

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE *CLOUD COMPUTING* DE MODELO PRIVADO  
OFRECIENDO INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO (IaaS) PARA  
LA EMPRESA NOUX C.A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN**

**CARLOS JAVIER JARAMILLO VINUEZA**

[cjavier2007@hotmail.com](mailto:cjavier2007@hotmail.com)

**ERNESTO GUILLERMO LIMA ARTEAGA**

[ernest.lima@gmail.com](mailto:ernest.lima@gmail.com)

**DIRECTOR: MIGUEL ÁNGEL HINOJOSA RAZA, MSc.**

[miguel.hinojosa@epn.edu.ec](mailto:miguel.hinojosa@epn.edu.ec)

**Quito, abril 2014**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Jaramillo Vinueza Carlos Javier y Lima Arteaga Ernesto Guillermo, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

-----  
Carlos Jaramillo

-----  
Ernesto Lima

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carlos Javier Jaramillo Vinueza y Ernesto Guillermo Lima Arteaga, bajo mi supervisión.

-----

Hinojosa Raza Miguel Ángel, MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar deseo agradecer a Dios por ser aquel ser, que me ha dado la vida, por brindarme fortaleza y la sabiduría necesaria para dar cada paso.

A mi familia, por estar presente en cada momento, en cada instante, en cada lugar y ser apoyo incondicional.

A todos los profesores que tuve durante mi carrera, que más que profesores han sido verdaderos maestros, en especial a mi tutor, Miguel Hinojosa, MSc., quien con sabiduría y paciencia ha sabido inculcar tolerancia, honestidad y responsabilidad.

A los ingenieros Patricio Toalongo y Hernán Burbano de Lara, quienes han brindado su apoyo incondicional y quienes dieron las facilidades necesarias para el desarrollo del proyecto.

A Ernesto, quien en varias ocasiones me ha demostrado ser un hombre confiable, quien lleno de humildad y sabiduría ha conseguido llevar adelante no solo este sino varios proyectos de los que hemos sido parte.

A todos mis amigos de la Escuela Politécnica Nacional, quienes incondicionalmente han estado presente en las buenas y en las malas, siempre dando apoyo y palabras de aliento.

Carlos Jaramillo

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo agradecer a todas las persona que formaron parte para la culminación de este Proyecto de Titulación, especialmente a mis padres por brindarme todo su cariño y ser un apoyo incondicional.

A mi familia por ser un pilar en los momentos difíciles y saberme guiar por el buen camino.

A los ingenieros que en el transcurso de la Universidad formaron parte de mi formación académica, quienes con sus conocimientos y consejos inculcaron valores de responsabilidad y constancia, especialmente nuestro tutor Miguel Hinojosa MSc., por sabernos guiar, demostrando paciencia y compromiso para sacar adelante este Proyecto de Titulación.

A Carlos y su familia, quienes me acogieron como un miembro más dentro de su hogar; por su tolerancia, esfuerzo y compañerismo durante nuestra carrera.

A mis amigos que formaron parte de mi vida Universitaria, quienes me brindaron su amistad sin limitaciones o condición alguna, y compartieron conmigo momentos de alegrías, pero sobre todo los momentos difíciles demostrando ser personas incondicionales.

Ernesto Lima

## DEDICATORIA

A Carlos y Olga, mis padres y mi mayor orgullo, quienes día a día, han sido ejemplo incasable de amor, paciencia, sacrificio, trabajo, honestidad y muchos otros valores que han sabido formar mi personalidad.

A mi hermano Byron, que ha sabido guiarme y darme ejemplo de superación y sencillez.

Mi hermana Karla, una persona muy extrovertida y alegre y quien demuestra su alegría a cada instante de su vida.

Michelle, mi hermana menor y quien siempre me da ejemplo de perfeccionismo y constancia.

A mis abuelos que han sido como mis padres, y me han sabido guiar y apoyar desde el inicio de mi existencia.

A Verónica, mi mejor amiga y compañera, gracias por tu aliento.

Carlos Jaramillo

## **DEDICATORIA**

Dedico este Proyecto de Titulación a mis Padres Guillermo y Clara, ya que es fruto de su esfuerzo, sacrificio y constancia. Su tenacidad y lucha incansable es mi mayor ejemplo a seguir.

A mi hermano César quien supo guiarme, apoyarme y darme ejemplo de superación.

A mis hermanas Daniela y Anita con quienes comparto muchos momentos de alegrías, gracias por saberme tolerar en todo momento.

Ernesto Lima

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE <i>CLOUD COMPUTING</i></b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 TÉRMINOS DE <i>CLOUD COMPUTING</i></b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 DEFINICIÓN DE <i>CLOUD COMPUTING</i></b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 CARACTERÍSTICAS DE <i>CLOUD COMPUTING</i></b> .....	<b>6</b>
<b>1.5 COMPARACIONES TECNOLÓGICAS</b> .....	<b>7</b>
<b>1.6 ORGANIZACIONES</b> .....	<b>9</b>
<b>1.6.1 <i>OPEN CLOUD CONSORTIUM</i></b> .....	<b>9</b>
<b>1.6.2 <i>CLOUD COMPUTING INTEROPERABILITY FORUM</i></b> .....	<b>9</b>
<b>1.6.3 <i>CLOUD SECURITY ALLIANCE</i></b> .....	<b>10</b>
<b>1.6.4 <i>CLOUD STANDARDS</i></b> .....	<b>10</b>
<b>1.6.5 <i>INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION</i></b> .....	<b>10</b>
<b>1.6.6 <i>OPEN GRID FORUM</i></b> .....	<b>11</b>
<b>1.6.7 <i>DISTRIBUTED MANAGEMENT TASK FORCE</i></b> .....	<b>11</b>
<b>1.6.8 <i>EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARDS INSTITUTE</i></b> .....	<b>11</b>
<b>1.6.9 <i>GREEN GRID</i></b> .....	<b>12</b>
<b>1.7 MODELOS DE INFRAESTRUCTURA DE <i>CLOUD COMPUTING</i></b> .....	<b>12</b>
<b>1.7.1 NUBES PÚBLICAS (<i>CLOUDS PÚBLICAS</i>)</b> .....	<b>13</b>
<b>1.7.2 NUBES PRIVADAS (<i>CLOUDS PRIVADAS</i>)</b> .....	<b>14</b>
<b>1.7.3 NUBES HÍBRIDAS (<i>CLOUDS HÍBRIDAS</i>)</b> .....	<b>15</b>
<b>1.8 MODELOS DE SERVICIO DE <i>CLOUD COMPUTING</i></b> .....	<b>16</b>
<b>1.8.1 SOFTWARE COMO SERVICIO (<i>SaaS - SOFTWARE AS A SERVICE</i>)</b> .....	<b>18</b>
<b>1.8.2 PLATAFORMA COMO SERVICIO (<i>PaaS - PLATFORM AS A SERVICE</i>)</b> ...	<b>20</b>

1.8.3 INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO (IaaS - <i>INFRAESTRUCTURE AS A SERVICE</i> ) .....	21
<b>1.9 BENEFICIOS Y RIESGOS DE <i>CLOUD COMPUTING</i></b> .....	<b>22</b>
1.9.1 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	23
1.9.1.1 Fortalezas .....	23
1.9.1.2 Debilidades .....	23
1.9.1.3 Oportunidades .....	24
1.9.1.4 Amenazas .....	24
1.9.2 ANÁLISIS TECNOLÓGICO .....	25
1.9.2.1 Fortalezas .....	25
1.9.2.2 Debilidades .....	27
1.9.2.3 Amenazas .....	28
<b>CAPÍTULO 2. ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE <i>CLOUD COMPUTING</i> DE MODELO PRIVADO</b> .....	<b>30</b>
<b>2.1 NECESIDADES DE LA EMPRESA NOUX C.A.</b> .....	<b>30</b>
2.1.1 INTRODUCCIÓN .....	30
2.1.2 PROPÓSITO .....	30
2.1.3 ALCANCE .....	30
2.1.4 DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS .....	30
2.1.5 REFERENCIAS .....	31
2.1.6 RESUMEN .....	31
<b>2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL</b> .....	<b>32</b>
2.2.1 PERSPECTIVA DEL PRODUCTO .....	32
2.2.2 FUNCIONALIDAD DEL PRODUCTO .....	32
2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS .....	33
2.2.4 RESTRICCIONES .....	34
2.2.5 EL PROYECTO SE IMPLEMENTARÁ CON SOFTWARE LIBRE .....	34

<b>2.2.6 SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS .....</b>	<b>34</b>
<b>2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.1 REQUISITOS FUNCIONALES .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.2 REQUISITOS NO FUNCIONALES .....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.3 REQUISITOS COMUNES DE LAS INTERFACES .....</b>	<b>39</b>
2.3.3.1 Interfaces de usuario .....	39
2.3.3.2 Interfaces de hardware .....	40
2.3.3.3 Interfaces de software.....	40
2.3.3.4 Interfaces de comunicación .....	40
<b>2.3.4 REQUISITOS DE RENDIMIENTO .....</b>	<b>40</b>
<b>2.4 ANÁLISIS DE COSTOS.....</b>	<b>40</b>
<b>2.4.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>2.4.2 METODOLOGÍA.....</b>	<b>41</b>
2.4.2.1 Costos directos (presupuestados) .....	41
2.4.2.2 Costos indirectos (no presupuestados).....	42
<b>2.5 ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE <i>CLOUD</i></b> <b>    <i>COMPUTING</i> DE MODELO PRIVADO OFRECIENDO INFRAESTRUCTURA</b> <b>    COMO SERVICIO PARA LA EMPRESA NOUX C.A.....</b>	<b>43</b>
<b>2.5.1 COSTO INICIAL .....</b>	<b>43</b>
<b>2.5.2 COSTO DE ADMINISTRACIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>2.5.3 COSTO DE OPERACIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>2.5.4 COSTO POR SOPORTE TÉCNICO .....</b>	<b>43</b>
<b>2.6 VIABILIDAD DEL PROYECTO.....</b>	<b>47</b>
<b>2.6.1 VALOR DE SALVAMENTO.....</b>	<b>48</b>
<b>2.6.2 DEPRECIACIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>2.6.3 FLUJO DE CAJA.....</b>	<b>50</b>
<b>2.6.4 CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) .....</b>	<b>51</b>
<b>2.6.5 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....</b>	<b>52</b>

<b>2.7 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE NOUX C.A.....</b>	<b>53</b>
<b>2.7.1 DETALLE DE LA INFRAESTRUCTURA DE NOUX C.A. ....</b>	<b>53</b>
2.7.1.1 Infraestructura de servidores y equipos de computación.....	53
2.7.1.2 Características de la infraestructura de servidores.....	54
<b>CAPÍTULO 3. DISEÑO DE <i>CLOUD COMPUTING</i> DE MODELO PRIVADO .....</b>	<b>58</b>
<b>3.1 METODOLOGÍA .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2 PLANIFICACIÓN .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.1 PRIMERA FASE .....</b>	<b>59</b>
3.2.1.1 Gestores de infraestructura IaaS .....	59
3.2.1.1.1 OpenNebula .....	59
3.2.1.1.2 OpenStack.....	60
3.2.1.1.3 Eucalyptus .....	61
3.2.1.2 Información general sobre los gestores de infraestructura IaaS.....	61
3.2.1.3 Comparación de características cualitativas de los gestores de infraestructura IaaS .....	63
3.2.1.3.1 Implementación de software.....	63
3.2.1.3.2 Actualizaciones.....	63
3.2.1.3.3 Interfaces.....	64
3.2.1.3.4 Almacenamiento.....	64
3.2.1.3.5 Networking.....	65
3.2.1.3.6 Hipervisores.....	65
3.2.1.3.7 Autenticación .....	66
3.2.1.4 Justificación de solución escogida y características .....	66
3.2.1.4.1 Justificación .....	66
3.2.1.4.2 Características.....	66
3.2.1.4.3 Arquitectura de OpenNebula .....	68
<b>3.2.2 SEGUNDA FASE.....</b>	<b>68</b>
3.2.2.1 Consumo de CPU.....	69

3.2.2.2 Consumo de Memoria RAM.....	70
3.2.2.3 Espacio usado en disco duro.....	70
<b>3.2.3 TERCERA FASE .....</b>	<b>70</b>
3.2.3.1 Memoria RAM.....	71
3.2.3.2 Uso de CPU.....	72
3.2.3.3 Espacio en disco duro.....	73
3.2.3.4 Consumo de ancho de banda.....	74
<b>3.2.4 CUARTA FASE .....</b>	<b>77</b>
3.2.4.1 Memoria RAM.....	77
3.2.4.2 Tamaño de CPU.....	77
3.2.4.3 Espacio en disco duro.....	78
3.2.4.4 Interfaz de red.....	78
3.2.4.5 Ancho de banda.....	78
<b>3.3 MÉTRICAS.....</b>	<b>79</b>
<b>CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN DE <i>CLOUD COMPUTING</i> IaaS DE MODELO PRIVADO.....</b>	<b>80</b>
<b>4.1 INSTALACIÓN DE OPENNEBULA.....</b>	<b>80</b>
<b>4.2 EJECUCIÓN DE PRUEBAS Y RESULTADOS .....</b>	<b>85</b>
<b>4.2.1 MEDICIONES REALIZADAS EN EL SERVIDOR .....</b>	<b>86</b>
4.2.1.1 Mediciones de CPU.....	86
4.2.1.2 Memoria RAM.....	89
4.2.1.3 Espacio en disco duro.....	89
4.2.1.3 Uso de red.....	90
<b>4.3 COMPARACIÓN ENTRE MEDIDAS REALIZADAS EN EL DISEÑO Y LAS OBTENIDAS EN LOS RESULTADOS.....</b>	<b>91</b>
<b>4.4 MEDICIONES REALIZADAS EN LAS MÁQUINAS VIRTUALES.....</b>	<b>92</b>

4.4.1 MÁQUINA VIRTUAL ACTIVA .....	92
4.4.2 RECURSOS VIRTUALIZADOS USADOS POR EL COMPUTADOR .....	92
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>94</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	94
5.2 RECOMENDACIONES .....	95
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO A: VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDOR FÍSICO DE LA EMPRESA NOUX C.A. ....</b>	<b>A-1</b>
<b>ANEXO B: CREAR UNA MÁQUINA VIRTUAL E INSTALAR EL SISTEMA OPERATIVO .....</b>	<b>B-1</b>
<b>ANEXO C: INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE PROXY REVERSO .....</b>	<b>C-1</b>
<b>ANEXO D: MANUAL DE INSTALACIÓN .....</b>	<b>D-1</b>
<b>ANEXO E: CONTROL DE ACCESO .....</b>	<b>E-1</b>
<b>ANEXO F: COTIZACIÓN DEL SERVICIO DE INTERNET .....</b>	<b>F-1</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO 1

<b>Figura 1.1:</b> Recursos en la nube .....	1
<b>Figura 1.2:</b> Esquema de acuerdo SLA .....	3
<b>Figura 1.3:</b> Acceso a la información a través de múltiples dispositivos .....	4
<b>Figura 1.4:</b> Modelos de infraestructura de <i>cloud computing</i> .....	12
<b>Figura 1.5:</b> Nube pública .....	13
<b>Figura 1.6:</b> Nube privada.....	14
<b>Figura 1.7:</b> Nube híbrida.....	16
<b>Figura 1.8:</b> Modelos de Servicios de <i>cloud computing</i> .....	17
<b>Figura 1.9:</b> Nivel de control del cliente sobre <i>cloud computing</i> .....	18
<b>Figura 1.10:</b> Software como Servicio – SaaS.....	19
<b>Figura 1.11:</b> Proveedores de Software como Servicio - SaaS.....	19
<b>Figura 1.12:</b> Proveedores Plataforma como Servicio - PaaS .....	20
<b>Figura 1.13:</b> Infraestructura como Servicio – IaaS .....	21
<b>Figura 1.14:</b> Proveedores de Infraestructura como Servicio - IaaS.....	22
<b>Figura 1.15:</b> Beneficios de <i>cloud computing</i> .....	22

### CAPÍTULO 2

<b>Figura 2.1:</b> Esquema de <i>cloud computing</i> ofreciendo IaaS como servicio en la empresa NOUX C.A. ....	33
<b>Figura 2.2:</b> Esquema general de la Infraestructura Tecnológica de NOUX C.A. ....	57

### CAPÍTULO 3

<b>Figura 3.1:</b> Componentes de OpenNebula.....	68
<b>Figura 3.2:</b> Consumo de CPU .....	69
<b>Figura 3.3:</b> Consumo de memoria RAM .....	70
<b>Figura 3.4:</b> Espacio usado en disco duro .....	70
<b>Figura 3.5:</b> Propiedades de servidor físico a virtualizar .....	71
<b>Figura 3.6:</b> Utilización de memoria RAM de servidor físico a virtualizar .....	72
<b>Figura 3.7:</b> Uso de CPU de servidor a virtualizar .....	73
<b>Figura 3.8:</b> Espacio en disco duro de servidor a virtualizar .....	74
<b>Figura 3.9:</b> Consumo de ancho de banda a $t = 0$ minutos.....	75
<b>Figura 3.10:</b> Consumo de ancho de banda a $t = 30$ minutos.....	75
<b>Figura 3.11:</b> Consumo de ancho de banda a $t = 60$ minutos.....	75

### CAPÍTULO 4

<b>Figura 4.1:</b> Estado de <i>host</i> .....	81
<b>Figura 4.2:</b> Configuración de Sunstone .....	82
<b>Figura 4.3:</b> Interfaz gráfica de Sunstone .....	82
<b>Figura 4.4:</b> Configuración de red virtual .....	83
<b>Figura 4.5:</b> Asignación de recursos de máquinas virtuales .....	84
<b>Figura 4.6:</b> Máquina virtual en ejecución.....	85
<b>Figura 4.7:</b> Lista de máquinas virtuales en ejecución.....	86
<b>Figura 4.8:</b> Medición de uso de CPU con 5 máquinas virtuales en ejecución. ....	87
<b>Figura 4.9:</b> Medición de uso de CPU con 10 máquinas virtuales en ejecución .....	87
<b>Figura 4.10:</b> Medición de uso de CPU con 15 máquinas virtuales en ejecución. ....	88

<b>Figura 4.11:</b> Cantidad de núcleos usados .....	88
<b>Figura 4.12:</b> Memoria RAM usada.....	89
<b>Figura 4.13:</b> Espacio en disco duro .....	89
<b>Figura 4.14:</b> Directorio de almacenamiento de imágenes .....	90
<b>Figura 4.15:</b> Consumo de red.....	90
<b>Figura 4.16:</b> Ejecución de 15 máquinas virtuales .....	91
<b>Figura 4.17:</b> Máquina virtual .....	92
<b>Figura 4.18:</b> Uso de CPU de máquina virtual .....	93

## **ANEXO A**

<b>Figura A.1:</b> Instalación de Citrix XenConverter .....	A-1
<b>Figura A.2:</b> Formato de imagen del disco a virtualizar .....	A-2
<b>Figura A.3:</b> Discos a virtualizar.....	A-2
<b>Figura A.4:</b> Virtualización .....	A-3
<b>Figura A.5:</b> Imagen del disco virtualizado .....	A-3

## **ANEXO C**

<b>Figura C.1:</b> Configuración de lighttpd.....	C-2
<b>Figura C.2:</b> Configuración de puerto .....	C-3
<b>Figura C.3:</b> Configuración del módulo proxy .....	C-4
<b>Figura C.4:</b> Conexión segura de página web .....	C-5

## ANEXO D

<b>Figura D.1:</b> Configuración de interfaz física.....	D-5
<b>Figura D.2:</b> Creación de la interfaz br0.....	D-6
<b>Figura D.3:</b> Verificación de estado de interfaz br0.....	D-7
<b>Figura D.4:</b> Estructura de interfaz de OpenNebula.....	D-9
<b>Figura D.5:</b> Configuración de archivo config.....	D-11
<b>Figura D.6:</b> Inicialización y verificación de servicio OpenNebula.....	D-12
<b>Figura D.7:</b> <i>Logs</i> de OpenNebula.....	D-12
<b>Figura D.9:</b> Variables de entorno.....	D-13
<b>Figura D.9:</b> Configuración del <i>daemon</i> de OpenNebula.....	D-14
<b>Figura D.10:</b> Verificación de estado de la máquina virtual .....	D-16
<b>Figura D.11:</b> Configuración de Sunstone .....	D-17
<b>Figura D.12:</b> Interfaz gráfica de Sunstone .....	D-17
<b>Figura D.13:</b> Directorio de la carpeta de imágenes .....	D-18
<b>Figura D.14:</b> Parámetros para crear la red virtual .....	D-19
<b>Figura D.15:</b> Información de red virtual. ....	D-20
<b>Figura D.16:</b> Parámetros para crear imagen de servidor virtualizado .....	D-21
<b>Figura D.17:</b> Configuración de pestaña general.....	D-22
<b>Figura D.18:</b> Configuración de pestaña de almacenamiento.....	D-22
<b>Figura D.19:</b> Selección de red.....	D-23
<b>Figura D.20:</b> Selección de tipo de arquitectura y de dispositivo de arranque.....	D-23
<b>Figura D.21:</b> Configuración de <i>Input/Output</i> .....	D-24
<b>Figura D.22:</b> Configuración de <i>Scheduling</i> .....	D-24
<b>Figura D.23:</b> Configuración de la máquina virtual.....	D-25

<b>Figura D.24:</b> Información de las instancias creadas .....	D-25
<b>Figura D.25:</b> Información de la plantilla ( <i>template</i> ) .....	D-26
<b>Figura D.26:</b> Instanciar una máquina virtual .....	D-26
<b>Figura D.27:</b> Máquina virtual visualizada vía web .....	D-27
<b>Figura D.28:</b> Crear usuarios en Sunstone .....	D-28
<b>Figura D.29:</b> Atributos de usuario .....	D-28
<b>Figura D.30:</b> Permisos de usuario .....	D-29

## **ANEXO E**

<b>Figura E.1:</b> Crear usuario en Sunstone .....	E-1
<b>Figura E.2:</b> Crear grupo en Sunstone .....	E-1
<b>Figura E.3:</b> Asignación de máquinas virtuales a los usuarios.....	E-2

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabla 1.1:</b> Cuadro de resumen de ventajas y desventajas de <i>cloud computing</i> .....	29
---	----

### CAPÍTULO 2

<b>Tabla 2.1:</b> Definiciones, acrónimos y abreviaturas .....	31
<b>Tabla 2.2:</b> Referencia .....	31
<b>Tabla 2.3:</b> Características de súper usuario .....	33
<b>Tabla 2.4:</b> Características del administrador.....	34
<b>Tabla 2.5:</b> Características del consultor.....	34
<b>Tabla 2.6:</b> Requisitos funcionales 01 .....	35
<b>Tabla 2.7:</b> Requisitos funcionales 02 .....	36
<b>Tabla 2.8:</b> Requisitos funcionales 03 .....	36
<b>Tabla 2.9:</b> Requisitos funcionales 04 .....	37
<b>Tabla 2.10:</b> Requisitos funcionales 05 .....	37
<b>Tabla 2.11:</b> Requisitos no funcionales 01 .....	38
<b>Tabla 2.12:</b> Requisitos no funcionales 02 .....	38
<b>Tabla 2.13:</b> Requisitos no funcionales 03 .....	39
<b>Tabla 2.14:</b> Requisitos no funcionales 04 .....	39
<b>Tabla 2.15:</b> Costos iniciales del proyecto .....	44
<b>Tabla 2.16:</b> Costos de administración de <i>cloud computing</i> .....	45
<b>Tabla 2.17:</b> Costos de operación de <i>cloud computing</i> .....	45
<b>Tabla 2.18:</b> Costos de soporte técnico de <i>cloud computing</i> .....	46

<b>Tabla 2.19:</b> Costos varios .....	46
<b>Tabla 2.20:</b> Supuestos utilizados en diversas categorías .....	47
<b>Tabla 2.21:</b> Costos de la solución.....	47
<b>Tabla 2.22:</b> Tabla de depreciaciones.....	48
<b>Tabla 2.23:</b> Depreciación anual del proyecto.....	49
<b>Tabla 2.24:</b> Flujo de caja.....	50
<b>Tabla 2.25:</b> Flujo neto de efectivo.....	51

### CAPÍTULO 3

<b>Tabla 3.1:</b> <i>Host</i> que soportan la implementación de gestores IaaS.....	62
<b>Tabla 3.2:</b> Hipervisores soportados .....	62
<b>Tabla 3.3:</b> Recursos utilizados por el servidor físico y a implementar por máquina virtual.....	76
<b>Tabla 3.4:</b> Requerimientos mínimos de hardware para servidor de <i>cloud computing</i> . 79	

### CAPÍTULO 4

<b>Tabla 4.1:</b> Comparación de resultados de servidor de <i>cloud computing</i> .....	91
<b>Tabla 4.2:</b> Comparación de resultados de máquina virtual.....	93

## RESUMEN

En el capítulo 1 se da una definición de *cloud computing*, se revisa sus características, tipos de servicios y tipos de infraestructura, así como sus riesgos y amenazas. Se realiza un análisis de ventajas y desventajas que ofrece la implementación de *cloud computing*.

En el capítulo 2 se presenta el análisis de requerimientos y necesidades de la empresa basándose en el *Standard 830* de ANSI/IEEE, un análisis de costos para la implementación, operación, mantenimiento y administración del Proyecto basado en el costo total de propiedad TCO (*Total Cost of Ownership*) de Gartner.

En el capítulo 3 se diseña un modelo de *cloud computing* de acuerdo a los requerimientos de la empresa NOUX C.A. Se elige una solución, *open source*, que cumple con las exigencias del diseño y se detalla sus características y su arquitectura.

En el capítulo 4 se realiza la implementación y configuración de *cloud computing* ofreciendo IaaS usando la herramienta OpenNebula. Además se realiza pruebas de funcionamiento y presentación de resultados.

En el capítulo 5 se presenta las conclusiones y recomendaciones recogidas durante el proceso de implementación del presente Proyecto.

## PRESENTACIÓN

El presente Proyecto tiene por objetivo la implementación de *cloud computing* de modelo privado ofreciendo infraestructura como servicio en la empresa NOUX C.A.

Se realiza una descripción de la arquitectura, servicios e infraestructura que ofrece *cloud computing*, así como los riesgos y amenazas. Se muestra una comparación de ventajas y desventajas que tiene del uso de este tipo de tecnología.

La metodología empleada para realizar el análisis de la infraestructura de NOUX C.A. consiste en el método de campo, recopilando información necesaria de la arquitectura de red disponible capaz de soportar virtualización, brindar recursos como espacio en disco, memoria, conectividad hacia otros equipos e Internet.

Se realiza la recopilación de requerimientos y necesidades para establecer los parámetros de instalación. Se elabora un análisis de los recursos que posee la empresa, y se desarrolla un análisis económico tomando como referencia el modelo TCO.

Para el cumplimiento de parámetros establecidos como el uso de software libre, implementación sobre un solo equipo (servidor), y la utilización de los recursos disponibles en la empresa NOUX C.A., se realiza una comparación de los diferentes tipos de software con el fin de encontrar la solución más adecuada para la implementación del diseño propuesto.

El software que se elige para la implementación de la solución es OpenNebula, con el que se desarrolla la virtualización de un servidor físico con el fin de demostrar la capacidad y versatilidad de la solución. Se realizan pruebas de la implementación para demostrar su correcto funcionamiento.

# CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE *CLOUD COMPUTING*

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Los nuevos avances en las TI (Tecnologías de la Información), métodos de programación, aplicaciones y la manera en que las personas y las empresas manejan sus trabajos por la gran cantidad de nuevos servicios que aparecen cada día han derivado en un nuevo cambio en la industria de la informática.

Los proveedores de servicios están migrando sus actividades a la nube (Internet) para ofrecer sus productos y recursos, permitiendo a sus clientes una reducción en costos de implementación, mantenimiento y administración de la arquitectura tradicional.



Fuente: [1]

**Figura 1.1:** Recursos en la nube

Una de las tecnologías que muestra ser una herramienta ventajosa en beneficio de las empresas es *cloud computing* (computación en la nube); una tendencia que

ofrece recursos a través de Internet, los cuales generalmente se encuentran virtualizados y son fácilmente escalables. Los usuarios de esta solución informática no necesitan contar con conocimientos, experiencia, ni control sobre la infraestructura tecnológica sobre la que se encuentra en la nube [2].

*Cloud computing* se basa en virtualización y abstracción. La virtualización es la habilidad para crear sistemas que parezcan independientes ante los usuarios, usa mecanismos para compartir y asignar periodos de uso a los recursos que se necesitan y la abstracción comparte recursos físicos y los presenta ante el usuario final. Las aplicaciones y servicios que se ejecutan en una red distribuida usando recursos virtualizados pueden ser accedidos a través de protocolos comunes de Internet y estándares de comunicación, el software y los datos son almacenados en ubicaciones desconocidas, la administración de los sistemas está bajo la responsabilidad de un tercero y finalmente los proveedores proporcionan servicios en línea para que los usuarios tengan acceso a esta infraestructura desde cualquier lugar a través de exploradores web como Firefox, Internet Explorer, Opera, Chrome, etc. [3].

## 1.2 TÉRMINOS DE *CLOUD COMPUTING*

Algunos términos dentro de *cloud computing* que se debe conocer son:

- **Cloud o nube.** Símbolo usado para la representación de Internet [4].
- **Cloud computing o computación en la nube.** Se refiere a la infraestructura que hace posible facilitar los servicios a través de Internet en respuesta a la oferta y demanda de recursos [5].
- **Cloud services.** Son los recursos que realmente los clientes usan [5].
- **Multi-usuario.** La mayoría de los servicios que ofrece *cloud computing* son multi-usuario, ya sea a nivel de software, capa de infraestructura, o ambos [5].

- **Elasticidad.** Es la capacidad de dar flexibilidad para satisfacer las necesidades y preferencias de los usuarios en tiempo real, en respuesta a la oferta y demanda. Los servicios o infraestructura de *cloud computing* se ajusta a las demandas oscilantes de forma automática [5].
- **Pago bajo demanda.** Similar a los servicios de agua o energía eléctrica que se tienen en nuestros hogares, en *cloud computing* los servicios se facturan por el uso que se les da.
- **Recursos computacionales.** Son aquellos componentes de hardware y software que pueden ir desde memoria, capacidad de almacenamiento, etc.
- **Service Level Agreements (SLA).** El SLA es un acuerdo o contrato escrito de nivel de servicio entre el proveedor de servicio y el usuario, con el objetivo de fijar un nivel de calidad de dicho servicio bajo condiciones y prestaciones mínimas. Es una herramienta para llegar a un consenso en los términos de nivel de calidad del servicio en aspectos tales como tiempos de respuesta, disponibilidad, documentación, personal de soporte, etc. [6].



Fuente: [6]

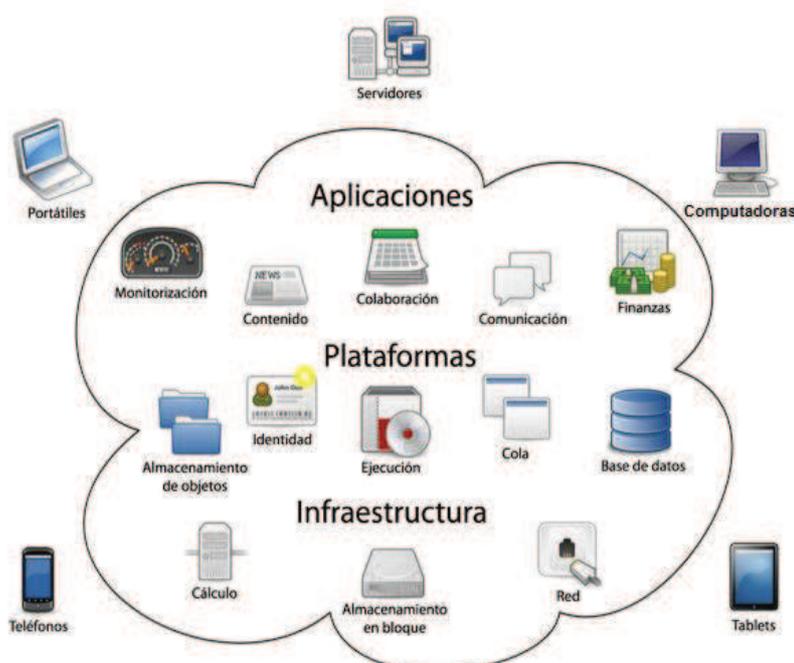
Figura 1.2: Esquema de acuerdo SLA

- **Independent Service Vendor (ISV).** El ISV es un término usado para referenciar a las empresas que se especializan en la comercialización de software de distintas áreas como informática, seguridad, etc.

Los proveedores de software independientes (ISV) están en la capacidad de crear e implementar aplicaciones en cualquier plataforma para ser integradas tanto en el sitio como en la nube [6].

### 1.3 DEFINICIÓN DE *CLOUD COMPUTING*

Según la *Computer Society* del IEEE, *cloud computing* almacena información en servidores en Internet y la envía a múltiples dispositivos del cliente, a la cual se puede acceder a través de computadores, equipos PDA, móviles, etc. [7].



**Fuente:** [8]

**Figura 1.3:** Acceso a la información a través de múltiples dispositivos

Para IBM (*International Business Machines*), *cloud computing* es una categoría de soluciones para computación que permite a los usuarios acceder a los recursos bajo demanda, según las necesidades las cuales pueden ser físicas o virtuales, dedicadas o compartidas y sin importar la forma como se accede a ellos [9].

El NIST<sup>1</sup> (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología) la define como un modelo que habilita el acceso bajo demanda a un conjunto de recursos computacionales como las redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios; los cuales son fácilmente administrables [10].

Para la CSA<sup>2</sup> (*Cloud Security Alliance*) es un modelo donde se puede habilitar convenientemente el acceso a la red por demanda a una fuente de recursos compartidos y configurables (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se puede proveer ágilmente, con un esfuerzo gerencial mínimo o una iteración mínima con el proveedor de servicios [11].

Gartner<sup>3</sup> expone que no se trata de un único servicio ni tecnología, ya que *cloud computing* es un conjunto de infraestructuras de alta complejidad que se encuentran distribuidas y virtualizadas para alojar a múltiples usuarios, y que además son escalables, elásticas y proporcionan sus recursos como servicio. Las características más importantes de estas infraestructuras son: capacidad, servicio elástico y escalable, uso cuantificable, servicio utilizando recursos compartidos y utiliza tecnologías, metodologías y procesos de Internet para desarrollar y prestar dichos servicios [12].

A *cloud computing* se la puede definir como un modelo de consumo masivo con un esquema de pago bajo demanda que radica en la posibilidad de ofrecer servicios por Internet, con el propósito de que los usuarios tengan información y aplicaciones en la nube, y puedan acceder a ellos desde dispositivos móviles o fijos en cualquier momento mientras que se tenga una conexión a Internet, y sin necesidad de poseer

---

<sup>1</sup> NIST es el encargado de promover la innovación y la competencia industrial en Estados Unidos.

<sup>2</sup> La *Cloud Security Alliance* es una organización internacional de referencia que debate y promueve el uso de mejores prácticas para garantizar la seguridad en la red, proporcionando educación sobre el uso de Internet para ayudar a garantizar todo tipo de transacción virtual.

<sup>3</sup> Gartner es una empresa consultora y de investigación de tecnologías de la información de los Estados Unidos.

una gran infraestructura. Es el desarrollo de capacidad de procesamiento computacional que involucra de forma típica el suministro de recursos que son fácilmente escalables y por lo general virtualizados, tratados como servicios sobre el Internet.

Esta herramienta permite una mayor agilidad y eficiencia en costos en la gestión de la información digital de las organizaciones o empresas, mediante una implementación sencilla y flexible.

#### **1.4 CARACTERÍSTICAS DE *CLOUD COMPUTING***

Las principales características asociadas al modelo de *cloud computing* son:

- **Infraestructura dinámica:** En *cloud computing* se ofrece infraestructura de manera dinámica, conforme el usuario o sus necesidades lo vayan requiriendo (escalabilidad), y el proveedor debe estar en la capacidad de proporcionar dichos recursos de una manera fácil e inmediata.

Para un crecimiento dinámico es necesario contar con una infraestructura dinámica, para lo que se debe poseer una serie de hardware estandarizado, escalable y seguro, con una implementación de redundancia y diseñado para que pueda ser expandido en cualquier momento. La principal herramienta para contar con una infraestructura dinámica es la virtualización que permite mover y expandir la información entre los diferentes tipos de hardware sin modificar los entornos creados [13].

- **Accesibilidad:** Los clientes pueden acceder a los recursos a través de Internet mediante diferentes dispositivos estándares y heterogéneos.
- **Recursos compartidos:** Los proveedores disponen de un conjunto de recursos que comparten a los clientes en un modelo multi-arrendatario. Estos recursos son gestionados de acuerdo a la demanda de los consumidores. La

ubicación o arquitectura de los dispositivos, hardware y software del proveedor son transparentes al cliente.

- **Flexibilidad o elasticidad:** Los recursos pueden ser aumentados o disminuidos en función de las necesidades de los consumidores, escala rápidamente la capacidad de los servicios incluso de forma automatizada en función de la demanda. Reacción rápida a cambios en cuestión de minutos.
- **Medición de servicio:** La medición de servicios es una forma de controlar el uso de recursos para que el sistema funcione correctamente, pueden ser monitoreados (medidos, auditados y reportados) para brindar transparencia al consumidor de los servicios utilizados, y dada la autonomía del cliente y la flexibilidad en la disposición de recursos, es fundamental que se disponga de mecanismos que permitan medir de forma exacta los recursos consumidos por tipo y duración.
- **Virtualización:** Consiste en la capacidad para separar el software como el sistema operativo, aplicaciones, etc., de los sistemas físicos (hardware) en los que se encuentran instalados, donde el usuario no tiene que preocuparse por la implementación de los servicios de la nube o del hardware asociado, dependiendo del modelo a utilizar.

La virtualización permite aprovechar u optimizar los recursos comunes. Las aplicaciones se vuelven independientes del hardware en el que se ejecutan, donde una aplicación puede usar varias máquinas virtuales a la vez o varias aplicaciones pueden ejecutarse en una máquina virtual a la vez.

## 1.5 COMPARACIONES TECNOLÓGICAS

Existen tecnologías con funcionalidades similares a *cloud computing*, las cuales tienden a ser confundidas con esta tecnología, como por ejemplo:

- **Grid Computing.** Es una forma de computación distribuida que permite la integración y uso colectivo de computadoras de alto rendimiento conectadas a la red formando una súper computadora virtual, las cuales trabajan en conjunto para realizar tareas muy complejas.
- **Utility Computing.** Es un suministro de recursos computacionales, tales como capacidad de procesamiento y almacenamiento. Implica el alquiler de recursos informáticos como hardware, software y ancho de banda de red. A diferencia de *cloud computing* que permite a los usuarios y desarrolladores usar los servicios sin contar con el conocimiento, experiencia, ni control sobre la infraestructura tecnológica en la que están implementados, *utility computing* provee infraestructura bajo demanda con la posibilidad de controlar, escalar y configurar dicha infraestructura.

