiencia    | Comportamiento en el tiempo (COT) | COT01  | Rendimiento de memoria física                      |
|               |                                   | COT02  | Rendimiento de procesadores                        |
|               |                                   | COT03  | Tiempo de instalación                              |
|               | Utilización de recursos (UTR)     | UTR01  | Balanceo dinámico de cargas de trabajo             |
|               |                                   | UTR02  | Optimización de memoria                            |
|               |                                   | UTR03  | Soporte de procesadores                            |
|               |                                   | UTR04  | Tamaño de marca ( <i>footprint</i> ) en disco duro |
|               |                                   | UTR05  | Requerimientos de hardware                         |
|               |                                   | UTR06  | Uso de disco de almacenamiento físico              |
|               |                                   | UTR07  | Aprovisionamiento de servicios                     |
|               |                                   | UTR08  | Tecnologías de almacenamiento alternativas         |
| Portabilidad  | Adaptabilidad (ADP)               | ADP01  | Fabricantes de hardware                            |
|               |                                   | ADP02  | Diferentes Sistemas operativos                     |
|               | Capacidad de instalación (CAI)    | CAI01  | Facilidad de instalación                           |
|               |                                   | CAI02  | Herramientas incluidas en instalación              |
|               |                                   | CAI03  | Asistente de instalación                           |

|            |                                                    |       |                              |
|------------|----------------------------------------------------|-------|------------------------------|
|            | Coexistencia (COE)                                 | COE01 | Actualización de hipervisor  |
|            | Capacidad de<br>reemplazo (CAR)                    | CAR01 | Cambio de MV de otro entorno |
| Usabilidad | Facilidad de<br>comprensión y<br>aprendizaje (FCA) | FCA01 | Tiempo de aprendizaje        |
|            |                                                    | FCA02 | Facilidad de navegación      |
|            |                                                    | FCA03 | Terminología                 |
|            |                                                    | FCA04 | Ayuda y documentación        |
|            |                                                    | FCA05 | Soporte y entrenamiento      |
|            | Interfaz grafica (IG)                              | IG01  | Interfaz de windows y mouse  |
|            |                                                    | IG02  | Apariencia en pantalla       |
|            | Operabilidad (OPB)                                 | OPB01 | Versatilidad de ejecución    |
|            |                                                    | OPB02 | Interacción                  |
|            |                                                    | OPB03 | Multitarea                   |

Tabla 3.1 Formato de las métricas a evaluar.

## Capítulo 4 – Resultados, Discusiones y Sugerencias.

Por último, en este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de los productos ESXi, XenServer y Hyper-V, utilizados para la virtualización de equipos. También se muestran las conclusiones finales y las discusiones personales.

### 4.1 Resultados.

La medición de calidad de estos productos no fue del todo completa, ya que para la correcta utilización de MOSCA se debió medir también la calidad del proceso de desarrollo, ya que el proceso está ligado con el resultado final del producto, pero ya que estos hipervisores ya están elaborados no se podría evaluar el proceso de desarrollo que utilizaron. Es por eso que solo se evaluó la calidad del producto en sí, midiendo sus funcionalidades y las características con las que cuentan. Las mediciones que se realizaron fueron con las versiones más completas (de prueba) de los hipervisores. Pero también se describirán las características con las que cuenta cada versión de los productos. A continuación se muestra la tabla con los resultados obtenidos de cada uno de los hipervisores:

| Código | Criterios                                   | ESXi | XenServer | Hyper-V |
|--------|---------------------------------------------|------|-----------|---------|
| APR01  | Migración en vivo ( <i>Live migration</i> ) | 5    | 5         | 5       |
| APR02  | Alerta de falla de aplicación               | 3    | 4         | 2       |
| APR03  | Centro de datos dinámico                    | 5    | 5         | 4       |
| APR04  | Reportes y alertas de desempeño             | 5    | 5         | 5       |
| APR05  | Agregar roles adicionales al servidor       | 5    | 3         | 4       |
| APR06  | Prueba y desarrollo                         | 5    | 5         | 5       |
| APR07  | Interfaz grafica para usuarios locales      | 3    | 3         | 5       |
| APR08  | Administración de ciclos de vida de MV's    | 3    | 4         | 1       |
| APR09  | Vista en escritorio remoto                  | 5    | 5         | 5       |
| APR10  | Tipo de licencia                            | 3    | 4         | 3       |
| APR11  | Clusterización de host                      | 5    | 5         | 4       |
| APR12  | Administración de corriente de host         | 5    | 4         | 3       |
| APR13  | imágenes instantáneas ( <i>snapshot</i> )   | 4    | 5         | 5       |
| INT01  | Recursos heterogéneos                       | 4    | 2         | 4       |
| INT02  | Independencia del Sistema Operativo         | 5    | 5         | 2       |
| INT03  | Mezcla de Sistemas Operativos               | 5    | 5         | 4       |
| INT04  | Escalabilidad de E/S                        | 3    | 4         | 3       |
| SEG01  | Administración basada en roles              | 5    | 4         | 5       |

|        |                                                    |     |     |     |
|--------|----------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| SEG02  | Aislamiento                                        | 5   | 5   | 5   |
| SEG03  | Protección de información entre host               | 5   | 5   | 4   |
| TOF01  | Alta disponibilidad                                | 5   | 5   | 2   |
| TOF02  | Administración avanzada de almacenamiento          | 5   | 5   | 3   |
| REC01  | Hot swap (Intercambio en caliente)                 | 4   | 4   | 3   |
| REC02  | Recuperación en sitio                              | 1   | 5   | 1   |
| COT01  | Rendimiento de memoria física                      | 5   | 5   | 3   |
| COT02  | Rendimiento de procesadores                        | 5   | 5   | 4   |
| COT03  | Tiempo de instalación                              | 5   | 5   | 3   |
| UTR01  | Balanceo dinámico de cargas de trabajo             | 1   | 5   | 1   |
| UTR02  | Optimización de memoria                            | 3   | 5   | 2   |
| UTR03  | Soporte de procesadores                            | 4   | 5   | 5   |
| UTR04  | Tamaño de marca ( <i>footprint</i> ) en disco duro | 5   | 4   | 3   |
| UTR05  | Requerimientos de hardware                         | 4   | 4   | 4   |
| UTR06  | Uso de disco de almacenamiento físico              | 5   | 5   | 5   |
| UTR07  | Aprovisionamiento de servicios                     | 1   | 5   | 1   |
| UTR08  | Tecnologías de almacenamiento alternativas         | 5   | 5   | 5   |
| ADP01  | Fabricantes de hardware                            | 4   | 3   | 3   |
| ADP02  | Diferentes Sistemas operativos                     | 4   | 4   | 3   |
| CAI01  | Facilidad de instalación                           | 5   | 5   | 5   |
| CAI02  | Herramientas incluidas en instalación              | 4   | 5   | 4   |
| CAI03  | Asistente de instalación                           | 4   | 4   | 5   |
| COE01  | Actualización de hipervisor                        | 5   | 5   | 3   |
| CAR01  | Cambio de MV de otro entorno                       | 5   | 5   | 4   |
| FCA01  | Tiempo de aprendizaje                              | 3   | 3   | 5   |
| FCA02  | Facilidad de navegación                            | 2   | 3   | 5   |
| FCA03  | Terminología                                       | 5   | 5   | 5   |
| FCA04  | Ayuda y documentación                              | 5   | 5   | 5   |
| FCA05  | Soporte y entrenamiento                            | 5   | 5   | 5   |
| IG01   | Interfaz de windows y mouse                        | 5   | 5   | 5   |
| IG02   | Apariencia en pantalla                             | 5   | 4   | 5   |
| OPB01  | Versatilidad de ejecución                          | 5   | 5   | 5   |
| OPB02  | Interacción                                        | 5   | 5   | 5   |
| OPB03  | Multitarea                                         | 5   | 5   | 5   |
| Total: |                                                    | 222 | 235 | 200 |

Tabla 4.1 Resultados de la evaluación de métricas.

El hipervisor que cuenta con mayor calidad de los 3 es XenServer, con una calidad de 90.38%, seguido de VMware con un 85.38% y por último Hyper-V con 76.92%. La evaluación detallada de cada hipervisor se muestra en los Anexos D, E y F.

#### 4.1.1 ESXi de VMware.

El hipervisor de VMware cuenta con 4 versiones de su producto, los cuales son: *Standard*, *Advanced*, *Enterprise* y *Enterprise Plus*.

La versión *Standard* cuenta con VMFS (*Virtual Machine File System*), permitiendo optimizar las máquinas virtuales de E/S con volúmenes ajustables de disco duro y tamaño de archivos, así como SMP virtual (*Virtual Symmetric Multi-Processing*) que se refiere a un método de SMP (multiproceso simétrico) en el que dos o más procesadores virtuales se asignan dentro de una sola máquina virtual, *VirtualCenter Agent* que facilita la comunicación entre los *ESX Server* y *VirtualCenter*. Consolidación básica para pequeños entornos o de desarrollo.

