

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN
ESPECIAL**

TEMA:

**DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE CLOUD PRIVADO CON
SOFTWARE LIBRE EN LA FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.**

Carlos Alberto Vásquez Ayala

Quito – 2016

AUTORÍA

Yo, Vásquez Ayala Carlos Alberto, portador de la cédula de ciudadanía No. 100242498-2, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

Vásquez Ayala Carlos Alberto

CONTENIDO

1. Introducción	I
2. Justificación.....	III
3. Antecedentes.	V
4. Objetivos	VII
4.1. Objetivo General:	VII
4.2. Objetivos Específicos:.....	VII
5. Desarrollo Caso de Estudio	1
5.1. SITUACIÓN ACTUAL Y DISEÑO DEL DATA CENTER BAJO LINEAMIENTO DE LA NORMA ANSI/TIA/EIA 942	1
5.1.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS.....	1
5.1.1.1. Subsistema De Infraestructura	1
5.1.1.2. Subsistema Mecánico	2
5.1.1.3. Subsistema Eléctrico	3
5.1.1.4. Subsistema De Telecomunicaciones	4
5.1.1.4.1. Topología de red interna	4
5.1.1.4.2. Topología de red externa.....	5
5.1.1.4.3. Cableado Estructurado	5
5.1.1.4.4. Equipos TIC y demás hardware de conexión disponible	5
5.1.2. DISEÑO DEL DATA CENTER BAJO LINEAMIENTOS DE LA NORMA ANSI/TIA/EIA 942.....	9
5.1.2.1. Subsistema De Infraestructura	9
5.1.2.1.1. Condiciones de infraestructura civil.....	9
5.1.2.2. Subsistema Eléctrico	12

5.1.2.2.1. Dimensionamiento Eléctrico	12
5.1.2.2.2. Acometida eléctrica.....	14
5.1.2.2.3. Tableros Eléctricos	15
5.1.2.2.4. Circuitos Derivados (DC).....	16
5.1.2.2.5. Protecciones Eléctricas.....	17
5.1.2.3. Subsistema Mecánico	18
5.1.2.3.1. Puerta de seguridad	18
5.1.2.3.2. Sistema de Refrigeración	19
5.1.2.3.3. Método de enfriamiento empleado.....	21
5.1.2.3.4. Cámaras de Seguridad.....	23
5.1.2.3.5. Extintores de Fuego portátiles.....	23
5.1.2.4. Subsistema De Telecomunicaciones	26
5.1.2.4.1. Topología	26
5.1.2.4.2. Cableado estructurado	28
5.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL CLOUD PRIVADO BAJO PLATAFORMAS LIBRES Y DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS UTILIZANDO EL ESTÁNDAR ISO IEC IEEE 29148.....	32
5.2.1. INTRODUCCIÓN	32
5.2.2. MODELO DE SERVICIO	33
5.2.3. INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO (IAAS)	34
5.2.4. TIPOS DE MODELOS DE INFRAESTRUCTURA EN CLOUD COMPUTING..	35
5.2.4.1. Cloud Pública	35
5.2.4.2. Cloud Privado.....	36
5.2.4.3. Cloud Híbrido.....	37
5.2.5. VIRTUALIZACIÓN.....	39
5.2.5.1. Definición de Virtualización.....	39

5.2.5.2. Beneficios de Emplear Virtualización.....	39
5.2.5.3. Tipo de Virtualizaciones	40
5.2.5.4. Virtualización Completa	41
5.2.5.4.1. Paravirtualización.....	42
5.2.5.5. Hypervisores.....	42
5.2.5.5.1. Hipervisores de Tipo 1	43
5.2.6. PLATAFORMA OPENSATCK	46
5.2.6.1. Introducción a Openstack.....	46
5.2.6.2. ¿Qué es Openstack?	46
5.2.6.3. Sistemas de Openstack	46
5.2.6.3.1. Openstack Dashboard Horizon.....	47
5.2.6.3.2. Openstack Compute (Nova).....	47
5.2.6.3.3. Openstack Networking (Neutrón)	48
5.2.6.3.4. Openstack Object Storage Swift	48
5.2.6.3.5. OpenStack Block Storage (Cinder)	49
5.2.6.3.6. Identify service (Keystone)	50
5.2.6.3.7. Image Service (Glance).....	51
5.2.6.3.8. Openstack Object Storage (Ceilometer).....	51
5.2.6.3.9. Orquestación (Heat)	51
5.2.6.3.10. Base de Datos (Trove).....	51
5.2.6.4. Arquitectura de Openstack	53
5.2.6.4.1. Arquitectura Conceptual	53
5.2.6.5. Arquitectura técnica de Openstack.....	55
5.2.6.5.1. Nodo Simple.....	55
5.2.6.5.2. Nodo Doble	56
5.2.6.5.3. Multi Nodo	56

5.2.6.6. Imágenes.....	56
5.2.6.7. Instancias	57
5.2.6.8. Almacenamiento en Openstack.....	58
5.2.6.8.1. Almacenamiento efímero	58
5.2.6.8.2. Volúmenes persistentes	58
5.2.6.9. Sabores	58
5.2.6.10. Versiones de Openstack	59
5.2.7. PLATAFORMA EUCALYPTUS	61
5.2.7.1. Características principales.....	62
5.2.7.2. Infraestructura de Eucalyptus.....	63
5.2.7.3. Requerimientos de Hardware	66
5.2.7.4. Requerimientos de red para Eucalyptus	66
5.2.7.5. Modo de configuración de Eucalyptus.....	67
5.2.7.5.1. Managed – NoVLAN	70
5.2.8. PLATAFORMA OPENNEBULA	70
5.2.8.1. Características	71
5.2.8.2. Arquitectura del sistema.....	71
5.2.8.3. Arquitectura funcional.....	71
5.2.8.4. Descripción de los subsistemas de OpenNebula	73
5.2.8.5. Subsistema de administración de la plataforma	73
5.2.8.6. Subsistema de virtualización.....	76
5.2.8.7. Subsistema de almacenamiento (Storage).....	78
5.2.8.8. Subsistema de red.....	78
5.2.8.9. Subsistema de monitorización.....	81
5.2.8.10. Subsistema de autenticación.....	81
5.2.8.11. Subsistema de base de datos.....	82