Así que a pesar de que se agrupan a menudo, las diferencias entre el modelo de *utility computing* y de *cloud computing* son cruciales. *Utility computing* se refiere al modelo de negocio en el que los recursos de infraestructura de aplicaciones, hardware y / o software, se entregan. Mientras que *cloud computing* se refiere a la forma en que diseñamos, construimos, implementamos y ejecutamos aplicaciones que operan en un entorno virtualizado, compartiendo recursos y cuenta con la capacidad de crecer de forma dinámica [14].

- **Autonomic Computing (Computación autónoma).** Es un ambiente para controlar y gestionar grandes sistemas de computación, estos sistemas tienen la capacidad de auto-gestionarse por sí mismos de acuerdo a políticas y objetivos de nivel de servicios SLA especificadas por los administradores.

*Cloud computing* es la combinación de tecnologías existentes, dándole una nueva orientación a la forma de uso y adquisición de infraestructura y lógica computacional. En esta tecnología muchas de sus implementaciones dependen de redes

computacionales (*grids*), posee características autónomas para escalar rápidamente los servicios, y una gran capacidad de procesamiento y almacenamiento.

## **1.6 ORGANIZACIONES**

El apoyo de organizaciones es un aspecto importante para la adopción de nuevas tecnologías; reducen el riesgo en la implementación garantizando la interoperabilidad y la persistencia en los mercados. Para que las empresas puedan migrar sus negocios a la nube es necesario un alto nivel de confianza, y contar con un conjunto de ayuda hace que las empresas estén más predispuestas a mudarse a la nube.

Se puede encontrar un sin número de organizaciones y grupos, entre las que se puede destacar las siguientes:

### **1.6.1 OPEN CLOUD CONSORTIUM**

Se trata de una organización orientada al desarrollo de estándares e interoperabilidad para *clouds*, *Open Cloud Testbed*, *Open Science Data Cloud* e *Intercloud Testbed*. El OCC realiza principalmente las siguientes tareas:

- Da soporte en el desarrollo de estándares para *cloud computing* y *frameworks* para la interoperabilidad entre *clouds*.
- Da soporte a implementaciones *open source* de *cloud computing*.
- Gestiona bancos de pruebas para *cloud computing*, como son el *Open Cloud Testbed* y en *Intercloud Testbed*.
- Gestiona infraestructura *cloud computing* para dar soporte a investigación científica, como es el *Open Science Data Cloud*.

### **1.6.2 CLOUD COMPUTING INTEROPERABILITY FORUM**

Es una comunidad *open source* independiente de proveedores y sin ánimo de lucro. Busca formar un ecosistema global de *cloud computing* a través del cual las organizaciones puedan trabajar de forma coordinada para conseguir una amplia

adopción en la industria de la tecnología *cloud computing*. Uno de sus proyectos es el *Unified Cloud Interface Project*, que tiene como objetivo crear una interfaz *cloud* estándar y abierta para unificar distintas API.

### **1.6.3 CLOUD SECURITY ALLIANCE**

La *Cloud Security Alliance* (CSA) es una organización sin ánimo de lucro. El fin de esta organización es guiar y dar prácticas de buen uso dentro de *cloud computing* para proporcionar ciertas garantías de seguridad. La CSA tiene como objetivos:

- Promover el acuerdo entre consumidores y proveedores de *cloud computing* en aspectos de seguridad.
- Fomentar la investigación en torno a las buenas prácticas para la seguridad en *cloud computing*.
- Realizar campañas de uso apropiado y de soluciones de seguridad de *cloud computing*.
- Crear pautas para garantizar la seguridad en *cloud computing*.

### **1.6.4 CLOUD STANDARDS**

Es un documento colaborativo donde se recogen iniciativas relacionadas con la estandarización de la tecnología *cloud*, el cual es promovido por la *Object Management Group's Cloud Standards Coordination Initiative*.

### **1.6.5 INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION**

El objetivo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) es la estandarización de *cloud computing*. Partiendo de estándares existentes para presentarlos como estándares internacionales y creando nuevos estándares cuando los considera necesarios. Además busca generar una serie de recomendaciones para el soporte de aplicaciones y servicios basados en *cloud computing* desde el punto de vista de las TIC y las telecomunicaciones.

### **1.6.6 OPEN GRID FORUM**

El *Open Grid Forum* (OGF) tiene como objetivo promover de una manera rápida el acogimiento y evolución de la computación distribuida aplicada, por medio de foros abiertos que los crea la propia comunidad, analizan tendencias, comparten mejores prácticas de uso y consolidan estándares.

### **1.6.7 DISTRIBUTED MANAGEMENT TASK FORCE**

El *Distributed Management Task Force* (DMTF) desarrolló un grupo de trabajo llamado *Open Cloud Standards Incubator* (OCSI), con la finalidad de facilitar la interoperabilidad entre los distintos entornos *cloud*, tanto públicos como privados, mediante la estandarización de las interacciones entre dichos entornos, desarrollando protocolos de gestión de recursos, formatos de empaquetado y mecanismos de seguridad.

Uno de los logros más importantes de este grupo junto con VMWare es el *Open Virtualization Format* (OVF), que consiste en una especificación para el empaquetado y distribución de software que se ejecutará en máquinas virtuales. Un concepto importante son las *virtual appliance* (VA), que son imágenes que contienen una máquina virtual con un sistema operativo y una o varias aplicaciones, configurada para ejecutarse en una plataforma de virtualización, con un costo de instalación mínimo. El cual describe cómo las VA pueden ser empaquetadas en un formato independiente del proveedor (OVF), de forma que puedan ser ejecutadas en cualquier hipervisor<sup>1</sup>, lo cual acelerará la adopción de estas VA.

### **1.6.8 EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARDS INSTITUTE**

El *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI), empezó a trabajar con temas de *grid* en el año 2006, y al igual que otras organizaciones considera de fundamental importancia la estandarización de *cloud computing* para que los

---

<sup>1</sup> Un hipervisor es una plataforma que permite diferentes técnicas de control de virtualización para utilizar, al mismo tiempo, diferentes sistemas operativos en un computador.

diferentes segmentos de hardware, software, sistemas operativos o bases de datos puedan inter-operar entre sí.

### 1.6.9 GREEN GRID

La *Green Grid* es una organización sin fines de lucro, fue creada por varias empresas que colaboran para mejorar la eficiencia de los recursos de los data centers y ecosistemas informáticos de negocios. Con más de 175 empresas asociadas en todo el mundo, en las que se encuentran IBM, Dell, HP, AMD, Intel, Microsoft, Oracle entre otras; la *Green Grid* busca unir los esfuerzos globales para crear un conjunto común de indicadores, procura el desarrollo de los recursos técnicos y herramientas educativas para promover sus objetivos.

## 1.7 MODELOS DE INFRAESTRUCTURA DE *CLOUD COMPUTING*

Existen diferentes tipos de infraestructura, dependiendo de las necesidades, modelos de servicio ofrecidos y de cómo estos se despliegan. De acuerdo a cómo se instaló y los tipos de clientes que van a usarla se puede agrupar en tres formas de infraestructura fundamentales de implementación de *cloud computing*: nubes públicas, nubes privadas y nubes híbridas, cada una de estas con sus propias ventajas y desventajas.



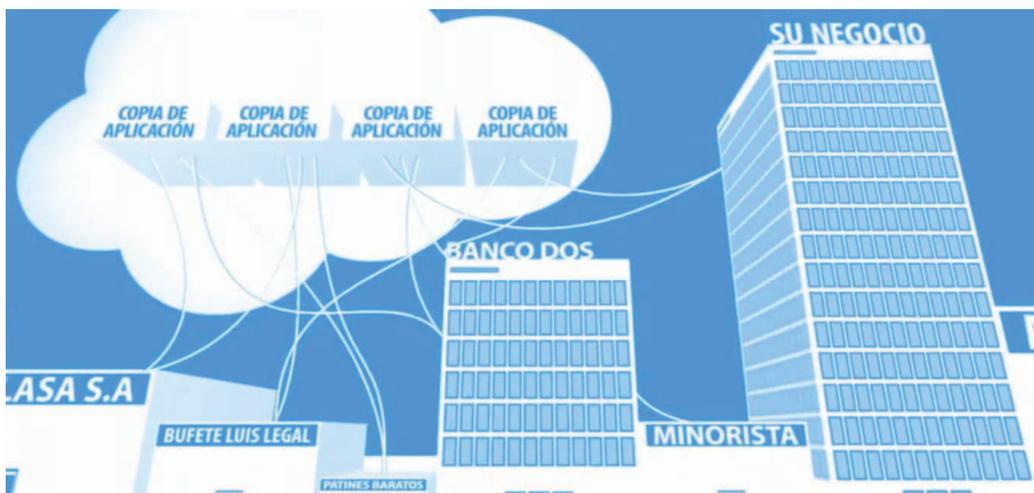
Fuente: [15]

**Figura 1.4:** Modelos de infraestructura de *cloud computing*

### 1.7.1 NUBES PÚBLICAS (*CLOUDS PÚBLICAS*)

En este tipo de infraestructura los servicios ofrecidos se encuentran en servidores externos al usuario y en un entorno físico compartido. El proveedor pone a disposición su infraestructura en Internet para que los usuarios tengan acceso a software o hardware de manera libre o pagada de acuerdo a las políticas del mismo. La nube pública está directamente relacionada con el modelo genérico o estándar de *cloud computing*.

Las nubes públicas al ser manejadas por terceras personas pueden tener en sus servidores información mezclada de diferentes usuarios, los cuales no tiene conocimientos de qué aplicaciones o servicios están corriendo en el servidor que ellos utilizan o de quiénes son los otros clientes ni de la infraestructura física que se está haciendo uso.



**Fuente:** [16]

**Figura 1.5:** Nube pública

Una de las ventajas que presenta este tipo de infraestructura es que el procesamiento y almacenamiento no requieren de una inversión inicial en hardware o software puesto que, es el proveedor de servicios se encarga de proporcionar y administrar los recursos.

Además, el proveedor es el encargado de los gastos de mantenimiento, seguridad de datos y la carga operacional de la información. Debido a este tipo de contexto la adopción de nuevas tecnologías y la escalabilidad es sencilla y de bajo riesgo.

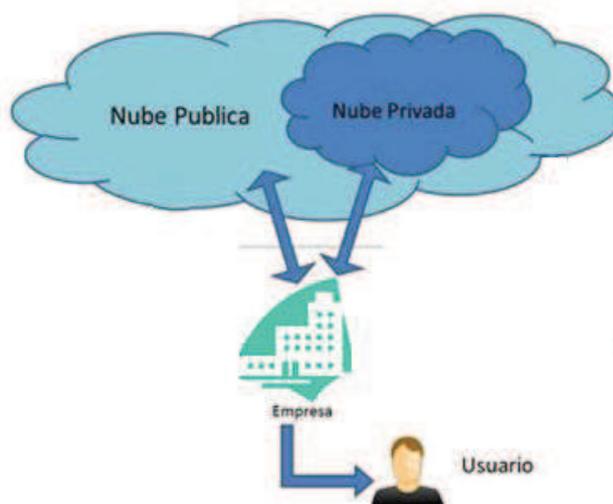
Las desventajas que presenta y como se dijo antes es que la información es administrada por terceras personas, además de depender directamente de una conexión de Internet. Tampoco se tiene opción de operación ni decisión sobre la infraestructura final que soporta *cloud computing*.

### 1.7.2 NUBES PRIVADAS (*CLOUDS PRIVADAS*)

Este tipo de infraestructura física es controlada para uso exclusivo de un usuario o una organización.

El usuario es dueño de la infraestructura de *cloud computing* y por lo general no se ofrece servicios a terceros. La nube privada es una plataforma de hardware que incluye máquinas, almacenamiento e infraestructura de red.

La empresa al ser propietaria de los servidores y hardware asociado para la nube privada puede controlar y limitar el uso de los recursos dependiendo de la necesidad de cada usuario.



Fuente: [17]

Figura 1.6: Nube privada

Como ventaja de esta infraestructura es que el usuario sabe dónde se encuentra alojada la información.

Una desventaja en esta infraestructura es la escalabilidad, ya que es más crítica que en la nube pública. Si usuario tiene la necesidad de más recursos, la organización tiene la posibilidad de elegir entre dos alternativas:

- Si los requerimientos fueran estables, lo más recomendable sería incrementar la capacidad de la nube.
- Si los requerimientos fueran puntuales o intermitentes se optaría por unirse a una nube pública, lo que permite no aumentar la infraestructura innecesariamente.

Además uno de los inconvenientes para las organizaciones es la inversión inicial en la infraestructura, mantenimiento, etc.

### **1.7.3 NUBES HÍBRIDAS (*CLOUDS* HÍBRIDAS)**

Una nube híbrida es una combinación de las nubes públicas y las nubes privadas, la cual combina la localización y seguridad de datos, junto con la escalabilidad de las primeras infraestructuras.

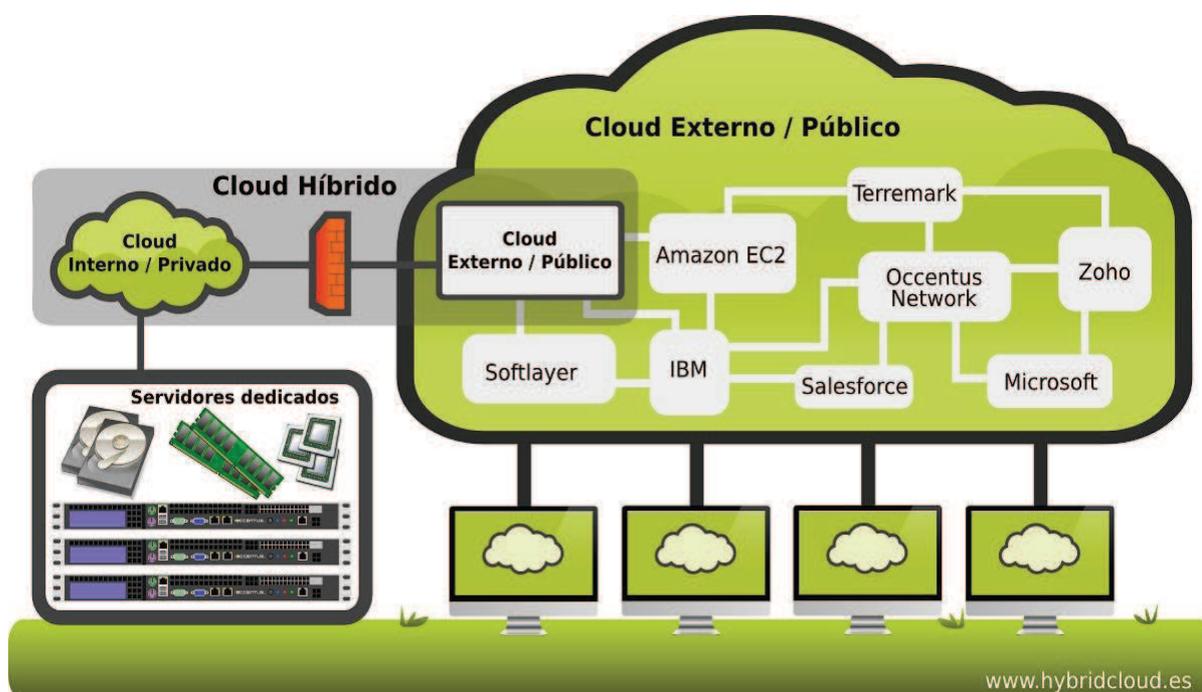
En la nube híbrida se estima y dimensiona la nube privada conforme a las necesidades de la organización de manera que se acuda a la nube pública para cubrir necesidades puntuales, las que justificarían una inversión y costo fijo. De esta manera se contará en todo momento con la capacidad de expandir hasta una capacidad virtualmente ilimitada.

Una ventaja que presenta la nube híbrida es que permite a una empresa mantener el control y administración de sus aplicaciones, ofreciendo a los administradores de TI decidir qué datos y aplicaciones estaría en la nube privada interna y que debe trasladarse a la nube pública. Esto es muy conveniente, ya que minimiza el exceso de capacidad de recursos. También equilibra las aplicaciones cruciales y datos

dentro de la nube privada mientras se mueve pico de cargas menos críticas y aplicaciones o datos a la nube pública.

También tiene la ventaja de una inversión inicial más moderada y a la vez contar con SaaS, PaaS o IaaS bajo demanda.

Uno de los inconvenientes es que podría ser complejo de utilizar y la mayor parte del tiempo que es la opción más cara [18].



**Fuente:** [19]

**Figura 1.7:** Nube híbrida

## 1.8 MODELOS DE SERVICIO DE *CLOUD COMPUTING*

Se puede apreciar tres modelos fundamentales de servicio dentro de *cloud computing* de acuerdo a lo que se entrega al usuario. Los servicios ofrecidos por la nube se distribuyen entre todas las capas como en la arquitectura tradicional de un sistema informático, desde la capa de hardware hasta la capa aplicación y los cuales

se diferencian principalmente por el grado de enfoque y control que ofrecen al usuario como: aplicaciones (SaaS), plataformas (PaaS) e infraestructuras (IaaS).

Cada modelo de servicio que se despliega en *cloud computing* presenta diferentes características y va dirigido a un grupo específico de clientes como se muestra en la figura 1.8. SaaS esta pensado en clientes finales, los cuales mantienen el derecho de uso sobre un software específico que se les factura de acuerdo al tiempo de uso. PaaS esta dirigido a desarrolladores, donde se factura la utilización de entornos de desarrollo o la ejecución de aplicaciones. Finalmente IaaS fue desarrollado tanto para clientes finales como para desarrolladores, en donde se paga por infraestructura de computación como almacenamiento, procesamiento, etc.

	QUÉ ES	CLIENTE	EJEMPLOS DE SERVICIO
SaaS - Software como servicio	Modelo de distribución de software donde una empresa mantiene el derecho de uso y factura al cliente por el tiempo que haya utilizado el servicio.	Cliente final (particulares, empresas, Administraciones)	Ofimática en red, CRM en red, puesto de trabajo virtual, ...
PaaS - Plataforma como servicio	Modelo de alquiler de entornos de desarrollo y ejecución de aplicaciones, o de parte de ellas	Desarrolladores de aplicaciones informáticas	Entorno de ejecución, gestor de base de datos en red, ...
IaaS - Infraestructura como servicio	Modelo de alquiler de infraestructura de computación o de alguna de sus partes: capacidad de procesamiento, almacenamiento, ...	Cliente final (particulares, empresas, Administraciones) y desarrolladores	Almacenamiento en red, hosting de aplicaciones en red, ...

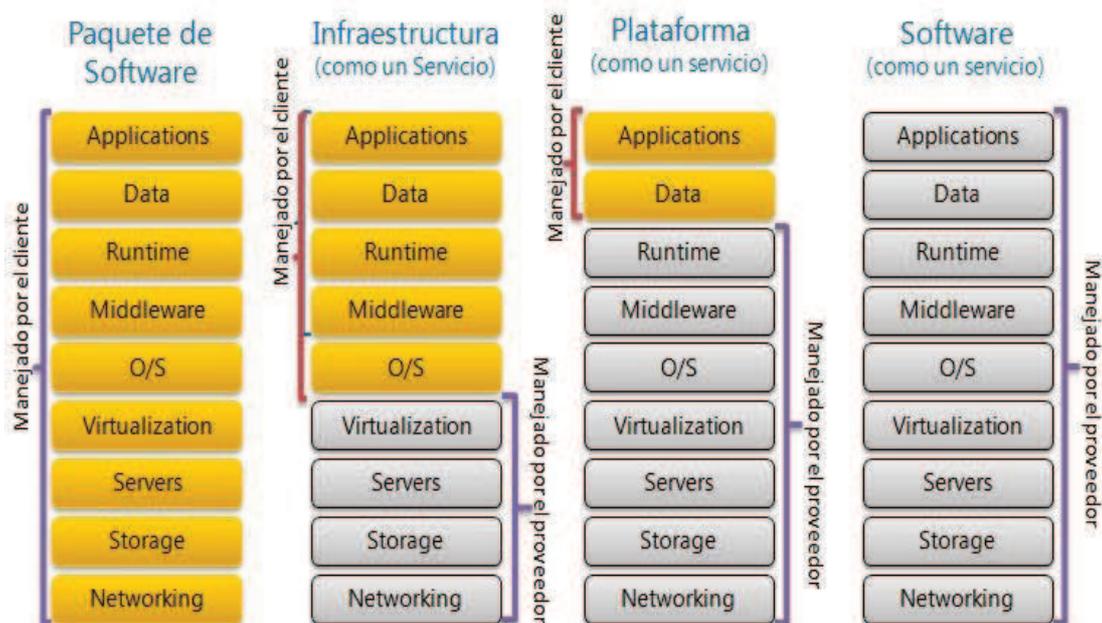
Fuente: [20]

**Figura 1.8:** Modelos de servicios de *cloud computing*

En los diferentes tipos de servicios que se ofrece, el control sobre la infraestructura *cloud* por parte del cliente disminuye conforme aumentan los servicios que se

ofrecen, como se puede observar en la figura 1.9, en donde existe un mayor control por parte del cliente en IaaS, disminuye en PaaS y pierde el control total en SaaS.

## Tipos de servicio de la nube



Fuente: [21]

**Figura 1.9:** Nivel de control del cliente sobre *cloud computing*

### 1.8.1 SOFTWARE COMO SERVICIO (SaaS - *SOFTWARE AS A SERVICE*)

El modelo de servicio SaaS se trata de una distribución donde las aplicaciones y los recursos computacionales han sido desarrollados para que sean ofrecidos como un servicio, además el proveedor es el que se encarga del mantenimiento, operación y soporte de las aplicaciones, las mismas que no precisan que sean instaladas.

Los clientes no tienen que realizar ninguna operación en su infraestructura ya que todo se encuentra en la nube, donde todos los aspectos que no sean la propia interacción de la aplicación son transparentes al usuario.



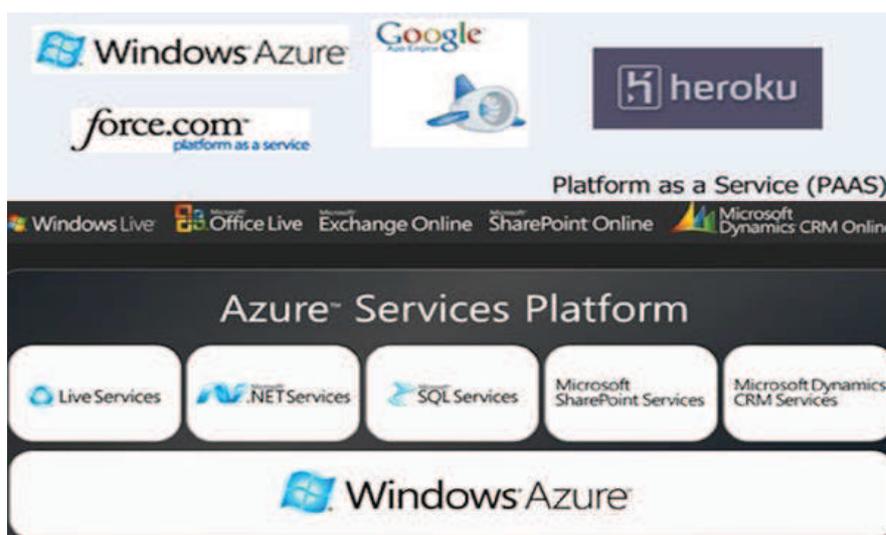
### 1.8.2 PLATAFORMA COMO SERVICIO (PaaS - *PLATFORM AS A SERVICE*)

Este tipo de servicio plantea un ambiente de software donde un desarrollador puede crear soluciones dentro de un contexto de herramientas que el proveedor proporciona a través de Internet, las cuales pueden estar basadas en varios *frameworks* de desarrollo.

Los clientes tienen acceso al software para interactuar, introducir y sacar datos, realizar operaciones, etc., pero no pueden dar mantenimiento al hardware, es decir, el proveedor es el encargado de los aspectos operacionales.

Los desarrolladores de aplicaciones no se preocupan por el almacenamiento, gestión de bases de datos, escalabilidad y estabilidad. El ahorro en tiempo de gestión y costos son unas de las ventajas que proporciona a sus clientes este tipo de plataformas como servicio. Las desventajas que podemos nombrar son la dependencia de un único proveedor, y las posibles no disponibilidades del servicio por parte del proveedor.

Como ejemplo están: Google App Engine, Force.com (de Salesforce), Microsoft Azure Services, heroku, entre otros.

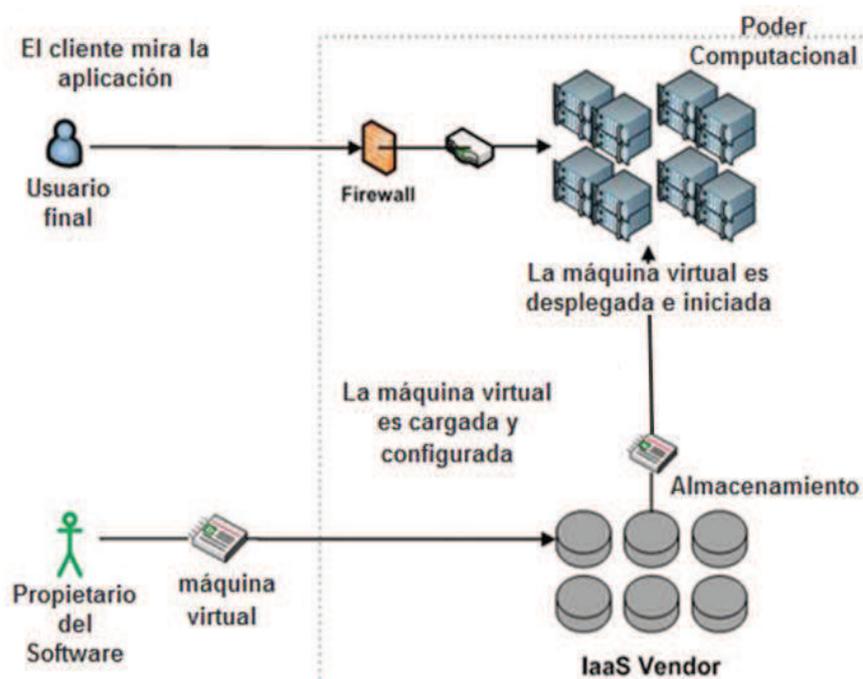


Fuente: [24]

**Figura 1.12:** Proveedores de Plataforma como Servicio - PaaS

### 1.8.3 INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO (IaaS - *INFRAESTRUCTURE AS A SERVICE*)

Este modelo de servicio se basa en el alquiler de recursos computacionales como servidores, equipamiento de red, etc., los mismos que son gestionados directamente por el proveedor del servicio, lo que permite que el usuario evite gastos en recursos de hardware. Estos recursos son proporcionados a través de un interfaz.



Fuente: [25]

**Figura 1.13:** Infraestructura como Servicio – IaaS

En el IaaS se proporciona hardware a través de un entorno virtualizado, en el que se delega la implementación de software y aplicaciones sobre la infraestructura de un proveedor externo, almacenamiento, copia de seguridad de datos, etc. Los desarrolladores en este tipo de servicio encuentran una manera flexible y dinámica para trabajar, pues interactúan por medio de servidores y almacenamiento virtual, es decir, se genera instancias de máquinas virtuales a través de un navegador web.

Como ejemplo de este servicio tenemos: *Amazon Web Services (AWS EC2, AWS S3)*, *Rackspace Cloud*, *GoGrid*, etc.



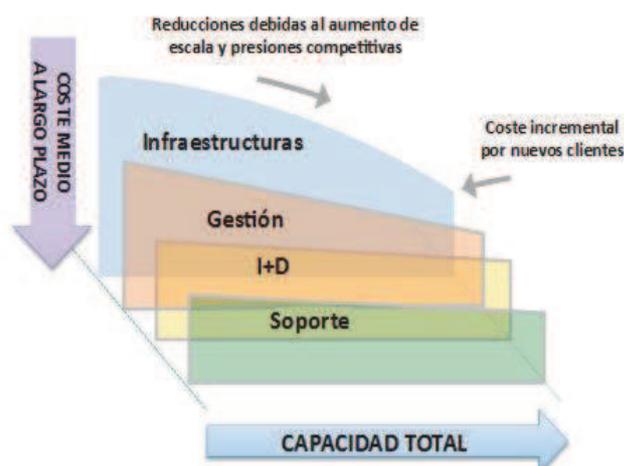
Fuente: [23]

Figura 1.14: Proveedores de Infraestructura como Servicio - IaaS

### 1.9 BENEFICIOS Y RIESGOS DE *CLOUD COMPUTING*

Las ventajas que representa *cloud computing* influyen enormemente en la forma de usar las computadoras en la actualidad, cada vez se usa más las aplicaciones en la nube por su accesibilidad, centralización, flexibilidad, entre otros beneficios que ofrece, pero paradójicamente podrían ser la causa de nuevos tipos de inseguridad. Para analizar las ventajas y desventajas de *cloud computing* se debe estudiar las debilidades y fortalezas de su implementación tanto económica como tecnológica.

El análisis económico y tecnológico se lo puede realizar bajo cuatro aspectos: fortalezas, debilidades, oportunidades, y amenazas



Fuente: [26]

Figura 1.15: Beneficios de *cloud computing*

## 1.9.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

### 1.9.1.1 Fortalezas

- **Ahorro en costos.** Los usuarios realizan una mínima inversión para implementar una infraestructura de negocio rentable pues no es necesario la incorporación de hardware avanzado y tampoco en licencias de software. Además el precio se fija en base al uso y no se necesita expertos para su implementación. Su uso permite desplazar los costos fijos por costos variables.
- **Administración simplificada.** Los recursos computacionales y los datos se trasladan en su mayor parte al proveedor de servicios lo que simplifica la gestión de los mismos, lo que se traduce en ahorro en gestión de administración.
- **Tiempo de servicio reducido.** Si un proceso usa o maneja una gran cantidad de información (uso computacional alto), existe la posibilidad de dividirlo en varios procesos y ejecutarlos paralelamente en muchas unidades de procesamiento para reducir el tiempo total a solo una fracción del tiempo original. Los recursos computacionales están preparados y disponibles, previo pago, y con capacidad elástica a escalar.
- **Igualdad de condiciones.** Permite a las pequeñas empresas competir más eficazmente con las empresas más grandes.

### 1.9.1.2 Debilidades

- **Sin modelos de riesgo.** Al no existir modelos de riesgo los clientes no pueden evaluar las diferentes infraestructuras que se presentan en el mercado y tomar una decisión.
- **Dependencia.** Al elegir a un proveedor de servicios existe una fuerte dependencia por cuestiones tecnológicas y por cuestiones prácticas.

- **Expatriación de datos.** Al no saber con certeza en donde se encuentra la información se puede suponer un riesgo importante al no poder realizar un control adecuada de la misma, además de los marcos legales que pueden prohibir que determinados datos, ya sean estos personales o estratégicos, se ubiquen fuera de ámbitos jurisdiccionales apropiados.
- **Migraciones inviables.** Debido a la cantidad de información que pueden tener ciertas empresas debido a sus años en el mercado puede resultar inviable la migración a un entorno *cloud* porque conllevaría mucho tiempo, el cual no sería admisible.
- **Soluciones *Ad Hoc*.** Se puede presentar que ciertos servicios ofrecidos por los proveedores no cumplan con las expectativas de los clientes y tengan que personalizarlos, lo que implica un aumento de costos importantes para el cliente con lo que se demostraría la inmadurez del sistema en el sector.

#### 1.9.1.3 Oportunidades

- **Mercados en desarrollo.** El mercado de *cloud computing* es enorme y pequeñas ventajas competitivas pueden dar la oportunidad incluso a pequeñas empresas innovadoras, y aunque existen proveedores con ventajas evidentes, en número de clientes es potencialmente alto.
- **Marketing global.** El ingreso a este paso tecnológico es unánime, empezando por el uso de empresas de renombre, empresas públicas e instituciones académicas lo que facilita la labor de comercialización de esta tecnología.

#### 1.9.1.4 Amenazas

- **Definiciones de estándares.** La mayoría de estándares de esta tecnología está por definirse y cuentan con apoyos limitados lo que afecta a las inversiones si estos se desarrollan en una línea inadecuada.

- **Resistencia al cambio.** Para algunas empresas no poder gestionar sus datos, la dependencia de proveedores externos y la pérdida de soberanía de la información puede influir de una manera negativa para que los usuarios migren su información a la nube.

## 1.9.2 ANÁLISIS TECNOLÓGICO

### 1.9.2.1 Fortalezas

- **Accesibilidad (acceso remoto).** No es necesario estar en un lugar en específico para poder acceder a la infraestructura de *cloud computing*, se puede ingresar a las aplicaciones e información desde cualquier computador o dispositivo móvil conectado a Internet permitiendo flexibilidad al usuario. Se puede tener acceso a la información donde quiera que se esté, en lugar de obligar al usuario a mantenerse en un solo lugar la mayor parte del tiempo para acceder a lo que necesitan.
- **Fiabilidad.** La fiabilidad en los servicios, al igual que la integridad de datos vienen heredadas de otros paradigmas. Las normas ISO 2000<sup>1</sup> y el modelo ITIL<sup>2</sup> tiene amplia difusión entre los proveedores de *cloud computing*.
- **Independencia.** Los usuarios pueden acceder usando un navegador vía Internet independientemente de su ubicación, sistema operativo o dispositivo.
- **Tecnologías heterogéneas.** Se puede utilizar servicios de *cloud computing* en un sin número de tecnologías pasando por redes de comunicación,

---

<sup>1</sup> La norma ISO 9001:2000 es la cuarta versión de la norma elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización y especifica los requisitos para un buen sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales

<sup>2</sup> ITIL es un marco de trabajo de las mejores prácticas destinadas a facilitar la entrega de servicios de tecnologías de la información (TI) de alta calidad.

sistemas operativos, soluciones de virtualización, lenguajes de programación y dispositivos móviles.

- **Escalabilidad.** Brinda una gran escalabilidad para un crecimiento ilimitado de las operaciones, la misma que es dinámica. El rendimiento es monitoreado y la posibilidad de adquirir nuevos servicios o capacidad es relativamente fácil ya que la infraestructura está instalada. Es un término usado en tecnología para referirse a la propiedad de aumentar la capacidad de trabajo o tamaño de un sistema sin comprometer su funcionamiento y calidad normal.

En *cloud computing* se puede ofrecer soluciones creativas a requerimientos de escalabilidad. Por ejemplo, se puede disponer de recursos dinámicos para incrementar la capacidad de un caché distribuido o bien puede delegarse a una capa de monitoreo-automatización el incremento o reclamo de nodos de un *cluster*<sup>1</sup> dependiendo de la demanda. Si bien estos conceptos han estado presentes desde hace algún tiempo, el hecho de tomar recursos de un *pool* y regresarlos para que sean reutilizados por otros procesos facilita su aplicabilidad e incrementan a su vez el retorno de inversión de estas soluciones, además este tipo de patrones de uso del *cloud* explotan su naturaleza de automatización.

- **Multi-usuario.** Los recursos pueden ser compartidos a una gran cantidad de usuarios permitiendo la centralización de la infraestructura.
- **Eficiencia.** A diferencia de una infraestructura tradicional donde debía existir un administrador que se encargaba de la adquisición de hardware y software, tratando de maximizar la utilización de la infraestructura, en *cloud computing* existen sistemas que se encargan de monitorear el uso de recursos para administrar los recursos de manera eficiente para la reducción de costos.

---

<sup>1</sup> El término *cluster* se aplica al conjunto de computadoras de un *data center*, las cuales se comportan como si fuesen una única computadora.

- **Mayor disponibilidad y seguridad de los datos.** Es necesario para una empresa gestionar la seguridad de la red, procedimientos de *backup* (copias de seguridad), *restore* (restauración de la información) y en general de planes de contingencia en caso de pérdida de información o de fallo del hardware, pero es algo que para las empresas puede resultar una tarea pesada y molesta, ya que las amenazas se renuevan continuamente, y es algo que debe de ser constantemente actualizado.

#### 1.9.2.2 Debilidades

- **Falta de interoperabilidad.** El suministro de recursos computacionales requiere de un alto nivel de interoperabilidad, que no es más que la capacidad de que varios sistemas heterogéneos puedan intercambiar información e interpretarla de la misma manera, sin restricción de acceso o de implementación, de manera que el usuario pueda elegir distintos proveedores en términos tecnológicos y operativos para las distintas actividades que desarrolla.
- **Falta de estándares.** Como se mencionó anteriormente, una de las debilidades de *cloud computing* es la falta de estándares.
- **Falta de privacidad.** Ante la falta de cobertura legal la información de una organización o empresa podría ser difundida y adquirida por terceros. En el caso de *cloud computing* los datos viajan a través del Internet y no es objetivo pensar que los datos van a estar más seguros en un servidor de la empresa que en el servidor de un dudoso proveedor externo.
- **Disponibilidad y continuidad en el servicio.** La calidad, interrupciones, la falta del servicio de Internet e incluso el no disponer la capacidad necesaria por parte del usuario puede ser un inconveniente al momento de contar con el servicio de *cloud computing*.

- **Falta de métricas.** La no disponibilidad de datos que le permitan al usuario evaluar los parámetros de calidad del servicio que se fundamenten en una pérdida de calidad del servicio.
- **Disminución de libertades.** El usuario es incapaz de introducir mejoras o personalizaciones en las diferentes capas de los sistemas de información.

### 1.9.2.3 Amenazas

- **Internet.** El servicio de Internet puede convertirse en un amenaza dentro del desarrollo de *cloud computing* debido a dos aspectos:
  - **Punto único de fallo:** Aunque el servicio de Internet puede estar considerado como tolerante a fallos, se puede considerar un punto vulnerable que está sujeto a ataques, denegación de servicio y a pérdidas temporales de conectividad.
  - **Modo de suministro:** Internet está pensado para la distribución de contenidos textuales organizados en hipertextos, lo que lo hace inadecuado para otro tipo de usos [27].
- **Alianzas.** La difusión de servicios de *cloud computing*, así como las políticas van a depender de soluciones viables que están dentro de alianzas o federaciones.

Se puede resumir que los retos tecnológicos están en la necesidad de estándares para proteger las inversiones de los proveedores y garantizar la seguridad e independencia de los usuarios, además del dinamismo y la competitividad en el mercado de servicios de *cloud computing*; en la necesidad de asegurar la privacidad y la seguridad de la información que se traslada a la nube.