La segunda versión que es la *Advanced*, la cual cuenta con *vMotion* para realizar migraciones en vivo, *Hot Add* para agregar tanto procesador como memoria virtual sin tener que apagar la máquina virtual, *Fault Tolerance* la cual maximiza el tiempo de actividad en su centro de datos y reducir los costos de tiempo de inactividad, recuperación de datos, *vShield Zones* para proteger sus aplicaciones contra las amenazas internas en la red y reducir el riesgo de violaciones de políticas dentro del perímetro de seguridad de la empresa, todo esto adicional a lo que tiene la versión *Standard*. Producto de alta disponibilidad para proteger aplicaciones en producción críticas.

La versión *Enterprise* cuenta con DRS (*Distributed Resource Scheduler*) supervisa continuamente la utilización a través de un fondo de recursos y asigna de forma inteligente los recursos disponibles entre las máquinas virtuales de acuerdo a las necesidades empresariales, DPM (*Distributed Power Management*), de igual manera se le agregan estas características a la ya existentes de la primera y segunda versión.

Por último la versión *Enterprise Plus*, se le adicionan dos características más, sumadas a las que tiene la versión *Enterprise*, y son: *Distributing Switch* la cual proporciona un punto centralizado de control de nivel de red del clúster y va más allá por configuración del host de red en entornos virtuales, y *Host Profiles* esta permite crea un perfil que encapsula la configuración del host y ayuda a administrar la configuración del host, especialmente en entornos en los que un administrador gestiona más de un host o clúster en *vCenter Server*.

Estas dos últimas versiones son dedicadas para la gestión de grandes entornos y que cuentan con aplicaciones críticas.

Para la versión *Essential* cuenta con *vCenter Server* básica y es la que permite la gestión centralizada, tomando en cuenta que para todas las demás versiones es necesaria, pero se vende por separado.

En cuestión de precios para este producto de software se tiene un precio de \$1,129.00 USD la versión Estándar y un precio de \$3,393.00 USD la versión *Enterprise Plus*. En cuestión memoria RAM, se puede soportar hasta 256 GB de memoria RAM para cada servidor y para la versión *Enterprise Plus* no existen limitaciones para este caso.

Como en los demás productos de hipervisores, uno de los principales requerimientos es contar con procesadores que permitan la virtualización, estos procesadores deben contar con VT (*virtual technology*). En el caso de AMD su procesador con VT integrada es el AMD-V y en caso de Intel es Intel-VT.

La instalación es relativamente rápida, no depende de un sistema operativo para ser instalado este hipervisor, es instalado sobre el hardware físico del servidor host, a este tipo de instalaciones se le llama *bare-metal*.

#### **4.1.2 XenServer de Citrix.**

XenServer en su versión 5.6 cuenta con cuatro tipos de ediciones, la primera de ellas es gratuita y consta solo del hipervisor básico, migración en vivo, imágenes instantáneas de las máquinas virtuales, capacidad para administrar varios servidores y herramientas de conversión de imágenes de máquinas virtuales (MV's). La siguiente es la edición Avanzada que cuenta además con alta disponibilidad, optimización de memoria y reportes y alertas del desempeño, con un valor de \$1,000.00 USD por servidor. Además de incluir todo lo anterior, la tercera es la edición Empresarial con balanceo automatizado de cargas de trabajo, administración de energía eléctrica en el host, aprovisionamiento de servicios (virtuales), administración basada en roles, imágenes instantáneas en tiempo real y StorageLink, con un valor de \$2,500.00 USD por servidor. Por último tenemos la edición Platino que cuenta con administración del ciclo de vida del servidor, aprovisionamiento de servicios (físicos) y recuperación en sitio, con un valor de \$5,000.00 USD por servidor.

La instalación de XenServer es muy rápida ya que se instala directamente en el hardware (*bare-metal*, sin necesidad de un sistema operativo), en un tiempo no mayor a los 10 minutos, al terminar la instalación presenta una pantalla de configuración donde

se pueden configurar las interfaces de red con direcciones estáticas o asignadas por DHCP, la configuración del teclado y la zona horaria, también se configura la contraseña del usuario administrador, así como la forma de autenticación y línea de comandos Shell. Esta pantalla también permite ver las MV's que se están ejecutando y los recursos que están utilizando del servidor, puede observarse también el almacenamiento disponible y utilizado así como el pool de recursos al que pertenece. Por último brinda información de soporte técnico y da la opción de apagar o reiniciar el servidor.

La creación de imágenes instantáneas (*snapshots*) es bastante rápida ya que solo basta con seleccionar la opción de hacer una imagen y asignarle un nombre, para después regresar la MV al estado de la imagen revirtiendo el proceso, también es posible hacer máquinas virtuales en base a una imagen. Otra forma de crear MV's es a partir de una plantilla (*template*), esta se crea a partir de una MV y puede ser usada para crear varias MV's iguales.

La administración basada en roles de XenServer cuenta con 6 tipos: Administración de pools, operador de pools, administrador de consumo de energía de MV, administrador de MV, operador de MV, solo lectura. Con cada tipo de rol se puede tener diferentes privilegios para manejar a sea el servidor o las máquinas virtuales. La seguridad en la red es capaz de separar XenServer de las MV's para evitar ataques dentro del servidor.

Se pueden crear pools de recursos, donde dentro de estos se pueden tener varios servidores y compartir sus recursos como si se tratara de uno solo, esto mejora el rendimiento, brinda alta disponibilidad, un mejor rendimiento. También se pueden iniciar las MV's de un servidor a otro de manera dinámica si no se cuenta con recursos necesarios en un servidor, pero esto requiere que los servidores compartan un mismo almacenamiento compartido. Para crear un pool, los servidores que estén dentro deberán tener el mismo tipo de procesador (marca, modelo y características), además de correr la misma versión de XenServer.

Soporta los sistemas operativos Windows (versiones 98, XP, Vista y 7), Server 2003 y 2008, además sistemas basados en Linux tales como CentOS (versiones 4.5-5.4), RedHat Enterprise (versiones 4.5-5.4), SUSE Enterprise Server (versiones 9-11), Debian Lenny 5.0, Oracle Enterprise (versiones 5.0-5.4). Se pueden instalar otros tipos

de Sistemas Operativos, pero no existirán herramientas (llamadas *XenServer Tools*) para su correcto funcionamiento.

XenServer también cuenta con una nueva tecnología llamada StorageLink (a partir de la edición Empresarial), la cual es capaz de administrar más fácil y eficientemente el almacenamiento de cada MV (con almacenamiento dinámico), esta nueva funcionalidad también permite crear un número deseado de MV's con el mismo sistema operativo a partir de una imagen instantánea, con solo unos cuantos clics, y que si fuera de forma manual tomaría horas en realizarse. Además StorageLink ya está preparado para ser configurado con una gran cantidad de formas de almacenamiento de distintos fabricantes.

#### **4.1.3 Hyper-V de Microsoft.**

Hyper-V carece de funciones avanzadas como las que posee XenServer, es por eso que Citrix en colaboración con Microsoft lanzó al mercado una ampliación para Hyper-V, llamada "*Citrix Essentials for Hyper-V*" el cual agrega características a Hyper-V, constando de 2 ediciones: la edición Empresarial agrega funcionalidades tales como la tecnología StorageLink, aprovisionamiento dinámico de servicios (virtual) e instrumentación de flujo de trabajo, esta edición tiene un valor de \$ 1,500.00 USD por servidor. La edición Platino que cuenta con lo anterior y también administración de laboratorio automatizado, aprovisionamiento dinámico de servicios (físico), recuperación en sitio y administración de etapas tiene un valor de \$ 3,000.00 USD por servidor. Las versiones de Windows Server 2008 son 3, la versión *Standard* tiene un costo de \$ 1,029.00 USD, la versión *Datacenter* \$ 2,999.00 USD y la versión *Enterprise* \$ 3,999.00 USD.

Hyper-V existe en diferentes versiones, ya que en Windows Server 2008 ya viene incluido el rol de Hyper-V (solo hay que agregarlo), siendo diferente el hipervisor en cada versión *Standard*, *Enterprise* o *Datacenter* (con diferentes funcionalidades), pero también existe una versión llamada Hyper-V Server 2008 la cual es gratis e incluye las mismas funcionalidades que el incluido en Windows Server 2008 Standard.

Hyper-V soporta los sistemas operativos de Microsoft y soporta algunos pocos de Linux, tales como: SUSE Linux Enterprise Server 10 con SP3, SUSE Linux Enterprise Server 11, Red Hat Enterprise Linux 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5.

El tiempo de instalación de Hyper-V en realidad es bastante, ya que se tiene que instalar primero Windows Server 2008 con un tiempo de aproximadamente 30 minutos, y después solo se agrega el rol de Hyper-V tardando de 5 a 10 minutos más.

#### **4.1.4 Dificultades e Inconvenientes.**

En el desarrollo de este proyecto se presentaron resultados positivos e inconvenientes que no se tenían contemplados. Sobre los resultados positivos que tuvimos presentes en el proyecto, cabe resaltar que la medición de las métricas arrojó un estado de calidad de cada una de las versiones de hipervisores, con las que pudimos diferenciar claramente las ventajas o desventajas de cada uno de ellos.