5.2.8.12. Subsistema de escalado híbrido.....	83
5.2.9. REQUERIMIENTOS DE GESTOR DE INFRAESTRUCTURA IaaS	83
5.2.9.1.1. REQUISITOS ESPECÍFICOS	83
5.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CLOUD PRIVADO EN UNA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE Y DISEÑO DE APLICACIONES.	88
5.3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	89
5.3.2. Requerimientos de Hardware	95
5.3.3. Levantamiento de Infraestructura.....	96
5.3.4. Configuración de Máquinas Virtuales o Instancias.....	101
5.3.5. Diseño de la telefonía IP a través del Cloud Computing bajo la plataforma de software libre GNU/LINUX.....	102
5.3.5.1. Dimensionamiento del sistema de telefonía IP a través del Cloud Computing.....	102
5.3.5.1.1. Capacidad de la instancia en la plataforma de virtualización.	102
5.3.5.1.2. Método de cálculo de ancho de banda para VoIP	103
5.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DIMENSIONAMIENTO DE ENLACES.....	111
5.4.1. Pruebas de interoperabilidad	112
5.4.1.1. Comprobación del acceso a la consola VNC	112
5.4.2. Pruebas de Compatibilidad.....	113
5.4.2.1. Pruebas con Sistemas Linux.....	113
5.4.3. Pruebas de rendimiento	114
5.4.3.1. Plataforma OpenNebula	115
5.4.3.1.1. Prueba con 5 Máquinas virtuales	116
5.4.3.1.2. Prueba con 10 Máquinas virtuales	116
5.4.3.1.3. Prueba con 15 Máquinas virtuales	118
5.4.3.2. Plataforma OpenStack.....	120
5.4.3.2.1. Consumo del CPU OpenStack	120

5.4.3.3. Consumo de la Memoria RAM OpenStack.....	123
5.4.4. Plataforma Eucalyptus.....	124
5.4.4.1. Consumo del CPU Eucalyptus	124
5.4.4.2. Consumo de la Memoria RAM Eucalyptus	127
5.4.5. Pruebas de Medición de Ancho de Banda.....	129
5.4.5.1. Plataforma OpenStack.....	129
5.4.5.1.1. Máquinas Virtuales	129
5.4.5.2. Plataforma Eucalyptus.....	130
5.4.5.3. Plataforma OpenNebula	130
5.4.5.3.1. Tráfico de entrada.....	131
5.4.5.3.2. Trafico de Salida	132
5.4.6. Prueba a nivel local	133
5.4.6.1. Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo SIP	140
5.4.6.2. Prueba entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVPMV protocolo SIP	143
5.4.6.3. Prueba entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo IAX	145
5.4.6.4. Prueba de conectividad a nivel local	147
5.4.6.5. Prueba de conectividad entre el servidor PBX-FICA y servidor Elastix de la Universidad.....	148
5.4.6.6. Resultados de las pruebas.....	149
5.4.7. Dimensionamiento de Enlaces	154
5.5. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DEL PROYECTO.....	155
5.5.1. Estimación de costos para implementar el proyecto	155
5.5.1.1. Costo de Inversión.....	155

5.5.1.2. Costos y gastos	156
5.5.1.3. Ingresos	159
5.5.1.4. Flujos de Caja.....	160
5.5.1.5. TIR, VAN Y Análisis costo beneficio	160
6. Conclusiones y Recomendaciones	163
6.1. Conclusiones	163
6.2. Recomendaciones.....	166
ANEXOS.....	172
• Anexo A.	172

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de Planchas en el Piso Técnico	11
Figura 2 Distribución de racks en el CDP	22
Figura 3 Ubicación de cámaras CDP FICA	23
Figura 4 Ubicación de extintores en el CDP	26
Figura 5 Arquitectura de Red implementada	27
Figura 6 Reubicación del rack de comunicaciones de la Facultad.....	29
Figura 7 Distribución de equipos TIC en los racks de comunicaciones	31
Figura 8 Descripción de Modelos de Servicios de Cloud Computing	34
Figura 9 Esquema de servicios ofrecidos por IASS y herramientas de gestión ofrecidas al usuario	35
Figura 10 Visualización de la estructura de la virtualización completa.....	41
Figura 11 Tipos de Hypervisores dentro de un entorno de ejecución	43
Figura 12 Arquitectura de XEN	44
Figura 13 Arquitectura Interna del Hypervisor KXM.....	45
Figura 14 Arquitectura Openstack	54
Figura 15 Sabores en Openstack	59
Figura 16 Logo Oficial Eucalyptus	61
Figura 17 Infraestructura Interna de Eucalyptus	63
Figura 18 Descripción del Controlador de Nube en Eucalyptus	65
Figura 19 Arquitectura funcional de OpenNebula	72
Figura 20 Componentes de la plataforma OpenNebula	73
Figura 21 Página principal de la plataforma OpenNebula	75
Figura 22 Vista de administrador de la plataforma OpenNebula.....	75
Figura 23 Vista de Usuario de la plataforma OpenNebula	76

Figura 24 Sistema de almacenamiento en OpenNebula.....	78
Figura 25 Sistema de autenticación de OpenNebula.....	82
Figura 26 Arquitectura Física de Equipos de la topología de Infraestructura de Cloud Privado.	90
Figura 27 Interfaz Web de OpenStack	97
Figura 28 Infraestructura de red de la plataforma de Cloud	97
Figura 29 Página principal de la plataforma instalada	99
Figura 30 Desktop de Centos que aloja Eucalyptus	100
Figura 31 Interfaz de usuario de Eucalyptus	101
Figura 32 Interfaz de Administrador de Eucalyptus	101
Figura 33 Número de troncales, modelo de Erlang B	108
Figura 34. Interfaz VNC de una MV Windows Server 2012.....	112
Figura 35. Consola del Elastix 2.5.0 instalado en la plataforma.....	114
Figura 36. Ejecución de Elastix 2.5.0.....	115
Figura 37. Ejecución de 5 MV en uso	116
Figura 38. Ejecución de 10 MV en estado de reposo.....	117
Figura 39. Ejecución de 10 MV en uso	118
Figura 40. Ejecución de 15 MV en estado de reposo.....	118
Figura 41. Ejecución de 15 MV en uso	119
Figura 42. Medición del CPU sin ninguna máquina Virtual.....	120
Figura 43. Medición del CPU con 5 máquina Virtual.....	121
Figura 44. Medición del CPU con 10 máquina Virtual.....	122
Figura 45. Medición de Memoria RAM.....	123
Figura 46. Consumo de Memoria RAM.....	123
Figura 47. Descripción del uso de CPU	124
Figura 48. Medición de uso de CPU con 5 Máquinas Virtuales	125