Análisis DAFO	Fortalezas	Debilidades
Análisis Interno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin inversión y mantenimiento para el cliente</li> <li>• Servicio de costes controlados e incrementables para el cliente</li> <li>• Despliegue de software e infraestructura inmediato</li> <li>• Fácil capacitación</li> <li>• Personalización y excelencia en la ejecución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderada fuente de inversión y mantenimiento de la infraestructura</li> <li>• Mantenimiento del versionado del software</li> <li>• Entrega a través de Internet</li> <li>• Ingresos vulnerables a fallos de seguridad, disponibilidad, rendimiento, etc.</li> </ul>
	Oportunidades	Amenazas
Análisis Externo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la estabilidad, ancho de banda, seguridad de Internet</li> <li>• Crisis económica (eventual)</li> <li>• Mercado en auge y posicionado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo de algún competidor del mercado de seguridad, disponibilidad, privacidad, etc.</li> <li>• Mercado inmaduro</li> <li>• Abaratamiento de los costos de infraestructura y mantenimiento tradicionales</li> </ul>

**Fuente:** [27]

**Tabla 1.1:** Cuadro de resumen de ventajas y desventajas de *cloud computing*

## **CAPÍTULO 2. ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE *CLOUD COMPUTING* DE MODELO PRIVADO**

### **2.1 NECESIDADES DE LA EMPRESA NOUX C.A.**

#### **2.1.1 INTRODUCCIÓN**

La empresa NOUX C.A. dedicada al *Business Intelligence* (inteligencia de negocios) y a la capacitación de sus clientes, presenta serios inconvenientes en el desarrollo normal de sus actividades; al querer acceder hacia sus servidores y hacer uso de sus recursos ha encontrado bloqueo permanente de puertos, y la imposibilidad de configurar parámetros en los equipos de los clientes, por lo que ha explorado la posibilidad de implementar *cloud computing* ofreciendo infraestructura como servicio (IaaS).

El análisis de requerimientos y necesidades se basa en la Especificación de Requerimientos de Software (SRS – *Software Requirement Specifications*) según el formato del ANSI/IEEE 830 [27], para la implementación de *cloud computing*.

#### **2.1.2 PROPÓSITO**

El objetivo de seguir las recomendaciones del estándar ANSI/IEEE 830 es lograr una estructura bien definida y un documento bien formado de los requisitos de la implementación de *cloud computing*.

#### **2.1.3 ALCANCE**

El alcance de este documento tiene finalidad realizar un análisis de necesidades y requerimientos de la empresa NOUX C.A.

#### **2.1.4 DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

La tabla 2.1 contiene las definiciones y abreviaturas utilizadas en este documento.

Nombre	Descripción
<i>Cloud</i> o nube	Representación de Internet
<i>Computing</i> o computación	Reúne los conceptos de computación, lógica y almacenamiento
<i>Cloud computing</i> o computación en la nube	Se refiere a la infraestructura que hace posible escalar los servicios, y dar flexibilidad a los recursos rápidamente en respuesta a la oferta y demanda de recursos
<i>Cloud Services</i>	Son los recursos que realmente usa el cliente
<i>Independent Service Vendor</i> (ISV)	El ISV es un término usado para referenciar a las empresas Proveedores de Software Independientes que están en la capacidad de crear e implementar rápidamente aplicaciones en cualquier plataforma para ser integradas tanto en el sitio como en la nube
Usuarios	Consultores de la empresa NOUX C.A. que harán uso del sistema

**Tabla 2.1:** Definiciones, acrónimos y abreviaturas

### 2.1.5 REFERENCIAS

La tabla 2.2 indica el estándar que se usará para el análisis de necesidades de la empresa NOUX C.A.

Referencia	Título
IEEE	<i>Recommended Practice for Software Requirements Specification.</i> ANSI/IEEE <i>standard</i> 830, 1998

**Tabla 2.2:** Referencia

### 2.1.6 RESUMEN

El presente documento consta lo siguiente:

- Se realiza una introducción de la especificación y se proporciona una visión general del proyecto.

- Se efectuará una descripción del proyecto con el propósito de dar a conocer las principales funciones que este debe desempeñar, datos asociados, restricciones y dependencias que afectan el desarrollo del mismo, sin entrar en detalle.
- Finalmente se define detalladamente los requisitos que debe satisfacer el proyecto.

## **2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL**

### **2.2.1 PERSPECTIVA DEL PRODUCTO**

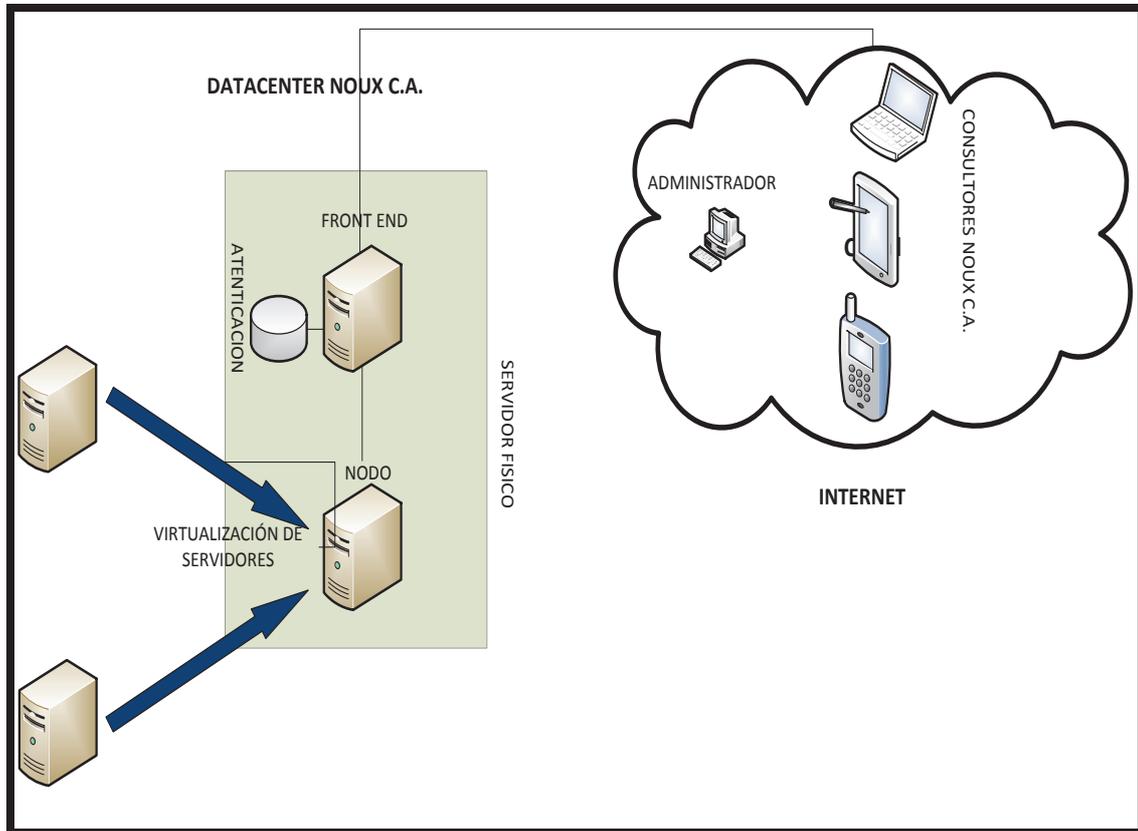
Se espera implementar un sistema que permita brindar recursos informáticos a cada consultor de la empresa de acuerdo a sus necesidades y funciones, haciendo uso de recursos propios de la empresa.

### **2.2.2 FUNCIONALIDAD DEL PRODUCTO**

El proyecto deberá cumplir con las siguientes funcionalidades dentro de la empresa NOUX. C.A.:

- Permitir el acceso desde cualquier plataforma de manera remota haciendo uso de Internet.
- Posibilidad de añadir más nodos y realizar la migración de máquinas virtuales.
- Permitir crear usuarios con funcionalidades de acuerdo al trabajo que desempeña dentro de la empresa.
- Autenticación y transmisión de información se la realice de manera segura.
- Únicamente el administrador de la plataforma, será capaz de asignar a los usuarios recursos tales como espacio en disco, memoria RAM, y uso de red.
- El administrador de la plataforma será el único autorizado para crear nuevas máquinas virtuales.

- Cada usuario podrá utilizar únicamente los recursos que le han sido asignados.



**Figura 2.1:** Esquema de *cloud computing* ofreciendo IaaS como servicio en la empresa NOUX C.A.

### 2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS

Tipo de usuario	Súper Usuario
Formación	Superior
Actividades	Configurar el sistema operativo, cargar módulos, mantenimiento preventivo y correctivo del servidor, monitoreo de recursos del servidor, respaldos periódicos de la información contenida en el servidor

**Tabla 2.3:** Características de súper usuario

Tipo de usuario	Administrador
Formación	Superior
Actividades	Instalación, control y administración la plataforma <i>cloud computing</i> , creación, modificación, control de acceso y eliminación de usuarios de <i>cloud computing</i> , creación de máquinas virtuales, administración de máquinas virtuales, actualización y mantenimiento de la plataforma de <i>cloud computing</i>

**Tabla 2.4:** Características del administrador

Tipo de usuario	Consultor
Formación	Superior
Actividades	Configuración y administración de la máquina virtual asignada

**Tabla 2.5:** Características del consultor

#### 2.2.4 RESTRICCIONES

Se dispondrá de un solo servidor para la instalación de *front-end* y *de* nodo, el cual debe ser capaz de atender consultas concurrentes.

Las conexiones a la infraestructura se harán desde cualquier punto con acceso a Internet.

#### 2.2.5 EL PROYECTO SE IMPLEMENTARÁ CON SOFTWARE LIBRE

Se implementará infraestructura como servicio IaaS en base a paquetes *open source*.

#### 2.2.6 SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS

Se supone que:

- Los usuarios y consultores tendrán siempre una conexión a internet,

- El administrador de la plataforma, ha recibido la capacitación necesaria y tiene el suficiente conocimiento para brindar soporte en cualquier inconveniente que se presente en la administración de *cloud computing*.
- El servidor en donde se implementará *cloud computing* es compatible con el sistema operativo Linux.
- Se dispone de una IP pública para el acceso a la plataforma desde fuera de la red.
- Se dispone de un rango de IP privadas para la asignación a las máquinas virtuales.

## 2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS

### 2.3.1 REQUISITOS FUNCIONALES

Identificación de requisito	RF 01
Nombre de requisito	Administración de máquinas virtuales
Característica	Permitir el control de máquinas virtuales
Descripción de los requerimientos	El administrador de la plataforma deberá crear máquinas virtuales, ejecutarlas y asignarlas a los usuarios
Prioridad del requerimiento	Alta

**Tabla 2.6:** Requisitos funcionales 01

Identificación de requisito	RF 02
Nombre de requisito	Asignación de recursos
Característica	Proporcionar a los usuarios los recursos necesarios tales como, memoria RAM, espacio en disco, CPU, acceso desde y hacia la red
Descripción de los requerimientos	El administrador deberá otorgar a cada usuario los recursos que éste necesite, los mismos deberán ser capaces de permitir el normal funcionamiento de las máquinas virtuales
Prioridad del requerimiento	Alta

**Tabla 2.7:** Requisitos funcionales 02

Identificación de requisito	RF 03
Nombre de requisito	Agregar nodos
Descripción de los requerimientos	El administrador de la plataforma y el súper usuario, serán capaces de implantar nuevos nodos de acuerdo a sus requerimientos
Prioridad del requerimiento	Media

**Tabla 2.8:** Requisitos funcionales 03

Identificación de requisito	RF 04
Nombre de requisito	Conectividad
Característica	El sistema permitirá al usuario acceder desde cualquier lugar con acceso a Internet
Descripción de los requerimientos	Acceso de usuarios registrados al sistema
Prioridad del requerimiento	Alta

**Tabla 2.9:** Requisitos funcionales 04

Identificación de requisito	RF 05
Nombre de requisito	Migración de máquinas virtuales
Característica	El sistema brindará al administrador la posibilidad de realizar migración de máquinas virtuales entre nodos
Descripción de los requerimientos	El administrador podrá realizar la migración de máquinas virtuales a otro nodo que se haya instalado sin afectar el funcionamiento de las máquinas virtuales
Prioridad del requerimiento	Baja

**Tabla 2.10:** Requisitos Funcionales 05

### 2.3.2 REQUISITOS NO FUNCIONALES

Identificación de requisito	RNF 01
Nombre de requisito	Seguridad en la transmisión de información
Característica	Usar un esquema seguro para la transmisión de información desde y hacia las máquinas virtuales
Descripción de los requerimientos	El Administrador de la plataforma deberá generar un esquema capaz de proteger la confidencialidad de los datos
Prioridad del requerimiento	Alta

**Tabla 2.11:** Requisitos no funcionales 01

Identificación de requisito	RNF 02
Nombre de requisito	Interfaz del sistema
Característica	La interfaz de usuario constituye un escritorio remoto.
Descripción de los requerimientos	El escritorio remoto es proporcionado vía web por el servidor que aloja las máquinas virtuales
Prioridad del requerimiento	Alta

**Tabla 2.12:** Requisitos no funcionales 02

Identificación de requisito	RF 03
Nombre de requisito	Autenticación de usuarios
Característica	Los usuarios deben autenticarse para acceder desde cualquier lugar al sistema
Descripción de los requerimientos	El usuario podrá ingresar a la Infraestructura de acuerdo a su nivel de accesibilidad
Prioridad del requerimiento	Media

**Tabla 2.13:** Requisitos no funcionales 03

Identificación de requisito	RNF 04
Nombre de requisito	Mantenimiento
Característica	El sistema deberá tener un manual de instalación y administración para facilitar el mantenimiento
Descripción de los requerimientos	Documentación que sea fácilmente actualizable
Prioridad del requerimiento	Baja

**Tabla 2.14:** Requisitos no funcionales 04

### 2.3.3 REQUISITOS COMUNES DE LAS INTERFACES

Entre los requisitos comunes de interfaces están los siguientes:

#### 2.3.3.1 Interfaces de usuario

La interfaz web proporcionada por el servidor donde se implementará el proyecto.

### **2.3.3.2 Interfaces de hardware**

Tarjeta de red Gigabit Ethernet.

### **2.3.3.3 Interfaces de software**

Interfaz definida por el software de *cloud computing*.

### **2.3.3.4 Interfaces de comunicación**

La conexión se establecerá vía web con una a través de Internet.

## **2.3.4 REQUISITOS DE RENDIMIENTO**

Se debe dar servicio a un máximo de 15 consultores simultáneamente, sin afectar el tiempo de respuesta en las operaciones.

## **2.4 ANÁLISIS DE COSTOS**

El análisis económico se lo realiza con el fin de estudiar la viabilidad, funcionamiento y operatividad de *cloud computing* en la empresa NOUX C.A.

### **2.4.1 INTRODUCCIÓN**

El proceso del análisis de costos tiene como objetivo determinar los beneficios que representará el desarrollo del proyecto. Se empleará la técnica de comparación de costos previstos que será un instrumento para determinar la factibilidad de la alternativa planteada. Una vez obtenido los resultados nos ayudarán a justificar o no la implementación de *cloud computing*. Esta técnica presenta algunos beneficios como:

- Valorar la necesidad y oportunidad de la realización de un proyecto.
- Cálculo del precio adecuado de bienes y servicios.
- Seleccionar la alternativa más beneficiosa de un proyecto.
- Estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios, y en el plazo de realización de un proyecto.

- Elegir entre proveedores alternativos.
- Controlar los costos reales entre el costo presupuestado y el costo generado.

## **2.4.2 METODOLOGÍA**

Para la realización del presente análisis se tomará como referencia el modelo TCO (*Total Cost of Ownership*) [28], que es el costo total de un producto a lo largo de su ciclo completo de vida. Ésta metodología abarca no solo los costos directos sino también los costos indirectos.

Los costos directos pueden ser, por ejemplo, el costo de los equipos: los computadores, las infraestructuras de red o el costo del software (los costos de las licencias). Los costos indirectos (o costos ocultos) pueden ser los costos de mantenimiento, administración, formación del usuario o del administrador, los costos de desarrollo y de soporte técnico.

El principio básico del TCO es conocer los costos de propiedad de las TIC que va más allá de la compra del equipo, sino que además incluye componentes adicionales que permitirán su correcto funcionamiento, entre ellos está el costo de personal, mantenimiento y soporte técnico, esto, con el fin de aprovechar la inversión de las TIC.

### **2.4.2.1 Costos directos (presupuestados)**

Se refiere a aquellos costos que son cuantificables por la organización y representan bienes tangibles o recursos humanos.

El modelo de TCO propuesto por Gartner Group propone los siguientes:

- **Administración**  
Inversión en administración de sistemas, de red, almacenamiento y pago de servicios externos.

- **Hardware y Software**

Se refiere al detalle de inversiones en actualización de servidores, nuevas instalaciones, estaciones de trabajo, redes, teléfonos, entre otra infraestructura, y cuotas de *leasing*<sup>1</sup>.

- **Soporte**

Capacitación en *help desk*, gastos del propio personal, viajes, servicios externos para soportar usuarios, mantenimiento y gastos adicionales.

- **Desarrollo**

Consta de la inversión que se realiza en desarrollo de contenido, mano de obra de diseño, pruebas y documentación de nuevos proyectos.

- **Sistemas de Comunicación**

Es la inversión de arriendo de líneas de comunicación, costos de redes WAN, acceso remoto, etc.

#### 2.4.2.2 Costos indirectos (no presupuestados)

Representa un tipo de costos que sin ser tangibles producen un gasto cuantificable a la organización. El modelo de Gartner contempla los siguientes:

- **Costos de usuario**

Estos costos son atribuibles al auto-aprendizaje (auto-soporte) de los usuarios al no confiar en el soporte que brinda el sistema. Capacitación no formal en el uso de aplicaciones.

- **Tiempo muerto**

Se refiere al costo que se añade por la no disponibilidad de la red o el sistema, estos tiempos pueden ser planificados o no planificados.

---

<sup>1</sup> El *leasing* es un contrato de arrendamiento financiero que incluye una opción de compra para el arrendatario sobre el bien recibido.

## **2.5 ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE *CLOUD COMPUTING* DE MODELO PRIVADO OFRECIENDO INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO PARA LA EMPRESA NOUX C.A.**

Para la implementación de nuevos procesos, sean estos informáticos o no, es necesario medirlos de alguna manera para llevar un control sobre estos. Se puede utilizar diferentes variables para medir la utilización de sistemas informáticos, pero se usará el método de costos para evaluar la implementación de *cloud computing* en la empresa NOUX C.A.

A continuación se presenta el análisis económico que representaría la implementación del proyecto.

### **2.5.1 COSTO INICIAL**

- **HARDWARE:** Servidor
- **SOFTWARE:** *Open source*
- **INSTALACIÓN:** Instalación de sistema operativo
- **CONFIGURACIÓN:** Configuración de servidor

### **2.5.2 COSTO DE ADMINISTRACIÓN**

Costo por personal técnico de la empresa para la administración del proyecto (crear, modificar, eliminar, control de acceso de máquinas virtuales).

### **2.5.3 COSTO DE OPERACIÓN**

Costo por solución de incidentes relacionados con el software de *cloud computing* (daño en máquinas virtuales).

### **2.5.4 COSTO POR SOPORTE TÉCNICO**

Costo por solución de incidentes relacionados con hardware y software del servidor (daños en hardware, configuración del sistema operativo). La tabla 2.15 muestra el

costo inicial que se tendrá de acuerdo a los requerimientos especificados por la empresa.

Costos iniciales del proyecto	
Costo de hardware	2774,00 USD
Costo de software	0,00 USD
Costo de instalación y configuración <sup>1</sup> (sistema operativo y de software de <i>cloud computing</i> )	500,00 USD
TOTAL	3.274,00 USD

**Tabla 2.15:** Costos iniciales del proyecto

El costo por administración anual tiene un valor aproximado de 12.000,00 USD, de acuerdo al ingreso promedio mensual de un ingeniero junior de la empresa NOUX C.A. El proyecto está previsto para un lapso de 5 años<sup>2</sup>, de donde, el valor promedio por año se calcula en base al valor anual y por el porcentaje de tiempo que se dedica a la administración; mientras que el costo estimado se lo hace multiplicando el costo anual por el número de años del proyecto, como se muestra en la tabla 2.16.

Costo de administración de <i>cloud computing</i>	
Costo promedio anual por personal capacitado <sup>3</sup>	12.000,00 USD
Número de personas para administrar	1

Continúa

<sup>1</sup> Costo de instalación y configuración con un tiempo estimado de instalación y configuración de 25 horas a razón de 20 dólares por hora en base a asistencia técnica por personal de consultoría de la empresa NOUX C.A.

<sup>2</sup> Tiempo de vida de un servidor estimado por el fabricante.

<sup>3</sup> Salario promedio de un Ingeniero junior en la empresa NOUX C.A.

Porcentaje del tiempo dedicado a la administración del proyecto <sup>1</sup>	25%
Costo promedio por año	3000,00 USD
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida del proyecto	15.000,00 USD

**Tabla 2.16:** Costos de administración de *cloud computing*

Los costos de mantenimiento de red, junto con los incidentes que se puedan presentar durante su funcionamiento, sumado al valor promedio que gana por hora un ingeniero de planta, se calcula el sueldo mensual para el número de horas laborables que tiene un mes (22 días x 8 horas) y nos indica el valor promedio por el que se atenderá a los incidentes que se suscitarán durante un año.

Costo de operación de <i>cloud computing</i>	
Costo promedio por hora de un ingeniero de planta	5,68 USD
Número de incidentes promedio al año <sup>2</sup>	12
Tiempo aproximado para resolver la falla (en horas)	2
Costo promedio por año	136,32 USD
Número de años de la solución	5 USD
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	681,60 USD

**Tabla 2.17:** Costos de operación de *cloud computing*

Los costos de soporte técnico por personal externo están basados en el soporte que implementa una solución igual a la del presente proyecto.

<sup>1</sup> Dato entregado por el subgerente de la empresa NOUX C.A.

<sup>2</sup> Valor calculado en base al promedio de incidentes de los últimos 3 años en la empresa NOUX C.A.

Costos de soporte técnico	
Costo promedio por hora de un ingeniero de soporte	45,00 USD
Número de incidentes promedio al año <sup>1</sup>	5
Tiempo aproximado para dar soporte técnico por incidente (en horas)	2
Costo promedio por año	450,00 USD
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	2.250,00 USD

**Tabla 2.18:** Costos de soporte técnico de *cloud computing*

Los costos posibles, ya han sido establecidos y en base a estos valores se realizarán los demás cálculos.

Costos varios	
Consumo de energía eléctrica del Servidor de Cloud Computing, Fuente de 550 W <sup>2</sup> (mensual)	35,24 USD
Costo promedio por consumo de Internet 512 Kbps <sup>3</sup> [Anexo F]	180,00 USD
Número de años estimados de funcionamiento de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	1076,20 USD

**Tabla 2.19:** Costos varios

<sup>1</sup> Valor calculado en base al promedio de incidentes de los últimos 3 años en la empresa NOUX C.A.

<sup>2</sup> Costo de 1 KWh en base al consumo de la EEQ a enero del 2014 es de 0.089 centavos. Calculo:  $(550 \text{ W} * 24 \text{ horas} * 30 \text{ días}) / 1000 = 396 \text{ KWh}$ , de donde  $396 \text{ KWh} * 0.089 \text{ centavos} = 35,24 \text{ dólares mensuales}$ .

<sup>3</sup> Anexo de cotización de Internet.

Supuestos utilizados en diversas categorías con <i>cloud computing</i>	
Costo promedio anual de un ingeniero de planta	12.000,00 USD
Costo promedio por hora de un ingeniero de planta	5,68 USD
Costo promedio por hora de un ingeniero de soporte	45,00 USD
Número de años estimados de funcionamiento de la solución	5

**Tabla 2.20:** Supuestos utilizados en diversas categorías

A continuación se muestra un resumen de los costos que implica la implementación y funcionalidad del proyecto.

Resumen de costos de la solución con <i>cloud computing</i>	
Costo inicial	3.274,00 USD
Costo de administración	15.000,00 USD
Costo de operación	681,60 USD
Costo de soporte	2.250,00 USD
Costos varios	1.076,20 USD
Costo Total	22.281,80 USD

**Tabla 2.21:** Costos de la solución

## 2.6 VIABILIDAD DEL PROYECTO

Para la implementación de un nuevo proyecto es importante analizar la posible rentabilidad del mismo y si es viable o no. Para el cálculo de viabilidad se debe considerar dos parámetros que son el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno) que se basan en la estimación de flujos de caja (ingresos menos egresos netos). El flujo de caja ayuda a administrar los ingresos y egresos del proyecto, y para poder conocer el comportamiento futuro del proyecto.

Se procederá con el cálculo de flujo de caja, VAN y TIR; y los diferentes valores necesarios para el análisis.

### 2.6.1 VALOR DE SALVAMENTO

El valor de salvamento se refiere al valor que tendrá un activo fijo de la empresa luego de haber terminado su vida útil. NOUX C.A. determina un valor de salvamento del 10% de la inversión inicial del Proyecto en función de todos los elementos que lo constituyen.

- Inversión inicial (I<sub>0</sub>)  
I<sub>0</sub> = 3.274,00 USD
- Valor de salvamento (VS)  
VS = 10% \* I<sub>0</sub>  
VS = 0,1 \* 3.274,00 USD  
VS = 327,40 USD

### 2.6.2 DEPRECIACIÓN

La depreciación es la pérdida de valor que experimentan los elementos de activo fijo de una empresa en el transcurso del tiempo o a causa del progreso tecnológico.

La empresa NOUX C.A. encasilla al proyecto en la cuenta contable Equipo de Cómputo, por lo que se determina que la vida útil para este tipo de activos es de 60 meses, de acuerdo a la tabla 2.22 de depreciación.

Activo	Depreciación
Construcciones, casas	20 años
Maquinaria grande	10 años
Maquinaria pequeña	5 años
Artículos pequeños	1 a 3 años

**Tabla 2.22:** Tabla de depreciaciones

El método de depreciación a utilizarse será el método lineal, por ser el más usado por las empresas y a su vez el más sencillo, el cual consiste en dividir el valor del activo menos el valor de reposición (valor de salvamento) para la vida útil, obteniéndose la depreciación anual (Da) del proyecto.

El análisis se lo realizará en base al costo inicial (inversión inicial) que tendrá el proyecto.

- Inversión Inicial (Io): 3.274,00 USD
- Valor de Salvamento (VS): 327,40 USD
- Vida útil (Vu): 5 años
- Depreciación anual (Da):  
 $Da = (Io - VS) / VU$   
 $Da = (3.274,00 \text{ USD} - 327,40 \text{ USD}) / 5$   
 $Da = 589,32 \text{ USD}$

En la tabla 2.23 se muestra la depreciación anual del proyecto.

Año	Depreciación anual (Da)	Depreciación acumulada (Dac = #años * Da)	Valor de salvamento (VS = VS - Dac)
0	0	0	3.274,00 USD (Io)
1	589,32 USD	589,32 USD	2684,68 USD
2	589,32 USD	1178,64 USD	2095,36 USD
3	589,32 USD	1767,96 USD	1506,04 USD
4	589,32 USD	2357,28 USD	916,72 USD
5	589,32 USD	2946,60 USD	327,40 USD (VS)

**Tabla 2.23:** Depreciación anual del proyecto

### 2.6.3 FLUJO DE CAJA

Para el análisis, el flujo de caja de la empresa NOUX C.A. será un valor referencial en lo que respecta a ingresos menos el total de egresos en asesoría y capacitaciones en *Business Intelligence*, en donde se realizan en promedio 4 proyectos cada dos meses con un valor promedio de 20.000,00 USD por proyecto y con un crecimiento anual del 7% en los últimos 5 años<sup>1</sup>.

- Ingreso mensual (Im)

$$Im = (20.000,00 * 4 \text{ proyectos}) / 2$$

$$Im = 40.000,00 \text{ USD}$$

- Ingreso anual (Ia)

$$Ia = 12 * Im$$

$$Ia = 480.000,00 \text{ USD}$$

En la tabla 2.24 muestra el flujo de caja de la empresa.

	Símbolo	Valor
Costo de Inversión inicial	Io	3.274,00 USD
Ingreso Anual	Ia	480.000,00 USD
Egreso Anual	Ea	4.435,36 USD
Valor de Salvamento 5 años	VS	327,40 USD
Depreciación anual	Da	589,32 USD
Tiempo de vida del proyecto	Vu	5 años

**Tabla 2.24:** Flujo de caja

La tabla 2.25 muestra el flujo neto de efectivo con un crecimiento anual del 7%, como se había indicado anteriormente.

<sup>1</sup> El valor expuesto es un valor promedio y que por motivos de confidencialidad y seguridad de la empresa el valor exacto no puede ser revelado.

Año	Flujo Neto de Efectivo (FNE)
1	480.000,00 USD
2	513.600,00 USD
3	549.552,00 USD
4	588.020,64 USD
5	629.182,08 USD

**Tabla 2.25:** Flujo neto efectivo

#### 2.6.4 CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Valor Presente Neto (VPN) es el valor obtenido mediante la actualización de los flujos netos del proyecto (ingresos menos egresos), considerando la inversión como un egreso a una tasa de descuento previamente determinada.

- Si el VPN es positivo se considera que el proyecto es favorable, ya que cubre el nivel mínimo o de rechazo representado por la tasa de descuento.
- Si el VPN es igual o cercano a cero, el proyecto apenas cubre el costo mínimo.
- Si el VPN es negativo, la rentabilidad está por debajo de la tasa de aceptación y por lo tanto, el proyecto debe descartarse.

La tasa de descuento es el costo de capital más la tasa de rendimiento exigida por el inversionista.

- Costo de capital de la inversión<sup>1</sup> = 15%
- Tasa de Rendimiento exigida del inversionista<sup>2</sup> = 5%
- Tasa de descuento:  $i = 20\%$

<sup>1</sup> Costos financiados por NOUX C.A. con la misma proporción de pasivos y patrimonio.

<sup>2</sup> Ganancia esperada por el inversionista.

Para calcular el VAN se aplica la fórmula:

$$VPN = VAN = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} - \left[ I_0 - \frac{VS}{(1+i)^n} \right]$$

$$VPN = VAN = \frac{480.000}{1.2^1} + \frac{513.600}{1.2^2} + \frac{549.552}{1.2^3} + \frac{588.020,64}{1.2^4} + \frac{629.182,08}{1.2^5} - \left[ 3.274,00 - \frac{327,40}{1.2^5} \right]$$

$$VPN = VAN = 1.339.219,17 \text{ USD}$$

### 2.6.5 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

El TIR expresa la rentabilidad anual en términos de porcentajes, es decir, el porcentaje obtenido expresa el rendimiento anual sobre la inversión. Como los FNE son diferentes usaremos la formula siguiente:

$$TIR^* \therefore VPN = VAN = \sum_{i=1}^n \frac{FNE_n}{(1+i)^n} - \left[ I_0 - \frac{VS}{(1+i)^n} \right] = 0$$

$$0 = VAN = \frac{-I_0}{(1+i)^0} + \frac{480.000}{(1+i)^1} + \frac{513.600}{(1+i)^2} + \frac{549.552}{(1+i)^3} + \frac{588.020,64}{(1+i)^4} + \frac{629.182,08}{(1+i)^5} - \left[ I_0 - \frac{327,40}{(1+i)^5} \right]$$

$$i = 0,28$$

$$TIR = 28 \%$$

Del análisis obtenido, VAN > 0 y TIR > 0, podemos concluir que el proyecto es viable y se acepta.

## **2.7 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE NOUX C.A.**

NOUX C.A, ubicada en la ciudad de Quito, líder en inteligencia de negocios, almacenamiento de datos empresariales, soluciones *balanced scorecard*, planificación y elaboración de presupuestos empresariales, socio de negocios de SAP AG en el Ecuador, apoyándose directamente en recursos e innovación tecnológica.

El análisis de su infraestructura interna ayudará a identificar los componentes de hardware y software disponibles, así como los equipos adecuados para hacer uso en el proceso de instalación y configuración de *cloud computing*.

El hardware está constituido de diversos elementos, como computadores personales, computadoras de escritorio, servidores, *switches*, *routers*, *access point*, etc. El software incluye el sistema operativo en el cual se va a implementar el proyecto.

### **2.7.1 DETALLE DE LA INFRAESTRUCTURA DE NOUX C.A.**

Actualmente NOUX C.A. maneja una red del tipo Ethernet de 100 Mbps en la que alberga varios equipos distribuidos de la siguiente manera.

#### **2.7.1.1 Infraestructura de servidores y equipos de computación**

*Data center:*

- 4 servidores dedicados
- 1 servidor de respaldo
- 3 *switches* de acceso TP-LINK de 24 puertos
- 1 *router*
- 1 UPS

Oficinas (2 oficinas):

- 10 *laptops*
- 5 *tablets*

- 30 computadoras de escritorio
- 3 *access point*

### 2.7.1.2 Características de la infraestructura de servidores

A continuación se presenta el detalle de los equipos que se encuentran en el *data center*.

#### Servidores:

#### - Servidor IBM System x3650 M3

##### Características:

Sistema Operativo: Windows 2008 R2  
Memoria RAM: 32 GB  
Disco Duro: 16 TB  
Tarjetas de Red: 2 (Gigabit Ethernet)  
Procesador: Intel Xeon Processor E5504 4C

##### Funciones:

- Servidor de archivos
- Controlador de dominio
- Servidor de correo electrónico
- Servidor web

#### - Servidor HP ProLiant DL320e Gen8 v2

##### Características:

Sistema Operativo: CentOS 5.5  
Memoria RAM: 16 GB  
Disco Duro: 8 TB  
Tarjetas de Red: 2 (Gigabit Ethernet)  
Procesador: Intel® Xeon® E3-1200v3

**Funciones:**

- Servidor Proxy HTTP
- Servidor de aplicaciones: Apache, cifrado SSL

**- Servidor HP ProLiant DL320e Gen8 v2****Características:**

Sistema Operativo: Windows 2003 Enterprise Edition

Memoria RAM: 16 GB

Disco Duro: 8 TB

Tarjetas de Red: 2 (Gigabit Ethernet)

Procesador: Intel® Xeon® E3-1200v3

**Funciones:**

- Servidor de base de datos SQL 2010 Enterprise
- Servidor de aplicaciones (aplicaciones en producción desarrolladas por la empresa)

**- Servidor genérico****Características:**

Sistema Operativo: Windows 2008 Enterprise R2

Memoria RAM: 2 GB

Disco Duro: 320 GB

Tarjetas de Red: 2 (Gigabit Ethernet)

Procesador: Intel Core 2

**Funciones:**

- Servidor de uso (capacitación, inducción, venta de software, etc.)

- Aplicaciones como cuadro de mandos Business Objects SAP, y Crystal Xcelsius Profesional 4.5

#### - **Servidor Dell PowerEdge R420**

##### **Características:**

Sistema Operativo: Ubuntu Server 13.04

Memoria RAM: 16 GB

Disco Duro: 4 TB

Tarjetas de Red: 2 (Gigabit Ethernet)

Procesador: Intel® Xeon® E5-2600 (8 núcleos)

##### **Funciones:**

- Nuevos proyectos, aplicaciones futuras (Equipo a utilizarse para la implementación del proyecto de *cloud computing*)

#### **Switches**

##### **Características:**

- Cantidad: 3
- Marca: TP-LINK
- Modelo: TL-SI5428
- Puertos: 24(10/100) + 4 (10/100/1000)

##### **Funciones:**

- Acceso a la red

#### **UPS**

##### **Características:**

- Cantidad: 1
- Marca: Tripp Lite

- Modelo: SU1000RTXL2U
- Capacidad: 1000 VA
- Entrada: 120 V +/- 2%

### Funciones:

- Respaldo y protección eléctrica para los equipos activos del *data center*

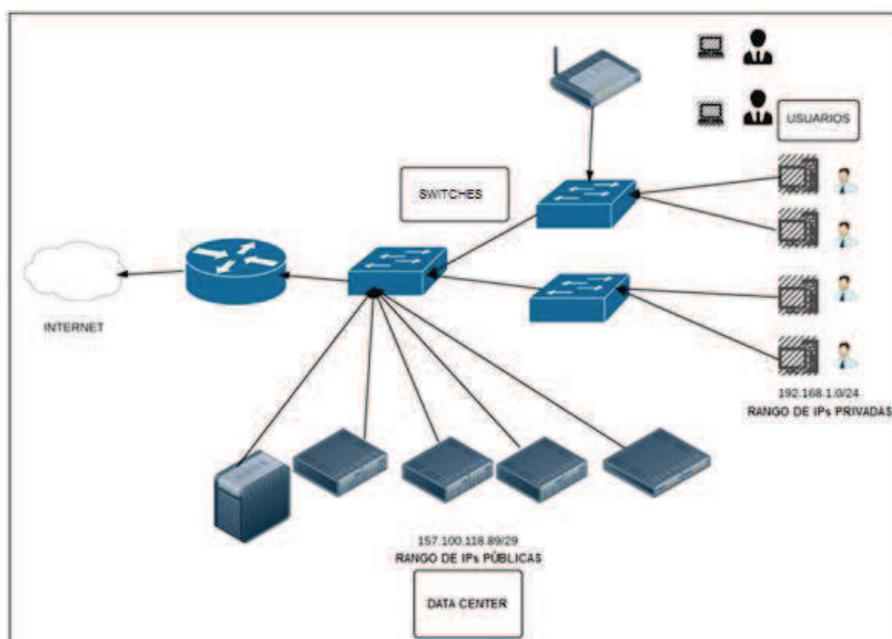
### Equipos Pasivos

- NOUX C.A. cuenta con infraestructura de cableado estructurado categoría 5e

### Servicio de Internet

- Internet dedicado: 2.5 Mbps

La empresa NOUX C.A. cuenta con los equipos y la infraestructura necesaria para la implementación de *cloud computing*. Se hará uso del servidor Dell PowerEdge R420 para la elaboración del Proyecto, y se virtualizará el servidor genérico para su posterior ejecución sobre la infraestructura *cloud*.



**Figura 2.2:** Esquema general de la Infraestructura Tecnológica de NOUX C.A.

## **CAPÍTULO 3. DISEÑO DE *CLOUD COMPUTING* DE MODELO PRIVADO**

### **3.1 METODOLOGÍA**

El método que se utilizara para el diseño y dimensionamiento se basará en una metodología de prueba que consiste en realizar la instalación de la plataforma, una vez seleccionado el software más adecuado de *cloud computing*, en un equipo de la empresa NOUX C.A. para posteriormente realizar mediciones de uso de recursos.