Referente a los inconvenientes del proyecto, se nos presentó la dificultad para poder evaluar algunas métricas, ya que era necesario contar con infraestructura adicional a la que teníamos disponible, es por eso que esas mediciones las tuvimos que realizar de manera subjetiva y con el criterio de apreciación hacia cada uno de los productos en evaluación. Otro punto relacionado con los inconvenientes es en relación a lo que estipula la aplicación de modelo MOSCA, en cuestión de medir la calidad del proceso de fabricación del software, por ser versiones de software a las que ya es un producto terminado no se puede realizar tal medición.

#### **4.2 Discusión.**

Con este proyecto se pudo conocer realmente lo que significa virtualizar, ya que estas tecnologías por lo regular, solo están disponibles para las grandes corporaciones y empresas. Es de gran utilidad conocer el funcionamiento de los hipervisores, ya que estas tecnologías se pueden utilizar para mejorar el rendimiento de los servidores, obtener ahorros de consumo de energía, así como una fácil administración de los servidores.

Con la evaluación de los 3 diferentes hipervisores se puede apreciar que cada uno cuenta con diferentes funcionalidades, adaptándose a las distintas necesidades de las organizaciones.

ESXi cuenta con características avanzadas para la administración de las MV's y de los servidores físicos con su herramienta *vCenter*, con la capacidad de crear clústeres de recursos con migraciones en vivo rápidas. Pero por el contrario se observaron

algunas desventajas, ya que no cuenta con balanceo dinámico de cargas de trabajo, no tiene un centro de alertas ni recuperación en sitio, además el rendimiento de las MV's es lento y podría ser mejor. Para que ESXi tenga funcionalidades completas requiere de aplicaciones adicionales como *vShield* (para un centro de datos protegido de amenazas). ESXi es un buen hipervisor, que ofrece soluciones adecuadas, pero no las más completas, se dice que VMware es el líder de las tecnologías para virtualizar, ya que fue la empresa pionera y la que logró la virtualización en tecnologías de 32 bits, pero en cuestión de hipervisor fue superado por XenServer.

En XenServer se encuentran aplicaciones dentro de la edición platino, tales como StorageLink que permite una mejor administración del almacenamiento compartido, así como una rápida creación de múltiples MV's. El manejo de este hipervisor es más complicado que con ESXi, ya que al contar con más características aparecen más opciones, mayor número de menús y ventanas. Una gran desventaja de XenServer es que para crear un pool de recursos, necesitan ser iguales los procesadores utilizados (marca, modelo y características).

Por último está Hyper-V el cual en poco tiempo llegó a ser competitivo dentro del tema de virtualización, que por estar incluido dentro de Windows Server es un ahorro para las empresas, además por ser Microsoft el líder en sistemas operativos, el manejo de su hipervisor es muy sencillo y básico, ya que es muy familiar a los sistemas operativos Microsoft. Hyper-V carece de funciones más avanzadas como balanceo de cargas dinámico y recuperación en sitio, pero estas características se pueden añadir con el complemento de Citrix Essentials.

Respecto a los precios el hipervisor más costoso es XenServer, seguido por Hyper-V y por último ESXi. Cabe destacar que existen versiones gratuitas pero con funcionalidades limitadas, además de recordar que tanto ESXi como XenServer son hipervisores independientes, mientras que Hyper-V ya viene integrado en el sistema operativo de Windows Server 2008 R2 (véase *tabla 4.2*).

| Hipervisor                                      | Precio             |
|-------------------------------------------------|--------------------|
| ESXi 4.1 Enterprise Plus                        | \$ 3,393.00<br>USD |
| XenServer 5.6.0 Platinum Edition                | \$ 5,000.00<br>USD |
| Hyper-V de Windows Server 2008<br>R2 Enterprise | \$ 3,999.00<br>USD |

Tabla 4.2 Costos de hipervisores.

Con los resultados obtenidos, se observa que el hipervisor más completo es XenServer en su versión 5.6 con la Edición Platino, seguido de ESXi 4.1 Enterprise Plus y por último la versión de Hyper-V en Windows Server 2008 R2 Enterprise.

Tomando en cuenta el resultado, es posible realizar una mejor decisión, si se desea adquirir algún producto para la virtualización de servidores.

#### **Discusión personal de Omar Castañeda:**

Los resultados muestran claramente que XenServer es el mejor hipervisor, contando con las más avanzadas características y funcionalidades, que no están disponibles ni en ESXi, ni en Hyper-V, aunque para Hyper-V se puede instalar el complemento de Citrix, de manera que con este complemento se acerca bastante a XenServer, dejando posiblemente a VMware en último lugar.

Ningún hipervisor es malo, de hecho Hyper-V podría ser el producto más adecuado para algún negocio pequeño que requiera consolidación de servidores, con administración centralizada y una mejor gestión de recursos. ESXi puede ser utilizado para organizaciones grandes que desean consolidar servidores y obtener ahorros tanto de consumo eléctrico, así como de infraestructura, utilizando ESXi para gestionar todo más fácilmente. XenServer por ser el hipervisor más completo y con más funciones, es adecuado para empresas que cuentan con los recursos para adquirir la versión Platino de manera que obtendrán la mejor experiencia en cuanto a virtualización se refiere.

En el caso de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) se podría adquirir el complemento de Citrix Essentials para Hyper-V, ya que la universidad cuenta con un convenio con Microsoft, por tal motivo la mayoría de los servidores cuentan con software Microsoft, esto se traduce a precios menores para la adquisición

de sus tecnologías, y agregándole este complemento daría como resultado un hipervisor muy completo similar a XenServer.

### **Discusión personal de David Cardoza:**

Con la experiencia adquirida en la realización de este proyecto, se considera que al momento de pensar en virtualizar un centro de datos, una pequeña suite de servidores o un solo servidor con varios servicios y/o aplicaciones corriendo en él, es necesario saber primeramente que los beneficios que se adquieren al implementar la virtualización no son fáciles de obtener, si se tiene una vaga idea de lo que se desea alcanzar.

Para un óptimo resultado se deben contemplar los recursos con los que se cuenta para la implementación del entorno virtualizado, ya que por el momento tanto el software como el hardware tienen costos que tal vez, la gerencia o dueño de la empresa no quiera invertir y el proyecto simplemente quede estancado, pero que en dado caso que sea implementado, en un plazo no muy largo dará las ganancias necesarias, debido a los ahorros tanto de energía y de mantenimiento que requieren los entornos virtualizados.

Así mismo en la evaluación de las métricas de cada hipervisor, se pudieron obtener datos que nos ayudaron a la identificación de una posible aplicación dentro del área de TI de la UACJ, y en mi opinión, la versión de hipervisor que se podría adaptar mejor a los requerimientos de la UACJ es XenServer de Citrix, aunque por el momento se cuenta con Hyper-V implementado en el centro de datos, el cambio a XenServer sería la mejor opción, con un hipervisor que corre sobre hardware físico del servidor host, se puede obtener mayor rendimiento en su desempeño al no tener ningún sistema operativo intermediario, así mismo proporciona más seguridad, debido al ser una plataforma de virtualización que solo puede ser gestionada remotamente, esta manera de gestionar dicho hipervisor brinda seguridad, ya que no tiene más aplicaciones corriendo en el servidor host, y no es blanco de posibles ataques por virus o hackers. Aunque estas características también las tiene ESXi de VMWare, no cuenta con todas las funcionalidades que proporciona XenServer.

### 4.3 Sugerencias.

Debido a los recursos de infraestructura con los que se contaron para la realización de este proyecto, de cierta manera no fueron suficientes, por lo que las limitantes fueron más que nada la falta de infraestructura, debido que algunas métricas de la evaluación solo se podían evaluar teniendo los recursos para la función o aplicación en específico, un ejemplo de esto sería la creación de pools de servidores, que en nuestro caso no pudo ser realizada tal función, por el hecho de contar con un solo servidor físico y eran necesario dos o más servidores físicos, otra limitación fue la obtención de versiones de hipervisores que solo tenían el mínimo de funciones disponibles, y que para tener las versiones completas era necesario la adquisición de una versión más completa, pero eso implicaba una inversión económica bastante considerable.