Figura 49. Medición de uso de CPU con 10 Máquinas Virtuales	126
Figura 50. Análisis de la memoria RAM actual del servidor sin ejecutarse ninguna VM	127
Figura 51. Análisis de Memoria RAM cinco instancias	128
Figura 52. Análisis de memoria RAM con la creación de 10 imágenes	128
Figura 53. Medición de Ancho de Banda con 15 máquinas virtuales.....	129
Figura 54. Visualización de análisis del ancho de banda al ejecutarse dos máquinas virtuales	130
Figura 55. Medición de paquetes de entrada en Exinda.....	131
Figura 56. Medición del tráfico de salida con el Exinda.....	132
Figura 57. Gráfica del tráfico de VoIP a nivel local red DDTI.....	134
Figura 58. Número de llamadas detectadas a nivel local	135
Figura 59. Tráfico RTP a nivel local.....	136
Figura 60. Rendimiento del servidor de Elastix	136
Figura 61. Memoria RAM, buffer servidor Elastix.....	137
Figura 62. Tráfico de red Elastix PBX-FICA	137
Figura 63. Tráfico de entrada servidor Exinda.....	139
Figura 64. Tráfico de salida servidor Exinda	140
Figura 65. Establecimiento de una llamada con SIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP ..	141
Figura 66. Gráfica del tráfico de VoIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP	142
Figura 67. Análisis de un paquete RTP capturado entre PBX-FICA y PBX-AHSVP.....	143
Figura 68. Gráfica del tráfico de VoIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV	144
Figura 69. Análisis de un paquete RTP capturado entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV	145
Figura 70. Establecimiento de una llamada con IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP .	146
Figura 71. Culminación de una llamada con IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP	146
Figura 72. Establecimiento de una llamada a nivel local	147

Figura 73. Establecimiento de una llamada a través de la troncal con servidor UTN	148
Figura 74. Llamada desde servidor PBX-FICA al servidor Elastix de la UTN	149
Figura 75. Configuración Interfaces de red.....	172
Figura 76. Reiniciar Servicio de Interfaces	173
Figura 77. Actualización de paquetes	173
Figura 78. Ruta de repositorio de Devstack	174
Figura 79. Comando de Verificación de versión de Openstack Liberty	175
Figura 80. Ingresar al Directorio Devstack	175
Figura 81. Visualización de contraseñas	175
Figura 82. Permisos archivo local.conf	176
Figura 83. Proceso de descarga de scripts.....	176
Figura 84. Proceso de Finalización	177
Figura 85. Servicios disponibles	177
Figura 86. Características de virtualización	178
Figura 87. Habilitación de Repositorios OpenNebula	179
Figura 88. Actualización de Repositorios OpenNebula	180
Figura 89 Instalación paquetes forntend	180
Figura 90. Ssunstone-server.conf	181
Figura 91. Reinicio de demonio opennebula-sunstone	181
Figura 92. UNetnootin.....	183
Figura 93. Eucalyptus Faststart ISO.....	184
Figura 94. Preparación el dispositivo USB	185
Figura 95. Instalar CentOS 6 con Eucalyptus Cloud-in-a-box.....	185
Figura 96. Prueba de contenido del disco de instalación	186
Figura 97. Selección de distribución de teclado.....	187

Figura 98. Selección de idioma del Sistema Operativo	187
Figura 99. Configuración de interfaces de red	188
Figura 100. Selección de Interfaz de red.....	189
Figura 101 Establecer inicio automático de interfaz de red	189
Figura 102. Configuración manual de interfaz de red.....	190
Figura 103. Parámetros de Red	190
Figura 104. Parámetros de red servidor Eucalyptus.....	191
Figura 105. Selección de zona horaria	192
Figura 106. Configuración de contraseña de administrador	192
Figura 107. Configuración de rango de IP públicas	193
Figura 108. Selección de espacio de Almacenamiento	194
Figura 109. Cambios de configuración de almacenamiento	194
Figura 110. Instalación Sistema Operativo	195
Figura 111. Instalación Eucalyptus	195
Figura 112. Instancias en Openstack.....	197
Figura 113. Lanzar Instancia.....	198
Figura 114. Formulario de Instancia	199
Figura 115. Selección de Sabor.....	199
Figura 116. Selección de Clave de Instancia.....	200
Figura 117. Instancia Activa	201
Figura 118. Asociación de IP Flotante	201
Figura 119. Generación de la clave de la instancia	202
Figura 120. Características de la instancia, donde no especifica el volumen	203
Figura 121. Características de configuración del Volumen de una instancia.	204
Figura 122. La creación de volumen y asociación correcta	204

Figura 123. Plataforma de OpenNebula	205
Figura 124. Virtual Resources.....	206
Figura 125. Images	206
Figura 126. Agregar nueva imagen	207
Figura 127. Datos de nueva imagen	207
Figura 128. Asignación de nombre a imagen ISO	208
Figura 129. Elección de “Type”	208
Figura 130. Elección de “Datastore”	209
Figura 131. Selección de la ISO	209
Figura 132. Archivo ISO	210
Figura 133. Archivo ISO listo para cargar	210
Figura 134. Advanced Options.....	211
Figura 135. Prefijo de dispositivo de almacenamiento	211
Figura 136. Listado de imágenes ISO	212
Figura 137. Pantalla principal OpenNebula	213
Figura 138. Menú Templates	214
Figura 139. Selección de imagen	214
Figura 140. Creación de disco de almacenamiento para instalación.....	215
Figura 141. Selección de red	215
Figura 142. Selección de formato de imagen y tipo de booteable	216
Figura 143. Selección de tipo de interfaz grafica	216
Figura 144. Detalles Menú template - Contenido	217
Figura 145. Menú template Schduling	217
Figura 146. Creación de plantilla	218
Figura 147. Añadir Máquina Virtual.....	218

Figura 148. Configuración de nombre de instancia	219
Figura 149. Creación de Máquina Virtual (instancia).....	219
Figura 150. Descarga de Zoiper	220
Figura 151. Proceso de instalación.....	221
Figura 152. Fundamentos de licencia de uso del programa	221
Figura 153. Selección de componentes	222
Figura 154. Elección del lugar de almacenamiento del programa	222
Figura 155. Selección del menú de inicio	223
Figura 156. Elección de un grupo de usuarios	223
Figura 157. Finalización de los parámetros de instalación	224
Figura 158. Carga de componentes del programa.....	224
Figura 159.Finalización de la instalación.....	225
Figura 160. Interfaz de inicio del programa	225
Figura 161. Creación de cuenta.....	226
Figura 162. Elección de protocolo de comunicación	226
Figura 163. Ingreso de parámetros de usuario	227
Figura 164. Nombre de la cuenta de usuario.....	227
Figura 165. Finalización de la creación de la cuenta de usuario.....	228
Figura 166. Descarga del programa desde App. Store	229
Figura 167. Ingreso a opciones	229
Figura 168. Ingreso a cuentas de usuario	230
Figura 169. Creación de una nueva cuenta	230
Figura 170. Confirmación de la cuenta	231
Figura 171. Configuración manual de una cuenta de usuario	231
Figura 172. Elección de protocolo de comunicación	232

Figura 173. Configuración de los parámetros de extensión	232
Figura 174. Configuración de nombre de cuenta	233
Figura 175. Configuración de dirección IP	233
Figura 176. Configuración de nombre de usuario	233
Figura 177. Configuración de clave	234
Figura 178. Verificación de la extensión creada	234
Figura 179. Comprobación de llamada	235