Antes de la instalación de *cloud computing* se debe tener conocimiento de la herramienta a utilizarse, para de esta manera poder contar con una plataforma funcional, óptima y que realmente cumpla con los requerimientos dispuestos. Para la creación de máquinas virtuales se tomará mediciones de procesamiento del equipo a virtualizar para calcular los recursos que deberán ser asignados.

### **3.2 PLANIFICACIÓN**

El diseño de *cloud computing* se basa en las restricciones presentadas en el capítulo 2, en servicio de *cloud computing* debe ser instalado en un solo servidor y funcionar como *front-end* y nodo, para lo que se realizará una comparación entre software de instalación de IaaS, siendo la primera fase en la planificación. Como segunda fase se realizara la instalación y configuración del software seleccionado en el servidor para nuevas aplicaciones de NOUX C.A., realizando mediciones de consumo de memoria, CPU y espacio usado en disco. En la tercera fase, se realizara mediciones de los recursos utilizados por el servidor que será virtualizado, y finalmente en una cuarta fase se mostrará los requisitos mínimos para la dimensionar el equipo que alojara el software de *cloud computing*.

### 3.2.1 PRIMERA FASE

El componente de software capaz de virtualizar una infraestructura *cloud* se lo conoce como gestor de infraestructura, el mismo que debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Representar los recursos disponibles de manera homogénea, independientemente de la plataforma de virtualización que se vaya a usar.
- Gestionar el ciclo de vida de las máquinas virtuales, que incluye la creación de redes para conectar las máquinas virtuales, requisitos de almacenamiento de información y creación de discos virtuales de manera dinámica.
- Adaptación de demandas de recursos de manera variable en los que incluye picos de carga, adaptación a cambios de la infraestructura virtualizada, etc.

Se dispone de diferentes gestores para la instalación de IaaS, entre las principales herramientas están OpenNebula, OpenStack y Eucalyptus.

#### 3.2.1.1 Gestores de infraestructura IaaS

##### 3.2.1.1.1 OpenNebula

OpenNebula es una herramienta IaaS de código abierto, publicado bajo la licencia Apache, que dispone de un diseño flexible y modular; permite la integración con diferentes configuraciones de almacenamiento, infraestructura de red y tecnologías de hipervisores.

OpenNebula soporta diferentes interfaces de acceso, incluidas las interfaces basadas en REST<sup>1</sup>, interfaces de servicio OGF OCCl (*Open Cloud Computing Interface*), y la norma API para nubes emergentes, así como el estándar de facto API AWS EC2.

---

<sup>1</sup> REST (*Representational State Transfer*) es un estilo de arquitectura de software para sistemas hipermedias distribuidos tales como la Web. REST se refiere estrictamente a una colección de principios para el diseño de arquitecturas en la red.

La autorización se basa en contraseñas como SSH RSA manejando un par de claves, certificados X.509, o LDAP. También integra *fine-grained*<sup>1</sup> basadas en ACL para administrar múltiples usuarios con diferentes funciones como parte de sus capacidades de autenticación.

El subsistema de almacenamiento es compatible con cualquier configuración de *back-end*, desde sistemas de archivos no compartidos, con la transferencia de imágenes a través de SSH a los sistemas de archivos compartidos (NFS, GlusterFS) o LVM<sup>2</sup> con CoW (*copy-on-write*), y cualquier servidor de almacenamiento, desde el uso de hardware estándar para soluciones de nivel empresarial.

#### 3.2.1.1.2 OpenStack

Al igual que OpenNebula, es una herramienta de código abierto para ofrecer nubes públicas y privadas. Sus componentes incluyen OpenStack Compute (llamado Nova), OpenStack Object Storage (llamado Swift), y OpenStack Image Service (llamado Glance).

- Nova está diseñado para proporcionar y administrar grandes redes de máquinas virtuales, creando una plataforma de *cloud computing* redundante y escalable.
- Swift es utilizado para crear un objeto de almacenamiento escalable y redundante utilizando grupos de servidores estandarizados con el fin de almacenar datos accesibles. No es un sistema de archivos o un sistema de

---

<sup>1</sup> Una lista de control de acceso (ACL) es una construcción que permite un control refinado (granular - *fine-grained*) sobre qué usuarios o grupos pueden tener acceso a un archivo o directorio.

<sup>2</sup> LVM (*Logical Volume Manager*) es una implementación de un administrador de volúmenes lógicos para el Kernel de Linux, en el que se incluye características como: re-dimensionamiento de grupos en línea mediante la absorción de volúmenes físicos (PV), re-dimensionamiento de volúmenes lógicos (LV), crear copias de volúmenes lógicos de sólo lectura (LVM1), crear copias de volúmenes lógicos de lectura y escritura (LVM2), crear LV o partes a través de PV's similar a RAID 0, etc.

almacenamiento de datos en tiempo real, sino más bien un sistema de almacenamiento a largo plazo para los datos permanentes o estáticos.

- Glance proporciona descubrimiento, registro y entrega de imágenes de discos virtuales.

#### 3.2.1.1.3 Eucalyptus

Eucalyptus permite la creación de nubes privadas *on-premise*, sin requisitos para la reorganización de la infraestructura TI existente en la empresa o la necesidad de introducir hardware especializado. Implementa nubes privadas, las cuales son accesibles a través de una API compatible con Amazon EC2 y Amazon S3.

Tiene cinco componentes de alto nivel:

- *Cloud Controller* (CLC), que gestiona los recursos virtualizados,
- *Cluster Controller* (CC), controla la ejecución de máquinas virtuales,
- Walrus, es el sistema de almacenamiento,
- *Storage Controller* (SC), ofrece almacenamiento en red a nivel de bloque incluyendo soporte para *Amazon Elastic Block Storage* (EBS), y
- *Node Controller* (NC), que está instalado en cada nodo para controlar las actividades de las máquinas virtuales, incluida la ejecución, inspección, y la terminación de instancias de máquinas virtuales.

#### 3.2.1.2 Información general sobre los gestores de infraestructura IaaS

Cada solución IaaS de *cloud computing* es única, por lo que es necesario conocer, aparte de su descripción, su información general y sus características tanto a nivel físico (hardware) como lógico (software), de lo cual depende la seguridad, disponibilidad y rendimiento de la plataforma.

El sistema operativo sobre el que se puede implementar los gestores de infraestructura es una de las características principales para cumplir la especificación de requerimientos de la empresa NOUX C.A, la cual se resume en la tabla 3.1.

Software	Linux	Windows
Eucalyptus	Si	Si
OpenNebula	Si	Si
OpenStack	Si	Si

**Fuente:** [29]

**Tabla 3.1:** Host que soportan la implementación de gestores IaaS

El sistema operativo que se puede implementar en los diferentes gestores de IaaS (instancias virtuales) e hipervisores que soportan, se presenta en la tabla 3.2.

Software	Linux	Windows	VmWare	XEN	KVM	Virtualbox	Otro
Eucalyptus	Si	Si	Si	Si	Si	-	
OpenNebula	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Cualquier SO soportado por Xen, KVM, o VMWare
OpenStack	Si	Si	Si	Si	Si	-	

**Fuente:** [29]

**Tabla 3.2:** Hipervisores soportados

### **3.2.1.3 Comparación de características cualitativas de los gestores de infraestructura IaaS**

Los gestores de infraestructura se han diseñado para permitir a los usuarios crear y administrar sus propias infraestructuras virtuales.

Sin embargo, estos gestores tienen diferencias que deben tenerse en cuenta al momento de ser elegidos [29]. Algunas de las características cualitativas a considerar como parte de la selección son:

#### *3.2.1.3.1 Implementación de software*

Una característica importante es la facilidad de la implementación de un nuevo software. A partir de la revisión de componentes a instalar en las herramientas de software para implementar IaaS encontramos que la más fácil de implementar es OpenNebula porque sólo se tiene que instalar un servicio en el *front-end* para una configuración básica, mientras que el software de OpenNebula no se instala en los nodos de computación.

Por otro lado, el despliegue de Eucalyptus y OpenStack es más difícil debido a la cantidad de los diferentes componentes que se deben instalar y configurar, y las diferentes posibilidades de configuración que proporcionan.

La curva de aprendizaje y ayuda proporcionada para OpenStack es todavía más complicada, ya que no existe mucha documentación sobre su instalación y configuración.

Así mismo, se puede determinar que el despliegue de instalación depende de los requisitos de escalabilidad. Como tal, un despliegue de OpenStack de cuatro nodos puede parecer muy diferente de la que utiliza 60 nodos.

#### *3.2.1.3.2 Actualizaciones*

Además de una fácil instalación, también se debe considerar las actualizaciones del software, y la frecuencia con la que se publican. De las notas obtenidas sobre

publicaciones y anuncios de la estructura se observa que los principales cambios se producen en un lapso de tiempo comprendido entre los cuatro y seis meses.

Las actualizaciones presentadas por OpenStack y Eucalyptus son menos a cuatro meses, mientras que las actualizaciones de OpenNebula son mayores a los cuatro meses [29].

#### *3.2.1.3.3 Interfaces*

Debido a que Amazon EC2 es un estándar de facto, los demás software soportan la funcionalidad básica de esta interfaz, como: la carga y registro de imágenes, instancia de máquinas virtuales, así como descripción y terminación de operaciones. Sin embargo, el proyecto OpenStack cuenta con desventajas debido a que no cuenta con las características EC2, por lo que está considerando proporcionar interfaces que difieren de la original de EC2 [29].

#### *3.2.1.3.4 Almacenamiento*

El almacenamiento es muy importante en la nube, porque se tiene que manejar muchas imágenes y deben estar disponibles para los usuarios en cualquier momento. Por lo tanto, la mayoría de los gestores decidió proporcionar almacenamiento en la nube.

OpenStack y Eucalyptus proporcionan un sistema de almacenamiento muy sofisticado. En OpenStack es llamado Swift, y en Eucalyptus se llama Walrus. Ambos están diseñados para proporcionar tolerancia a fallos y escalabilidad. OpenStack puede almacenar las imágenes, ya sea en el sistema de archivos POSIX o Swift. En el primer caso, las imágenes se transfieren por medio de SSH, mientras que en el segundo se transfieren mediante http/s.

Por último, OpenNebula no proporciona un producto de almacenamiento en la nube, pero su sistema de almacenamiento interno puede ser configurado de diferentes maneras. Por lo se puede tener un sistema de archivos compartido entre el *front-end*

y nodos; se puede transferir las imágenes utilizando SSH o se puede usar LVM con CoW para copiar imágenes a los nodos de computación [29].

#### *3.2.1.3.5 Networking*

La red se gestiona de forma diferente en cada gestor de infraestructura IaaS, los mismos que proporcionan varias opciones.

Eucalyptus ofrece cuatro modos de red diferentes: gestionado, administrado-noLAN, sistema y estático. En los dos primeros modos, Eucalyptus gestiona la red de las máquinas virtuales. Los modos se diferencian en el aislamiento de la red proporcionada por VLANs. En el modo sistema, Eucalyptus asume que las IP se obtienen de un servidor DHCP externo. En el modo estático, Eucalyptus gestiona la asignación de direcciones IP de las máquinas virtuales al mantener su propio servidor DHCP con una entrada estática por cada máquina virtual.

OpenStack es compatible con dos modos de gestión de las redes de máquinas virtuales: una red plana y la red VLAN. Las redes VLAN basada en requerimientos de la red requieren un interruptor VLAN capaz administrado que puede utilizar para configurar las VLAN para sus sistemas. Redes Flat utiliza Linux Ethernet puente para conectar múltiples hosts informáticos juntos.

La red OpenNebula contiene VLANs de acogida, en donde se gestiona el acceso a la red mediante el etiquetado VLAN [29].

#### *3.2.1.3.6 Hipervisores*

Todos los gestores IaaS soportan KVM y Xen, siendo los hipervisores más populares. OpenNebula y Openstack también apoyan VMWare. Eucalyptus sólo es compatible con VMWare en su versión comercial. Además, OpenStack también es compatible con LXC, UML e HyperV de Microsoft, esto hace que OpenStack sea una opción muy atractiva para experimentar con diferentes hipervisores [29].

#### 3.2.1.3.7 Autenticación

Todas las soluciones IaaS soportan credenciales X.509 como método de autenticación de usuarios. OpenStack y OpenNebula también admiten la autenticación a través de LDAP, aunque es bastante básico. OpenNebula soporta SSH RSA *keypair* y autenticación por contraseña. OpenStack se ha centrado también en el desarrollo de almacén de claves [29].

#### 3.2.1.4 Justificación de solución escogida y características

##### 3.2.1.4.1 Justificación

En base a la comparación de características cualitativas, información general y la descripción de los gestores de infraestructura, es evidente que las soluciones OpenStack y Eucalyptus presentan mejores características que OpenNebula en base a su funcionamiento y robustez, pero esta última da la posibilidad de realizar la implementación en un solo servidor y es de fácil instalación a diferencia de las anteriores. Igualmente OpenNebula presenta las características suficientes para satisfacer las necesidades y requerimientos de infraestructura, tomando en cuenta las funcionalidades y restricciones que debe cumplir el proyecto dentro de la empresa NOUX. C.A.

##### 3.2.1.4.2 Características

Las principales características de OpenNebula para la gestión integral de *data centers* virtualizados de nubes privadas, públicas e híbridas se describen a continuación:

#### **Interfaces:**

- AWS EC2 y API EBS
- API OGF OCCI
- Portal de autoservicio denominada Sunstone

#### **Administración de la infraestructura virtual:**

- Gestión del ciclo de vida de los recursos virtuales

- Potente sistema de conexión
- Control total, y monitoreo de los recursos de infraestructura virtual

**Alta disponibilidad y continuidad:**

- Arquitectura de alta disponibilidad
- Una base de datos persistente de back-end con soporte para configuraciones de alta disponibilidad
- Comportamiento configurable en caso fallas de *host* o de la máquina virtual para proporcionar un uso fácil y soluciones rentables de conmutación por error

**Conector a la nube externa:**

- Soporte nativo para *cloud computing* híbrido con conectores para AWS

**Plataforma:**

- Plataforma totalmente independiente
- Amplia compatibilidad con los productos básicos y de nivel empresarial como hipervisores, monitoreo, almacenamiento, red y servicios de administración de usuarios
- Paquetes para distribuciones de Linux

**Seguridad:**

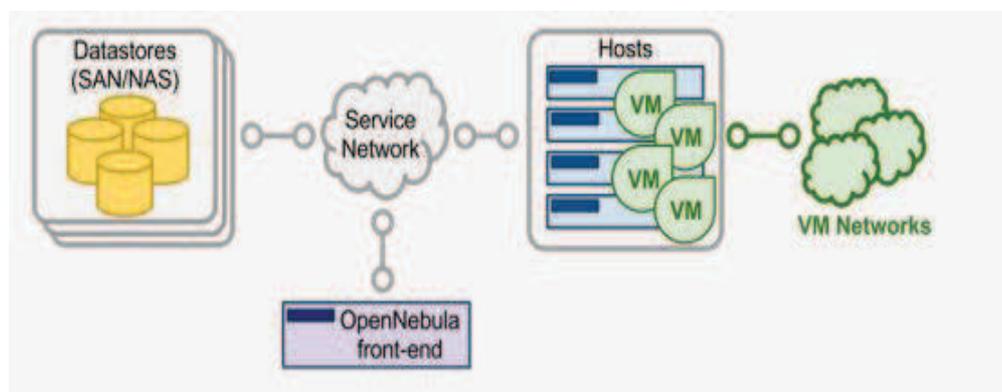
- ACL
- Potente gestión de usuarios, grupos y roles de administración
- Integración con servicios de administración de usuarios como LDAP, y *Active Directory*
- Auditoría
- Soporte para aislar los diferentes niveles

**Licencia**

- Software totalmente de código abierto y liberado bajo licencia Apache

### 3.2.1.4.3 Arquitectura de OpenNebula

OpenNebula es una arquitectura fácil de implementar y de comprender.



Fuente: [30]

**Figura 3.1:** Componentes de OpenNebula

Los componentes básicos son:

- **Front-end:** donde se ejecuta OpenNebula y los servicios del cluster.
- **Nodos (Host):** donde se habilita el hipervisor para proveer los recursos necesarios para las máquinas virtuales.
- **Repositorio de imágenes:** cualquier medio de almacenamiento que contiene las imágenes base para las máquinas virtuales.
- **Daemon de OpenNebula:** es el núcleo del sistema, maneja el ciclo de vida de las máquinas virtuales, así como el almacenamiento, hipervisores y redes.
- **Drivers:** programas usados por OpenNebula para servir de interfaz a los hipervisores.

### 3.2.2 SEGUNDA FASE

Se realiza la instalación del software seleccionado (capítulo 4) conjuntamente con todos los prerrequisitos anteriormente determinados (capítulo 2). Se iniciará el servicio y se realizará mediciones de los recursos utilizados.

El servidor con sistema operativo Ubuntu Server 13.4; sobre el cual se instalara y configurará la plataforma elegida tiene las siguientes características:

- 1 procesadores Intel(r) Xeon CPU e5 de 8 núcleos cada uno
- Memoria RAM de 16 GB
- Disco duro de 1 TB
- 1 tarjeta de red Giga-Ethernet

Las mediciones de consumo de recursos de realizarán en base a este servidor.

### 3.2.2.1 Consumo de CPU

Para evaluar el consumo de CPU se ejecutó el comando *Top*. La figura 3.2 muestra el consumo de CPU de los procesos que se están ejecutando.

```
top - 16:54:00 up 14 days, 3:15, 3 users, load average: 0,00, 0,01, 0,05
Tareas: 245 total, 2 running, 242 sleeping, 0 stopped, 1 zombie
%Cpu(s): 0,0 us, 0,1 sy, 0,0 ni, 99,8 id, 0,1 wa, 0,0 hi, 0,0 si, 0,0 st
KiB Mem: 16413388 total, 2152324 used, 14261064 free, 230592 buffers
KiB Swap: 16753660 total, 0 used, 16753660 free, 945668 cached
```

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
1448	root	20	0	219m	32m	18m	S	0,7	0,2	112:41.22	Xorg
1684	root	20	0	85080	14m	4152	S	0,3	0,1	8:15.70	teamviewerd
2648	oneadmin	20	0	2609m	33m	9108	S	0,3	0,2	2:45.64	TeamViewer.exe
2706	oneadmin	20	0	1459m	116m	37m	S	0,3	0,7	141:09.98	compiz
29767	root	20	0	23224	1716	1180	R	0,3	0,0	0:00.15	top
1	root	20	0	27056	2908	1428	S	0,0	0,0	0:02.70	init
2	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.50	kthreadd
3	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:11.59	ksoftirqd/0
5	root	0	-20	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	kworker/0:0H
7	root	0	-20	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	kworker/u:0H
8	root	rt	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.13	migration/0
9	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	rcu_bh
10	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:51.20	rcu_sched
11	root	rt	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:02.98	watchdog/0
12	root	rt	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:03.05	watchdog/1
13	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:14.09	ksoftirqd/1
14	root	rt	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.12	migration/1

**Figura 3.2:** Consumo de CPU

De la figura 3.2 se puede determinar que el consumo de CPU es del 1.9% una vez iniciado el servicio de *cloud computing*.

### 3.2.2.2 Consumo de Memoria RAM

Para el medir el consumo de memoria RAM se ejecutó el comando `free -m`, una vez iniciado el servicio de *cloud computing* y la interfaz web de usuario, de donde se puede determinar que se usa un total de 2.1 GB, y que se muestra en la figura 3.3.

```
root@one-server:~# free -m
              total        usado         libre       compart.     búffers       almac.
Mem:          16028         2104        13924           0          225          923
-/+ buffers/cache:
Intercambio:  16360           0        16360
```

**Figura 3.3:** Consumo de memoria RAM

### 3.2.2.3 Espacio usado en disco duro

OpenNebula utiliza menos de 10 MB de espacio en disco para su instalación y configuración [29]. Mientras que la instalación del sistema operativo Ubuntu utiliza un espacio de 3,5 GB, como se indica en la figura 3.4.

```
root@one-server:/var/lib/one/datastores/1# df -h
S.ficheros      Tamaño Usados  Disp Uso% Montado en
/dev/sdb1       902G   3,5G   852G  94% /
none            4,0K     0    4,0K   0% /sys/fs/cgroup
udev           7,9G   4,0K   7,9G   1% /dev
tmpfs          1,6G   920K   1,6G   1% /run
none           5,0M     0    5,0M   0% /run/lock
none           7,9G   292K   7,9G   1% /run/shm
none           100M    28K   100M   1% /run/user
```

**Figura 3.4:** Espacio usado en disco duro

De donde se puede determinar que el espacio en disco duro que usara el software más el sistema operativo es:

$$\text{Espacio} \rightarrow 3,5 \text{ GB} + 0,01 \text{ GB} = 3,51 \text{ GB}$$

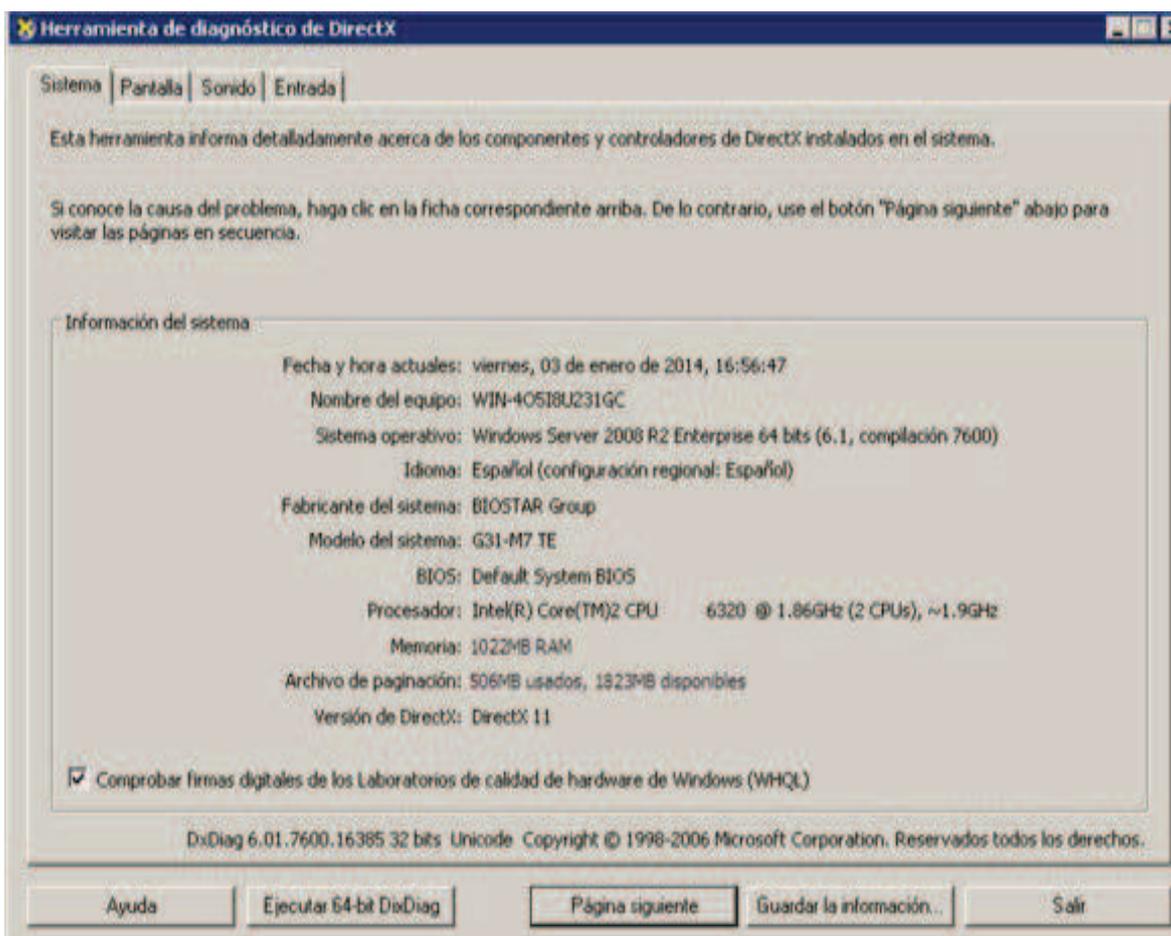
### 3.2.3 TERCERA FASE

En esta etapa se recolectará información de la cantidad de recursos utilizados por el servidor que a ser virtualizado. Posteriormente, estos datos servirán para crear las

plantillas de las máquinas virtuales, y contribuir en el dimensionamiento del servidor que alojara el software de *cloud computing*.

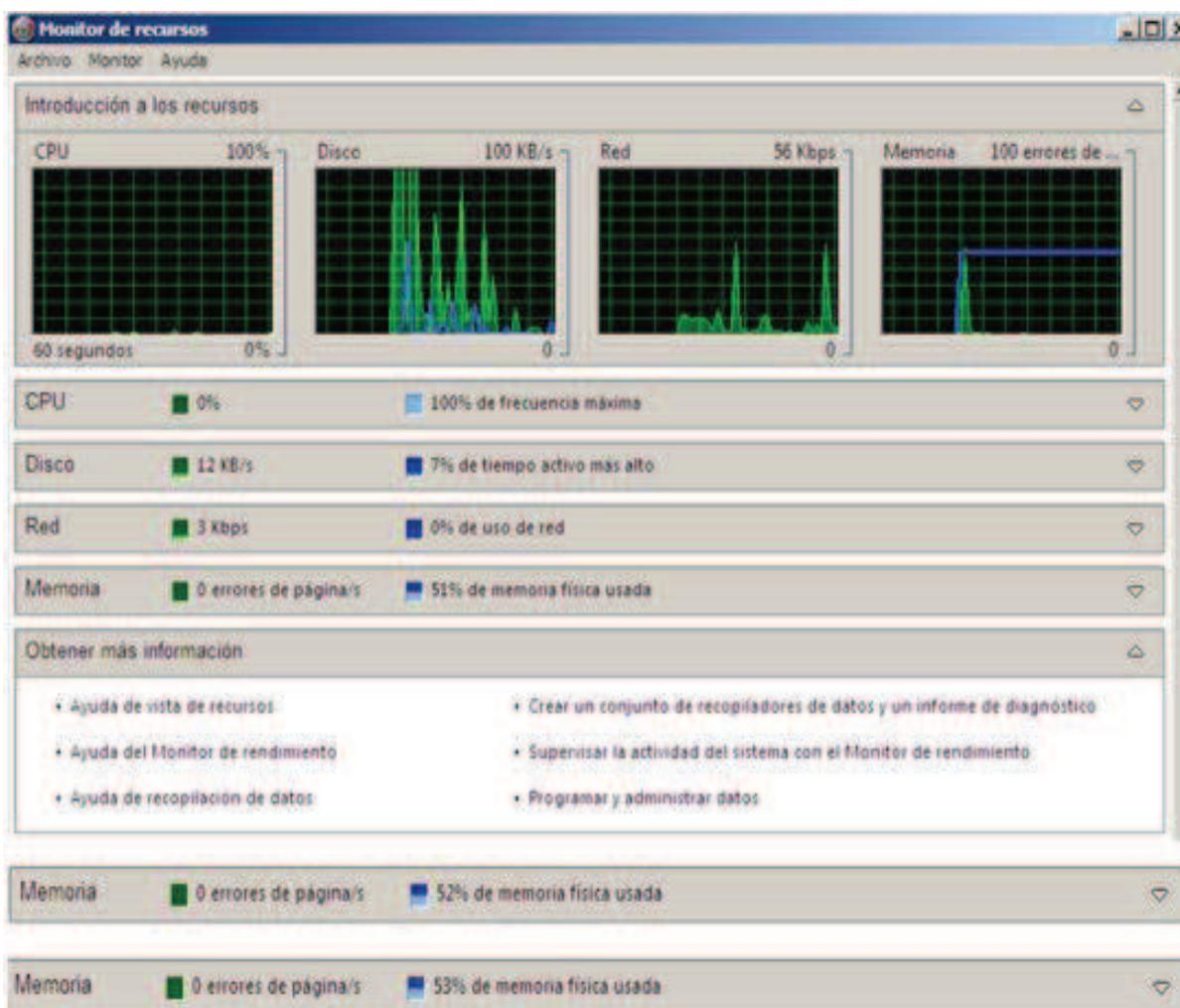
### 3.2.3.1 Memoria RAM

La memoria RAM con la que cuenta el servidor físico es de 1 GB.



**Figura 3.5:** Propiedades de servidor físico a virtualizar

La figura 3.6 muestra varias mediciones, en la que se observa que el consumo máximo de memoria RAM es del 53%, representando un total de 542,72 MB de la memoria RAM de 1 GB. Para la implementación se le otorgara un 60% adicional en la plantilla de la máquina virtual para dar cabida a la ejecución de más aplicaciones.

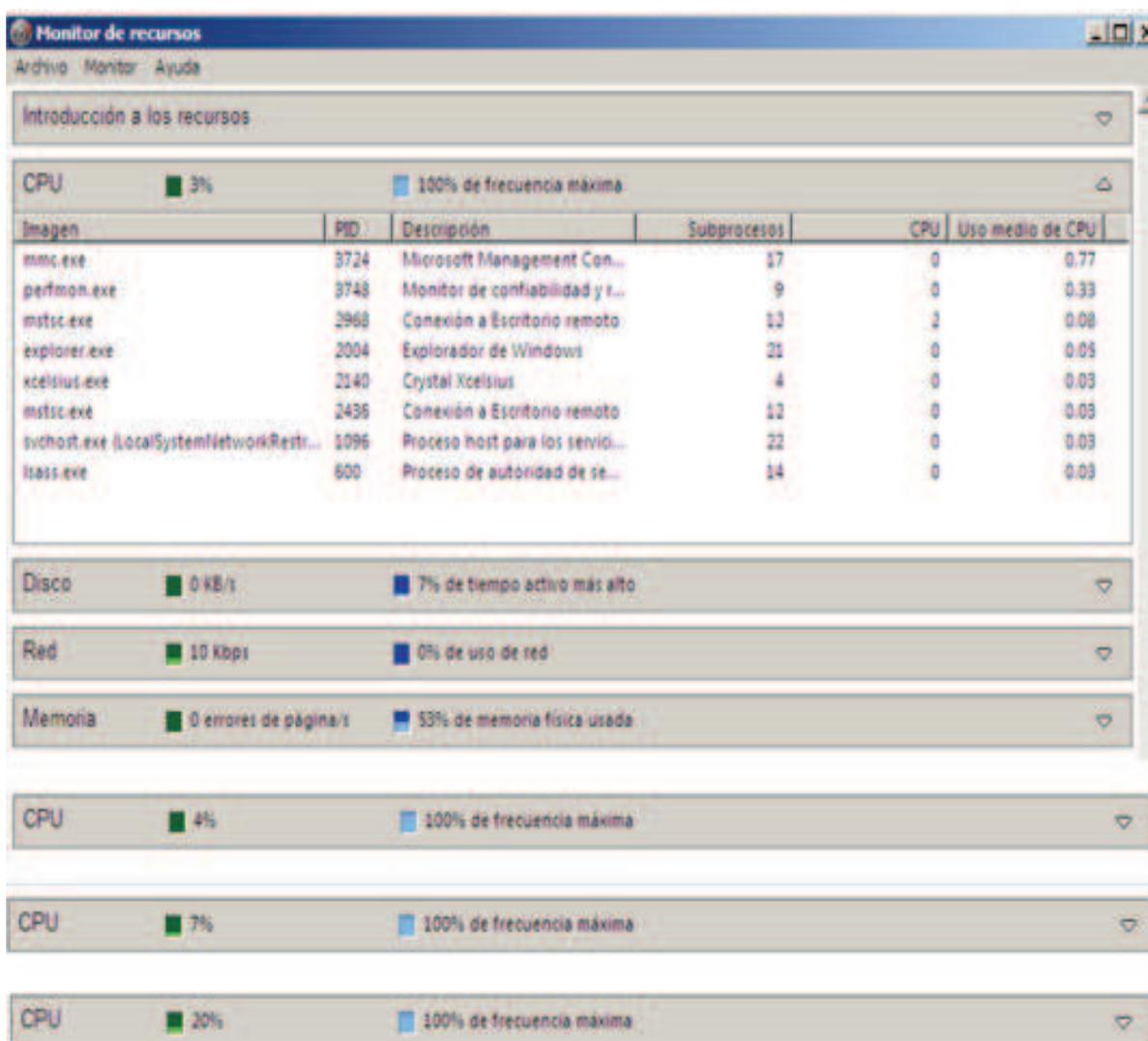


**Figura 3.6:** Utilización de memoria RAM de servidor físico a virtualizar

### 3.2.3.2 Uso de CPU

Para realizar la medición de uso de CPU se utiliza el monitor de recursos propio del servidor físico, y que se muestra en la figura 3.7.

En las mediciones se pudo verificar que el consumo más alto de CPU equivale al 20%, por lo que en la plantilla de la máquina virtual se le asignará un 50 % del CPU del servidor físico.

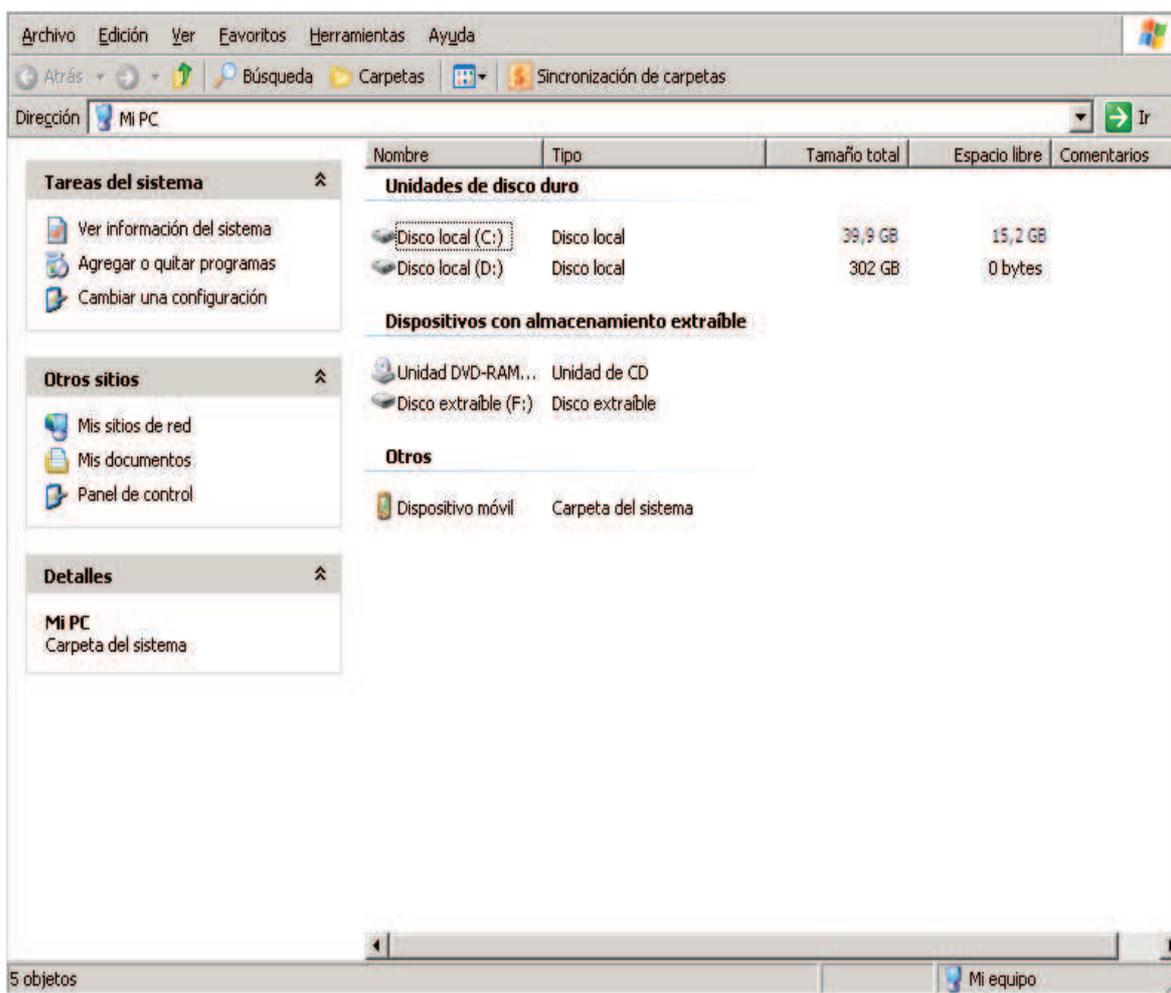


**Figura 3.7:** Uso de CPU de servidor físico a virtualizar

### 3.2.3.3 Espacio en disco duro

La figura 3.8 muestra en espacio ocupado en disco C que contiene el sistema operativo y los archivos de instalación del software que usa la empresa NOUX C.A., en donde de un total de 40 GB se tiene utilizado 24.8 GB.

El análisis con respecto al disco D no es importante, pues no será virtualizado ya que contiene información y documentación de uso exclusivo para NOUX C.A.



**Figura 3.8:** Espacio en disco duro de servidor físico a virtualizar

### 3.2.3.4 Consumo de ancho de banda

Para medir el ancho de banda, se procedió a cargar la imagen del servidor virtualizado (anexo A), simulando la carga de trabajo que se podría tener. Las mediciones fueron obtenidas haciendo uso de iftop<sup>1</sup>, y se muestran en las figuras 3.9, figura 3.10 y figura 3.11 mostrando el consumo de recursos de red a los 2, 10 y 40 segundos correspondientes a cada columna de las figuras correspondientes.

<sup>1</sup> Iftop es un programa que escanea el tráfico de red. Monitorea el tráfico existente y lo muestra gráficamente, entregando un análisis en tiempo real.