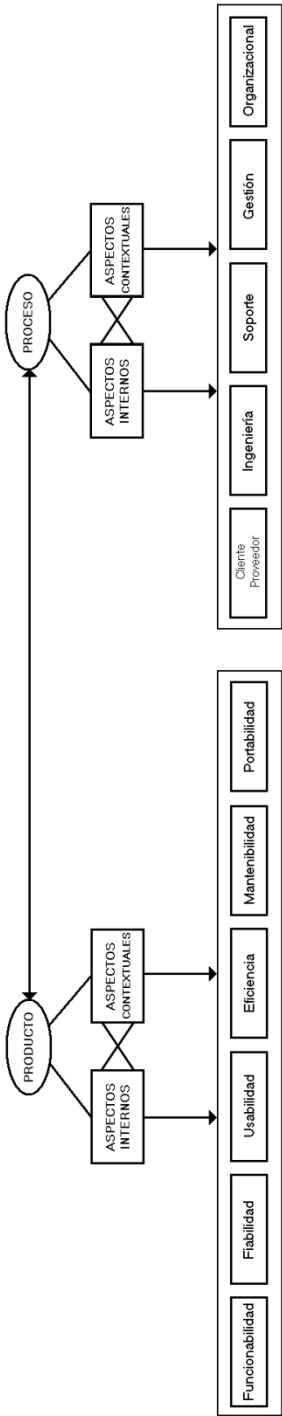
En relación con las limitaciones que se tuvieron y que se mencionan con anterioridad, la sugerencia para mejorar el proyecto sería invertir más recursos en infraestructura y conseguir versiones más completas de cada uno de los hipervisores, o en su efecto contemplar software de *open source* o *freeware*.

## Referencias

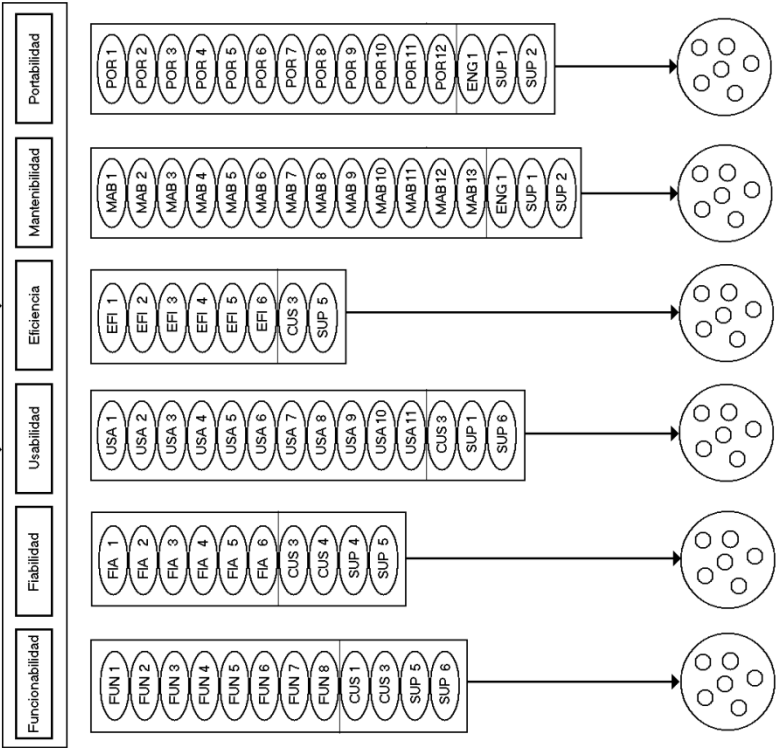
- [1] Intel Corporation, Virtualization Technology Introduction [Introducción a la Tecnología de Virtualización], Argentina, Julio 2008, 42 diapositivas.
- [2] El Mundo es Open Source, Gustavo Higa Miyashiro, “Virtualizacion en Linux: comparando VMWare, VirtualBox y Xen”, 23-Junio-2010, Disponible en World Wide Web: <http://blogs.antartec.com/opensource/2010/06/virtualizacion-linux-vmware-virtualbox-y-xen/>
- [3] Editorial RWWES, Alex Williams, “Los banqueros hablan del cloud computing y la virtualización”, 10-Junio-2010, [En Línea], Disponible en World Wide Web: <http://www.readwriteweb.es/analisis/banqueros-hablan-cloud-computing-virtualizacion/>
- [4] Mendoza, Luis E., Prototipo de Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del Software, Venezuela, 2002-2005, Disponible en World Wide Web: <http://www.ejournal.unam.mx/cys/vol08-03/CYS08304.pdf>
- [5] VMware, Inc., Una introducción a la virtualización [en línea], USA, 2010, Disponible en World Wide Web: <http://www.vmware.com/es/overview/>
- [6] Marshall, D., Reynolds, W., McCrory, D., Advanced server virtualization, USA: Auerbach, 2006, pp 8-11.
- [7] Matthews, J. et al, Running Xen: A Hands-On Guide to the Art of Virtualization, Prentice Hall, 2008.
- [8] Madden, J, “Virtualization\_delivers\_IT\_and\_business\_benefits\_for\_SMBs”, June 2007, 10 pág. Disponible en World Wide Web: [http://i.zdnet.com/whitepapers/vmware\\_Virtualization\\_delivers\\_IT\\_and\\_business\\_benefits\\_for\\_SMBs.pdf](http://i.zdnet.com/whitepapers/vmware_Virtualization_delivers_IT_and_business_benefits_for_SMBs.pdf)
- [9] Loeffler, C., Is Your Data Center Ready for Virtualization?: Important Power Considerations for Virtualized IT Environments , March 2009, 9 pág. Disponible en World Wide Web: <http://webobjects.cdw.com/webobjects/media/pdf/Eaton-DataCenter.pdf>
- [10] Sun Microsystems, “Brown-Forman Adopts a Virtualization Strategy to Take Consolidation to the Limit and Save on Space, Energy, and Operational Costs“, March 2009, 2 pag. Disponible en World Wide Web: <http://www.sun.com/third-party/global/sap/solutions/BrownForman.pdf>

- [11] Rule, D; Dittner, R, The Best Damn Server Virtualization Book Period, Syngress Publishing, 2007, pp 8-11.
- [12] Chen, W., Chan, J., Mueller, O., DB2 Virtualization, IBM Redbooks, 2009.
- [13] Goldworn, B. Skamarock, A. “Blades servers and virtualization“, USA: Wiley, 2007.
- [14] Tulloch, M., Understanding Microsoft Virtualization Solutions: From the Desktop to the Datacenter, Microsoft Press, 2009.
- [15] Cerling, T., Buller, J., Enstall, C., Ruiz, R., “Mastering Microsoft Virtualization“, USA: Wiley, 2010.
- [16] Marior, J. “10 Desventajas de la virtualización” abril, 2008. Disponible en World Wide Web: <<http://www.virtualizados.com/10-desventajas-de-la-virtualizacion>>
- [17] Mendoza, Luis, “Algoritmo para la evaluación sistémica del Software”, Venezuela, 2005, Disponible en World Wide Web: <[http://www.lisi.usb.ve/publicaciones/02%20calidad%20sistemica/calidad\\_21.pdf](http://www.lisi.usb.ve/publicaciones/02%20calidad%20sistemica/calidad_21.pdf)>
- [18] Pérez, María, “Modelo Sistémico de Calidad MOSCA”, Venezuela, 2005, Disponible en World Wide Web: <<http://www.lisi.usb.ve/publicaciones/02%20calidad%20sistemica/MOSCA-MCT.pdf>>
- [19] Van, D. Meyer, J. “La investigación descriptiva”, México, 2006, Disponible en World Wide Web: <<http://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigacion-descriptiva.php>>
- [20] Ferrara, J. “Investigación cuantitativa”, Disponible en World Wide Web: <<http://juanherrera.files.wordpress.com/2008/11/investigacion-cuantitativa.pdf>>