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de los racks disponibles	6
Tabla 2 Servidores de la Facultad FICA	8
Tabla 3 Características que debe cumplir el espacio físico de un Centro de Datos	10
Tabla 4 Cálculo de la carga eléctrica del Centro de Datos.....	13
Tabla 5 Dimensionamiento de acometida eléctrico comercial.....	15
Tabla 6 Circuitos Derivados a instalar en el CDP.....	16
Tabla 7 Diámetro mínimo de conductores.	17
Tabla 8 Rangos eléctricos seguros para la protección de un circuito derivado.....	18
Tabla 9 Dimensionamiento del Sistema de Refrigeración	20
Tabla 10 Tamaño y ubicación de extintores de fuego para peligros de Clase A.	24
Tabla 11 Tamaño y ubicación de extintores de fuego para peligros de Clase B.....	25
Tabla 12 Características de los racks disponibles	29
Tabla 13 Resumen de los modelos de infraestructura del Cloud Computing	38
Tabla 14 Componentes Openstack.....	52
Tabla 15 Listado de Proyectos de Openstack.....	59
Tabla 16 Requerimientos de Hardware de faststart	66
Tabla 17 Tabla comparativa de los Hipervisores	80
Tabla 18 Requerimientos Funcionales	85
Tabla 19 Requerimientos no Funcionales	87
Tabla 20 Servidores implementados en el Datacenter FICA	91

Tabla 21 Switches del centro de datos de la FICA	94
Tabla 22 Requerimientos de Sistemas Operativos para Infraestructura de Cloud.....	95
Tabla 23 Características de servidor Elastix	102
Tabla 24 Resumen de llamadas Elastix ELX5000	106
Tabla 25 Plan de numeración FICA	109
Tabla 26 Plan de numeración de extensiones participantes proyecto del Cloud	109
Tabla 27 Plan de numeración de docentes	110
Tabla 28 Requerimientos S.O. Elastix 2.5.0	113
Tabla 2. Descripción de parámetros de análisis de la Memoria RAM en Eucalyptus	127
Tabla 30. Resultados pruebas técnicas	149
Tabla 31. Resultados pruebas de conectividad.....	152
Tabla 32. Resultados pruebas de conectividad.....	153
Tabla 32. Inversión del Proyecto.....	156
Tabla 33. Costo por talento humano	156
Tabla 34. Cálculo de talento humano con beneficios de ley	157
Tabla 35. Gastos del proyecto de Cloud computing	157
Tabla 36. Depreciación de Infraestructura	158
Tabla 37. Depreciación de equipos de comunicación	158
Tabla 38. Costos de servicio del cloud computing.....	159
Tabla 39. Flujos de Caja.....	160
Tabla 40. Indicadores Financieros	161

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo del tamaño de trama	104
Ecuación 2 Tamaño de la trama en bits.....	105
Ecuación 3 Paquetes transmitidos por segundo	105
Ecuación 4 Cálculo ancho de banda.....	105
Ecuación 5 Ancho de banda llamada simultaneas	107
Ecuación 6 Flujo de tráfico	108

1. Introducción

La computación en la nube está cambiando la perspectiva de los servicios en Internet, con la promesa de servicios más baratos y flexibles. En este escenario, existen dos aproximaciones posibles la opción de desplegar una infraestructura propia, la cual implica comprar el equipamiento necesario, instalar y mantener la infraestructura (denominado cloud privado) o confiar en un proveedor público de computación en la nube (cloud público) que ofrece alquilar estos servicios a un coste que depende del uso de los mismos.

Hoy en día, la significativa falta de estandarización en las soluciones ofrecidas por las diferentes empresas desarrolladoras de software para el despliegue de clouds privados suponen un reto para gestores de red interesados en su implantación. Por esta razón están surgiendo una línea en el desarrollo e implementación de soluciones en la nube basadas en software libre, como OpenNebula, OpenStack o Eucalyptus.

Como antecedente en la Universidad Técnica del Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación (CIERCOM) se desarrolló un proyecto Prometeo que lo auspicia SENESCYT con el tema “Estudio de los beneficios y caracterización del rendimiento de la migración de servicios y aplicaciones universitarias a la nube” a cargo del PhD José Luis García Dorado, con un grupo de docentes de CIERCOM, el cual en sus recomendaciones estableció la necesidad de realizar la implementación de infraestructura de cloud que soporte aplicaciones universitarias.

Es así que el presente caso de estudio tiene como finalidad la Implementación de una infraestructura de Cloud privado que brinde el acceso a servicios con software libre, prestando especial atención a aplicaciones con fines universitarios en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.

Para esto se estudiará la norma ANSI/EIA/TIA 942 para diseño de Data Center de la cual se determinan los lineamientos y parámetros básicos del mismo, se pondrá énfasis en puntos como piso falso, cielo falso, tipo de pintura, seguridades en el acceso, sistemas de enfriamiento, ubicación y distancias entre equipos, cableado estructurado interno; que permita alojar los servidores y equipos de red del servicio de Cloud.

Se realizara una recopilación de datos sobre las características y beneficios que ofrece un Cloud privado y de igual manera de las plataformas en software libre, además se investigará sobre los requerimientos para la implementación del Cloud en base a estas plataformas, para lo cual se recopilará manuales y tutoriales que indiquen el proceso a seguir para la instalación e implementación.

Se procederá con la Implementación de un Cloud privado basado en una plataforma de software libre OpenNebula, OpenStack y Eucalyptus realizando su instalación en servidores físicos para prestar servicios de infraestructura a través del Cloud; luego se diseñan aplicaciones para brindar servicios y que la comunidad de la Facultad tengan acceso a la utilización de los mismos.

Se realizará las pruebas de funcionamiento de la plataforma implementada ofreciendo el servicio de máquinas virtuales y aplicaciones con fines universitarios tanto a

estudiantes y docentes de la Facultad, para lo cual se les proporcionará un acceso a cada uno de los estudiantes y puedan gestionar desde la internet máquinas virtuales, las mismas que se encontrarán alojadas en el servidor con Solución de Cloud Privado.

Como parte final del presente caso de estudio se deberá realizar un análisis del rendimiento, características y beneficios que ofrecen las plataformas de Cloud privado con software libre, que permita determinar mejoras en los servicios ofrecidos a la comunidad universitaria así como el análisis de tráfico para determinar los parámetros adecuados de dimensionamiento de enlaces de comunicación.

Posteriormente se realizará un análisis costo beneficio del proyecto que servirá como base para la implementación de la infraestructura de cloud privado con software libre en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.

2. Justificación

El Cloud Computing y los servicios que este ofrece, cada vez son mucho más populares; ya que las instituciones poco a poco van migrando a esta plataforma, debido a los beneficios que obtienen de la misma.