	12,5kb	25,0kb	37,5kb	50,0kb	62,5kb
one-server	=> host-157-100-118-92.ecua.	1,06kb	5,49kb	4,12kb	
	<=	408b	1,93kb	1,45kb	
192.168.1.255	=> BHC35-DC80AB.local	0b	0b	0b	
	<=	0b	183b	137b	
192.168.1.255	=> CAYDES01.local	0b	0b	0b	
	<=	0b	0b	16b	
all-routers.mcast.net	=> *	0b	0b	0b	
	<=	0b	0b	6b	

Figura 3.9: Consumo de ancho de banda a t = 0 minutos

	19,1Mb	38,1Mb	57,2Mb	76,3Mb	95,4Mb
one-server	=> host-157-100-118-92.ecua.	1,22kb	2,02kb	26,6kb	
	<=	656b	782b	1,35kb	
one-server	=> ecua.net.ec	0b	0b	74b	
	<=	0b	0b	197b	
224.0.0.252	=> 192.168.1.2	0b	0b	0b	
	<=	0b	0b	122b	
224.0.0.252	=> host-157-100-118-92.ecua.	0b	0b	0b	
	<=	0b	0b	122b	
224.0.0.252	=> 192.168.1.216	0b	0b	0b	
	<=	0b	0b	76b	
one-server	=> server10013.teamviewer.co	0b	0b	26b	
	<=	0b	0b	15b	

Figura 3.10: Consumo de ancho de banda a t = 30 minutos

	19,1Mb	38,1Mb	57,2Mb	76,3Mb	95,4Mb
one-server	=> host-157-100-118-92.ecua.	20,0kb	12,4kb	29,6kb	
	<=	2,88kb	1,44kb	1,57kb	
host-157-100-118-92.ecua.	=> igmp.mcast.net	192b	38b	10b	
	<=	0b	0b	0b	
192.168.1.180	=> igmp.mcast.net	160b	32b	8b	
	<=	0b	0b	0b	
igmp.mcast.net	=> 192.168.1.4	0b	0b	0b	
	<=	160b	32b	8b	
igmp.mcast.net	=> 192.168.1.16	0b	0b	0b	
	<=	160b	32b	8b	
192.168.1.124	=> igmp.mcast.net	160b	32b	8b	
	<=	0b	0b	0b	
192.168.1.126	=> igmp.mcast.net	160b	32b	8b	
	<=	0b	0b	0b	
192.168.1.148	=> igmp.mcast.net	160b	32b	8b	
	<=	0b	0b	0b	
192.168.1.2	=> all-systems.mcast.net	144b	29b	7b	
	<=	0b	0b	0b	

Figura 3.11: Consumo de ancho de banda a t = 60 minutos

Se puede observar que el pico máximo en el consumo de ancho de banda es de 29.6 Kbps, y el sistema requiere de una concurrencia máxima de 15 usuarios conectados simultáneamente, en donde:

$$AB_{USADO} = 29.6 \text{ Kbps}$$

$$AB_{15USUARIOS} = 29.6 * 15 = 444 \text{ Kbps}$$

Por lo que, el ancho de banda mínimo requerido para el funcionamiento de las máquinas virtuales sería de 444 Kbps

El proveedor del servicio de Internet solo proporciona paquetes de Internet con un ancho de banda fijo, siendo el paquete de 512 Kbps el más cercano al valor estimado de ancho de banda a utilizarse.

$$AB_{TOTAL} = 512 \text{ Kbps}$$

$$AB_{1USUARIO} = 512 \div 15 = 34.13 \text{ Kbps}$$

En la tabla 3.3 se muestra los recursos utilizados por el servidor físico y el dimensionamiento mínimo de recursos que se tomará como referencia para la creación de las máquinas virtuales.

Recurso	Usado por equipo	A implementar por equipo
Disco duro	40 GB	40 GB
Memoria RAM	542,72 MB	896 MB
CPU	20 % de CPU	50% de CPU
Uso de red	29.6 Kbps	34.13 Kbps

**Tabla 3.3:** Recursos utilizados por el servidor físico y a implementar por máquina virtual

### 3.2.4 CUARTA FASE

En esta fase se presenta los requisitos mínimos que debe tener el servidor en el cual se instalará la plataforma de *cloud computing*.

Para este proceso se debe tener en cuenta que el servidor debe manejar una concurrencia de hasta 15 usuarios de manera simultánea.

#### 3.2.4.1 Memoria RAM

Para dimensionar el tamaño de memoria RAM que deberá tener el servidor es necesario tener en cuenta la capacidad de memoria que utilizara cada máquina virtual y la que utilizara las aplicaciones instaladas en el servidor.

$$RAM_{\text{APLICACIONES}} = 2.1 \text{ GB}$$

$$RAM_{1\text{VM}} = 896 \text{ MB}$$

$$RAM_{15\text{VM}} = 896 * 15 = 13.44 \text{ GB}$$

$$RAM_{\text{TOTAL}} = 15.54 \text{ GB}$$

#### 3.2.4.2 Tamaño de CPU

La cantidad de procesadores, así como el número de núcleos, son los parámetros que caracterizan la capacidad de procesamiento que se brinda a las máquinas virtuales.

$$\text{Número de procesadores por máquina virtual} = 0.5$$

$$\text{Número total de procesadores virtuales (núcleos físicos)} = 15 * 0.5 = 7.5$$

Para la maquina anfitriona es necesario reservar mínimo un núcleo de procesamiento.

$$\text{Número de núcleos físicos} = 1$$

Como se pudo verificar en el análisis anterior, el consumo de CPU de una maquina física (a virtualizar) con un núcleo no supera el 20% del mismo; al otorgarle el 50% del núcleo a la máquina virtual, el consumo de CPU se incrementará en un 40%, lo

que quiere decir, que hará uso de 3 de los 7.5 núcleos que el servidor debe tener para las máquinas virtuales. Sin embargo, se le ha dado la posibilidad de que el uso de CPU aumente hasta un 80% dando una utilización de 6 núcleos.

$$\text{NÚCLEOS}_{\text{TOTAL}} = 6_{\text{VM}} + 1_{\text{FISICO}} = 7 \text{ núcleos}$$

### 3.2.4.3 Espacio en disco duro

Se tomará como referencia la imagen del servidor virtualizado.

Tamaño de disco de la imagen: 40 GB

Tamaño en disco<sub>15USUARIOS</sub> = 40\*15 = 600 GB

Tamaño en disco<sub>SOFTWARE-iaaS</sub> = 10 MB

Tamaño en disco<sub>TOTAL</sub> = 600,01 GB

### 3.2.4.4 Interfaz de red

El dimensionamiento de la interfaz de red se lo realizará en base al uso de la red que tendrá el servidor. Del análisis anterior se tiene que el consumo de red es de 444 Kbps, por lo que se recomienda una interfaz de red de por lo menos 10 Mbps.

### 3.2.4.5 Ancho de banda

Al tratarse de un equipo que se ubicara en la intranet de NOUX C.A., se deberá hacer uso del Internet para brindar conectividad a los usuarios y hacer uso del mismo.

$AB_{\text{TOTAL}} = 444 \text{ Kbps}$

$AB_{\text{PROVEEDOR-SERVICIO}} = 512 \text{ Mbps}$

Adicionalmente, se deberá contar con una IP pública para que los usuarios puedan acceder al servidor desde afuera de la empresa, además de un mínimo de 15 IP privadas para que sean asignadas a las máquinas virtuales.

Requerimientos mínimos de hardware del servidor	
Recurso	Capacidad
Memoria RAM	15.54 GB
Disco duro	610 GB
Procesador	7 núcleos
Ancho de banda de Internet	512 Kbps
NIC	10/100 Mbps
IP pública	1
IPs privadas	15
Puntos de acceso	1

**Tabla 3.4:** Requerimientos mínimos de hardware para servidor de *cloud computing*

### 3.3 MÉTRICAS

Desde el punto de vista del equipo, las mediciones serán objetivas y dirigidas hacia el consumo de CPU, memoria, ancho de banda, y espacio en disco, que son parámetros que ayudarán en el dimensionamiento del equipo a utilizar.

## CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN DE *CLOUD COMPUTING*

### IaaS DE MODELO PRIVADO

OpenNebula es una solución *open source* que está diseñada para trabajar sobre varias distribuciones como Red Hat Enterprise, Ubuntu, Fedora, Open Suse, y Debian, y soporta los hypervisores Xen, KVM y VMware. Puede ser instalado con unos cuantos paquetes y varias configuraciones.

OpenNebula se ha convertido en uno de los sistemas más sencillos de instalar y configurar, pues para varias distribuciones existen paquetes binarios y para otras como Ubuntu, incluye paquetes en los repositorios estándar. Una implementación típica de OpenNebula sigue la clásica arquitectura de cluster, es decir, *front-end* y nodos; sin embargo, y siguiendo el objetivo de este proyecto, se puede realizar la instalación en un solo equipo.

La instalación se realizará sobre Ubuntu Server 13.04 y haciendo uso de OpenNebula 4.2.0. Un equipo hará de *front-end* y de nodo a la vez, denominado *one-server*; las imágenes que serán cargadas en el servidor se encuentran alojada en un disco duro externo que será conectado al servidor.

Para el funcionamiento del *front-end* solo se requiere de la instalación del paquete OpenNebula, que trae consigo el demonio *oned* que se encarga de administrar todos los servicios del software y un usuario *oneadmin* que es el usuario de administración de OpenNebula.

#### 4.1 INSTALACIÓN DE OPENNEBULA

La instalación se realizará desde los repositorios de Ubuntu.

```
$ wget http://opennebula.org/repo/Debian/repo.key
$ apt-key add repo.key
$ echo "deb http://opennebula.org/repo/Ubuntu/13.04 stable opennebula" >
$ /etc/apt/sources.list.d/opennebula.list
```

```
$ apt-get update
```

Después de instalar el software se implementa los nodos de trabajo en el mismo equipo mediante el paquete *opennebula-node*.

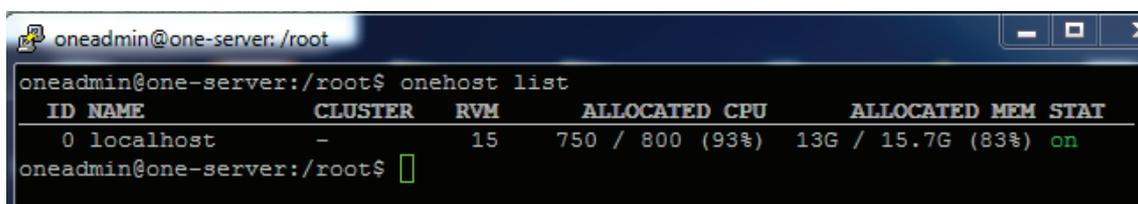
```
$ sudo apt-get install opennebula-node
```

Culminadas las instalaciones de los paquetes, añadimos el nodo de trabajo (*host*) ejecutando el siguiente comando:

```
$ onehost create localhost --im kvm --vm kvm --net dummy
```

Para conocer si el nodo ha sido añadido satisfactoriamente revisamos el estado, como se muestra en la figura 4.1.

```
$ onehost list
```



```
oneadmin@one-server:/root$ onehost list
```

ID	NAME	CLUSTER	RVM	ALLOCATED CPU	ALLOCATED MEM	STAT
0	localhost	-	15	750 / 800 (93%)	13G / 15.7G (83%)	on

```
oneadmin@one-server:/root$
```

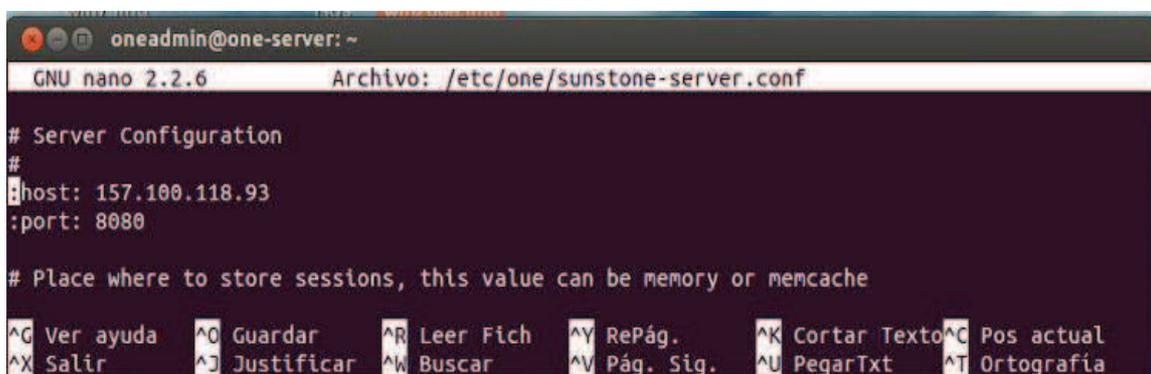
**Figura 4.1:** Estado del *host*

Dentro del paquete de OpenNebula se instala el demonio *sunstone-server* que es un centro de operaciones de OpenNebula; una interfaz gráfica para usuarios y administradores, que simplifica las operaciones de manejo típicas de las infraestructuras de la nube de *cloud computing*.

Para habilitar la interfaz gráfica de usuario se debe configurar la IP pública y el puerto por la que los usuarios van a acceder a la misma, editando el archivo *sunstone-server.conf*.

- \$ nano /etc/one/sunstone-server.conf
- IP: 157.100.118.93

PUERTO: 8080



```
oneadmin@one-server: ~
GNU nano 2.2.6 Archivo: /etc/one/sunstone-server.conf

# Server Configuration
#
host: 157.100.118.93
:port: 8080

# Place where to store sessions, this value can be memory or memcache

^G Ver ayuda  ^O Guardar  ^R Leer Fich ^Y RePág.   ^K Cortar Texto ^C Pos actual
^X Salir      ^J Justificar ^W Buscar   ^V Pág. Sig. ^U PegarTxt   ^T Ortografía
```

**Figura 4.2:** Configuración de Sunstone

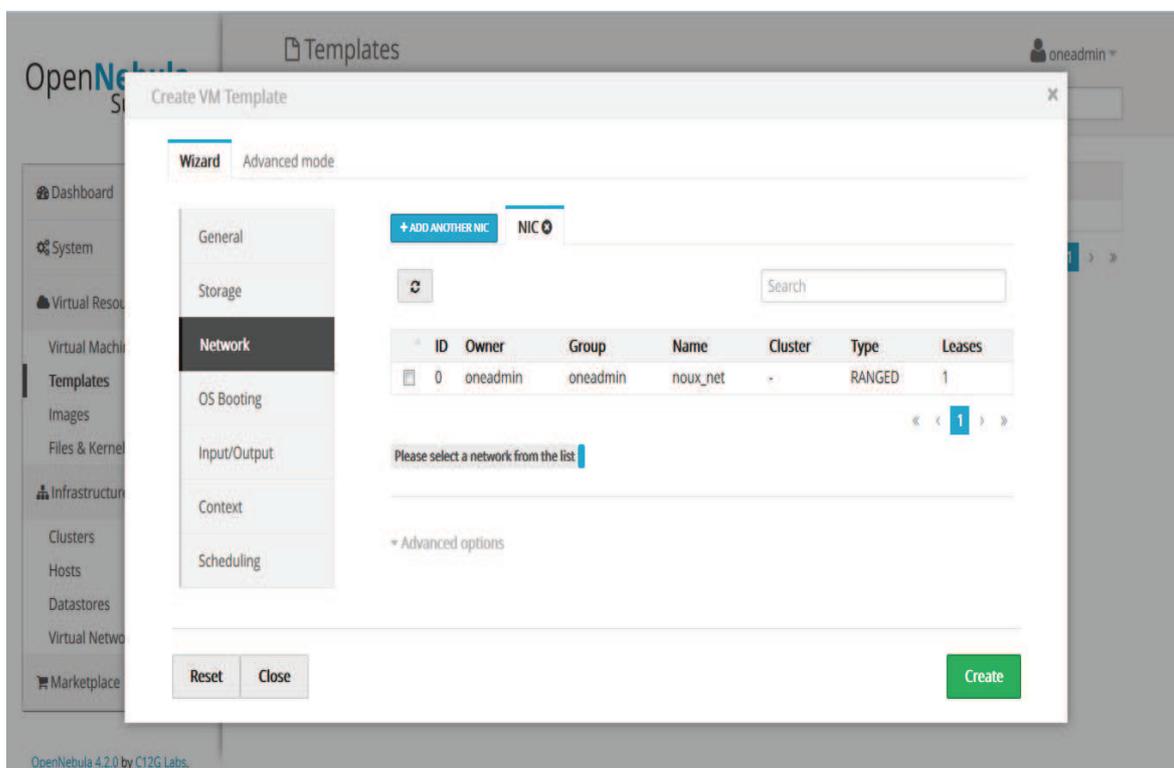
Una vez configurado Sunstone se puede acceder a la interfaz desde cualquier navegador que disponga el usuario accediendo a la IP configurada, <http://157.100.118.93:8080>, como se muestra en la figura 4.3.



**Figura 4.3:** Interfaz gráfica de OpenNebula

Mediante Sunstone se creará una red virtual que permitirá a las máquinas virtuales tener conexión con la intranet de NOUX C.A.

La red virtual a crear es del tipo *ranged*, es decir, que del rango de direcciones IP que tiene se otorgara a cada máquina virtual una IP a modo de DHCP para su uso.



**Figura 4.4:** Configuración de red virtual

Posteriormente, se utiliza la imagen de una máquina virtual para que sea cargada en el software, la misma se le ha asignado una plantilla que contiene los recursos que usará.

Para hacer uso de una máquina virtual, el administrador debe instanciar una máquina virtual, y asignará control de acceso (ACL) de la misma para un usuario, como se indica en el anexo E.

El control de acceso permite a cada usuario hacer uso únicamente de la máquina virtual que se le ha sido asignado, y sin opción a crear más.

La figura 4.5 muestra la asignación de recursos que tiene una máquina virtual.

```

VIRTUAL MACHINE 30 INFORMATION
ID                : 30
NAME              : 14-win2008-30
USER              : oneadmin
GROUP             : oneadmin
STATE             : DONE
LCM_STATE         : LCM_INIT
RESCHED           : No
START TIME        : 01/14 10:33:12
END TIME          : 01/14 13:51:43
DEPLOY ID         : one-30

VIRTUAL MACHINE MONITORING
USED MEMORY       : 768M
USED CPU          : 5
NET_TX            : 34K
NET_RX            : 3.1M

PERMISSIONS
OWNER             : um-
GROUP             : ---
OTHER             : ---

VM DISKS

| ID | TARGET | IMAGE      | TYPE | SAVE | SAVE AS |
|----|--------|------------|------|------|---------|
| 0  | hda    | 14-win2008 | file | YES  | -       |

VM NICs

| ID | NETWORK  | VLAN | BRIDGE | IP            | MAC                                          |
|----|----------|------|--------|---------------|----------------------------------------------|
| 0  | noux_net | no   | br0    | 192.168.1.224 | 02:00:c0:a8:01:e0<br>fe80::400:c0ff:fea8:1e0 |

VIRTUAL MACHINE HISTORY

| SEQ | HOST      | ACTION | REAS | START          | TIME      | PROLOG   |
|-----|-----------|--------|------|----------------|-----------|----------|
| 0   | localhost | delete | user | 01/14 10:34:14 | 0d 03h17m | 0h00m05s |

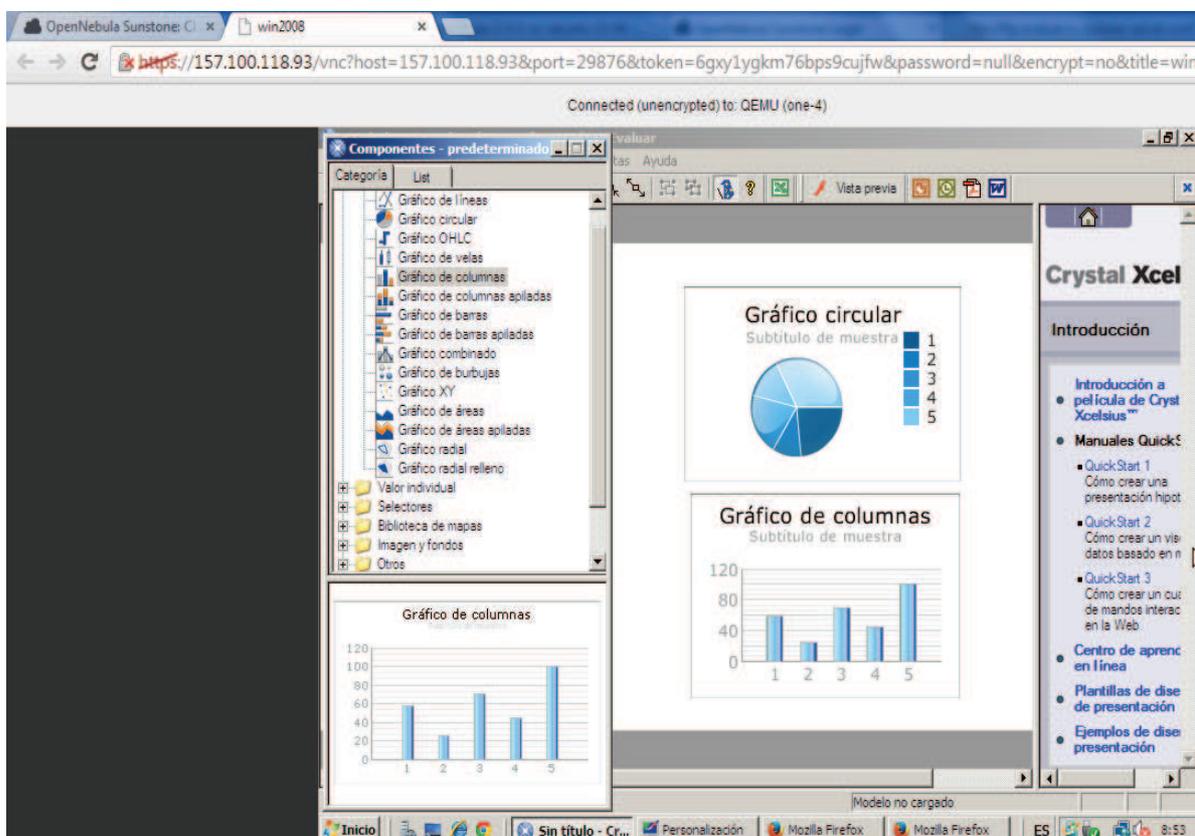
USER TEMPLATE
SCHED_REQUIREMENTS="ID=\ "0\ ""

VIRTUAL MACHINE TEMPLATE
CONTEXT=[
  DISK_ID="1",
  ETH0_DNS="192.168.1.170",

```

**Figura 4.5:** Asignación de recursos de las máquinas virtuales

La figura 4.6 muestra una máquina virtual en ejecución, luego de ser configurada y asignada a un usuario.



**Figura 4.6:** Máquina virtual en ejecución

Para finalizar la instalación y configuración de OpenNebula se configura el servidor web lighttpd como proxy reverso para cifrar las páginas mostradas haciendo uso de un certificado digital auto-firmado (ver anexo C). El detalle completo de la instalación se encuentra en el anexo D.

## 4.2 EJECUCIÓN DE PRUEBAS Y RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las pruebas realizadas para comprobar de forma objetiva la eficiencia del sistema. Las pruebas realizadas consisten en la medición en el servidor con la ejecución de 5, 10 y 15 máquinas virtuales al mismo tiempo, y comprobar el consumo de recursos del conjunto de máquinas virtuales.

#### 4.2.1 MEDICIONES REALIZADAS EN EL SERVIDOR

Para realizar las mediciones se utilizó el comando *top*, en la primera línea de la salida de este comando se muestra el *load average* que nos proporcionará información acerca de la cantidad de procesos encolados, mientras que en la tercera línea se puede observar el consumo de CPU por los procesos iniciados por los usuarios, por el sistema o en espera.

##### 4.2.1.1 Mediciones de CPU

La figura 4.7 muestra las máquinas virtuales en ejecución y la figura 4.8 muestra el uso de CPU.

- **5 máquinas virtuales**

ID	Propietario	Grupo	Nombre	Estado	Host	IPs	VNC
54	oneadmin	oneadmin	2-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.213	
55	oneadmin	oneadmin	3-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.214	
56	oneadmin	oneadmin	4-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.215	
57	oneadmin	oneadmin	5-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.216	
58	oneadmin	oneadmin	6-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.217	

**Figura 4.7:** Lista de máquinas virtuales en ejecución

```
top - 12:58:00 up 22 days, 23:19, 1 user, load average: 2,20, 2,75, 2,79
Tareas: 211 total, 2 running, 208 sleeping, 0 stopped, 1 zombie
%Cpu(s): 1,9 us, 1,6 sy, 0,0 ni, 78,3 id, 18,2 wa, 0,0 hi, 0,0 si, 0,0 st
KiB Mem: 16413388 total, 16242868 used, 170520 free, 54972 buffers
KiB Swap: 16753660 total, 1287308 used, 15466352 free, 14321628 cached
```

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
3941	libvirt-	20	0	1255m	535m	8512	S	6,3	3,3	8:24.15	qemu-system-x86
31439	libvirt-	20	0	1383m	625m	8496	R	6,3	3,9	12:28.07	qemu-system-x86
32258	libvirt-	20	0	1383m	640m	8504	S	6,3	4,0	72:40.58	qemu-system-x86
9501	libvirt-	20	0	1383m	674m	8496	S	6,0	4,2	4:20.56	qemu-system-x86
26970	libvirt-	20	0	1383m	636m	8496	S	6,0	4,0	16:15.55	qemu-system-x86
1503	root	20	0	0	0	0	D	1,0	0,0	4:14.22	flush-8:16
10087	oneadmin	39	19	17096	716	556	D	1,0	0,0	0:39.17	cp
61	root	20	0	0	0	0	S	0,3	0,0	6:48.09	kswapd0
62	root	25	5	0	0	0	S	0,3	0,0	138:49.62	ksmd
1298	mysql	20	0	601m	23m	2576	S	0,3	0,1	28:23.74	mysqld
12757	root	20	0	23240	1724	1176	R	0,3	0,0	0:00.03	top
1	root	20	0	27056	2052	768	S	0,0	0,0	0:05.23	init
2	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.67	kthreadd
3	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:21.43	ksoftirqd/0
5	root	0	-20	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	kworker/0:0H
7	root	0	-20	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	kworker/u:0H
8	root	rt	0	0	0	0	S	0,0	0,0	2:05.86	migration/0
9	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	rcu_bh
10	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	1:55.56	rcu_sched
11	root	rt	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:10.82	watchdog/0
12	root	rt	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:08.52	watchdog/1
13	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:26.66	ksoftirqd/1
14	root	rt	0	0	0	0	S	0,0	0,0	2:10.28	migration/1
16	root	0	-20	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	kworker/1:0H

Figura 4.8: Medición de uso de CPU con 5 máquinas virtuales en ejecución

Load average: 2.2 ; 2.75 ; 2.79

CPU: 1.9% us + 1.6% sys + 18.2 % wa = 21.7 %

- 10 máquinas virtuales

La figura 4.9 muestra el uso de CPU cuando se ejecutan 10 máquinas virtuales.

```
top - 09:33:59 up 23 days, 19:55, 1 user, load average: 2,66, 2,77, 2,19
Tareas: 232 total, 4 running, 226 sleeping, 0 stopped, 2 zombie
%Cpu(s): 3,3 us, 3,9 sy, 0,0 ni, 80,0 id, 12,8 wa, 0,0 hi, 0,0 si, 0,0 st
KiB Mem: 16413388 total, 16256764 used, 156624 free, 69368 buffers
KiB Swap: 16753660 total, 2534676 used, 14218984 free, 11980332 cached
```

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
9501	libvirt-	20	0	1385m	637m	8496	S	6,0	4,0	80:34.84	qemu-system-x86
3941	libvirt-	20	0	1257m	548m	8512	S	5,7	3,4	84:10.15	qemu-system-x86
26970	libvirt-	20	0	1385m	642m	8496	S	5,7	4,0	92:14.85	qemu-system-x86
31439	libvirt-	20	0	1385m	639m	8496	S	5,7	4,0	87:19.87	qemu-system-x86
32258	libvirt-	20	0	1383m	690m	8504	R	5,7	4,3	149:43.76	qemu-system-x86
4240	libvirt-	20	0	1385m	652m	8496	S	5,3	4,1	59:29.13	qemu-system-x86
14539	libvirt-	20	0	1385m	641m	8496	S	5,3	4,0	2:45.48	qemu-system-x86
17058	libvirt-	20	0	1387m	638m	8504	S	5,3	4,0	72:56.26	qemu-system-x86
25246	libvirt-	20	0	1385m	654m	8496	S	5,3	4,1	67:11.22	qemu-system-x86
31199	libvirt-	20	0	1385m	653m	8496	S	5,3	4,1	63:47.04	qemu-system-x86
15945	oneadmin	39	19	17096	716	556	R	3,3	0,0	0:22.05	cp
61	root	20	0	0	0	0	S	1,7	0,0	8:13.06	kswapd0
62	root	25	5	0	0	0	S	0,3	0,0	142:40.63	ksmd
1298	mysql	20	0	601m	24m	2584	S	0,3	0,2	29:24.21	mysqld
1684	root	20	0	92648	12m	1156	S	0,3	0,1	14:43.15	teamviewerd
17211	oneadmin	20	0	23224	1700	1180	R	0,3	0,0	0:00.11	top
1	root	20	0	27056	2068	776	S	0,0	0,0	0:05.28	init
2	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.71	kthreadd
3	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:22.66	ksoftirqd/0
5	root	0	-20	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	kworker/0:0H
7	root	0	-20	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	kworker/u:0H
8	root	rt	0	0	0	0	S	0,0	0,0	3:01.90	migration/0
9	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.00	rcu_bh

Figura 4.9: Medición de uso de CPU con 10 máquinas virtuales en ejecución

Load average: 2.66 ; 2.77 ; 2.19

CPU: 3.3% us +3.9% sys + 12.8 % wa = 20.0 %

- **15 máquinas virtuales**

La figura 4.10 muestra el uso de CPU cuando se ejecutan 15 máquinas virtuales.

```
top - 15:25:21 up 24 days, 1:46, 1 user, load average: 1,91, 2,45, 2,00
Tareas: 237 total, 2 running, 234 sleeping, 0 stopped, 1 zombie
%Cpu(s):  5,1 us,  4,5 sy,  0,0 ni, 88,9 id,  1,5 wa,  0,0 hi,  0,0 si,  0,0 st
KiB Mem: 16413388 total, 16248364 used, 165024 free, 77000 buffers
KiB Swap: 16753660 total, 4350352 used, 12403308 free, 8986048 cached
```

FID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
18575	libvirt-	20	0	1318m	879m	8360	S	6,3	5,5	1:25.11	qemu-system-x86
7199	libvirt-	20	0	1387m	460m	8504	S	5,7	2,9	7:41.90	qemu-system-x86
9501	libvirt-	20	0	1385m	566m	8496	S	5,7	3,5	99:46.82	qemu-system-x86
16231	libvirt-	20	0	1384m	884m	8512	S	5,7	5,5	2:25.10	qemu-system-x86
22586	libvirt-	20	0	1385m	500m	8484	S	5,7	3,1	16:46.03	qemu-system-x86
25246	libvirt-	20	0	1385m	585m	8496	S	5,7	3,7	86:10.59	qemu-system-x86
26970	libvirt-	20	0	1385m	567m	8496	S	5,7	3,5	111:27.76	qemu-system-x86
30638	libvirt-	20	0	1383m	502m	8496	S	5,7	3,1	12:44.39	qemu-system-x86
32258	libvirt-	20	0	1387m	631m	8504	S	5,7	3,9	168:59.64	qemu-system-x86
3941	libvirt-	20	0	1257m	487m	8512	S	5,3	3,0	103:11.27	qemu-system-x86
4240	libvirt-	20	0	1385m	603m	8496	S	5,3	3,8	78:16.22	qemu-system-x86
14539	libvirt-	20	0	1385m	520m	8496	S	5,3	3,2	21:41.71	qemu-system-x86
17058	libvirt-	20	0	1387m	601m	8504	S	5,3	3,8	91:48.34	qemu-system-x86
31199	libvirt-	20	0	1385m	602m	8496	S	5,3	3,8	82:47.98	qemu-system-x86
31439	libvirt-	20	0	1385m	539m	8496	S	5,3	3,4	106:15.60	qemu-system-x86
62	root	25	5	0	0	0	S	0,3	0,0	143:53.75	ksmd
1	root	20	0	27056	2068	776	S	0,0	0,0	0:05.32	init
2	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:00.74	kthreadd
3	root	20	0	0	0	0	S	0,0	0,0	0:23.23	ksoftirqd/0

**Figura 4.10:** Medición de uso de CPU con 15 máquinas virtuales en ejecución

Load average: 1.91 ; 2.45 ; 2.00

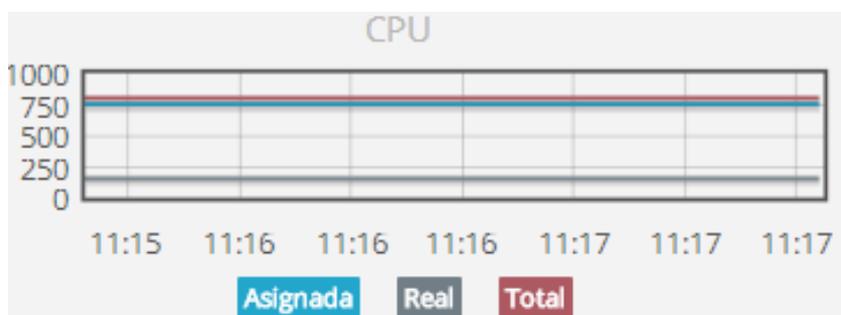
CPU: 5.1% us +4.5% sys + 1.5 % wa = 11.1 %

La figura 4.11 muestra la cantidad de núcleos usados por las máquinas virtuales:

Total: 8 núcleos

Asignado: 7.5 núcleos

Usado: < 2.5 núcleos



**Figura 4.11:** Cantidad de núcleos usados

#### 4.2.1.2 Memoria RAM

Para este punto se muestra la cantidad de memoria RAM que tendrá el CPU al ejecutar el máximo de máquinas virtuales (15).

Para este proceso se ejecuta el comando `watch -d 'cat /proc/meminfo'`, el cual no despliega la información del consumo de memoria en tiempo real.

```
Cada 2,0s: cat /proc/meminfo Thu Jan 16 16:57:38 2014
MemTotal:      16413388 kB
MemFree:       231132 kB
Buffers:       92148 kB
Cached:        8712892 kB
SwapCached:    253220 kB
```

Figura 4.12: Memoria RAM usada

Consumo de memoria RAM = 16255768Kb equivalente al 98.05%

#### 4.2.1.3 Espacio en disco duro

Para identificar el espacio en disco se utiliza el comando `df -h` que nos indica en forma detallada el espacio utilizado en cada partición del disco duro, siendo importante para el análisis de este proyecto la primera línea que corresponde al directorio raíz y que contiene al `datastore` de OpenNebula con las imágenes de las máquinas virtuales.

```
root@one-server:~# df -h
Filesystem            Inmount  Usados  Disp  Uso% Montepunto
/dev/sdb1              902G    731G    125G   86% /
none                  4,0K      0    4,0K   0% /var/lib/containers/cgroup
udev                  7,9G    4,0K    7,9G   1% /dev
tmpfs                  1,6G    1,1M    1,6G   1% /run
none                   5,0M      0    5,0M   0% /run/lock
none                   7,9G    292K    7,9G   1% /run/shm
none                   100M     28K    100M   1% /run/user
root@one-server:~# ^C
root@one-server:~#
```

Figura 4.13: Espacio en disco duro

La salida del comando anterior nos indica un espacio de 731 GB usado en disco duro.

Para realizar una medida más exacta se debe recordar que en la directorio `/var/lib/one/images` se encuentran almacenadas tres imágenes de máquinas virtuales, cada una con espacio de 40 GB, y que no serán tomadas en cuenta para el cálculo del espacio usado en disco duro.

```
root@one-server:/var/lib/one/images# ls
centos.img win2008.img win7.img
root@one-server:/var/lib/one/images# █
```

**Figura 4.14:** Directorio de almacenamiento de imágenes

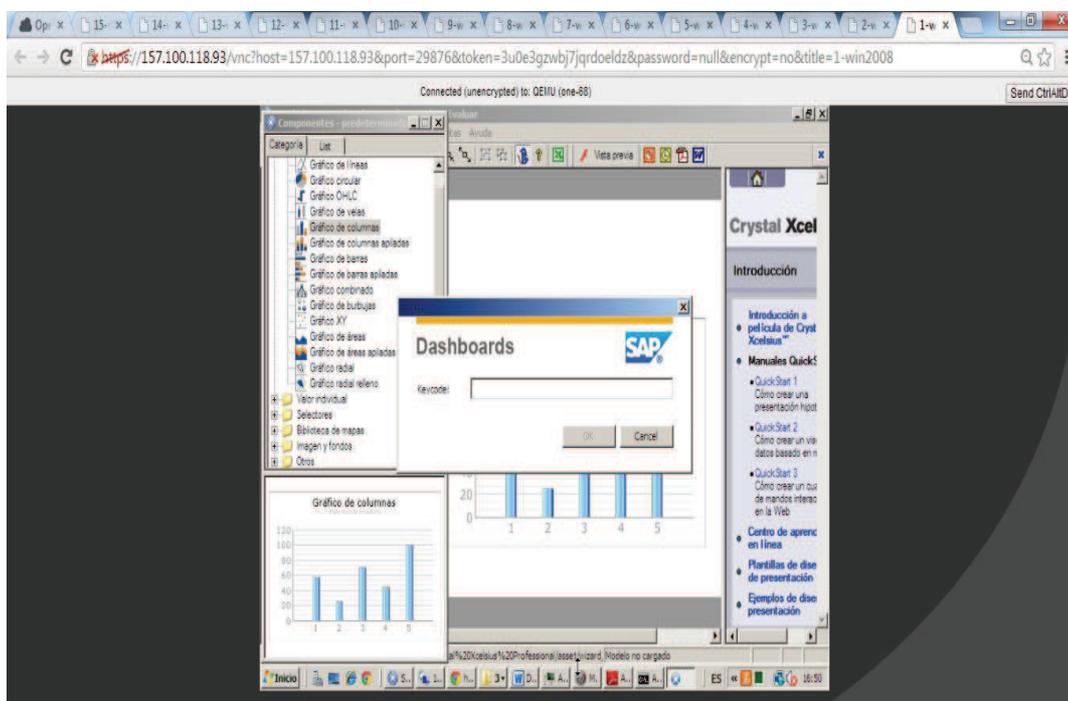
Disco Duro=  $731 - 3(40) = 611$  GB

#### 4.2.1.3 Uso de red

Se utiliza el comando `iftop -i br0`, donde observamos que el consumo máximo cuando han sido llamadas las 15 máquinas virtuales desde un explorador es de 441 kbps.

	195kb	391kb	586kb	781kb	977kb
one-server => host-157-100-118-92.ecua.	67,5kb	441kb	363kb		
host-157-100-118-95.ecua. <=	8,15kb	11,8kb	10,5kb		
one-server => ecua.net.ec	0b	183b	46b		
192.168.1.255 <=	0b	0b	132b		
192.168.1.22 <=	0b	0b	46b		
RX: cum: 6,12MB peak: 468kb rates: 67,5kb 441kb 363kb RX: 669kb 12,9kb 8,15kb 11,8kb 10,8kb TOTAL: 6,77MB 481kb 75,6kb 453kb 374kb					

**Figura 4.15:** Consumo de red



**Figura 4.16:** Ejecución de 15 máquinas virtuales

### 4.3 COMPARACIÓN ENTRE MEDIDAS REALIZADAS EN EL DISEÑO Y LAS OBTENIDAS EN LOS RESULTADOS

La tabla 4.1 muestra como la mayoría de recursos que se utilizan por el servidor de *cloud computing* están correctamente dimensionados optimizando el funcionamiento del servidor.