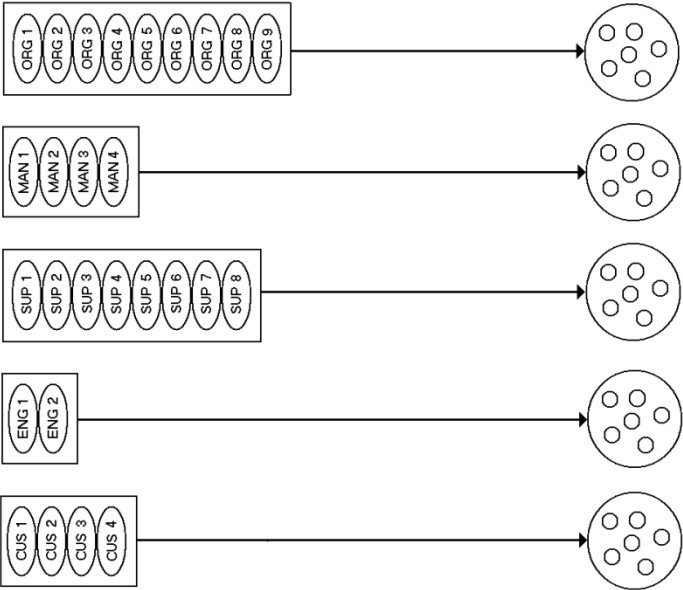
Nivel 0



Nivel 1



Nivel 2



Nivel 3

Anexos

| Categoría                                             | Características                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | Aspectos Contextuales del Producto                                                                                                                                             | Aspectos Internos del Producto                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Funcionalidad (FUN)</b><br>Total de métricas: 46   | FUN 1. Ajuste a los propósitos (16)<br>FUN 2. Precisión (10)<br>FUN 3. Interoperabilidad (7)<br>FUN 4. Seguridad (2)                                                           | FUN 5. Correctitud (8)<br>FUN 6. Estructurado (1)<br>FUN 7. Encapsulado (1)<br>FUN 8. Especificado (1)                                                                                                                                                                                                 |
|                                                       | Sub-total de métricas: 35                                                                                                                                                      | Sub-total de métricas: 11                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                       |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Fiabilidad (FIA)</b><br>Total de métricas: 32      | FIA 1. Madurez (17)<br>FIA 2. Tolerancia a fallas (1)<br>FIA 3. Recuperación (4)                                                                                               | FIA 4. Correctitud (8)<br>FIA 5. Estructurado (1)<br>FIA 6. Encapsulado (1)                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                       | Sub-total de métricas: 22                                                                                                                                                      | Sub-total de métricas: 10                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                       |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Usabilidad (USA)</b><br>Total de métricas: 38      | USA 1. Facilidad de comprensión (5)<br>USA 2. Capacidad de Aprendizaje (9)<br>USA 3. Interfaz Gráfica (5)<br>USA 4. Operabilidad (13)<br>USA 5. Conformidad con los estándares | USA 6. Completo (1)<br>USA 7. Consistente (1)<br>USA 8. Efectivo (1)<br>USA 9. Especificado (1)<br>USA 10. Documentado (1)<br>USA 11. Auto-descriptivo (1)                                                                                                                                             |
|                                                       | Sub-total de métricas: 32                                                                                                                                                      | Sub-total de métricas: 6                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                       |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Eficiencia (EFI)</b><br>Total de métricas: 10      | EFI 1. Comportamiento del tiempo (2)<br>EFI 2. Utilización de recursos (4)                                                                                                     | EFI 3. Efectivo (1)<br>EFI 4. No redundante (1)<br>EFI 5. Directo (1)<br>EFI 6. Utilizado (1)                                                                                                                                                                                                          |
|                                                       | Sub-total de métricas: 6                                                                                                                                                       | Sub-total de métricas: 4                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                       |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Mantenibilidad (MAB)</b><br>Total de métricas: 79  | MAB 1. Capacidad de análisis (2)<br>MAB 2. Facilidad de Cambio (7)<br>MAB 3. Estabilidad (4)<br>MAB 4. Capacidad de prueba (3)                                                 | MAB 5. Acoplamiento (1)<br>MAB 6. Cohesión (1)<br>MAB 7. Encapsulado (1)<br>MAB 8. Madurez del Software (17)<br>MAB 9. Estructura de Control (4)<br>MAB 10. Estructura de Información (9)<br>MAB 11. Descriptivo (14)<br>MAB 12. Correctitud (8)<br>MAB 13. Estructural (5)<br>MAB 14. Modularidad (3) |
|                                                       | Sub-total de métricas: 16                                                                                                                                                      | Sub-total de métricas: 63                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                       |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Portabilidad (POR)</b><br>Total de métricas: 44    | POR 1. Adaptabilidad (9)<br>POR 2. Capacidad de Instalación (4)<br>POR 3. Co-existencia (2)<br>POR 4. Capacidad de reemplazo (2)                                               | POR 5. Consistente (1)<br>POR 6. Parametrizado (3)<br>POR 7. Encapsulado (1)<br>POR 8. Cohesivo (1)<br>POR 9. Especificado (1)<br>POR 10. Documentado (1)<br>POR 11. Auto-descriptivo (1)<br>POR 12. No redundante (1)<br>POR 13. Auditoria (6)<br>POR 14. Manejo de la Calidad (3)                    |
|                                                       | Sub-total de métricas: 17                                                                                                                                                      | Sub-total de métricas: 19                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                       |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Calidad de los Datos (8) -abarca las dos dimensiones- |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## Anexo B

| Categoría                                                 | Características                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           | Aspectos Contextuales del Proceso                                                                                                                          | Aspectos Internos del Proceso                                                                                                                                                                                         |
| <b>Cliente – Proveedor (CUS)</b><br>Total de métricas: 57 | CUS 1. Adquisición del Sistema o producto de Software (24)<br>CUS 3. Determinación de Requerimientos (20)                                                  | CUS 2. Suministro (8)<br>CUS 4. Operación (5)                                                                                                                                                                         |
|                                                           | Sub-total de métricas: 44                                                                                                                                  | Sub-total de métricas: 13                                                                                                                                                                                             |
| <b>Ingeniería (ING)</b><br>Total de métricas: 29          | ENG 1. Desarrollo (12)                                                                                                                                     | ENG 2. Mantenimiento de Software y Sistemas (17)                                                                                                                                                                      |
|                                                           | Sub-total de métricas: 12                                                                                                                                  | Sub-total de métricas: 17                                                                                                                                                                                             |
| <b>Soporte (SUP)</b><br>Total de métricas: 130            | SUP 3. Aseguramiento de la Calidad (17)<br>SUP 6. Revisión Conjunta (14)<br>SUP 7. Auditoría (15)<br>SUP 8. Resolución de Problemas (11)                   | SUP 1. Documentación (9)<br>SUP 2. Gestión de Configuración (12)<br>SUP 4. Verificación (6)<br>SUP 5. Validación (6)<br>SUP 6. Revisión Conjunta (14)<br>SUP 7. Auditoría (15)<br>SUP 8. Resolución de Problemas (11) |
|                                                           | Sub-total de métricas: 57                                                                                                                                  | Sub-total de métricas: 73                                                                                                                                                                                             |
| <b>Gestión (MAN)</b><br>Total de métricas: 91             | MAN 1. Gestión (14)<br>MAN 3. Gestión de Calidad (10)<br>MAN 4. Gestión del Riesgo (12)                                                                    | MAN 1. Gestión (14)<br>MAN 2. Gestión de Proyecto (19)<br>MAN 3. Gestión de Calidad (10)<br>MAN 4. Gestión del Riesgo (12)                                                                                            |
|                                                           | Sub-total de métricas: 36                                                                                                                                  | Sub-total de métricas: 55                                                                                                                                                                                             |
| <b>Organizacional (ORG)</b><br>Total de métricas: 123     | ORG 1. Lineam. Organizacionales (14)<br>ORG 2. Gestión de Cambio (10)<br>ORG 5. Mejoramiento del Proceso (16)<br>ORG 8. Medición (11)<br>ORG 9. Reuso (12) | ORG 3. Establecimiento del Proceso (11)<br>ORG 4. Evaluación del Proceso (9)<br>ORG 5. Mejoramiento del Proceso (16)<br>ORG 6. Gestión de RRHH (16)<br>ORG 7. Infraestructura (8)                                     |
|                                                           | Sub-total de métricas: 63                                                                                                                                  | Sub-total de métricas: 60                                                                                                                                                                                             |

## Anexo C

## Formato de Evaluación de Software

### ESXi 4.1 de VMware.

| Código | Criterios                                   | Valor | Comentario                                                                                                                                                                       |
|--------|---------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| APR01  | Migración en vivo ( <i>Live migration</i> ) | 5     | Requiere de la instalación de <i>vMotion</i> para poder tener la herramienta de migración en vivo disponible.                                                                    |
| APR02  | Alerta de falla de aplicación               | 3     | No cuenta con alertas, solo muestra los eventos.                                                                                                                                 |
| APR03  | Centro de datos dinámico                    | 5     | Solo disponible con la versión <i>vCenter</i> instalado.                                                                                                                         |
| APR04  | Reportes y alertas de desempeño             | 5     | Se pueden imprimir reportes de desempeño especificando el comportamiento de memoria, procesador, disco virtual, almacenamiento de datos, red, sistema y alimentación de energía. |
| APR05  | Agregar roles adicionales al servidor       | 5     | Se pueden modificar los roles para administrar el la seguridad y otros aspectos del servidor host.                                                                               |
| APR06  | Prueba y desarrollo                         | 5     | Esto se puede hacer creando máquinas virtuales dedicadas para la prueba o desarrollo de nuevas implementaciones.                                                                 |
| APR07  | Interfaz grafica para usuarios locales      | 3     | Aparece una ventana con opciones para configurar red, seguridad, ver MV's, información del servidor, línea de comando <i>shell</i> , entre otros.                                |
| APR08  | Administración de ciclos de vida de MV's    | 3     | Solo disponible con la versión <i>vCenter</i> instalado.                                                                                                                         |
| APR09  | Vista en escritorio remoto                  | 5     | Se instala un cliente llamado <i>vSphere</i> para poder acceder vía remota desde otro equipo.                                                                                    |
| APR10  | Tipo de licencia                            | 3     | Para tener una gama completa de funcionalidades es necesario instalar varias herramientas que se instalan cada una por separado.                                                 |
| APR11  | Clusterización de host                      | 5     | Es posible crear clusterización, pero debe tener <i>vCenter</i> instalado para tal propósito.                                                                                    |
| APR12  | Administración de corriente de host         | 5     | Muestra las opciones de consumo de energía eléctrica por el servidor host.                                                                                                       |
| APR13  | imágenes instantáneas ( <i>snapshot</i> )   | 4     | Permite <i>snapshots</i> pero muy limitado el funcionamiento.                                                                                                                    |
| INT01  | Recursos heterogéneos                       | 4     | Se pueden utilizar recursos heterogéneos dentro de un clúster, pero no se podrá hacer migración en vivo.                                                                         |
| INT02  | Independencia del Sistema Operativo         | 5     | Se puede instalar sobre <i>bare-metal</i> (directamente sobre hardware)                                                                                                          |