Esta plataforma de Cloud Computing, ha sido adquirida tanto por empresas como instituciones educativas, ya que presenta ventajas con relación al sistema tradicional de servicios. Entre los mayores beneficios que se puede observar se encuentra la reducción de costos de hardware, debido a que se implementará la Infraestructura como Servicio (IaaS),

con lo cual se pretende eliminar los servidores físicos e implementarlos virtualmente en la nube. (ProspecNet, 2010)

Otro punto a favor es la independencia de su ubicación geográfica, ya que tanto los datos y servicios que se montan en la nube pueden ser buscados por los usuarios desde cualquier lugar con acceso a Internet, por lo que no necesita encontrarse físicamente en las instalaciones de la Universidad. (Andradas, 2014)

Los gobiernos exigen a las organizaciones ser más “verdes”, evitando que sus negocios dañen al medio ambiente, al utilizar los recursos de manera más eficiente, el gasto de energía es menor que el que exigen las infraestructuras de TI de los usuarios; en tal razón desde el punto de vista ecológico el uso de servicios en la nube es muy viable, ya que reduce la huella de carbono al ahorrarse recursos y componentes físicos, los mismos que pasan a ser virtuales dentro de la nube. (TheGuardian, 2011)

La plataforma de Cloud Computing bajo un sistema de Software Libre proporciona mayor ampliación de servicios, además de permitir la compatibilidad de los mismos a través de Cloud públicos como Amazon, flexibilidad y eficiencia al ser menores los gastos, por medio del uso de sistemas que se encuentren alojados en el Cloud.

Sin embargo en la Universidad no existe un estudio idóneo de Cloud Computing que se encuentre dirigido a efectivizar recursos tecnológicos y laboratorios en asignaturas impartidas; donde se requiere un recurso mayor al que se ofrece a los estudiantes y docentes, ya que una de las mayores dificultades es transferir gran cantidad de información de

documentos importantes y el uso de software que requieren mayores prestaciones que las que ofrecen los laboratorios físicos, esta solución se lo podría realizar a través de un servidor virtual que permita el acceso de forma remota sin mayor dificultad.

La convergencia de Cloud Computing con el uso de las plataformas dentro de una infraestructura de red, han propiciado mayor eficiencia y beneficios del manejo de la información, por lo tanto es relevante realizar el estudio y optimización del servicio de Cloud Computing en la Facultad de Ingeniería de Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte bajo plataformas libres, que permita el uso adecuado de servicios en la nube prestando especial atención a aplicaciones con fines universitarios en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la UTN.

3. Antecedentes.

El uso de tecnologías de información y comunicación orientadas a la educación son herramientas que contribuyen considerablemente en el proceso de aprendizaje en todas las carreras de Ingeniería y son herramientas que las universidades han empezado a implementar en la actualidad para el mejoramiento del aprendizaje.

La Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, forma parte de la UTN, y actualmente cuenta con varios laboratorios de informática y redes de comunicación para el uso de estudiantes y docentes, en los cuales solo se puede acceder con la presencia o autorización de los docentes o encargados y por otra parte presentando una identificación

personal, por lo tanto las prácticas de los laboratorios en algunos casos no pueden ser desarrolladas exitosamente.

Los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas se encuentran divididos por asignaturas y son utilizados por las diferentes carreras, por lo que cada uno posee diferentes tipos de software instalado.

Cuando los estudiantes necesitan realizar sus tareas o prácticas, deben verificar en primer lugar que el laboratorio esté disponible y luego si el tipo de software instalado es el adecuado para sus actividades lo que implica inconvenientes en este proceso.

En la actualidad el manejo del Cloud Computing en la Universidad Técnica del Norte enfocado al beneficio de los estudiantes y docentes aún es imperceptible, lo que evidencia una reducida investigación con respecto a los recursos dentro de las TI, además el análisis de rendimiento y aplicación de servicios en las diferentes Facultades no poseen mayor fundamento de uso y satisfacción para los estudiantes y el desarrollo investigativo.

Por lo anteriormente expuesto se formula el problema:

**EXISTE LA FALTA DE UNA INFRAESTRUCTURA DE CLOUD PRIVADO CON
SOFTWARE LIBRE EN LA FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
APLICADAS.**

4. Objetivos

4.1. Objetivo General:

Implementar una infraestructura de cloud privado que brinde el acceso a servicios en la nube con software libre prestando especial atención a aplicaciones con fines universitarios, que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje de las carreras de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.

4.2. Objetivos Específicos:

- Diseñar un Data Center que siga los lineamientos de la norma ANSI/TIA/EIA 942 para alojar los servidores y equipos de red del Cloud de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la Universidad Técnica Del Norte.
- Realizar la recolección de información necesaria para la implementación del Cloud privado bajo la plataforma libre OpenNebula; OpenStack y Eucalyptus mediante la investigación en las diferentes fuentes de información para determinar los requerimientos necesarios utilizando el estándar ISO IEC IEEE 29148.
- Implementar un Cloud privado basado en una plataforma de software libre OpenNebula OpenStack y Eucalyptus realizando la instalación en servidores físicos para prestar servicios de infraestructura a través de la nube.

- Diseñar aplicaciones para brindar servicios a través del Cloud Computing bajo una plataforma de software libre GNU/LINUX para la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.
- Realizar pruebas de funcionamiento dando el acceso a los servicios de cloud a la comunidad de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas para determinar el rendimiento de los recursos, así como el análisis de tráfico para el dimensionamiento de enlaces e identificar posibles fallas existentes.
- Realizar un análisis costo beneficio del proyecto como base para la implementación de la Infraestructura de Cloud Privado con Software Libre en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.

5. Desarrollo Caso de Estudio

5.1. SITUACIÓN ACTUAL Y DISEÑO DEL DATA CENTER BAJO

LINEAMIENTO DE LA NORMA ANSI/TIA/EIA 942

5.1.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS.

Recopilación de información en la Facultad (FICA) para analizar en cada subsistema que conformará el nuevo Data Center, las condiciones en las que se encuentran, y determinar, si el equipamiento y/o infraestructura disponible es adecuado para formar parte de la nueva estructura de red.

5.1.1.1. Subsistema De Infraestructura

Debido a la instalación de un ascensor en el edificio, por adecuación de la infraestructura de la Facultad, la construcción de pasillos de acceso será en la parte central de todos los pisos de la edificación, atravesando y demoliendo en el primer piso, el Cuarto de Equipos TI, por lo que se tendrá que planificar la reubicación de todos los equipos de red y telecomunicaciones disponibles.