Recursos de hardware mínimos del servidor de <i>cloud computing</i>			
Recurso	Diseño	Real	Error
Memoria RAM	15.54 GB = 16294871,04 Kb	16255768 Kb	0.23%
Disco duro	610 GB	611 GB	0.16%
Procesador	7 núcleos	< 2.5	64.28 %
Ancho de banda Internet	512 Kbps	441 Kbps	13.86 %

**Tabla 4.1:** Comparación de resultados de servidor de *cloud computing*

## 4.4 MEDICIONES REALIZADAS EN LAS MÁQUINAS VIRTUALES

Las medidas que se muestran en este punto corresponden a las producidas por las aplicaciones que ejecuta en la máquina virtual un usuario. Dando la opción al usuario de percibir el rendimiento de la máquina virtual.

### 4.4.1 MÁQUINA VIRTUAL ACTIVA

La figura 4.16, muestra la imagen de la máquina virtual que está siendo usada por un consultor; en la barra de herramientas se puede observar las aplicaciones y servicios que están activos.

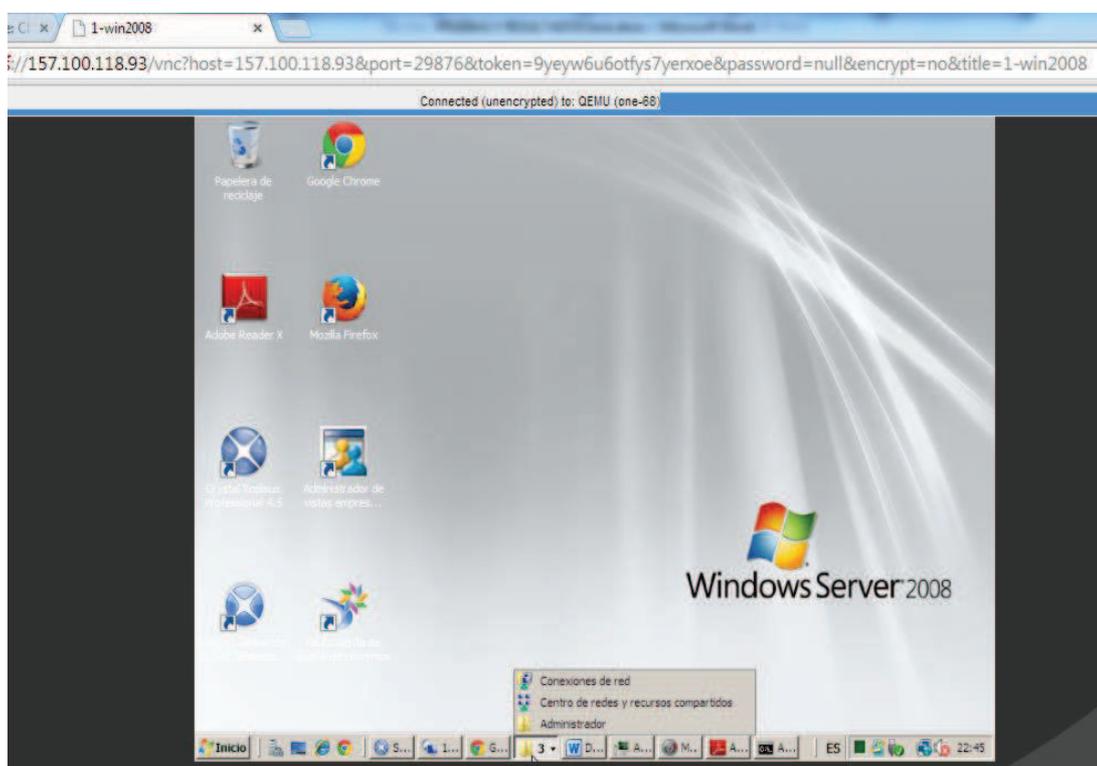


Figura 4.17: Máquina virtual

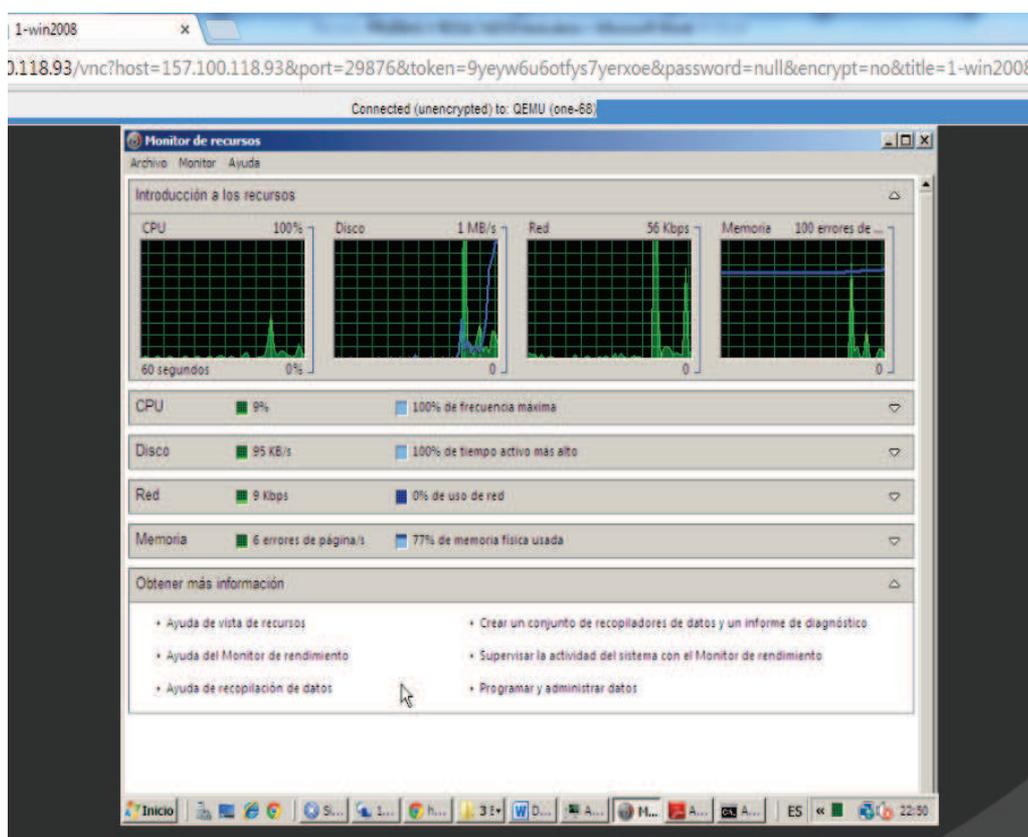
### 4.4.2 RECURSOS VIRTUALIZADOS USADOS POR EL COMPUTADOR

La tabla 4.2 indica los resultados de los recursos utilizados por una máquina virtual, y como se aprecia, se le han asignado suficientes recursos para su normal funcionamiento.

Recursos de hardware mínimos de la máquina virtual	
Recurso	Uso
Memoria RAM	76%
CPU	9%
Ancho de banda Internet	9 Kbps

**Tabla 4.2:** Comparación de resultados de máquina virtual

La figura 4.17 muestra los recursos utilizados por la máquina virtual del consultor utilizando varias aplicaciones.



**Figura 4.18:** Uso de CPU de máquina virtual

Tras haber realizado las pruebas queda demostrado que el diseño y dimensionamiento que se realizó fue apropiado y satisface completamente los requerimientos.

## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

No se han establecido de manera clara estándares ni marcos legislativos en los que *cloud computing* se pueda respaldar, lo que produce que las empresas que quieren migrar hacia este tipo de tecnología, tengan dudas en cuanto a lineamientos de implementación y marcos legales a cumplir.

La solución presentada permite que los usuarios de las máquinas virtuales accedan a recursos de la intranet de NOUX C.A. (servidores, bases de datos, escritorios remotos) a través de la web sin hacer uso de tecnologías como escritorio remoto, VPN, Team Viewer, etc., como se planteó en los requerimientos de necesidades.

Las reglas de control de acceso (ACL) de OpenNebula permite que los usuarios no puedan administrar ni crear máquinas virtuales, impidiendo que se usen más recursos de los que ya se han asignado a cada máquina virtual y de esta manera evitar la sobrecarga del servidor, permitiendo que éste opere de manera normal y las máquinas virtuales cuenten con recursos suficientes para su desempeño.

Aún existe discrepancia en el tema seguridad y control de datos, hasta el momento es un tema que depende de la percepción de los usuarios sobre políticas a implementar.

Las mediciones de uso de recursos sobre un servidor físico antes ser virtualizado permitió realizar un dimensionamiento adecuado para el servidor de *cloud computing* y de las máquinas virtuales, permitiendo que cuenten con los recursos necesarios para ejecutar los procesos con normalidad.

Al tratarse de usuarios que harán uso de máquinas virtuales con las mismas características; OpenNebula permite realizar clonación de máquinas virtuales existentes, por los que no es necesario volver a cargar la imagen del servidor

virtualizado cada vez que se vaya a crear una nueva máquina virtual. Esta funcionalidad permite disminuir el tiempo de creación de nuevas máquinas virtuales.

Las pruebas realizadas en el servidor de *cloud computing* con los diferentes grupos de máquinas virtuales, permitieron observar de forma progresiva el aumento en el consumo de recursos, evidenciando y corroborando que el dimensionamiento en base a las mediciones realizadas va de acuerdo con el consumo de recursos de cada máquina virtual.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Si la presenta un incremento de máquinas virtuales se recomienda añadir más nodos, pues el servidor que actualmente realiza estas tareas está funcionando al máximo de su capacidad, y aumentar máquinas virtuales solo ocasionaría degradación en el servicio.

Se recomienda una conexión a Internet de alta velocidad, pues al ser un sistema web, la latencia que puede producirse en la transmisión de datos podría dar la percepción al usuario de tener una máquina virtual lenta.

Por defecto OpenNebula Trabaja sobre HTTP, manteniendo un esquema de seguridad bajo para administrar los recursos de la plataforma, por lo que se recomienda configurar un servidor web de tal manera que sea capaz de permitir conexiones seguras utilizando certificados digitales (SSL), con el fin de mejorar la seguridad y mantener la integridad de la información.

Antes de terminar el proceso de creación de una máquina virtual se recomienda identificar si la máquina virtual será persistente o no persistente, es decir si va a almacenar los cambios que el usuario realice sobre su máquina virtual o no.

Si se añaden más usuarios se recomienda que el administrador los agregue a un grupo de tal manera que se facilite la creación de listas de acceso y evite que los usuarios utilicen recursos que no están autorizados.

Se recomienda utilizar la interfaz web propia de OpenNebula, Sunstone, para realizar cualquier proceso de administración, pues al querer realizarlos vía consola queda al descubierto la necesidad de conocer de manera profunda todos los comandos para crear máquinas virtuales, plantillas, control de acceso, creación de usuarios, etc.

Uno de los errores más comunes presentados se dio al instanciar una máquina virtual, las causas que ocasionan este inconveniente son variables, por tal razón se recomienda revisar los *logs* generados por OpenNebula que contienen la información necesaria para identificar la causa y dar una solución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Ing. Aley Eldin Adham. 27 de Mayo, 2012. "Virtualization and Cloud Computing" [Online]. Disponible en: [http://free4arab.com/?attachment\\_id=3915](http://free4arab.com/?attachment_id=3915)

Última visita: noviembre 10, 2013

[2] Cloud Computing América SA de CV. "¿Qué es Cloud Computing?" [Online]. Disponible en: [http://cloud-america.com/?page\\_id=257](http://cloud-america.com/?page_id=257)

Última visita: noviembre 10, 2013

[3] Ing. Manuel Vieda, 07 de Julio de 2011. "Cloud Computing - ¿Qué es?" [Online]. Disponible en: <http://manuelvieda.com/2011/07/cloud-computing-que-es/>

Última visita: noviembre 10, 2013

[4] Méndez Julio. Proyecto de Titulación: "Computación en la nube como estrategia competitiva para PYMES". Universidad Veracruzana, Facultad de Contaduría y Administración. Veracruz, diciembre 2010.

[5] Judith Hurwitz, Robin Bloor, Marcia Kaufman. "Cloud Computing For Dummies", HP Special Edition. Ed. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc., 2010, ch. 1, pp. 4.

[6] Arévalo Navarro José Manuel, Curso Académico 2010/2011. "Cloud Computing: fundamentos, diseño y arquitectura aplicados a un caso de estudio" [Online]. Disponible en: <http://eficiencia.urjc.es/bitstream/10115/5945/1/MemoriaTFMFINAL-2.pdf>

Última visita: noviembre 10, 2013

[7] (CEDITEC) Centro de Difusión de Tecnologías. "Cloud Computing" [Online]. Disponible en: [http://www.ceditec.etsit.upm.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=21808&Itemid=1439&lang=es](http://www.ceditec.etsit.upm.es/index.php?option=com_content&view=article&id=21808&Itemid=1439&lang=es)

Última visita: noviembre 10, 2013

[8] Freemática. "Cloud Computing: ¿Qué es exactamente "la Nube"? (II)" [Online]. Disponible en: <http://blog.freematica.es/cloud-computing-que-es-exactamente-la-nube-ii/>

Última visita: noviembre 10, 2013

[9] IBM. "IBM SmartCloud" [Online]. Disponible en: <http://www-935.ibm.com/services/ec/es/cloud-computing/ibm-cloud.html>

Última visita: noviembre 10, 2013

[10] Dr. James Broberg, Melbourne School of Engineering, University of Melbourne (Australia). "Traducción al español de la definición del *National Institute of Standards and Technology* (NIST), extraída de la presentación "Introduction to Cloud Computing". Disponible en: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>

Última visita: noviembre 10, 2013

[11] Ing. Peña Ibarra José Ángel, CGEIT, CRISC. Noviembre 09, 2011. "Cloud Computing" [Online]. Disponible en: <http://www.isaca.org/chapters7/Monterrey/Events/Documents/20111202%20Cloud%20Computing.pdf>

Última visita: noviembre 10, 2013

[12] Cenatic, Centro Nacional de Referencias de Aplicaciones de las TIC basadas en fuentes abiertas. Abril 27, 2011. "Cloud Computing y Software de Fuentes Abiertas" [Online].

Última visita: noviembre 10, 2013

[13] Juárez Ávila Luis Fernando. Proyecto de Titulación: "Proceso para la implementación de Infraestructura de Cloud Computing y sus ventajas sobre la Infraestructura de servidores dedicados tradicionales". Universidad de San Carlos de

Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Guatemala, agosto de 2011.

[14] Geva Perry, directora de marketing de GigaSpace Technologies. Febrero 08, 2008. "How Cloud & Utility Computing Are Different" [Online]. Disponible en: <http://gigaom.com/2008/02/28/how-cloud-utility-computing-are-different/>

Última visita: noviembre 10, 2013

[15] Nexica. "Nexica Hybrid Cloud" [Online]. Disponible en: <http://www.nexica.com/es/nube-hibrida>.

Última visita: noviembre 10, 2013

[16] Salesforce. Última visita: 2013, Noviembre 10. "¿Qué es Cloud Computing?" [Online]. Disponible en: <http://www.salesforce.com/es/cloudcomputing/>

Última visita: noviembre 10, 2013

[17] Anónimo. 2011, Diciembre 21. "Nube pública" [Online]. Disponible en: <http://cloudprivado.org/nube-publica/>

Última visita: noviembre 10, 2013

[18] Vásquez Sosa Luis. Agosto 07, 2012. "Las Nubes Híbridas" [Online]. Disponible en: <http://ingenierosoym.blogspot.com/>

Última visita: noviembre 10, 2013

[19] Occentus. "Hybrid Cloud™" [Online]. Disponible en: <http://www.occensus.net/hybrid-cloud>

Última visita: noviembre 10, 2013

[20] Salvador Perez Crespo "El Cloud Computing Explicado" [Online]. Disponible en: <http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/url-direct/pdf-generator?tipoContenido=articulo&idContenido=2009111912530001>

Última visita: noviembre 10, 2013

[21] Rob Fullerton “*Cloud Services*” [Online]. Disponible en: <http://www.cbc.radio-canada.ca/en/reporting-to-canadians/sync/sync-issue-1-2012/cloud-services/>

Última visita: noviembre 10, 2013

[22] Anónimo “*Cloud Computing the present and the future*” [Online]. Disponible en: <http://cloud-101.blogspot.com/>

Última visita: noviembre 10, 2013

[23] Mario José Villamizar Cano “*Cloud Computing Hoy: Todo como servicio, Nubes privada, publica e hibrida*” [Online]. Disponible en: <http://www.slideshare.net/mariojosevillamizarcano/cloud-computing-hoy-todo-como-servicio>.

Última visita: noviembre 10, 2013

[24] Kurt Mackey “Microsoft has head in the clouds with new Windows Azure OS” [Online]. Disponible en: <http://arstechnica.com/business/2008/10/microsoft-has-head-in-the-clouds-with-new-windows-azure-os/>

Última visita: noviembre 10, 2013

[25] Colom Planas José Luis. Mayo 01, 2012. “Aspectos profesionales: Protección de Datos, Cloud Computing y Sistemas de Gestión” [Online]. Disponible en: <http://www.aspectosprofesionales.info/2012/05/cloud-computing-y-proteccion-de-datos.html>

Última visita: noviembre 10, 2013

[26] Cierco David, Febrero, 2011. "Cloud computing: retos y oportunidades" [Online]. Disponible en: "[http://www.gutierrez-rubi.es/wp-content/uploads/2011/05/DT-Cloud\\_Computing-Ec.pdf](http://www.gutierrez-rubi.es/wp-content/uploads/2011/05/DT-Cloud_Computing-Ec.pdf)

Última visita: noviembre 10, 2013

[27] IEEE Std. 830-1998. 2008, Octubre 22. "Especificación de Requisitos según el estándar de IEEE 830" [Online]. Disponible en: <http://www.fdi.ucm.es/profesor/gmendez/docs/is0809/ieee830.pdf>

Última visita: noviembre 10, 2013

[28] F. John Reh. "Total Cost of Ownership (TCO)" [Online]. Disponible en: <http://management.about.com/od/money/a/TCO.htm>

Última visita: 2013, Noviembre 2013.

[29] Anónimo. "*Cloud computing comparison*" [Online]. Disponible en: [http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud\\_computing\\_comparison](http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing_comparison)

Última visita: 2013, Noviembre 2013

[30] Opennebula.org "*An Overview of OpenNebula 4.2*" [Online]. Disponible en: <http://opennebula.org/documentation:rel4.2:intro>

Última visita: 2013, Noviembre 2013

[31] Opennebula.org "*Installing the Software*" [Online]. Disponible en: <http://opennebula.org/documentation:rel4.2:ignc>

Última visita: 2013, Noviembre 2013

**ANEXOS**

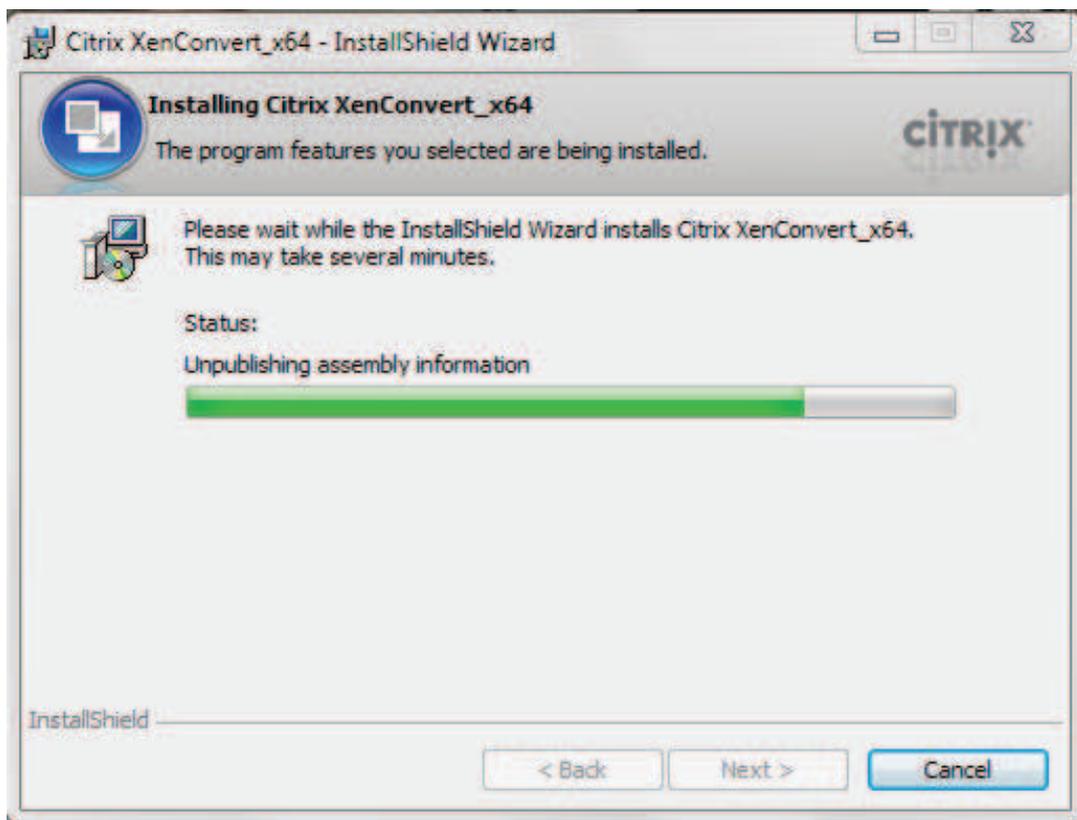
## ANEXO A: VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDOR FÍSICO DE LA EMPRESA NOUX C.A.

Por motivos de seguridad y la restricción de acceso hacia los servidores de la empresa NOUX C.A., se virtualizó un servidor físico con sistema operativo Windows server 2008, el cual es utilizado para brindar capacitación de aplicativos (software) que maneja la empresa; éste procedimiento que se deberá seguir para posteriores virtualizaciones.

1. Descargar la herramienta gratuita Citrix XenConverter

[http://downloadns.citrix.com.edgesuite.net/6215/XenConvert\\_Install\\_x64.exe](http://downloadns.citrix.com.edgesuite.net/6215/XenConvert_Install_x64.exe)

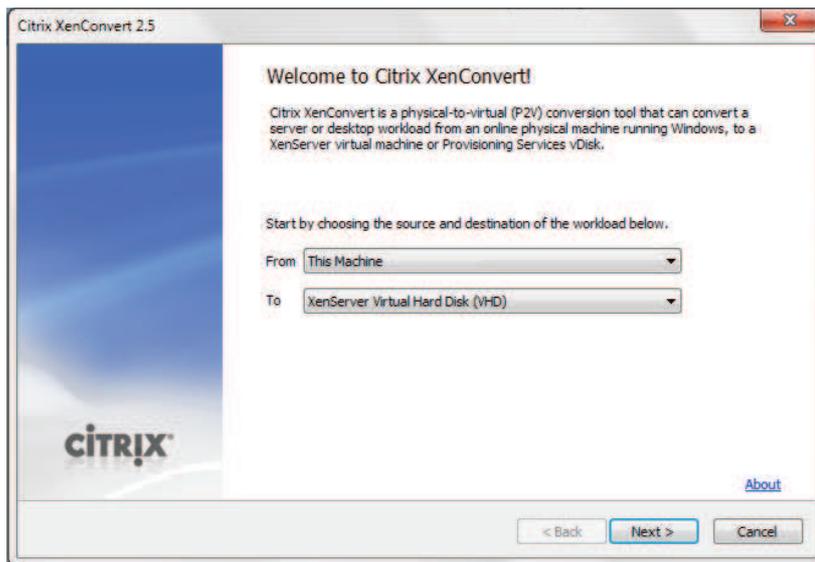
2. Instalar la herramienta



**Figura A.1:** Instación de Citrix XenConverter

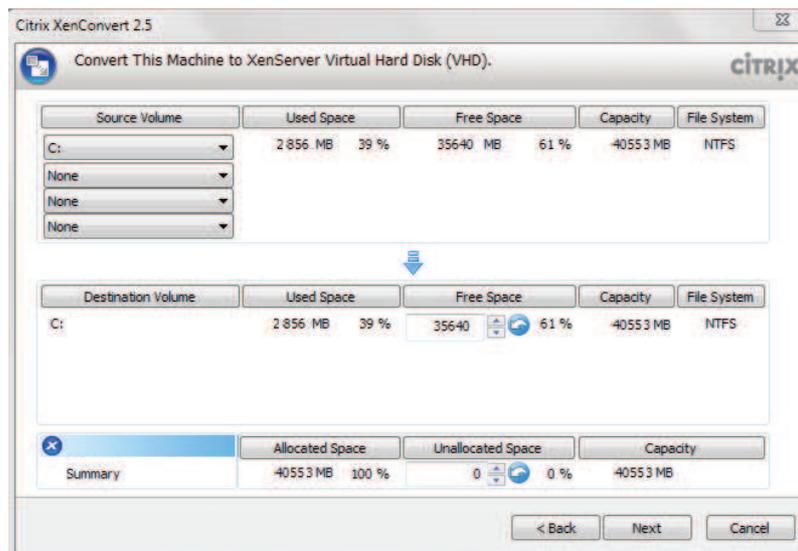
3. Virtualizar el servidor físico.

Elegir la opción que se muestra en la figura A.2.



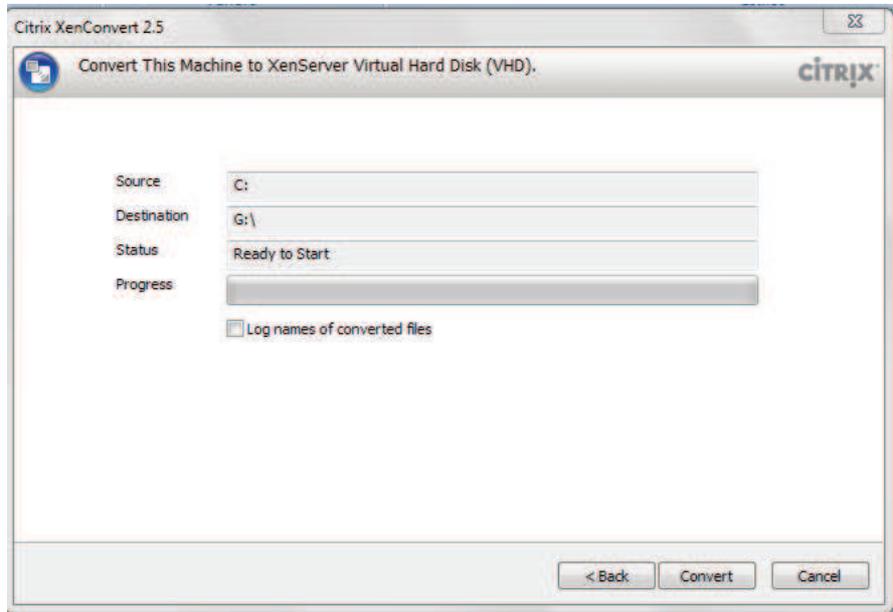
**Figura A.2:** Formato de imagen del disco a virtualizar

4. Escoger los discos a virtualizar, se elige el disco C que contiene el S.O. La etiqueta NONE se refiere a discos o dispositivos de almacenamiento masivo conectados al servidor pero que no serán virtualizados.



**Figura A.3:** Discos a virtualizar

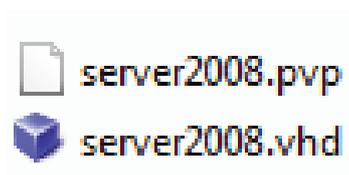
5. Iniciar la virtualización.



**Figura A.4:** Virtualización

6. Una vez terminada la virtualización como resultados tenemos los archivos mostrados en la figura A.5. Copiar la imagen virtualizada en el servidor OpenNebula y cambiar la extensión de la imagen de .vhd a .img. Se debe ejecutar el siguiente comando en el terminal del servidor OpenNebula:

- “\$ qemu-img convert -f vhd -O raw /tmp/server2008.vhd /var/lib/one/images/server2008.img”



**Figura A.5:** Imagen del disco virtualizado

## ANEXO B: CREAR UNA MÁQUINA VIRTUAL E INSTALAR EL SISTEMA OPERATIVO

### 1. Crear una nueva máquina virtual.

Se crea un espacio en blanco en el disco para montar la nueva VM.

- `$ dd if=/dev/zero of=centos_server.img bs=1M count=20480`

En donde:

- **Centos\_server:** es el nombre de la imagen a crear.
- **2048:** indica el tamaño que tendrá la imagen en MB.

### 2. Instalar el sistema operativo en la VM.

- `$ qemu-system-x86_64 -m 1024 -cdrom imagen.iso -boot d centos_server.img`

En donde:

- **m 1024:** representa el tamaño de memoria que se usada para la instalación.
- **Imagen.iso:** representa la imagen ios del sistema operativo para su la instalación.
- **centos\_server.img:** representa la ubicación en donde se instalará la máquina virtual.

Una vez finalizado el proceso de instalación y configuración de la máquina virtual se debe cargar las imágenes a los usuarios de OpenNebula.

## ANEXO C: INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE PROXY REVERSO

Originalmente OpenNebula corre sobre http, sin embargo, el tema de seguridad de información es un tema crucial en el desarrollo de labores dentro de NOUX C.A., razón por la cual se ha implementado un proxy reverso, que se encargara del cifrado SSL para mejorar la confidencialidad de la información.

### 1. Instalar lighttpd.

```
$ sudo apt-get install lighttpd
```

### 2. Instalar PHP5 y MySQL.

```
$ sudo apt-get install php5-cgi php5-mysql php5-curl php5-gd php5-idn php-pear php5-imagick php5-imap php5-mcrypt php5-memcache php5-mhash php5-ming php5-ps php5-pspell php5-recode php5-snmp php5-sqlite php5-tidy php5-xmlrpc php5-xsl php5-json
```

### 3. Configurar lighttpd

#### 3.1 Editar el archivo php.ini :

```
$ sudo vim /etc/php5/cgi/php.ini
```

Descomentar la siguiente linea:

```
"cgi.fix_pathinfo = 1"
```

#### 3.2 Activar los modulos en "/etc/lighttpd/lighttpd.conf"

```
mod_access
```

```
mod_alias
```

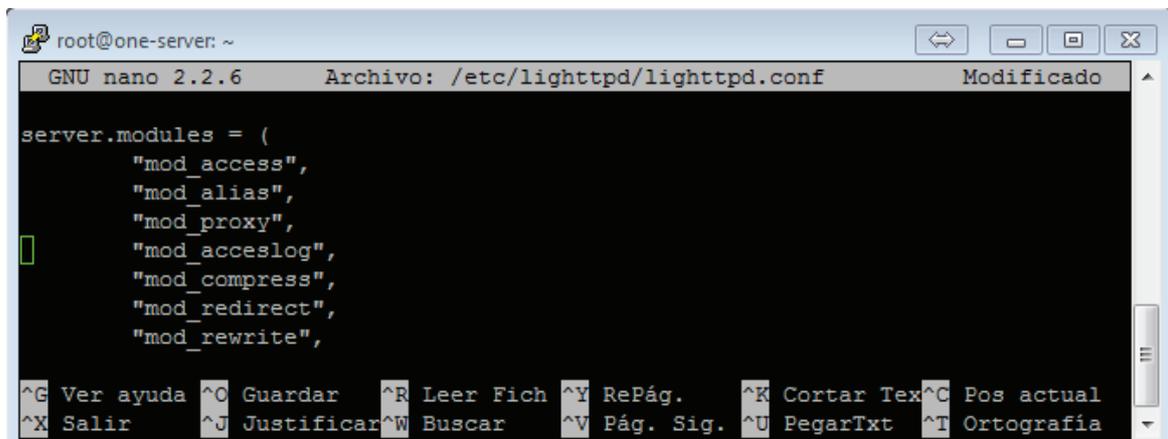
```
mod_proxy
```

```
mod_accesslog
```

```
mod_compress
```

```
mod_fastcgi
```

```
mod_rewrite
```



```

root@one-server: ~
GNU nano 2.2.6 Archivo: /etc/lighttpd/lighttpd.conf Modificado
server.modules = (
    "mod_access",
    "mod_alias",
    "mod_proxy",
    "mod_accesslog",
    "mod_compress",
    "mod_redirect",
    "mod_rewrite",
)
^G Ver ayuda ^O Guardar ^R Leer Fich ^Y RePág. ^K Cortar Tex ^C Pos actual
^X Salir ^J Justificar ^W Buscar ^V Pág. Sig. ^U PegarTxt ^T Ortografía

```

**Figura C.1:** Configuración de lighttpd

3.3 Añadir las siguientes líneas.

```
fastcgi.server += ( ".php" =>
```

```
((
```

```
    "socket" => "/var/run/php5-fpm.sock",
```

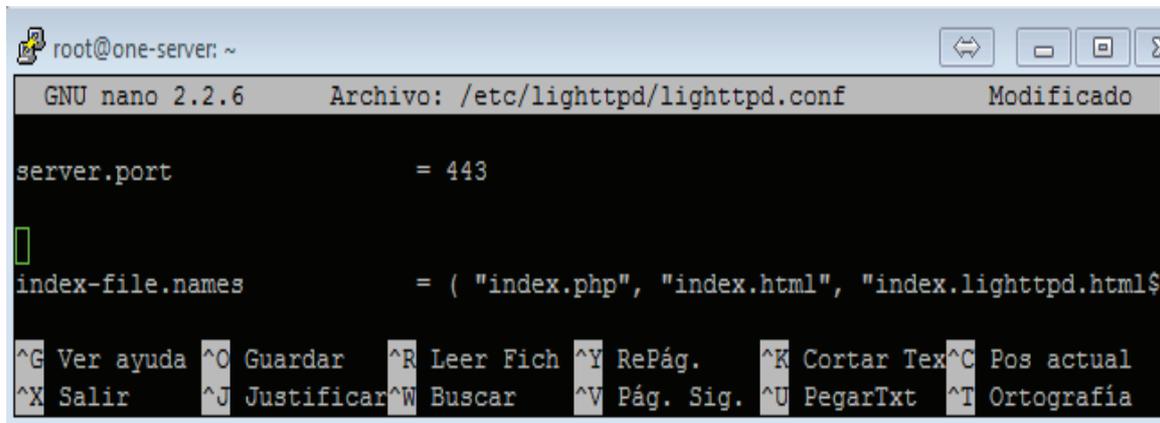
```
    "broken-scriptfilename" => "enable"
```

```
))
```

```
)
```

3.4 Cambiar el puerto de escucha del servidor.

```
server.port = 443
```



```

root@one-server: ~
GNU nano 2.2.6 Archivo: /etc/lighttpd/lighttpd.conf Modificado

server.port                = 443

index-file.names          = ( "index.php", "index.html", "index.lighttpd.html" )

^G Ver ayuda  ^O Guardar   ^R Leer Fich ^Y RePág.   ^K Cortar Tex ^C Pos actual
^X Salir      ^J Justificar ^W Buscar    ^V Pág. Sig. ^U PegarTxt   ^T Ortografía

```

**Figura C.2:** Configuración de puerto

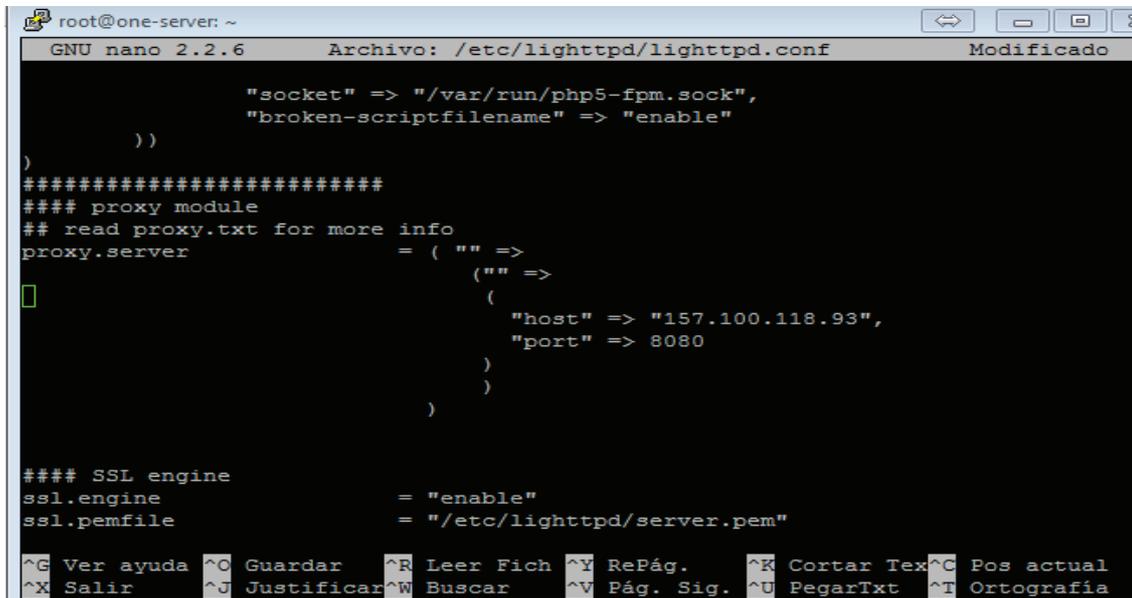
### 3.5 Añadir el modulo proxy:

```

##### proxy module
## read proxy.txt for more info
proxy.server          = ( "" =>
                        ( "" =>
                          (
                            "host" => "157.100.118.93",
                            "port" => 8080
                          )
                        )
                      )

##### SSL engine
ssl.engine            = "enable"
ssl.pemfile           = "/etc/lighttpd/server.pem"

```



```

root@one-server: ~
GNU nano 2.2.6 Archivo: /etc/lighttpd/lighttpd.conf Modificado

    "socket" => "/var/run/php5-fpm.sock",
    "broken-scriptfilename" => "enable"
)
)
#####
#### proxy module
## read proxy.txt for more info
proxy.server = ( "" =>
              ( "" =>
                (
                  "host" => "157.100.118.93",
                  "port" => 8080
                )
              )
            )

#### SSL engine
ssl.engine = "enable"
ssl.pemfile = "/etc/lighttpd/server.pem"

^G Ver ayuda ^O Guardar ^R Leer Fich ^Y RePág. ^K Cortar Tex ^C Pos actual
^X Salir ^J Justificar ^W Buscar ^V Pág. Sig. ^U PegarTxt ^T Ortografía

```

**Figura C.3:** Configuración del módulo proxy

4. Instalar el paquete ssl-cert propio para sistemas, basados en Debian.

```
$ sudo apt-get install ssl-cert
```

5. Generar el certificado.

```
$ sudo /usr/sbin/make-ssl-cert generate-default-snakeoil
```

6. Añadir la clave privada y el certificado para el uso en el servidor.

```
$ sudo cat /etc /ssl /private/ ssl-cert-snakeoil.key /etc /ssl /certs/ssl-cert-
snakeoil.pem > / etc /lighttpd/server.pem
```

7. Iniciar OpenNebula en "https://157.100.118.93" y vemos que ahora se ejecuta en una página http segura.



**Figura C.4:** Conexión segura de página web

## ANEXO D: MANUAL DE INSTALACIÓN

La documentación que se detalla a continuación ayudará al usuario a entender el proceso de instalación y de configuración de OpenNebula.