|       |                                                    |   |                                                                                                                                       |
|-------|----------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INT03 | Mezcla de Sistemas Operativos                      | 5 | Puede tener corriendo máquinas con la mayoría de los S.O. del mercado, menos con MAC.                                                 |
| INT04 | Escalabilidad de E/S                               | 3 | Se tiene conflicto con los controladores para las máquinas virtuales, ya que no tiene compatibilidad completa con el hardware físico. |
| SEG01 | Administración basada en roles                     | 5 | Si es posible tal administración                                                                                                      |
| SEG02 | Aislamiento                                        | 5 | MV totalmente aisladas, no hay dependencia de una MV a otra, el hipervisor es quien se encarga de gestionar los recursos.             |
| SEG03 | Protección de información entre host               | 5 | Se cuenta con la protección de información, un host es transparente uno del otro.                                                     |
| TOF01 | Alta disponibilidad                                | 5 | Se puede contar alta disponibilidad de los servicios implementando clusterización y la cual está disponible con este hipervisor.      |
| TOF02 | Administración avanzada de almacenamiento          | 5 | Se pueden crear redes de almacenamiento (SAN) lo cual se puede lograr con este producto                                               |
| REC01 | Hot swap (Intercambio en caliente)                 | 4 | Se puede cambiar dinámicamente la memoria y el almacenamiento (virtual) y cuando se tenga un arreglo de discos (físico).              |
| REC02 | Recuperación en sitio                              | 1 | No cuenta con una herramienta específica para tal característica.                                                                     |
| COT01 | Rendimiento de memoria física                      | 5 | Se puede obtener el dato sin mayor problema                                                                                           |
| COT02 | Rendimiento de procesadores                        | 5 | Se puede obtener el dato sin mayor problema                                                                                           |
| COT03 | Tiempo de instalación                              | 5 | Es bastante rápida la instalación                                                                                                     |
| UTR01 | Balanceo dinámico de cargas de trabajo             | 1 | No tiene disponible esa herramienta                                                                                                   |
| UTR02 | Optimización de memoria                            | 3 | Esto lo hace VMware por medio de habilitar o deshabilitar servicios que corre el servidor host manualmente                            |
| UTR03 | Soporte de procesadores                            | 4 | Soporta procesadores con tecnología para virtualizar (pero no con todos).                                                             |
| UTR04 | Tamaño de marca ( <i>footprint</i> ) en disco duro | 5 | Usa solo 79 MB                                                                                                                        |
| UTR05 | Requerimientos de hardware                         | 4 | Procesadores de 64 bits con VT, 2 GB memoria RAM mínimo.                                                                              |
| UTR06 | Uso de disco de almacenamiento físico              | 5 | NO se tiene un límite en capacidad aceptada para la instalación, puede ser por RAID u otro tipo de almacenamiento.                    |
| UTR07 | Aprovisionamiento de servicios                     | 1 | No se tiene disponible alguna herramienta que nos permita esta característica.                                                        |

|       |                                            |   |                                                                                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UTR08 | Tecnologías de almacenamiento alternativas | 5 | ESXi es compatible con una gran parte de tecnologías de almacenamiento.                                                                              |
| ADP01 | Fabricantes de hardware                    | 4 | Se utilizan controladores de hardware proporcionados directamente por el fabricante.                                                                 |
| ADP02 | Diferentes Sistemas operativos             | 4 | Soporta los SO más comerciales con excepción de Mac OS y otros basados en Linux.                                                                     |
| CAI01 | Facilidad de instalación                   | 5 | Sencilla y rápida.                                                                                                                                   |
| CAI02 | Herramientas incluidas en instalación      | 4 | No todas las herramientas se instalan desde un principio, se tiene que instalar por separado y con excepciones según tipo de licencia.               |
| CAI03 | Asistente de instalación                   | 4 | SI lo tiene pero es lo básico, la configuración de otra herramientas se deben instalar por separado                                                  |
| COE01 | Actualización de hipervisor                | 5 | Se lleva acabo descargándolas desde el sitio web del proveedor, con limitaciones de licenciamiento.                                                  |
| CAR01 | Cambio de MV de otro entorno               | 5 | Se puede realizar con la herramienta <i>VMware Converter</i> .                                                                                       |
| FCA01 | Tiempo de aprendizaje                      | 3 | No se puede entender y dominar el software de manera rápida, ya que algunas herramientas no son tan intuitivas o no están a simple vista.            |
| FCA02 | Facilidad de navegación                    | 2 | Se presenta el problema de tiempo de ejecución retardado en una conexión remota por lo cual dificulta la navegación.                                 |
| FCA03 | Terminología                               | 5 | Maneja términos familiarizados y no son complicados.                                                                                                 |
| FCA04 | Ayuda y documentación                      | 5 | Cuenta con ayuda en el sitio web y con documentación completa del producto software.                                                                 |
| FCA05 | Soporte y entrenamiento                    | 5 | Si existe soporte y entrenamiento.                                                                                                                   |
| IG01  | Interfaz de windows y mouse                | 5 | Solo se puede estar en esa vista desde un cliente.                                                                                                   |
| IG02  | Apariencia en pantalla                     | 5 | Remotamente muy bien, pero en sitio solo muestra pocas opciones, pero si se requiere entrar al servidor host puede ser por consola al <i>shell</i> . |
| OPB01 | Versatilidad de ejecución                  | 5 | No se presentaron problemas para la correcta ejecución del hipervisor.                                                                               |
| OPB02 | Interacción                                | 5 | La interacción entre usuario e hipervisor es muy fácil.                                                                                              |
| OPB03 | Multitarea                                 | 5 | Permite realizar varias tareas simultáneas.                                                                                                          |

## Anexo D

## XenServer 5.6 de Citrix

| Código | Criterios                                   | Valor | Comentario                                                                                                                                                                  |
|--------|---------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| APR01  | Migración en vivo ( <i>Live migration</i> ) | 5     | <i>XenMotion</i> es la característica que viene incluida desde la edición Empresarial de XenServer, y sirve para migración en vivo de MV's sin ninguna interrupción.        |
| APR02  | Alerta de falla de aplicación               | 4     | XenServer cuenta con un centro de alertas en la edición Avanzada o posterior.                                                                                               |
| APR03  | Centro de datos dinámico                    | 5     | Permite una muy buena administración de los recursos y servicios.                                                                                                           |
| APR04  | Reportes y alertas de desempeño             | 5     | Se pueden crear reportes sobre desempeño de procesamiento, memoria y red.                                                                                                   |
| APR05  | Agregar roles adicionales al servidor       | 3     | Existen 6 tipos de roles pre-definidos, no pueden agregarse más.                                                                                                            |
| APR06  | Prueba y desarrollo                         | 5     | Las MV's son fáciles de crear y se puede simular un entorno de pruebas aislado completamente.                                                                               |
| APR07  | Interfaz grafica para usuarios locales      | 3     | Aparece una ventana con opciones para configurar red, seguridad, ver MV's, información del servidor, línea de comando <i>shell</i> , entre otros.                           |
| APR08  | Administración de ciclos de vida de MV's    | 4     | Esta gestión es muy sencilla con la ayuda del StorageLink, incorporado a la edición Empresarial de XenServer.                                                               |
| APR09  | Vista en escritorio remoto                  | 5     | La aplicación cliente se abre y funciona rápidamente.                                                                                                                       |
| APR10  | Tipo de licencia                            | 4     | Existen 3 tipos de licencias para XenServer.                                                                                                                                |
| APR11  | Clusterización de host                      | 5     | XenServer permite agrupar varios servidores dentro de un pool para poder balancear carga de trabajo, alta disponibilidad y rendimiento.                                     |
| APR12  | Administración de corriente de host         | 4     | Esta característica se encuentra en XenServer a partir de la edición Empresarial.                                                                                           |
| APR13  | imágenes instantáneas ( <i>snapshot</i> )   | 5     | Las imágenes se crean rápidamente, además se pueden hacer máquinas virtuales a partir de la imagen.                                                                         |
| INT01  | Recursos heterogéneos                       | 2     | El tipo de procesador debe ser el mismo para crear un pool de varios servidores.                                                                                            |
| INT02  | Independencia del Sistema Operativo         | 5     | XenServer se instala directamente en el hardware ( <i>bare-metal</i> ), mientras XenCenter se instala en un ambiente Windows, pero existen aplicaciones para Linux también. |
| INT03  | Mezcla de Sistemas Operativos               | 5     | Se puede tener diferentes tipos de sistemas operativos ejecutándose simultáneamente sobre MV's individuales.                                                                |
| INT04  | Escalabilidad de E/S                        | 4     | Se utilizan controladores de Citrix para el funcionamiento de las MV's e incluyen herramientas para mejorar su funcionamiento, pero solo para los S.O. soportados.          |
| SEG01  | Administración basada en roles              | 4     | La administración basada en roles (6 tipos de roles) está disponible desde la edición Empresarial,                                                                          |