Se presentaron tres sitios como opciones para la implementación del Data Center. Después del análisis y definición del espacio físico para el Centro de Datos, ahora se procede a analizar las condiciones de infraestructura en las que la inmediatez se encuentra:

- Dimensiones lineales: 2,85 m de longitud por 3 m de ancho; para un área total de 8,55 m².
- No existen tuberías o acometidas hidráulicas sobre el techo, bajo el piso ni en inmediaciones adyacentes al espacio físico.
- Piso real cubierto de cerámica tipo mármol de colores gris-blanco.
- Cielo raso de color blanco, material frágil y combustible, instalado a una altura de 3 metros, medida desde el piso real.
- Paredes estucadas, limpias, construidas con materiales resistentes al fuego (ladrillo, arena, cemento).
- Una puerta de ingreso de madera con orientación hacia la zona de pasillos y dos ventanas con vista, una hacia el exterior y otra al interior de la Facultad.
- 350 lux de iluminación en la frontal de los racks y 62,5 lux en la posterior de los mismos, medida a un metro del piso real. Se tiene instalado una luminaria de dos lámparas fluorescentes. Las características actuales de iluminación en general no son las mejores.

5.1.1.2. Subsistema Mecánico

Al ser un área física relativamente nueva, queda claro que no se tiene instalado ningún sistema mecánico requerido por Centro de Datos, que entre los básicos se puede mencionar:

- Sensores de detección de fenómenos como fugas de humo, líquidos, presencia de fuego, calor, humedad, etc. Y sus correspondientes mecanismos de respuesta: extintores de fuego, sistema de aspersores, drenajes, entre otros.

- Puerta de seguridad con control de acceso electrónico: Únicamente se tiene una puerta de madera con una cerradura metálica de mango tradicional y aros metálicos para el uso de candados. El acceso a este lugar se lo hace a través del uso de llaves, sin ningún tipo de control en el acceso de personas.
- Los muros perimetrales del espacio físico están en la capacidad de soportar fuego directo por lo menos 2 horas, tal y como lo recomiendan las normas NFPA¹.
- Cámaras de seguridad al interior del nuevo CDP². Por ahora solo se cuenta con el Sistema de Video vigilancia del Edificio, que cubre hasta la zona de los pasillos de acceso.
- Sistema de refrigeración y Aire Acondicionado: Tal y como se encuentra el área actualmente, no es necesario la instalación de un HVAC debido a que es un espacio físico abierto, con ventilación a través de ventanas.

5.1.1.3. Subsistema Eléctrico

Las condiciones actuales del servicio e instalaciones eléctricas en el espacio físico para el nuevo CDP son:

- No se tiene una acometida eléctrica independiente para el futuro Centro de Datos. Las instalaciones eléctricas actuales del área provienen de la distribución general del Edificio.
- Las instalaciones no cuentan con protecciones eléctricas suficientes contra transitorios de voltaje y sobre-corrientes. Los tableros eléctricos instalados

¹ **NFPA:** National Fire Protection Association – Asociación Nacional de Protección Contra Fuego.

² **CDP:** Centro de Procesamiento de Datos

cuentan solo con disyuntores de salto y de conmutación. Además, no existe ningún sistema de puesta a tierra ni para el área del CDP ni para las instalaciones eléctricas de la Facultad.

- La iluminación es el único circuito eléctrico derivado al interior de la inmediación, por consiguiente, no se maneja ningún tipo de tablero eléctrico.

5.1.1.4. Subsistema De Telecomunicaciones

5.1.1.4.1. Topología de red interna

En la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, las comunicaciones y demás servicios de red se realizan a través de hardware de networking alojado en un gabinete de telecomunicaciones, que se ubica en un cuarto de bodega, en el primer piso de la Facultad. Y que, por las razones expuestas anteriormente, éste será reubicado al nuevo Centro de Datos.

Los servicios de red provienen desde el DDTI³ a través de un cable de fibra óptica de 62.5/125 μm de 6 hilos, los cuales se reciben en una bandeja específica para el arreglo, organización y distribución de cada hilo hacia un switch compatible con esta tecnología, de alta disponibilidad y capacidad de procesamiento, por medio de pigtailes de conexión. Los puertos de conexión RJ45 del switch de CORE se distribuyen a través a paneles de parcheo horizontales instalados en el rack empleando patch cords⁴ UTP Categoría 6.

³ **DDTI:** Departamento de Desarrollo Tecnológico e Información de la Universidad Técnica del Norte.

⁴ **Patch Cord:** Cable de conexión de altas prestaciones.

5.1.1.4.2. Topología de red externa

El gabinete de comunicaciones de la Facultad antes nombrado y toda su infraestructura de red, están configurados de tal manera que son el punto de redundancia del anillo principal de fibra óptica interno de toda la Universidad.

5.1.1.4.3. Cableado Estructurado

La red local de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas cuenta con cableado estructurado UTP Categoría 5e. Se tiene etiquetado tanto de los puertos de switch como de los puntos de red para las áreas de trabajo que requiere una actualización.

Sus recorridos están llevados sobre las estructuras del cielo falso, en bandejas metálicas con varillas transversales tipo malla. Los recorridos verticales no tienen canalizaciones adecuadas como bandejas anti estáticas que lo protejan de fenómenos externos como humedad, temperatura o ruido causado por los campos electromagnéticos de la red inalámbrica.

En varias zonas, el cableado supera el número de curvaturas $\geq 90^\circ$ que especifica el estándar (máximo 3 en la longitud de 90 m).

5.1.1.4.4. Equipos TIC y demás hardware de conexión disponible

Racks

El rack actual de telecomunicaciones de la Facultad (rack 1) tiene las siguientes características: Gabinete marca BEAUCOUP; de color negro; metálico; de 2 m de altura; 0,6 m de ancho y 0,8 m de profundidad; con rack interno de 4 postes con capacidad máxima de 42 UR, ⁵bien definidas y numeradas en su totalidad. La puerta frontal es 75% de vidrio y la puerta posterior esta perforada 25% para ventilación. La estructura presenta pre-perforaciones superiores e inferiores para la entrada/salida de cableado. Para facilidad de su desplazamiento, posee cuatro ruedas inferiores con sistema de bloqueo.

A través de gestiones administrativas realizadas por la Facultad y la Universidad, se ha adquirido dos racks adicionales tipo gabinetes.

La tabla 1 describe las características básicas que presentan estos equipos.

Tabla 1 Características de los racks disponibles

ÍTEM	RACK 1	RACK 2	RACK 3
Marca	BEAUCOUP	BEAUCOUP	PROTECOMPU
Alojado en Gabinete	SI	SI	SI
Material	Metálico	Metálico	Metálico
Color	Negro	Negro	Negro
Altura [m]	2	1,8	1,95
Ancho [m]	0,6	0,82	0,68
Profundidad [m]	0,8	1,05	0,99

⁵ UR: Unidad de rack (4,45cm).