Se dará una breve descripción de los componentes y de los parámetros de configuración para un correcto funcionamiento.

### D.1 COMPONENTES DE OPENNEBULA

OpenNebula es una arquitectura fácil de implementar y de comprender. Los componentes básicos son:

- **Front-end:** donde se ejecuta OpenNebula y los servicios del cluster.
- **Nodos (Host):** donde se habilita el hipervisor para proveer los recursos necesarios para las máquinas virtuales.
- **Repositorio de imágenes:** cualquier medio de almacenamiento que contiene las imágenes base para las máquinas virtuales.
- **Daemon de OpenNebula:** es el núcleo del sistema, maneja el ciclo de vida de las máquinas virtuales, así como el almacenamiento, hipervisores y redes.
- **Drivers:** programas usados por OpenNebula para servir de interfaz a los hipervisores.

#### D.1.1 FRONT-END

La máquina dónde se instala OpenNebula se denomina *front-end*, la cual debe tener acceso al almacenamiento de datos, y conectividad de red a cada host. La instalación base de OpenNebula toma menos de 10 MB.

Los requisitos para la instalación del *front-end* son:

- servidor ssh corriendo

- ruby, *release* > = 1.8.7

Además, se debe ser capaz de usar ssh con todos los anfitriones (incluido el *front-end*).

### **D.1.2 NODOS**

Los nodos son equipos anfitriones (equipos físicos) donde se ejecutan las máquinas virtuales. OpenNebula no necesita instalar ningún paquete en los nodos.

Los requisitos de instalación son:

- servidor ssh corriendo
- hipervisor de trabajo configurado correctamente
- ruby, *release* > = 1.8.7

Además, debe ser capaz de usar ssh sin la necesidad de contraseña a todos los anfitriones (incluido el mismo nodo y el *frond-end*).

### **D.1.3 ALMACENAMIENTO**

OpenNebula utiliza un repositorio de datos para manejar las imágenes de las máquinas virtuales, en dónde se las crea o registra. En general, cada repositorio tiene que ser accesible a través del *front-end*.

Cuando se implementa una máquina virtual, las imágenes se transfieren desde el repositorio hacia los anfitriones. Dependiendo de la tecnología de almacenamiento puede significar una transferencia real, un enlace simbólico o la creación de un destino ISCSI, y dependiendo de dicha tecnología de tranferencia se puede sacar el máximo beneficio de la capacidad del hipervisor (es decir, la migración en vivo), y por lo general mejorar los tiempos de despliegue de las máquinas virtuales.

### **D.1.4 SERVICIOS OPENNEBULA**

Los servicios de OpenNebula incluyen:

- *Daemon* de gestión (oned) y planificador (mm\_sched)
- *Daemon* de monitoreo y contabilidad (onecctd)
- Servidor de interfaz de Web (Sunstone)
- Servidores *Cloud API* (EC2 y/o OCCl)

Estos componentes se comunican a través de XML - RPC y pueden ser instalados en diferentes máquinas, por razones de seguridad o rendimiento.

### D.1.5 NETWORKING

OpenNebula proporciona un subsistema de red fácilmente adaptable y personalizable a fin de integrar de una manera eficiente los requisitos específicos de la red de los centros de datos existentes.

La red es necesaria para que el *front-end* de OpenNebula pueda acceder a los hosts donde se encuentran los hipervisores con el fin de gestionar, dar seguimiento, y mover los archivos de imágenes. Se recomienda una instalación de una red dedicada para este fin.

## D.2 USUARIOS DE OPENNEBULA

OpenNebula incluye un sistema de administración bastante completo de usuarios, los mismos que son clasificados en cuatro tipos:

- **Administradores:** un usuario administrador pertenece al grupo `oneadmin` y puede realizar cualquier operación sobre las máquinas virtuales, redes virtuales, nodos o usuarios.
- **Usuarios:** usa las facilidades de OpenNebula para crear y administrar sus propias máquinas y redes virtuales. Le dan mas funcionalidad a OpenNebula.
- **Usuarios públicos:** tienen una funcionalidad básica, y tienen acceso a interfaces públicas.

- **Usuarios de servicio:** una cuenta de usuario de servicio es utilizada por los servicios de OpenNebula para peticiones de autenticación como por ejemplo la API EC2 o la interfaz de usuario (GUI) Sunstone.

Los recursos de un usuario son controlados por un sistema de permisos. De forma predeterminada, sólo el propietario de un recurso (como por ejemplo una máquina virtual o una imagen) puede usarlo y administrarlo. Los usuarios pueden compartir recursos fácilmente a otros usuarios de su grupo mediante la asignación de permisos para el uso y manejo.

Junto con los usuarios y grupos, el subsistema de autenticación es responsable de la autenticación y la autorización de las solicitudes de los usuarios. Cualquier interfaz de OpenNebula (CLI, Sunstone, ruby o Java OCA) se comunica con el núcleo (*core*), mediante llamadas XML-RPC que contienen cadenas de sesión del usuario, el mismo que es autenticado por el *core* de OpenNebula comparando el nombre de usuario y la contraseña con los usuarios registrados. Cada operación genera una solicitud de autorización que se comprueba con las reglas ACL registradas. El *core* puede conceder el permiso, o rechazar la solicitud.

OpenNebula viene con un conjunto predeterminado de reglas ACL que permite un uso estándar. No es necesaria la administración de las reglas ACL a menos que necesite un nivel personalizado de permisos.

### **D.3 INSTALACIÓN DE OPENNEBULA**

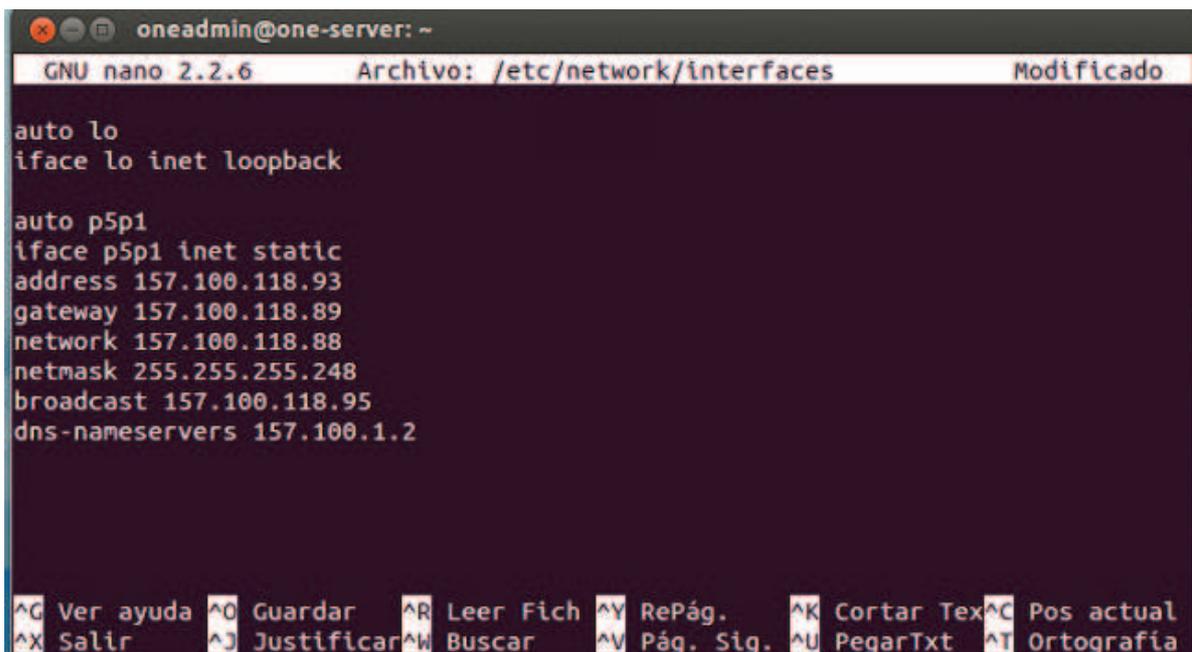
La instalación de OpenNebula se la puede realizar desde el repositorio de paquetes o se puede visitar la página oficial y descargar el último paquete de acuerdo al sistema operativo a utilizarse.

A continuación se presenta los pasos necesarios para la instalación de OpenNebula y su configuración para su correcto funcionamiento bajo el Sistema Operativo Ubuntu; la versión recomendada por OpenNebula.org es la 13.04

### D.3.1 PREPARACIÓN DEL SERVIDOR

Para que los usuarios de la infraestructura tengan libre acceso se debe configurar una dirección IP estática.

- Modificar el archivo `/etc/network/interfaces`.



```

oneadmin@one-server: ~
GNU nano 2.2.6 Archivo: /etc/network/interfaces Modificado
auto lo
iface lo inet loopback

auto p5p1
iface p5p1 inet static
address 157.100.118.93
gateway 157.100.118.89
network 157.100.118.88
netmask 255.255.255.248
broadcast 157.100.118.95
dns-nameservers 157.100.1.2

^G Ver ayuda ^O Guardar ^R Leer Fich ^Y RePág. ^K Cortar Tex ^C Pos actual
^X Salir ^J Justificar ^W Buscar ^V Pág. Sig. ^U PegarTxt ^T Ortografía

```

**Figura D.1:** Configuración de interfaz física

Para la utilización de las máquinas virtuales, cuenten con conexión a Internet, y puedan comunicarse entre sí se debe instalar y configurar el paquete `bridge-utils`.

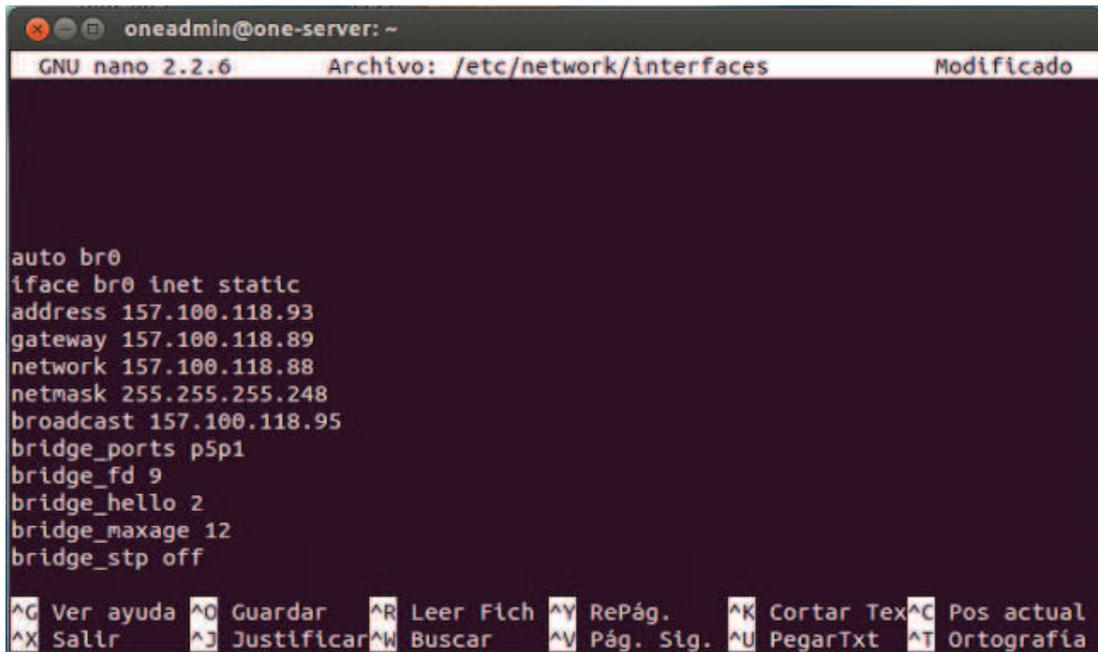
Se debe ejecutar el siguiente comando:

- `sudo apt-get install bridge-utils`

Añadir las siguientes líneas al archivo `/etc/network/interfaces` de tal manera que el bridge se asocie con la interfaz física.

- `bridge_ports p5p1`
- `bridge_fd 9`

- bridge\_hello 2
- bridge\_maxage 12
- bridge\_stp off



```
oneadmin@one-server: ~  
GNU nano 2.2.6 Archivo: /etc/network/interfaces Modificado  
  
auto br0  
iface br0 inet static  
address 157.100.118.93  
gateway 157.100.118.89  
network 157.100.118.88  
netmask 255.255.255.248  
broadcast 157.100.118.95  
bridge_ports p5p1  
bridge_fd 9  
bridge_hello 2  
bridge_maxage 12  
bridge_stp off  
  
^G Ver ayuda ^O Guardar ^R Leer Fich ^Y RePág. ^K Cortar Tex ^C Pos actual  
^X Salir ^J Justificar ^W Buscar ^V Pág. Sig. ^U PegarTxt ^T Ortografía
```

**Figura D.2:** Creación de interfaz br0

Agregar un bridge con el nombre br0.

- \$ brctl addbr br0

Levantar el servicio.

- \$ ifup br0

Para ver la interfaz creada y su asociación con la interfaz física se ejecuta el comando `brctl show`.

```
oneadmin@one-server: ~  
oneadmin@one-server:~$ brctl show  
bridge name      bridge id          STP enabled      interfaces  
br0              8000.d85d4c80e155 no                p5p1  
                 vnet0  
                 vnet1  
                 vnet2  
                 vnet3  
virbr0           8000.000000000000 yes  
oneadmin@one-server:~$
```

**Figura D.3:** Verificación de status de interfaz br0

### D.3.2 INSTALACIÓN DEL *FRONT-END*

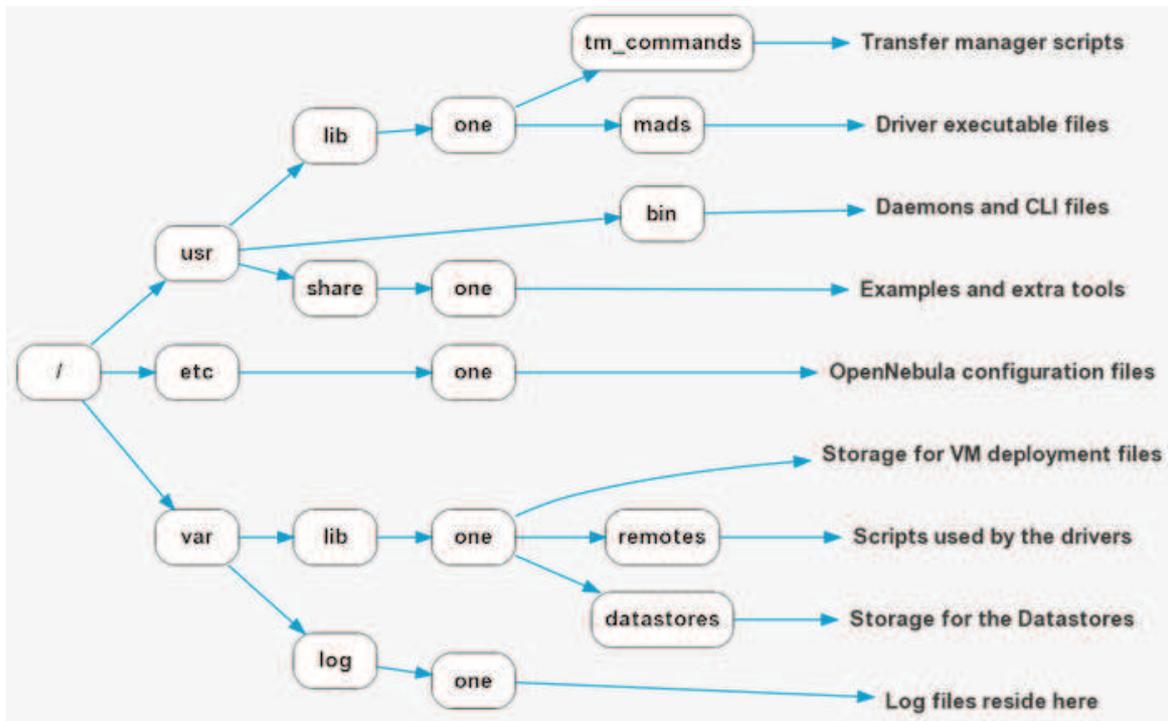
Para la instalación del *front-end* primeramente se instala los paquetes dependientes:

- Instalar el lenguaje ruby y actualizar a la última versión.
  - sudo apt-get install ruby-full
  - sudo apt-get install rubygems 1.8
  - sudo apt-get install gem
- Instalar el paquete rails.
  - sudo gem install rails
- Instalar el paquete json.
  - sudo gem install json
- Instalar repo.key.
  - wget <http://opennebula.org/repo/Debian/repo.key>
  - sudo apt-key add repo.key

Una vez instalado los paquetes dependientes, se procede a instalar OpenNebula desde los repositorios, primeramente se debe agregar la lista de repositorios de Opennebula.org.

- Agregar los repositorios y descargar paquetes OpenNebula.
  - echo "deb http://opennebula.org/repo/Ubuntu/13.04 stable opennebula" >  
  
/etc/apt/sources.list.d/opennebula.list
  - sudo apt-get install opennebula opennebula-flow opennebula-gate opennebula-tools opennebula-sunstone
- Actualizar el sistema operativo.
  - apt-get update
  - sudo apt-get dist-upgrade
- Cambiar de nombre al equipo editando el archivo *hostname*, y poner como one-server.
  - sudo nano /etc/hostname (archivo en el cual se edita el nombre del equipo).
- Instalar el servicio ssh.
  - sudo apt-get install openssh-server
- Finalmente reiniciar el equipo para que se hagan efectivos los cambios.
  - sudo shutdown -h now

Una vez instalado el repositorio de OpenNebula, es necesario conocer los directorios (*Layout*) en dónde se instalan los diferentes paquetes como se indica en la figura D.4.



Fuente: [31]

**Figura D.4:** Estructura de directorios de paquetes de OpenNebula

La estructura de los directorios ayuda al usuario a encontrar los diferentes archivos de configuración de una manera más sencilla.

### D.3.2.1 Configuración del *front-end*

Una vez instalado el repositorio se procede con la configuración del *front-end* para que el servicio de OpenNebula funcione correctamente.

El usuario y el grupo `oneadmin` pueden crearse al instalar el paquete `opennebula`, al igual que la llave `ssh`, caso contrario procedemos a crearlos.

1. Crear la carpeta `lib` en el directorio `/var` y el grupo `oneadmin`.

- `sudo mkdir -p /var/lib/`
- `sudo groupadd -g 10000 oneadmin`

2. Crear el usuario `oneadmin`, y agregar al grupo `oneadmin`. Para crear el usuario `oneadmin` primeramente hay que crear la carpeta `one` en el directorio `/var/lib`.

```
- sudo useradd -u 10000 -m oneadmin -d /var/lib/one -s /bin/bash -g oneadmin
```

3. Setear el password de usuario `oneadmin` y hacerlo propietario de la carpeta `/var/lib/one`

```
- sudo passwd oneadmin
```

```
- sudo chown -R oneadmin:oneadmin /var/lib/one
```

4. Crear la llave SSH para el usuario `oneadmin` y desactivar la clave de host que comprueba todos `hostkeys` conocidos en el nodo OpenNebula editando el archivo `config`.

```
- su -l oneadmin
```

```
- ssh-keygen -t rsa
```

Pedirá una clave para la llave, dejamos los valores por defecto y no colocamos el passphrase o podemos colocar una frase a nuestro criterio. Posteriormente se copia el archivo al directorio `/var/lib/one/.ssh/authorized_keys`.

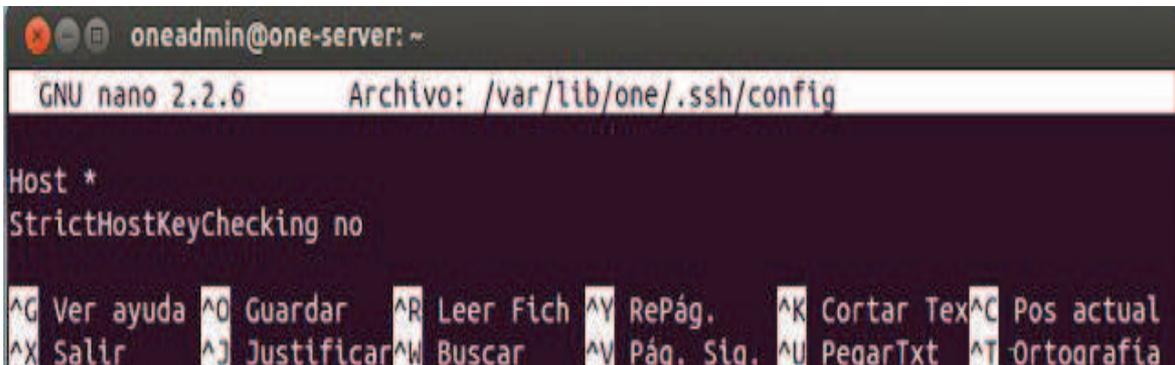
```
- cp var/lib/one/.ssh/id_rsa.pub var/lib/one/.ssh/authorized_keys
```

Editar el archivo `config` y colocar el siguiente texto:

```
- nano var/lib/one/.ssh/config
```

```
Host *
```

```
StrictHostKeyChecking no
```



```

oneadmin@one-server: ~
GNU nano 2.2.6 Archivo: /var/lib/one/.ssh/config
Host *
StrictHostKeyChecking no
^G Ver ayuda ^O Guardar ^R Leer Fich ^Y RePág. ^K Cortar Text ^C Pos actual
^X Salir ^J Justificar ^W Buscar ^V Pág. Sig. ^U PegarText ^T Ortografía

```

**Figura D.5:** Edición del archivo config

5. Crear el directorio `~/one`, y crear el archivo `one_auth`, en donde se debe setear el password para ingresar como usuario `oneadmin`.

- `mkdir .one`

- `vi .one/one_auth`

Colocar el texto `oneadmin:ggx884` (usuario `oneadmin:contraseña`) y guardar el archivo, adicionalmente le dar permisos.

- `chmod 600 .one/one_auth`

6. Finalmente ingresar como usuario `oneadmin` e iniciamos el servicio OpenNebula y verificar su correcto funcionamiento.

- `su oneadmin`

Pedirá el password de usuario, y una vez iniciada la sesión como `oneadmin` iniciar el servicio.

- `one start`

Para verificar el correcto funcionamiento de OpenNebula en el *fronf-end* se puede consultar la lista de máquinas virtuales o la lista de usuarios.

- `onevm list`

- oneuser list

Al desplegar nos la información de las máquinas virtuales o de usuarios, nos indicará que el servicio OpenNebula está actualmente corriendo y que se encuentra correctamente instalado.

```
local@one-server:~$ su oneadmin
Password:
oneadmin@one-server:/home/local$ one start
ONE is still running (PID:1219). Please try 'one stop' first.
oneadmin@one-server:/home/local$ oneuser list
```

ID	NAME	GROUP	AUTH	VMS	MEMORY
0	oneadmin	oneadmin	core	-	-
1	serveradmin	oneadmin	server_c	-	-

```
oneadmin@one-server:/home/local$ onevm list
```

ID	USER	GROUP	NAME	STAT	UCPU	UMEM	HOST
----	------	-------	------	------	------	------	------

```
oneadmin@one-server:/home/local$
```

**Figura D.6:** Inicialización y verificación de servicio OpenNebula

Si no se despliega la información se debe revisar los *logs* localizados en */var/log/one* en los archivos *oned.log* y *sched.log* para identificar los posibles errores de instalación de los paquetes de OpenNebula en el *front-end*, comprobando los mensajes marcado con [E].

```
[ONE][I]: Checking database version.
[ONE][E]: (..) error: no such table: db_versioning
[ONE][E]: (..) error: no such table: user_pool
[ONE][I]: Bootstrapping OpenNebula database.
```

**Fuente:** [31]

**Figura D.7:** Logs de OpenNebula

### D.3.2.2 Configuración adicional del *front-end*

Instalación de base de datos mysql.

- \$ sudo apt-get install mysql-server [introducir la contraseña de administrador]

Configuración de mysql.

- \$ mysql -uroot -p

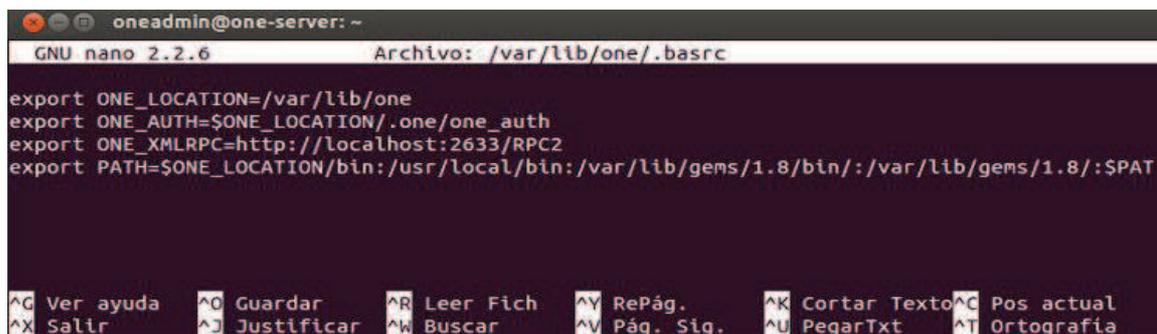
```
CREATE USER 'oneadmin'@'localhost' IDENTIFIED BY 'oneadmin';
```

```
CREATE DATABASE opennebula;
```

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON opennebula.* TO 'oneadmin' IDENTIFIED BY 'oneadmin';
```

```
quit;
```

Establecer variables de entorno para el usuario oneadmin. Editar el archivo “~/basrc” y agregar las siguientes líneas :



```
oneadmin@one-server: ~
GNU nano 2.2.6 Archivo: /var/lib/one/.basrc
export ONE_LOCATION=/var/lib/one
export ONE_AUTH=$ONE_LOCATION/.one/one_auth
export ONE_XMLRPC=http://localhost:2633/RPC2
export PATH=$ONE_LOCATION/bin:/usr/local/bin:/var/lib/gems/1.8/bin:/var/lib/gems/1.8/:$PAT
^G Ver ayuda  ^O Guardar  ^R Leer Fich  ^Y RePág.  ^K Cortar Texto ^C Pos actual
^X Salir      ^J Justificar ^W Buscar    ^V Pág. Sig. ^U PegarTxt  ^T Ortografía
```

**Figura D.8:** Variables de entorno

```
export ONE_LOCATION=/var/lib/one
```

```
export ONE_AUTH=$ONE_LOCATION/.one/one_auth
```

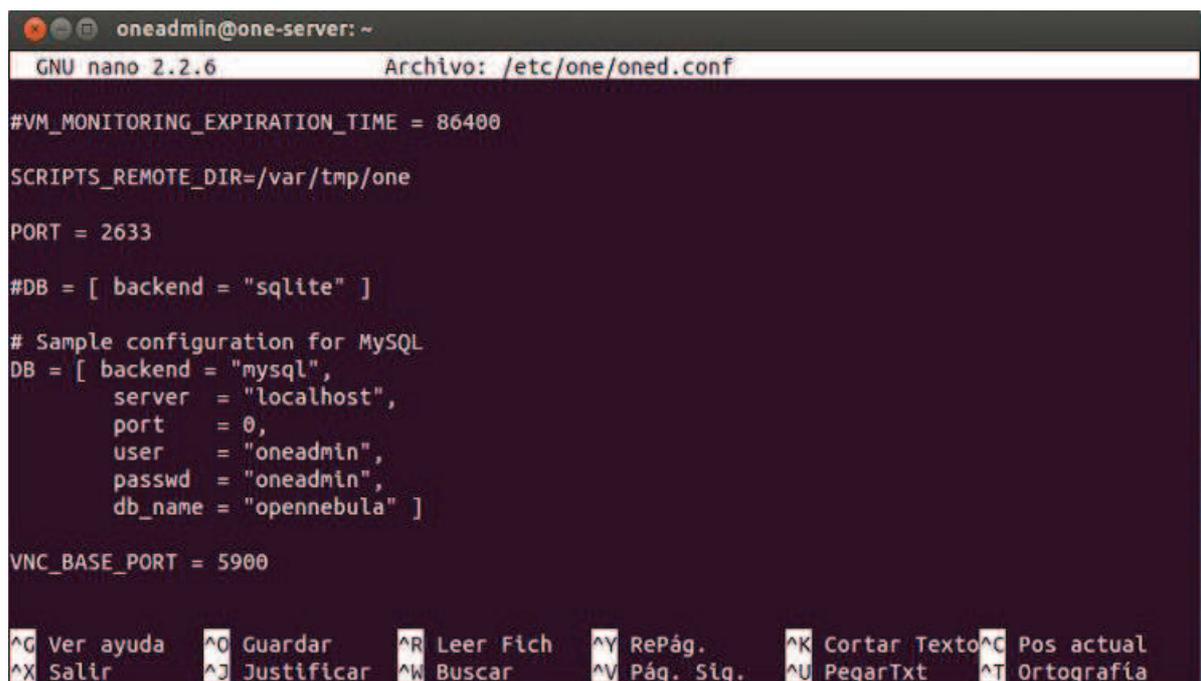
```
export ONE_XMLRPC=http://localhost:2633/RPC2
```

```
export
```

```
PATH=$ONE_LOCATION/bin:/usr/local/bin:/var/lib/gems/1.8/bin:/var/lib/gems/1.8/:$PATH
```

Modificación del archivo de configuración del *daemon* de OpenNebula.

- \$ nano ~/etc/oned.conf
- Habilitar mysql
- Deshabilitar sqlite
- Editar la siguiente línea: MONITORING\_INTERVAL = 800



```

oneadmin@one-server: ~
GNU nano 2.2.6 Archivo: /etc/one/oned.conf

#VM_MONITORING_EXPIRATION_TIME = 86400

SCRIPTS_REMOTE_DIR=/var/tmp/one

PORT = 2633

#DB = [ backend = "sqlite" ]

# Sample configuration for MySQL
DB = [ backend = "mysql",
        server = "localhost",
        port = 0,
        user = "oneadmin",
        passwd = "oneadmin",
        db_name = "opennebula" ]

VNC_BASE_PORT = 5900

^G Ver ayuda  ^O Guardar  ^R Leer Fich ^Y RePág.  ^K Cortar Texto ^C Pos actual
^X Salir      ^J Justificar ^W Buscar  ^V Pág. Sig. ^U PegarTxt  ^T Ortografía

```

**Figura D.9:** Configuración del *daemon* de OpenNebula

Reiniciamos el servicio ingresándonos como usuario oneadmin

- one restart

### **D.3.3 INSTALACIÓN DEL NODO (*HOST*)**

La virtualización es el componente que se encarga de comunicarse con el hipervisor instalado en los host y de realizar las operaciones necesarias en el ciclo de vida de las máquinas virtuales.

La configuración más básica relacionada con tecnología en el host es el hipervisor. OpenNebula incluye de manera predeterminada los drivers de KVM, pero también se puede seleccionar otros controladores, cada uno con sus ventajas y desventajas. A continuación se dará una breve descripción de los controladores que se puede configurar, entre los que se encuentran

- KVM,
- VMWARE, y
- XEN

#### **D.3.3.1 Configuración del Nodo**

Dadas las características de cada uno de los hipervisores disponibles para OpenNebula se decidió trabajar con KVM por su fácil instalación, consideraciones, recomendaciones y limitaciones.

### **D.3.4 INSTALACIÓN DE DEPENDENCIAS Y CREACIÓN DE UNA MÁQUINA VIRTUAL**

Para finalizar la configuración de nodo instalamos las dependencias que se detallan a continuación:

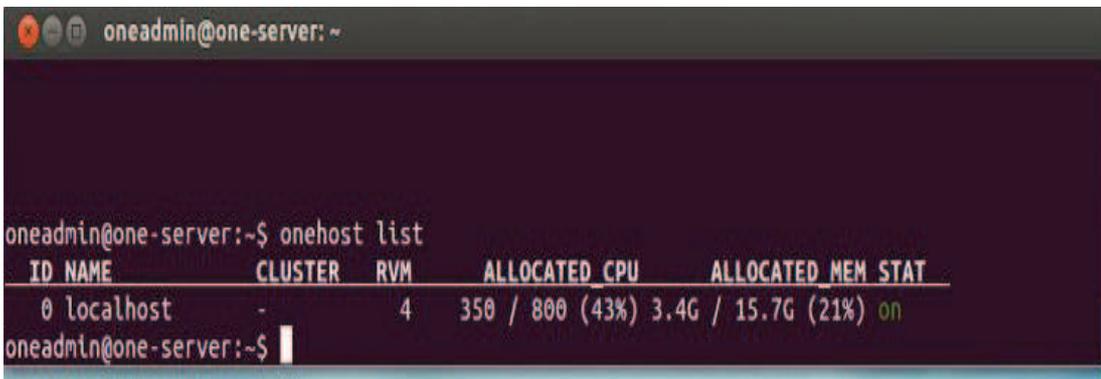
- `$ sudo apt-get install libsqlite3-dev libxmlrpc-c3-dev g++ ruby libopenssl-ruby libssl-dev ruby-dev`
- `$sudo apt-get install rake rubygems libxml-parser-ruby1.8 libxslt1-dev genisoimage scons`
- `$ sudo gem install nokogiri rake xmlparser`

- \$ sudo apt-get install libxml2-dev libmysqlclient-dev libmysql++-dev libsqlite3-ruby libexpat1-dev

Añadimos un *host* para probar el correcto funcionamiento

- \$ onehost create localhost --im kvm --vm kvm --net dummy

Para verificar que la VM se creó correctamente, se enlista las máquinas creadas con el comando “onehost list”, y comprobamos que el estado de la misma sea “on”, lo que nos indica que se encuentra habilitado y funcionando.



```

oneadmin@one-server: ~
oneadmin@one-server:~$ onehost list
  ID NAME      CLUSTER  RVM  ALLOCATED_CPU  ALLOCATED_MEM  STAT
  -- --      -
  0 localhost -        4   350 / 800 (43%) 3.4G / 15.7G (21%) on
oneadmin@one-server:~$

```

**Figura D.10:** Verificación de estado de la máquina virtual

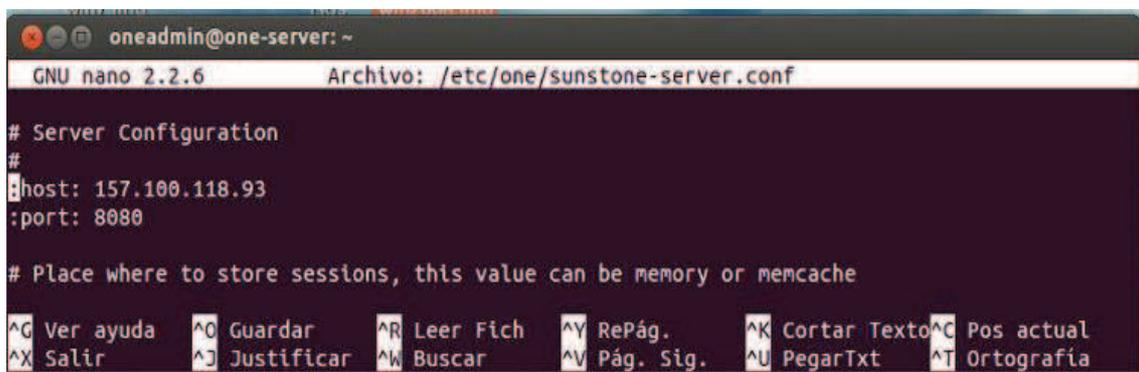
### D.3.5 CONFIGURACIÓN DE INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO SUNSTONE

Sunstone es un centro de operaciones de OpenNebula, una interfaz gráfica para usuarios y administradores, que simplifica las operaciones de manejo típicas de las infraestructuras de la nube de *cloud computing*.

Mediante esta interfaz se puede realizar la administración de los recursos virtuales de la misma manera como se lo hace con la CLI de administrador. Ofrece una manera conveniente de administrar los permisos mediante la selección de los mismos en la interfaz y con solo hacer un clic en el botón de actualización propiedades, permitiendo al usuario un diálogo de actualización convenientemente para establecer permisos del recursos y la administración de la infraestructura de *cloud computing*.

Para habilitar la interfaz gráfica de usuario se debe configurar la IP pública y el puerto por la que los usuarios van a acceder a la misma, editando el archivo `sunstone-server.conf`.

- \$ `nano /etc/one/sunstone-server.conf`  
IP: 157.100.118.93  
PUERTO: 8080



```
oneadmin@one-server: ~  
GNU nano 2.2.6 Archivo: /etc/one/sunstone-server.conf  
# Server Configuration  
#  
host: 157.100.118.93  
:port: 8080  
  
# Place where to store sessions, this value can be memory or memcache  
  
^G Ver ayuda  ^O Guardar  ^R Leer Fich  ^Y RePág.    ^K Cortar Texto ^C Pos actual  
^X Salir      ^J Justificar ^W Buscar    ^V Pág. Sig.  ^U PegarTxt    ^T Ortografía
```

**Figura D.11:** Configuración de Sunstone

Una vez configurado Sunstone se puede acceder a la interfaz desde cualquier navegador que disponga el usuario accediendo a la IP configurada “`http://157.100.118.93:8080`”



**Figura D.12:** Interfaz gráfica de Sunstone

### D.3.6 VIRTUALIZACIÓN DE SERVICIOS DE LA EMPRESA NOUX C.A.

Una vez instalado y configurado OpenNebula procedemos a virtualizar los servicios y aplicaciones de la Empresa NOUX C.A., para lo cual procedemos a virtualizar el servidor de aplicaciones [ANEXO 1].

Una vez virtualizado ejecutamos los siguientes comandos en el servidor de *cloud computing* para crear una imagen del servidor físico.

```
- $ qemu-img convert -f vhd /tmp/server2008.vhd -O raw
  /var/lib/one/images/server2008.img
```

La imagen virtualizada se almacena temporalmente en `/var/lib/one/images` para luego ser almacenada en un disco externo.