|       |                                                    |   |                                                                                                                                                                                                    |
|-------|----------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                    |   | pero no se pueden agregar más roles.                                                                                                                                                               |
| SEG02 | Aislamiento                                        | 5 | Las MV's están aisladas una de otra siendo que no afecta lo que suceda de una a otra, pero pueden comunicarse a través de la red si es necesario.                                                  |
| SEG03 | Protección de información entre host               | 5 | Las MV's están completamente aisladas del XenServer.                                                                                                                                               |
| TOF01 | Alta disponibilidad                                | 5 | La edición Avanzada de XenServer incluye características de Alta Disponibilidad mediante un pool de recursos con almacenamiento compartido.                                                        |
| TOF02 | Administración avanzada de almacenamiento          | 5 | La administración es sencilla, seleccionando el almacenamiento compartido que se utilizará para el pool de recursos.                                                                               |
| REC01 | Hot swap (Intercambio en caliente)                 | 4 | Se puede realizar cambio de memoria y disco duro (con la MV en ejecución) de una manera dinámica por XenServer, pero no se puede hacer manual por medio del usuario.                               |
| REC02 | Recuperación en sitio                              | 5 | La recuperación en sitio se realiza mediante la aplicación StorageLink. Permite crear copias de MV's de respaldo por si llegan a fallar.                                                           |
| COT01 | Rendimiento de memoria física                      | 5 | Se puede apreciar con exactitud cuántos recursos están utilizando cada MV.                                                                                                                         |
| COT02 | Rendimiento de procesadores                        | 5 | Se puede apreciar con exactitud cuántos recursos están utilizando cada MV.                                                                                                                         |
| COT03 | Tiempo de instalación                              | 5 | El tiempo de instalación de XenServer y XenCenter es menor a 10 minutos c/u.                                                                                                                       |
| UTR01 | Balanceo dinámico de cargas de trabajo             | 5 | Esta funcionalidad se incluye dentro de la edición Empresarial de XenServer, con la cual se pueden balancear las cargas de trabajo entre varios servidores de un pool de recursos.                 |
| UTR02 | Optimización de memoria                            | 5 | Esta opción se incluye a partir de la edición Avanzada de XenServer, la cual permite actualizar la cantidad de memoria de una MV, aunque este en ejecución. También incrementar el número de MV's. |
| UTR03 | Soporte de procesadores                            | 5 | Permite usar diferentes tipos de procesadores (con tecnología para virtualizar).                                                                                                                   |
| UTR04 | Tamaño de marca ( <i>footprint</i> ) en disco duro | 4 | El tamaño de <i>footprint</i> en disco duro es aproximadamente de 1.8GB.                                                                                                                           |
| UTR05 | Requerimientos de hardware                         | 4 | El hardware requerido es básicamente procesador con tecnología para virtualizar, mínimo 1 GB de RAM y 60GB de disco duro (recomendado).                                                            |
| UTR06 | Uso de disco de almacenamiento físico              | 5 | XenServer no tiene limitantes en cuanto al arreglo de discos utilizado para el almacenamiento.                                                                                                     |
| UTR07 | Aprovisionamiento de servicios                     | 5 | Esta característica se encuentra en XenServer a partir de la edición Empresarial.                                                                                                                  |
| UTR08 | Tecnologías de almacenamiento                      | 5 | Se adapta a las diferentes formas de almacenamiento disponibles en el mercado por medio de                                                                                                         |

|       |                                       |   |                                                                                                                                                        |
|-------|---------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | alternativas                          |   | StorageLink (integrado desde la edición Empresarial).                                                                                                  |
| ADP01 | Fabricantes de hardware               | 3 | Solo utiliza los drivers proporcionados por XenServer.                                                                                                 |
| ADP02 | Diferentes Sistemas operativos        | 4 | Soporta los S.O. más generales, pero faltan diversos sistemas basados en Linux y S.O.'s MAC.                                                           |
| CAI01 | Facilidad de instalación              | 5 | La instalación se lleva a cabo con pocos y sencillos pasos.                                                                                            |
| CAI02 | Herramientas incluidas en instalación | 5 | XenServer incluye un disco montable de instalación con herramientas (llamado XenServer Tools), para instalarse en las MV's y tengan mejor rendimiento. |
| CAI03 | Asistente de instalación              | 4 | Cuenta con un buen asistente de instalación, pero le falta ser más gráfico.                                                                            |
| COE01 | Actualización de hipervisor           | 5 | La actualización se descarga de la pagina de Citrix y solo se indica el archivo en XenCenter para ser actualizado.                                     |
| CAR01 | Cambio de MV de otro entorno          | 5 | La instalación de una MV de otro hipervisor es sencilla, ya que cuenta con una herramienta para conversión de formatos.                                |
| FCA01 | Tiempo de aprendizaje                 | 3 | Para aprender todas las funcionalidades de XenServer se tiene que llevar a cabo bastante investigación, no es un hipervisor sencillo de manejar.       |
| FCA02 | Facilidad de navegación               | 3 | La facilidad de manejo de este hipervisor es un poco complicada, se requiere conocimiento de funciones y experiencia.                                  |
| FCA03 | Terminología                          | 5 | Los términos utilizados en XenServer son muy sencillos, además de que se explican constantemente en todos los documentos de soporte de Citrix.         |
| FCA04 | Ayuda y documentación                 | 5 | Existe bastante ayuda y guías en la página de Citrix para la utilización sus aplicaciones de virtualización.                                           |
| FCA05 | Soporte y entrenamiento               | 5 | Hay soporte e incluso clases en línea en la página de Citrix para mejorar la utilización de XenServer.                                                 |
| IG01  | Interfaz de windows y mouse           | 5 | La interfaz de XenCenter se instala sobre un entorno Windows, por lo que es bastante amigable y simple.                                                |
| IG02  | Apariencia en pantalla                | 4 | La apariencia es simple, pero existen algunas características que están un poco ocultas y complicadas de encontrar.                                    |
| OPB01 | Versatilidad de ejecución             | 5 | No se presentaron problemas para la correcta ejecución del hipervisor.                                                                                 |
| OPB02 | Interacción                           | 5 | La interacción entre usuario e hipervisor es muy fácil.                                                                                                |
| OPB03 | Multitarea                            | 5 | Permite realizar varias tareas simultáneas.                                                                                                            |

## Hyper-V de Microsoft.

| Código | Criterios                                   | Valor | Comentario                                                                                                                                                             |
|--------|---------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| APR01  | Migración en vivo ( <i>Live migration</i> ) | 5     | La migración en vivo es muy rápida y simple, con solo unos cuantos clics se migra de un servidor a otro (dentro del mismo clúster).                                    |
| APR02  | Alerta de falla de aplicación               | 2     | Hyper-V no envía algún tipo de alerta si la MV deja de funcionar, hay que ver la pantalla en miniatura, ingresar a la MV o utilizarla para saber si esta fallo.        |
| APR03  | Centro de datos dinámico                    | 4     | Esta funcionalidad se incluye en el SCVMM.                                                                                                                             |
| APR04  | Reportes y alertas de desempeño             | 5     | Se puede visualizar en graficas muy explicitas una gran cantidad de variables medibles (uso de memoria, procesador, red, etc.).                                        |
| APR05  | Agregar roles adicionales al servidor       | 4     | No se pueden agregar más roles, pero si existe una gran cantidad de roles predefinidos                                                                                 |
| APR06  | Prueba y desarrollo                         | 5     | Se pueden realizar pruebas debido a que el funcionamiento de las MV's es casi idéntico al de las máquinas físicas.                                                     |
| APR07  | Interfaz grafica para usuarios locales      | 5     | La interfaz gráfica para usuarios locales esta siempre disponible, ya que Hyper-V es un rol de Server 2008.                                                            |
| APR08  | Administración de ciclos de vida de MV's    | 1     | No cuenta con esta característica.                                                                                                                                     |
| APR09  | Vista en escritorio remoto                  | 5     | En la vista en el escritorio remoto se visualiza exactamente la pantalla del Server 2008.                                                                              |
| APR10  | Tipo de licencia                            | 3     | Existen 3 tipos de Windows Server 2008 con diferentes funcionalidades en Hyper-V (además se encuentra el complemento de Citrix que se vende por separado).             |
| APR11  | Clusterización de host                      | 4     | Se permite hacer un clúster de varios servidores, pero carece de algunas funcionalidades (problemas de almacenamiento).                                                |
| APR12  | Administración de corriente de host         | 3     | Se puede usar esta característica pero requiere un software adicional.                                                                                                 |
| APR13  | imágenes instantáneas ( <i>snapshot</i> )   | 5     | Se pueden obtener imágenes instantáneas de las MV's para regresar a un estado anterior.                                                                                |
| INT01  | Recursos heterogéneos                       | 4     | Se pueden usar servidores diferentes para crear un clúster, pero de preferencia que tengan el logo de Certificados para Windows Server 2008.                           |
| INT02  | Independencia del Sistema Operativo         | 2     | Hyper-V depende en su totalidad de Windows Server 2008, incluso en la versión de Hyper-V Server 2008 (ya que es como un <i>core</i> con el rol de Hyper-V habilitado). |