Unidades de Rack [UR]	42	36	30
Rieles metálicos numerados y señalizados	SI	SI	NO
Perforaciones superiores e inferiores para la salida y entrada de cableado	SI	SI	SI
Puerta frontal con perforaciones	SI	SI	NO
Puerta posterior con perforaciones	SI	SI	SI
Profundidad de los rieles empotrados de tal forma que permitan la instalación de paneles de parcheo y organizadores de cableado	SI (150 mm)	SI (150 mm)	NO (120 mm)
Ruedas de desplazamiento	SI	SI	SI

Fuente: Infraestructura de red de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

De la tabla anterior, hay que complementar que:

- El rack 3 dispone de 30 UR con la posibilidad de aumentar a 42 UR si se retira el sistema de aire acondicionado superior que tiene instalado. Debido a que el Centro de Datos contará con sistema de refrigeración, el aire acondicionado de este rack se vuelve innecesario, agregando además que por el deterioro físico que presenta en sus componentes: alimentación eléctrica y ventoleras, no ofrece garantías de un buen desempeño.
- El rack 3 no tiene numeradas ni definidas las UR en los rieles metálicos por lo que puede usarse cualquier método válido de etiquetado para hacerlo.

Hardware de Networking

El switch de alta disponibilidad, es un switch de la marca CISCO, modelo Catalyst 4506E, con dos módulos de fibra y 3 módulos de interfaces

Se cuenta además con tres switches de 24 puertos: dos de la marca 3COM y uno de la marca CISCO Linksys modelo SR224G.

Servidores

La Facultad cuenta con varios equipos TIC⁶ que cumplen con la función de servidores (Tabla 2), distribuidos por todo el edificio en lugares poco recomendables, y que debido a la implementación del nuevo Centro de Datos, podrían ser reubicados a él.

Adicionalmente, para fomentar los proyectos de investigación de estudiantes y docentes, la Facultad ha adquirido tres servidores nuevos de la marca HP.

Tabla 2 Servidores de la Facultad FICA

	SERVIDOR	FUNCIÓN
Equipos de la	IBM System x3500 M4	Repositorio DSpace
Facultad	IBM System x3500 M4	Reactivos

⁶ TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación

	IBM System x3200 M2	DHCP FICA (Inactivo)
	HP Proliant ML150 G5	Proyecto Cloud Open Stack
	PC “Clon” (Core i3)	Administración de Biométricos
	HP Proliant ML150 G5	Servicio de encuestas y evaluación- OPINA
Equipos nuevos adquiridos	HP Proliant DL360 G9 <i>Serie: MXQ51704F7</i>	Plataforma OPENSTACK
	HP Proliant DL360 G9 <i>Serie: MXQ51500L9</i>	Plataforma EUCALYPTUS
	HP Proliant DL360 G9 <i>Serie: MXQ51704F9</i>	Plataforma OPEN NEBULA

Fuente: Administración Laboratorios de Computación FICA

5.1.2. DISEÑO DEL DATA CENTER BAJO LINEAMIENTOS DE LA NORMA ANSI/TIA/EIA 942.

5.1.2.1. Subsistema De Infraestructura

5.1.2.1.1. Condiciones de infraestructura civil

La tabla 3, muestra las características que presenta el espacio físico asignado para el Centro de Datos, de acuerdo a lo que el estándar TIA⁷ 942 propone.

⁷ **TIA:** Telecommunications Industry Association – Asociación de Industrias de Telecomunicaciones.

Tabla 3 Características que debe cumplir el espacio físico de un Centro de Datos

CARACTERÍSTICAS	CUMPLIMIENTO	
	SI	NO
Ubicación perimetral dentro del edificio.	X	
Altura mínima de 3 metros.	X	
Libre de ventanas		X
Puerta de seguridad con control de Acceso		X
No presencia de cañerías de agua y/o sanitarias sobre la inmediación	X	
Estudio de resistencia del suelo ante vibraciones sísmicas o industriales.		X
Libre de impuestos económicos.	X	
Ningún problema legal de propiedad.	X	
Condiciones ambientales dentro del rango: temperatura (15-23 °C); humedad (40-55% HR).		X
Paredes y muros de colores claros	X	
Iluminación: 500 Lux en el plano horizontal y 300 Lux en el plano vertical		X

Fuente: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones. (2008). Estándar para la infraestructura de telecomunicaciones en Centros de Datos – TIA 942.

Para mejorar las prestaciones del área, se deberá realizar adecuaciones de obra civil como: cerramiento de todo tipo de ventanas, apertura de una puerta en una zona de mayor restricción para el ingreso, pintura de color claro en los muros.

Piso Técnico

El área del Centro de Datos es de $8,55 \text{ m}^2$ ($3 \text{ m} \times 2,85 \text{ m}$), por lo que de acuerdo a las dimensiones de las planchas de piso a instalar ($61\text{cm} \times 61 \text{ cm}$) se necesitaran: 23 planchas, 42 pedestales y 62 travesaños de soporte, distribuidos y organizados como se muestran en la Figura 1.

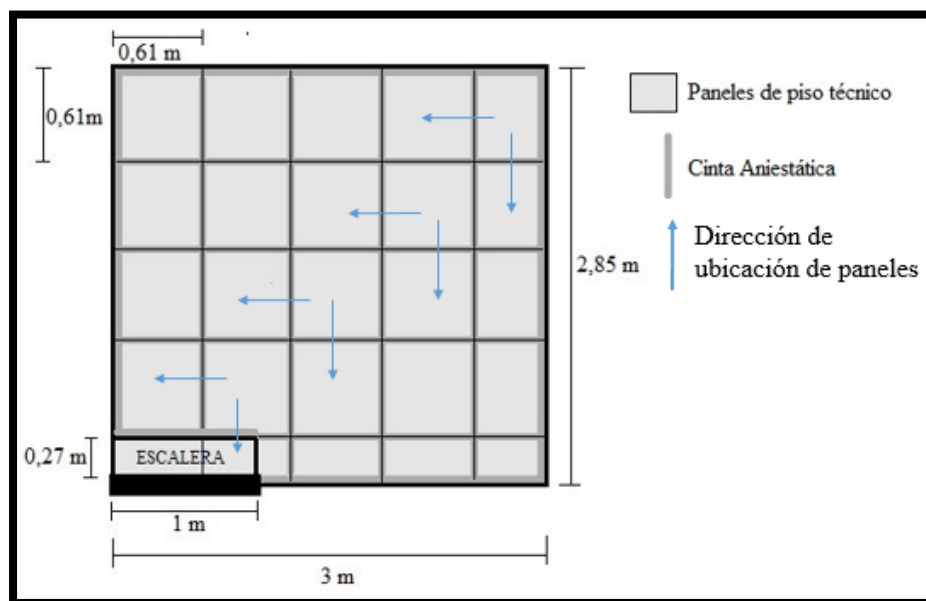


Figura 1 Distribución de Planchas en el Piso Técnico
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

La estructura de piso técnico se instalará a una altura de 35 cm sobre el piso real, con una separación máxima de 2 mm entre planchas.