```
root@one-server:/var/lib/one/images# ls -l
total 73400332
-rw-rw-r-- 1 oneadmin oneadmin 42949672960 oct 10 23:55 server2008.img
```

**Figura D.13:** Directorio de la carpeta de imágenes

Procedemos a hacer al grupo `oneadmin` propietario del archivo `.img`.

```
- $ chown oneadmin:oneadmin /var/lib/one/images/server2008.img
```

Para hacer uso de la imagen del servidor físico procedemos a subirla a OpenNebula mediante Sunstone, para lo cual ingresamos mediante un navegador web para crear y administrar las máquinas virtuales.

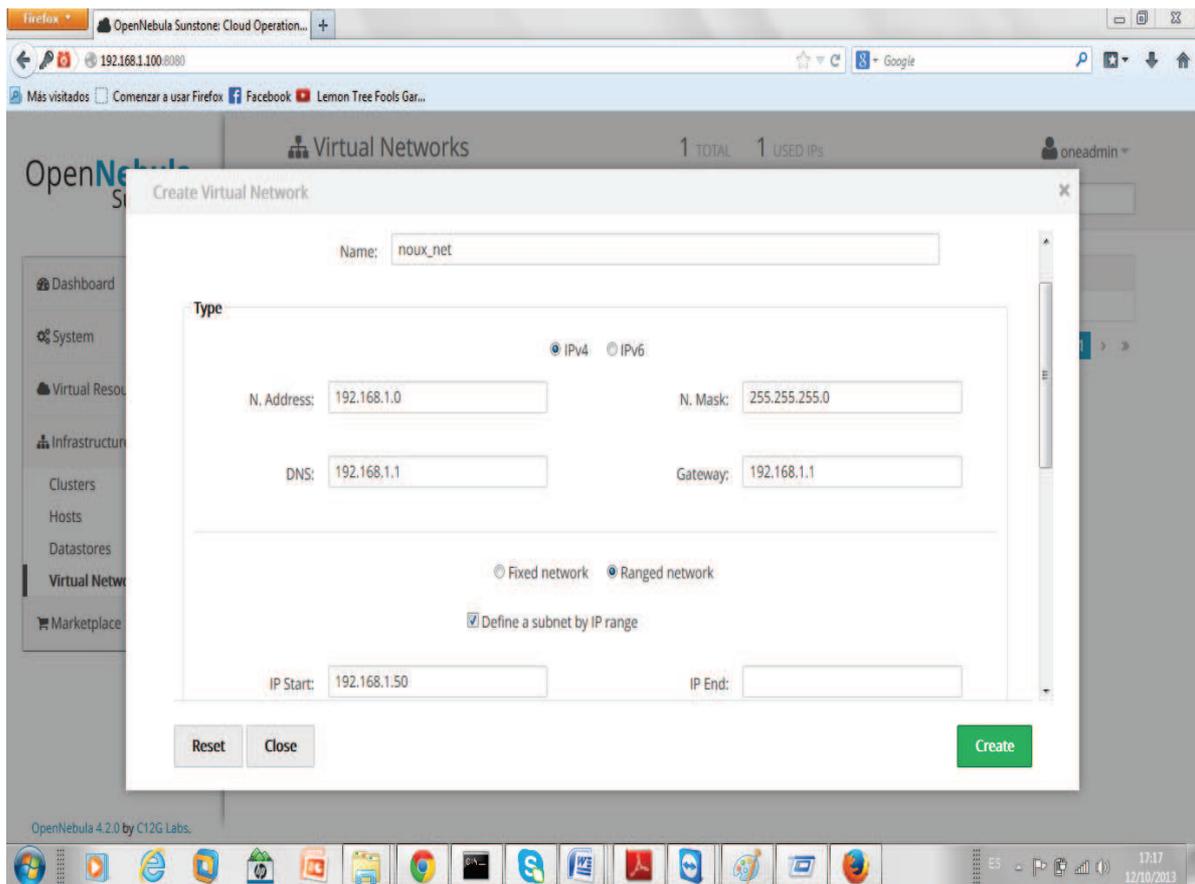
#### D.3.6.1 Administración de máquinas virtuales en Sunstone

Para administrar una VM en Sunstone, debemos seguir los siguientes pasos de configuración.

##### a. Crear red virtual de nombre `noux_net`

- Ingresar a infraestructura

- Virtual Networks
- Crear
- Definir los parámetros de la interfaz gráfica
- Definir una IP con rango y Bridge: br0



**Figura D.14:** Parámetros para crear la red virtual

Verificar la información de la red creada

- `$onevnet show <id>`

```
oneadmin@one-server: ~
oneadmin@one-server:~$ clear

oneadmin@one-server:~$ onevnet show 0
VIRTUAL_NETWORK 0 INFORMATION
-----
ID           : 0
NAME        : noux_net
USER        : oneadmin
GROUP       : oneadmin
CLUSTER     : -
TYPE        : RANGED
BRIDGE      : br0
VLAN        : No
USED LEASES : 4

PERMISSIONS
OWNER       : um-
GROUP       : ---
OTHER       : uma

VIRTUAL_NETWORK TEMPLATE
DNS="192.168.1.170"
GATEWAY="192.168.1.2"
NETWORK_ADDRESS="192.168.1.0"
NETWORK_MASK="255.255.255.0"

RANGE
IP_START    : 192.168.1.211
IP_END      : 192.168.1.240
```

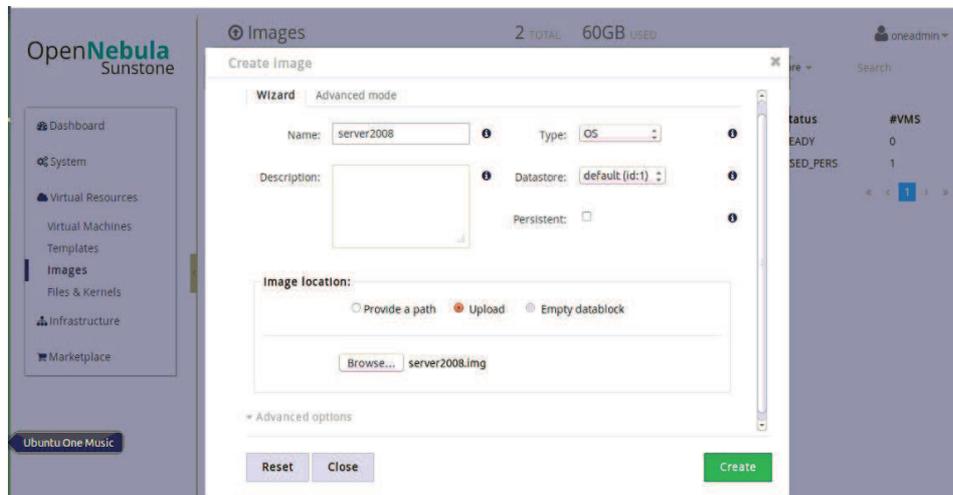
**Figura D.16:** Información de red virtual

### **b. Subir la imagen de la máquina virtual**

En la opción *images* nos ayuda a cargar la imagen anteriormente creada para posteriormente configurarla.

Nos dirigimos a:

- Recursos Virtuales
- Imágenes
- Crear
- Cargamos la imagen del servidor virtualizado



**Figura D.16:** Parámetros para crear imagen de servidor virtualizado

### c. Crear la plantilla de la máquina virtual

La plantilla ayuda a configurar los parámetros de la máquina virtual, en donde se le puede establecer la cantidad de CPU y la cantidad de memoria

Nos dirigimos a:

- Recursos Virtuales
- Plantillas (*template*)
- Crear

Al momento de crear una nueva plantilla nos despliega las siguientes pestañas:

- General
- Almacenamiento (*Storage*)
- Red (*Network*)
- OS Booting
- Input / Outout
- Context
- Scheduling

## General

En la pestaña general se configuran los parámetros de CPU y memoria en base al diseño.

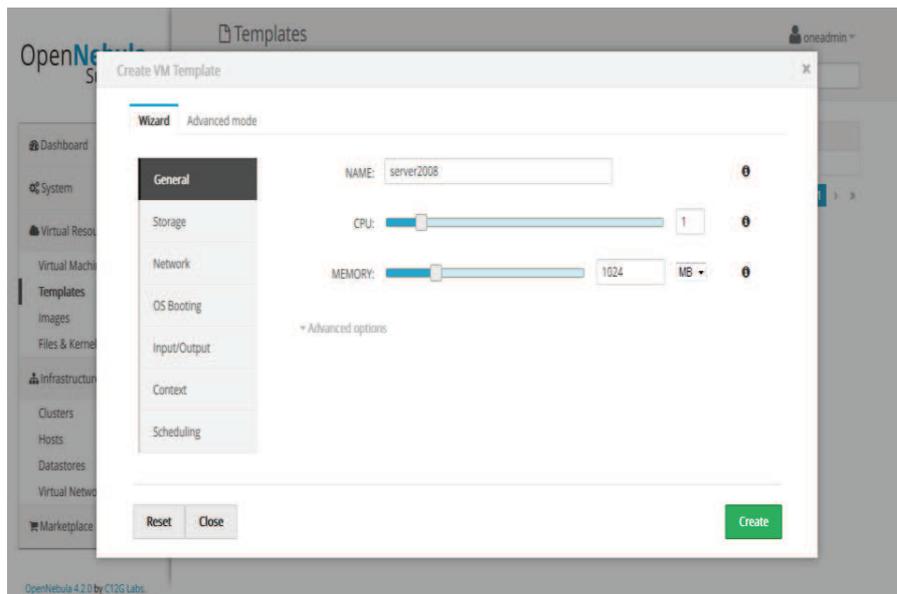


Figura D.17: Configuración de pestaña general

## Almacenamiento (Storage)

Seleccionar la imagen que se va a usar para crear la máquina virtual.

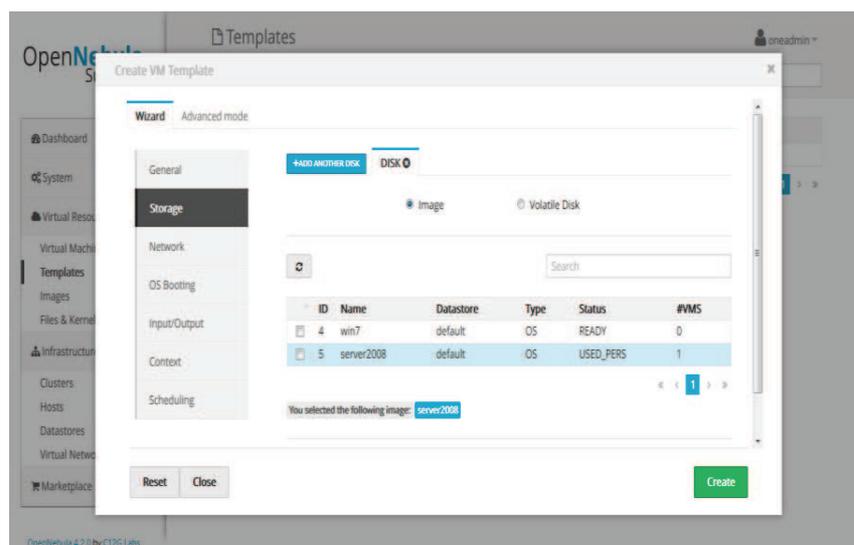


Figura D.18: Configuración de pestaña de almacenamiento

### Red (Network)

Seleccionar la red creada.

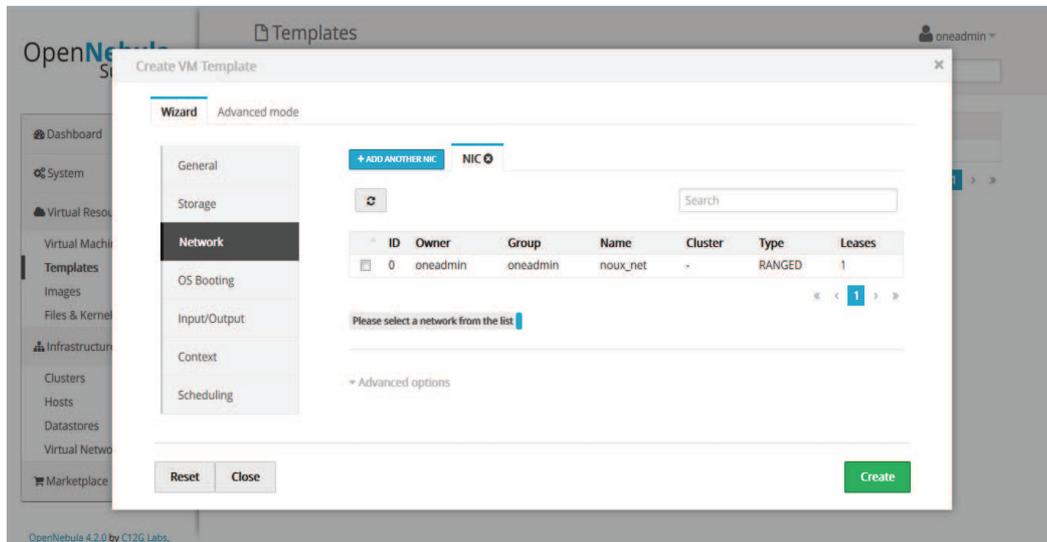


Figura D.19: Selección de red

### OS Booting

En la pestaña *OS Booting* es obligatorio elegir el tipo de arquitectura del procesador y el dispositivo de arranque.

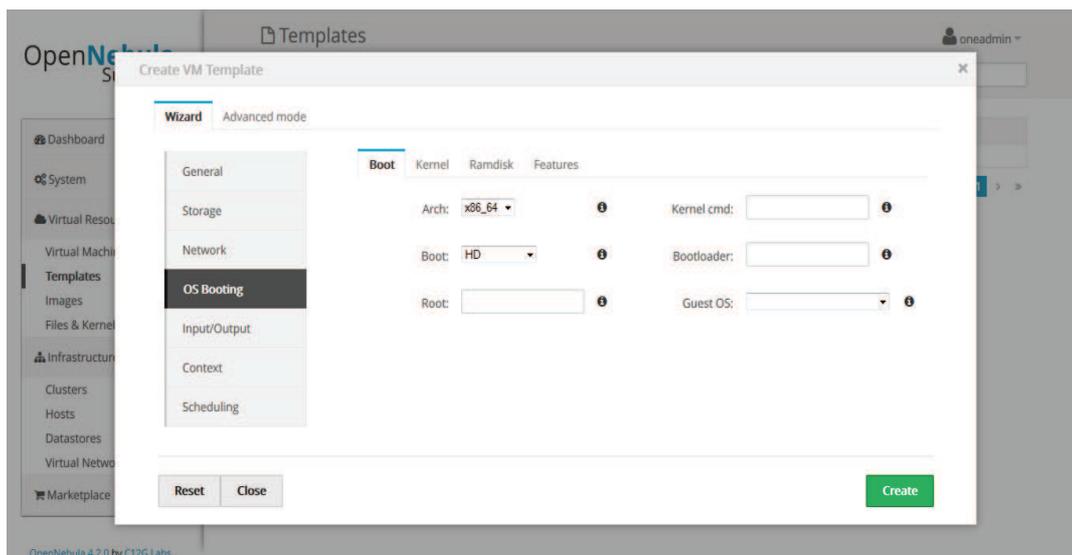
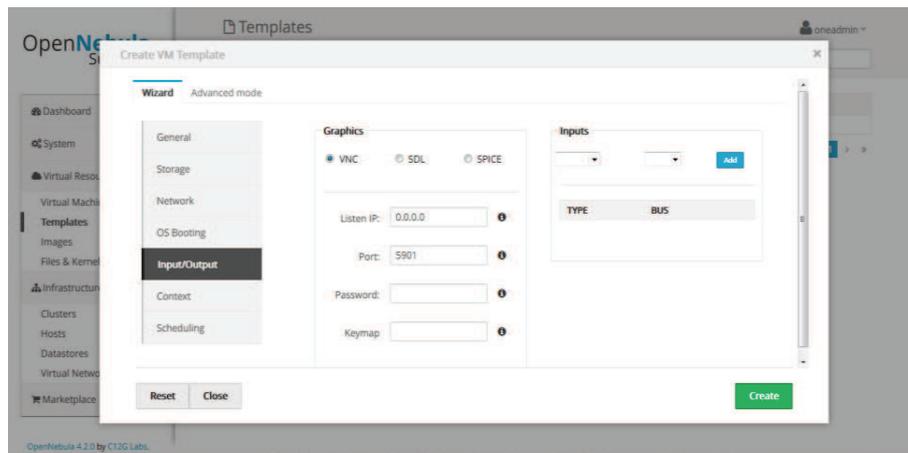


Figura D.20: Selección de tipo de arquitectura y de dispositivo de arranque

### *Input/Output*

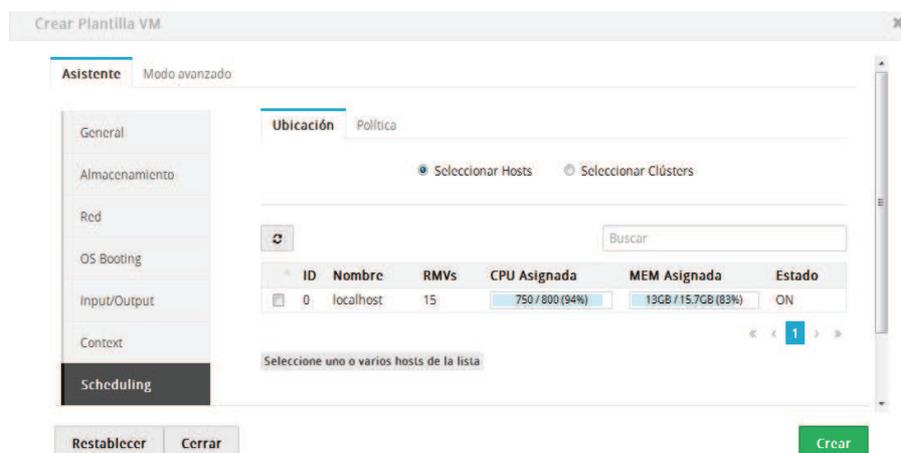
En la opción *Input/Output* se elige VNC para el acceso. Configurar la dirección IP de escucha, en el caso del presente proyecto se requiere acceso desde cualquier punto de Internet, se configura la dirección 0.0.0.0 y el puerto se los puede dejar en blanco realizándose un incremento automático cada que se crea una nueva plantilla. El rango de puertos permitidos es del 5900 al 65535.



**Figura D.21:** Configuración de *Input/Output*

### *Scheduling*

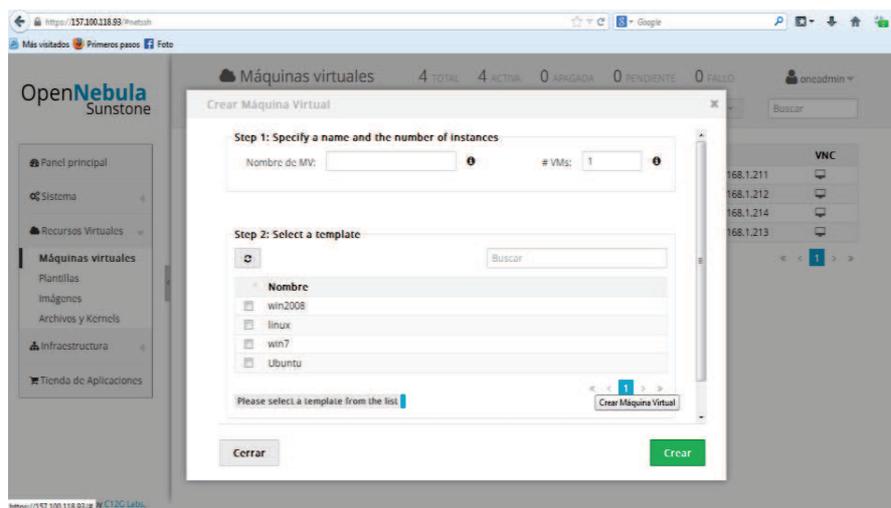
La pestaña *Scheduling* permite seleccionar el host (nodo) que permitirá la ejecución de la máquina virtual. En esta opción se puede crear diferentes plantillas tomando como referencia a la misma imagen



**Figura D.22:** Configuración de *Scheduling*

## Crear la máquina virtual

En la opción máquina virtual se puede crear las instancias de las imágenes, en donde se escoge la plantilla y se le da un nombre.



**Figura D.23:** Configuración de la máquina virtual

Una vez finalizado el proceso de configuración de la máquina virtual, se puede apreciar la información de las instancias creadas.

- \$ `onevm show <id>`

```

oneadmin@one-server: ~
VIRTUAL MACHINE 4 INFORMATION
-----
ID          : 4
NAME       : win2008
USER      : oneadmin
GROUP    : oneadmin
STATE     : ACTIVE
LCM_STATE : RUNNING
RESCHED   : No
HOST      : localhost
START TIME : 10/21 13:16:32
END TIME  : -
DEPLOY ID : one-4

VIRTUAL MACHINE MONITORING
-----
USED MEMORY : 1024M
USED CPU    : 6
NET_TX     : 1M
NET_RX     : 43.4M

PERMISSIONS
-----
OWNER      : um-
GROUP     : ---
OTHER     : ---

VM DISKS
-----
ID TARGET IMAGE          TYPE SAVE SAVE_AS
0 hda   win2008             file YES  -

VM NICs
-----
ID NETWORK      VLAN BRIDGE      IP          MAC
0 noux_net     no br0         192.168.1.211 02:00:c0:a8:01:d3
              fe80::400:c0ff:fea8:1d3

VIRTUAL MACHINE HISTORY
-----
SEQ HOST      ACTION      REAS      START      TIME      PROLOG
0 localhost  none       none     10/21 13:16:52  3d 23h00m 0h00m03s

USER TEMPLATE
-----
SCHED_REQUIREMENTS="ID=\"0\""

```

**Figura D.24:** Información de las instancias creadas

```

VIRTUAL MACHINE TEMPLATE
CONTEXT=[
  DISK_ID="1",
  ETH0_DNS="192.168.1.170",
  ETH0_GATEWAY="192.168.1.2",
  ETH0_IP="192.168.1.211",
  ETH0_MASK="255.255.255.0",
  ETH0_NETWORK="192.168.1.0",
  NETWORK="YES",
  TARGET="hdb" ]
CPU="1"
GRAPHICS=[
  LISTEN="0.0.0.0",
  PORT="5904",
  TYPE="VNC" ]
INPUT=[
  BUS="usb",
  TYPE="tablet" ]
MEMORY="1024"
OS=[
  ARCH="x86_64",
  BOOT="hd" ]
TEMPLATE_ID="4"
VMID="4"

```

Figura D.25: Información de la plantilla (*template*)

### D.3.7 INSTANCIA DE LA MÁQUINA VIRTUAL

Terminada la configuración de la máquina virtual se instancia dando clic en el botón “INSTANTIATE”, y la máquina virtual está lista para ser usada por el usuario.

The screenshot shows the OpenNebula web interface. On the left is a navigation sidebar with categories like Dashboard, System, Virtual Resources, Infrastructure, and Marketplace. The main content area is titled 'Virtual Machines' and shows a summary: 1 TOTAL, 1 ACTIVE, 0 OFF, 0 PENDING, 0 FAILED. Below this is a table with one entry:

ID	Owner	Group	Name	Status	Host	IPs	VNC
10	oneadmin	oneadmin	server2008	RUNNING	localhost	192.168.1.51	

At the bottom of the page, it says 'OpenNebula 4.2.0 by C12G Labs'.

Figura D.26: Instanciar una máquina virtual

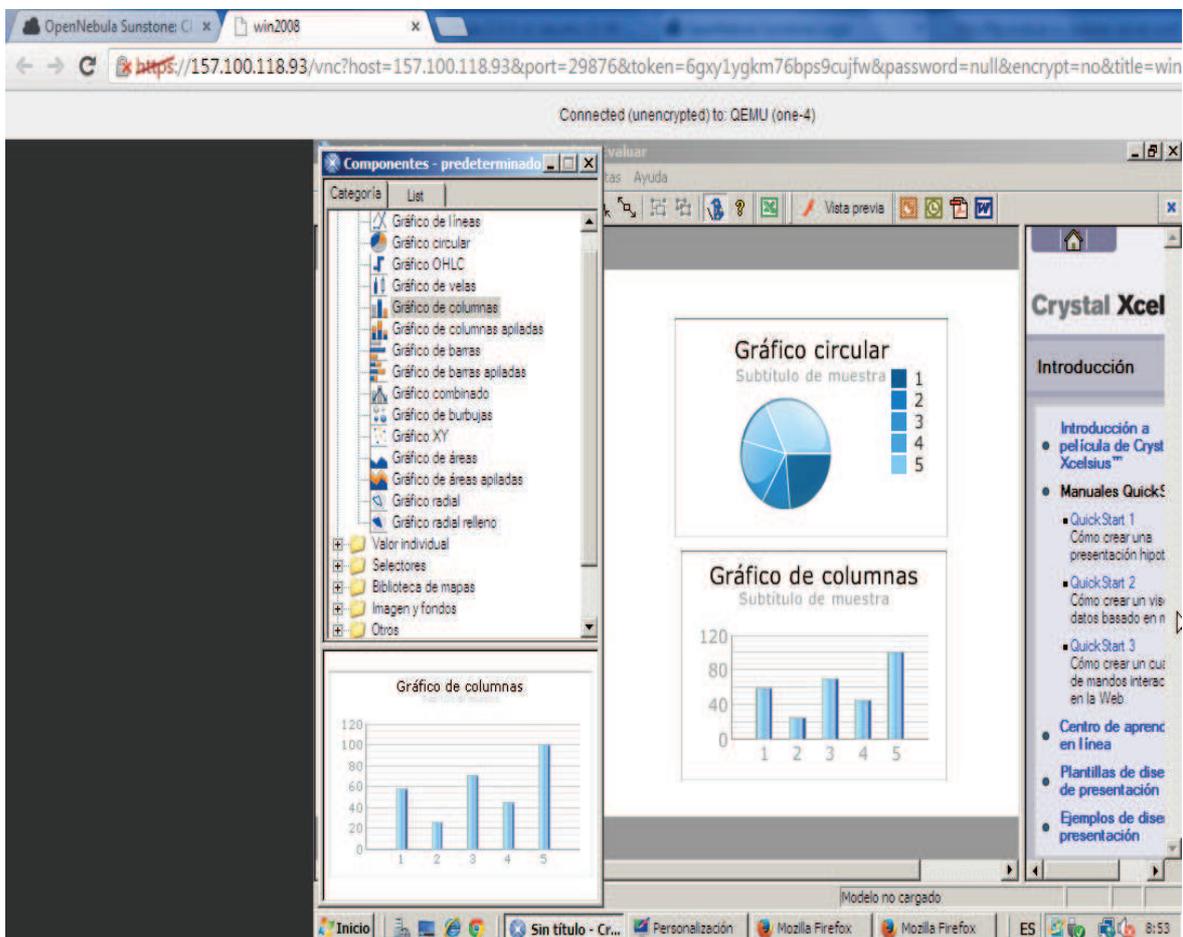


Figura D.27: Máquina virtual visualizada vía web

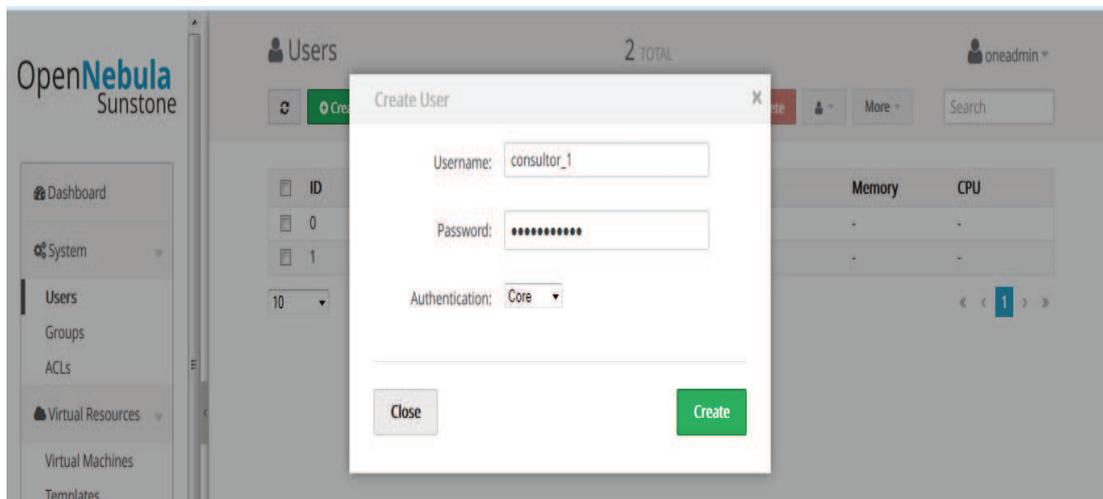
### D.3.8 ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS EN SUNSTONE

La administración y gestión de usuarios se la puede realizar a través de Sunstone, en donde se crear, eliminar y dar privilegios a los usuarios de OpenNebula.

#### D.3.8.1 Creación de usuarios

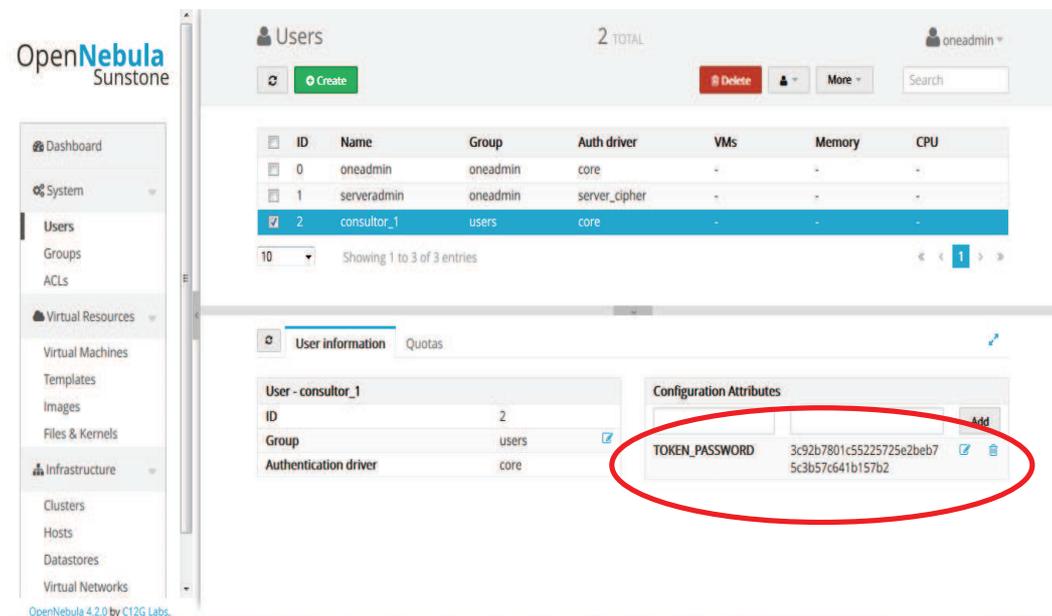
Para crear un usuario nos vamos a la opción:

- Sistema (*System*)
- Usuarios (*Users*)



**Figura D.28:** Crear usuarios en Sunstone

Las contraseñas de usuarios se almacenan de manera cifrada como se observa en la figura D.29. Adicionalmente se puede observar los atributos de cada usuario.



**Figura D.29:** Atributos de usuario

El administrador puede otorgar permisos de acceso y administración a los usuarios sobre cada máquina virtual creada

The screenshot displays the OpenNebula Sunstone interface. On the left is a navigation sidebar with categories like Dashboard, System, Virtual Resources, and Infrastructure. The main area shows the 'Virtual Machines' section with a summary bar indicating 1 total, 1 active, 0 off, 0 pending, and 0 failed. Below this is a table listing virtual machines, with one entry for ID 10, owned by 'oneadmin', named 'server2008', in a 'RUNNING' state on 'localhost' with IP '192.168.1.51'. A red circle highlights the 'Permissions' section of the 'server2008' VM details, which includes a table of permissions for 'Use', 'Manage', and 'Admin' actions, and an 'Ownership' section.

Permissions:	Use	Manage	Admin
Owner	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Group	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ownership**

Owner	oneadmin	<input type="button" value="edit"/>
Group	oneadmin	<input type="button" value="edit"/>

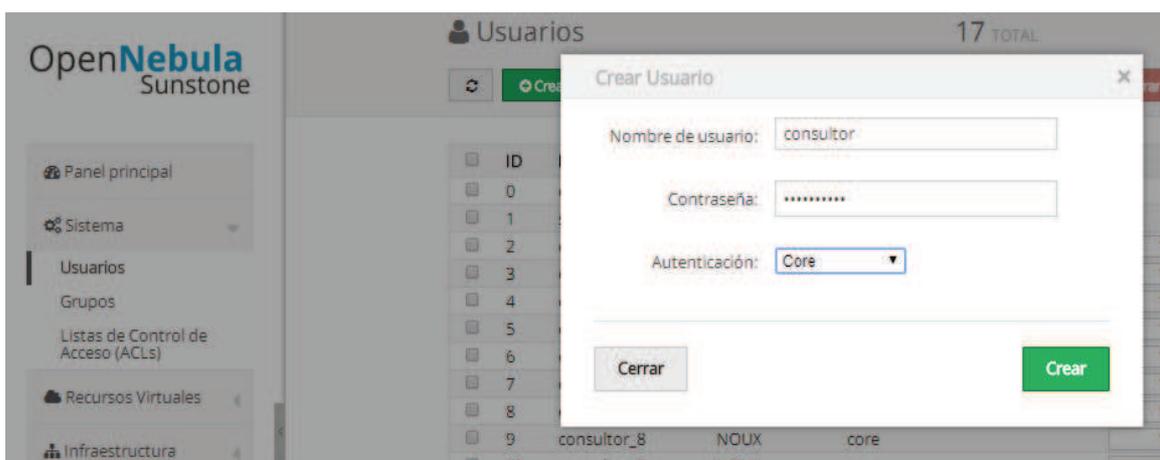
**Tags**

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Add"/>
----------------------	----------------------	------------------------------------

Figura D.30: Permisos de usuario

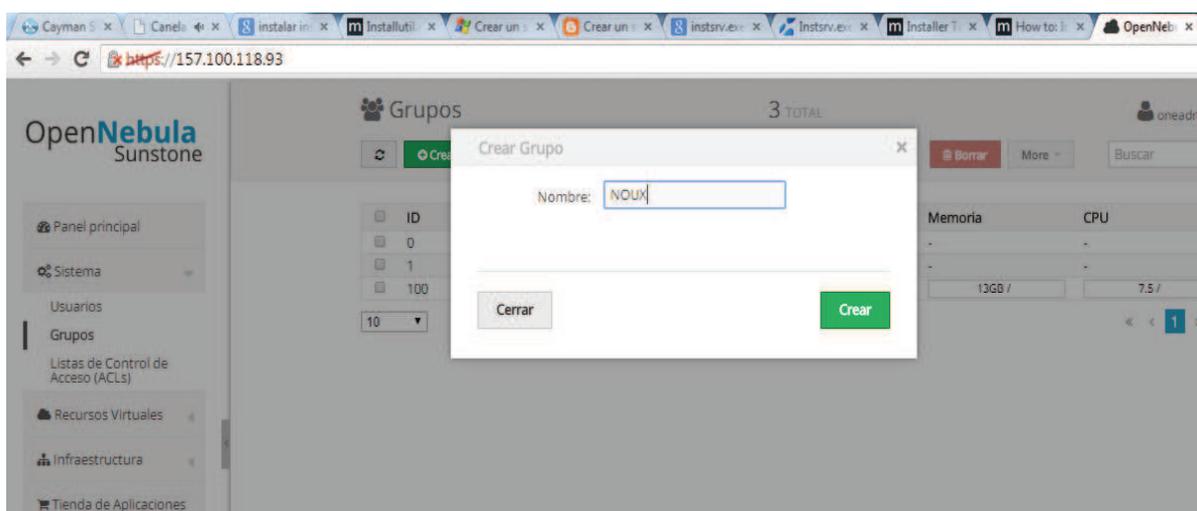
## ANEXO E: CONTROL DE ACCESO

Para realizar el control de acceso, se crea un usuario para cada máquina virtual; en la pestaña Sistema de Sunstone se elige la opción usuario y crear, como muestra la figura E.1.



**Figura E.1:** Crear usuario en Sunstone

Posteriormente se crea un grupo en donde se añadirán a los usuarios, como se muestra en la figura E.2



**Figura E.2:** Crear grupo en Sunstone

Para cada máquina virtual se le debe asignar un propietario y el grupo al cual va a pertenecer; de esta manera el administrador logra que cada usuario use la máquina virtual que se le asigne y sin opción a administrar ningún recurso. La imagen E.3 muestra como asignar a cada máquina virtual un usuario.

The screenshot displays the OpenNebula Sunstone interface for managing virtual machines. The main area shows a table of VMs with the following data:

ID	Propietario	Grupo	Nombre	Estado	Host	IPs	VNC
54	consultor_2	NOUX	2-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.213	
55	consultor_3	NOUX	3-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.214	
56	consultor_4	NOUX	4-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.215	
57	consultor_5	NOUX	5-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.216	
58	consultor_6	NOUX	6-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.217	
59	consultor_7	NOUX	7-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.218	
60	consultor_8	NOUX	8-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.219	
61	consultor_9	NOUX	9-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.220	
62	consultor_10	NOUX	10-win2008	RUNNING	localhost	192.168.1.221	

The 'Información' tab for the selected VM (ID 54) shows the following details:

- ID: 54
- Nombre: 2-win2008
- Estado: ACTIVA
- Estado LCM: RUNNING
- Host: localhost
- Tiempo de inicio: 19:52:58 01/14/2014
- Desplegar ID: one-54
- Reprogramar: no

The 'Propietario' field in the 'Propiedad' section is set to 'consultor\_2 (id:3)'. The 'Permisos' section shows 'Propietario' and 'Grupo' (NOUX) with checkboxes for 'Administrar' and 'Eliminar'.

**Figura E.3:** Asignación de máquinas virtuales a los usuarios

## ANEXO F: COTIZACIÓN DEL SERVICIO DE INTERNET

ANCHO BANDA	512KBPS	PRECIO	\$ 100	* DATOS ACTUALES
		1024KBPS		\$ 180
		2048KBPS		\$ 250

Cualquier inquietud estoy a sus órdenes.

Saludos cordiales,

**Carlos Freeman.**

Coordinador Comercial

Grupo Telconet.

Tel. (593)-7-4134501 ext. 1111

Cel. (593)-9-9372832

Mail: [cfreeman@telconet.ec](mailto:cfreeman@telconet.ec)

Av. Americas 16-10 y Heroes de V.

Cuenca - Ecuador

[www.telconet.net](http://www.telconet.net)