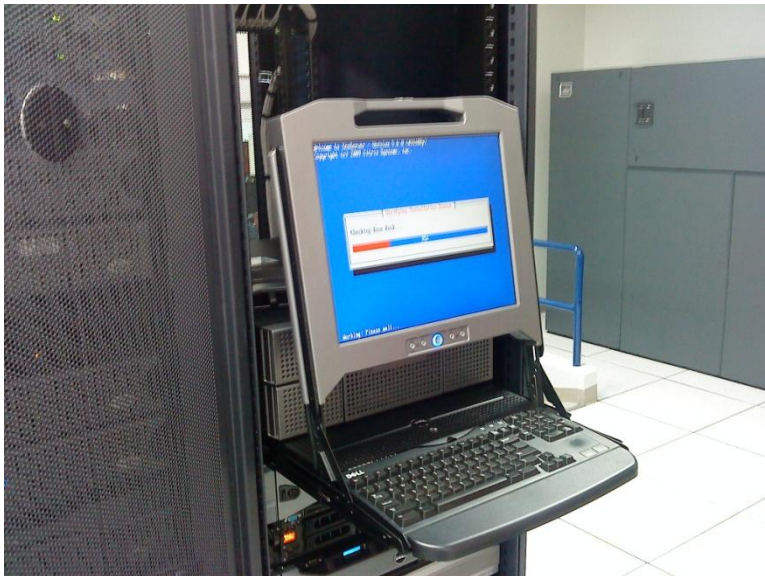
|       |                                                    |   |                                                                                                                                                |
|-------|----------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INT03 | Mezcla de Sistemas Operativos                      | 4 | Se pueden ejecutar diferentes sistemas operativos simultáneamente en distintas MV, pero falta más soporte para Linux.                          |
| INT04 | Escalabilidad de E/S                               | 3 | Se usan controladores genéricos, se tiene que instalar una herramienta de integración de servicios.                                            |
| SEG01 | Administración basada en roles                     | 5 | La administración basada en roles es posible, además de que se cuenta con un amplio número de roles.                                           |
| SEG02 | Aislamiento                                        | 5 | Las MV's están aisladas una de la otra, y no interfieren en su funcionamiento.                                                                 |
| SEG03 | Protección de información entre host               | 4 | Se puede establecer comunicación entre guest y host, pero como el hipervisor funciona sobre Windows Server 2008, existe cierta vulnerabilidad. |
| TOF01 | Alta disponibilidad                                | 2 | Las MV's no se inician automáticamente después de tener una falla con un servidor.                                                             |
| TOF02 | Administración avanzada de almacenamiento          | 3 | Carece de una administración más avanzada en cuestión de almacenamiento.                                                                       |
| REC01 | Hot swap (Intercambio en caliente)                 | 3 | Se puede proporcionar memoria de manera dinámica a las MV's pero hay problemas con modificar el espacio de almacenamiento de las MV's.         |
| REC02 | Recuperación en sitio                              | 1 | No cuenta con esta característica (Requiere Citrix Essentials).                                                                                |
| COT01 | Rendimiento de memoria física                      | 3 | Se puede ver cuanta memoria está utilizando pero todo el sistema completo (incluyendo MV's).                                                   |
| COT02 | Rendimiento de procesadores                        | 4 | Muestra el porcentaje de procesador utilizado.                                                                                                 |
| COT03 | Tiempo de instalación                              | 3 | El tiempo de instalación de Hyper-V es menor a 10 minutos, pero antes debe de instalarse Windows Server 2008 (20-30 minutos aproximadamente).  |
| UTR01 | Balanceo dinámico de cargas de trabajo             | 1 | No cuenta con esta característica (requiere Citrix Essentials).                                                                                |
| UTR02 | Optimización de memoria                            | 2 | La reutilización de la memoria es muy lenta e ineficiente.                                                                                     |
| UTR03 | Soporte de procesadores                            | 5 | Permite usar diferentes tipos de procesadores (con tecnología para virtualizar).                                                               |
| UTR04 | Tamaño de marca ( <i>footprint</i> ) en disco duro | 3 | El tamaño de instalación con Server 2008 ( <i>Core</i> ) es de 2.0GB, mientras que de Server 2008 (instalación completa) es aprox. de 10GB.    |
| UTR05 | Requerimientos de hardware                         | 4 | Se requiere básicamente un procesador x64 con capacidad para virtualizar.                                                                      |
| UTR06 | Uso de disco de almacenamiento físico              | 5 | No se tiene un límite para el almacenamiento con Hyper-V.                                                                                      |
| UTR07 | Aprovisionamiento de servicios                     | 1 | No cuenta con esta característica (Requiere Citrix Essentials).                                                                                |
| UTR08 | Tecnologías de almacenamiento                      | 5 | Hyper-v es compatible con gran parte de las tecnologías de almacenamiento                                                                      |

|       |                                       |   |                                                                                                                                       |
|-------|---------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | alternativas                          |   |                                                                                                                                       |
| ADP01 | Fabricantes de hardware               | 3 | Solo soporta los controladores genéricos de Microsoft.                                                                                |
| ADP02 | Diferentes Sistemas operativos        | 3 | Soporta los sistemas de Microsoft y muy pocos de Linux (no soporta MAC).                                                              |
| CAI01 | Facilidad de instalación              | 5 | La instalación es muy sencilla, ya que solo hay que agregar el rol de Hyper-V.                                                        |
| CAI02 | Herramientas incluidas en instalación | 4 | Hyper-V cuenta con herramientas para instalar servicios de integración entre hipervisor y MV, pero solo soporta S.O. Windows.         |
| CAI03 | Asistente de instalación              | 5 | El asistente de instalación de Hyper-V es bastante sencillo, ya que es por medio de una interfaz gráfica con instrucciones simples.   |
| COE01 | Actualización de hipervisor           | 3 | Para actualizar el hipervisor se tendría que instalar nuevamente el S.O. o instalar el complemento de Citrix Essentials para Hyper-V. |
| CAR01 | Cambio de MV de otro entorno          | 4 | Las MV se pueden migrar a Hyper-V desde XenServer. Para migrar desde VMware es más complicado.                                        |
| FCA01 | Tiempo de aprendizaje                 | 5 | Para aprender a manejar Hyper-V no se tiene que llevar mucho tiempo, ya que es un entorno familiar (Windows).                         |
| FCA02 | Facilidad de navegación               | 5 | El manejo de Hyper-V es muy sencillo y simple.                                                                                        |
| FCA03 | Terminología                          | 5 | Los conceptos manejados son sencillos y similares a los que utilizan los demás hipervisores.                                          |
| FCA04 | Ayuda y documentación                 | 5 | La ayuda y documentación es la más amplia que de los otros hipervisores.                                                              |
| FCA05 | Soporte y entrenamiento               | 5 | El soporte y entrenamiento es muy extenso ya que implica soporte de Microsoft.                                                        |
| IG01  | Interfaz de windows y mouse           | 5 | La interfaz es muy amigable y sencilla, funciona adecuadamente.                                                                       |
| IG02  | Apariencia en pantalla                | 5 | La apariencia de Hyper-V es simple y muy básica.                                                                                      |
| OPB01 | Versatilidad de ejecución             | 5 | No se presentaron problemas para la correcta ejecución del hipervisor.                                                                |
| OPB02 | Interacción                           | 5 | La interacción entre usuario e hipervisor es muy fácil.                                                                               |
| OPB03 | Multitarea                            | 5 | Permite realizar varias tareas simultaneas.                                                                                           |

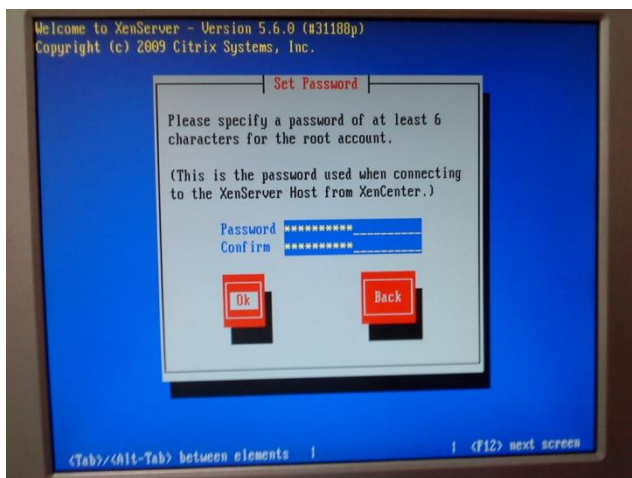
## Anexo F



Anexo G



Anexo H



Anexo I



Anexo J



Anexo K