Debido a las dimensiones del Data Center, no es posible la instalación de un rampa, por lo que se implementará una escalera de acceso del mismo material de las planchas de Piso Técnico instalado y de dimensiones 0,30 cm de ancho por 0,15 cm de alto, con protecciones (roda-pasos) en las esquinas angulares para evitar deterioros o golpes innecesarios.

5.1.2.2. Subsistema Eléctrico

5.1.2.2.1. Dimensionamiento Eléctrico

La tabla 4 presenta el cálculo de la carga eléctrica actual y futura requerida para el Centros de Datos. Para ello, los términos usados son:

- **Carga TIC (C1):** Sumatoria total de potencia del equipamiento TIC (obtenido de sus datasheets) multiplicado por el factor 0,67 (para un valor de potencia real y no nominal).
- **Otras cargas Críticas (C2):** Sumatoria de las potencias de otros equipamientos no TIC pero considerados críticos, multiplicada por el factor de 0,67.
- **Cargas Futuras (C3):** Crecimiento del 80% de la carga eléctrica crítica actual.
- **Carga crítica real (C4):** Debido a los picos y variaciones de consumo que pueden presentar los equipos eléctricos, se toma como precaución sobredimensionar la carga crítica total (factor de sobredimensionamiento: 1,05).
- **Carga debido a la ineficiencia el UPS (C5):** Se obtiene del producto de la carga críticas (actuales y futuras) por un factor de sobredimensionamiento 0,32 (ideal para UPS⁸ con carga y descarga de baterías).
- **Carga de iluminación (C6):** Está dada por el producto entre el espacio físico (m^2) y un factor estimado de 21,15.
- **Carga crítica total (C7):** es la suma de: carga crítica real, carga por la ineficiencia de UPS y carga de iluminación.
- **Carga para sistema de refrigeración (C8):** Dependerá de la carga eléctrica crítica que se instale (actual y futura) y el tipo de sistema d refrigeración que se

⁸ UPS: Untirrupible Power System – Sistema de Alimentación de ininterrumpida.

implemente: refrigeración y aire acondicionado (factor= 0,7); sistemas DX (factor=1).

- **Carga eléctrica total (C9):** Sumatoria de la carga crítica total y la carga para el sistema de refrigeración.

Tabla 4 Cálculo de la carga eléctrica del Centro de Datos

	EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA [W]
CARGA CRÍTICA	Servidor HP Proliant DL360 G9	3	1650 (550 c/u)
TIC	Servidor IBM System x3250 4365	1	440
	Servidor IBM System x3500 M4	2	1500 (750 c/u)
	Servidor HP Proliant ML150 G5	2	1300 (650 c/u)
	Servidor IBM System x3650 M3	1	675
	Servidor IBM System x3500 M2	1	920
	PC Servidor Biométricos (Core i3)	1	150
	Adaptador POE 80U-560g CISCO	1	100
	Switch 3COM	1	48
	Adaptadores POE para Access Point	15	180 (12 c/u)
	Switch LINKSYS 24 Puertos	1	20
	Switch Router Mikrotik 24 puertos	1	15
	Router Board Mikrotik 1100 X2 AH	1	25
	Switch CISCO Catalyst 4506 E	1	2800
		Subtotal	
	Subtotal x 0,67	C1	6581,41
OTRAS CARGAS	Control de Acceso (Biométrico [5w] + cerradura electromagnética) [6w]	1	11
CRÍTICAS	Video vigilancia NVR (alimentación POE para cámaras)	1	100
	Sistemas y mecanismos contra incendios	1	200

		Subtotal	310
		C2	207,7
CARGAS FUTURAS	[Crecimiento TIC del 80%] (C1 + C2)*0,8	C3	5431,29
CONSUMO REAL DE LAS CARGAS	[Debido a las picos de variaciones] (C1 + C2+ C3) * 1,05	C4	12831,42
INEFICIENCIA DEL UPS Y BATERÍAS	[Cargas criticas + cargas futuras] (C1 + C2+ C3) * 0,32	C5	3910,528
ILUMINACIÓN	[Factor de iluminación x Área del CDP] (21,15 x 8,5 m ²)	C6	182,75
CARGA CRÍTICA TOTAL	[Carga crítica real + Ineficiencia UPS + Iluminación] C4 + C5 + C6	C7	16924,698
CARGA PARA REFRIGERACIÓN	[Carga crítica total * 0,7] C7 x 0,7	C8	11847,2886
CARGA ELÉCTRICA TOTAL	[carga eléctrica + carga de refrigeración] C7 + C8	C9	28771,9866

Fuente: Alvear Víctor. (2012). Calculo del requisito total de potencia para centros de datos APC, pág. 10

5.1.2.2.2. Acometida eléctrica

El siguiente cálculo permitirá definir las características que debe tener la acometida:

- **Carga eléctrica reglamentaria (C10):** se sobredimensiona la carga eléctrica total (C9) con un factor de 1,25 para cumplir con los reglamentos eléctricos, principalmente el NEC⁹.

⁹ **NEC:** El Código eléctrico Nacional es un estándar estadounidense para la instalación segura de alumbrado y equipamiento eléctrico.

- **Tensión AC comercial suministrada (C11):** Es el valor de tensión en AC que suministra la empresa en sus acometidas comerciales.
- **Servicio eléctrico en amperios (C12):** Permite conocer el valor de corriente eléctrica requerida por el Centro de Datos hacia la empresa comercial.

Tabla 5 Dimensionamiento de acometida eléctrico comercial

Requisitos para cumplir con el NEC y otras reglamentaciones	[Carga eléctrica total * 1,25]	C10	35964,99 [W]
Tensión AC trifásica suministrada en la acometida comercial	Tensión en AC	C11	220 [VAC]
Servicio eléctrico requerido de la empresa comercial en [A]	$C10 / (C11 * 1,73)$	C12	94,5 [A]

Fuente: Alvear Víctor. (2012). Cálculo del requisito total de potencia para centros de datos APC, pág. 10

Entonces, se asignará una acometida eléctrica independiente para el CDP. El servicio eléctrico se recibirá en la zona de acometidas y deberá ser de características: trifásica con tensión de 110/220 [VAC] y 95 [A] como mínimo (Tabla 5).

5.1.2.2.3. Tableros Eléctricos

Se instalará por lo menos dos tableros eléctricos: un tablero general principal para recibir la acometida eléctrica comercial y ubicar sus protecciones eléctricas; un tablero eléctrico secundario de características menores al general para el manejo de circuitos derivados eléctricos.

5.1.2.2.4. Circuitos Derivados (DC)

La capacidad máxima de carga eléctrica para cada circuito derivado será 20 [A]. Sin embargo, por razones de protección, la distribución del consumo eléctrico en ellos deberá ser tal que, no se supere el 80% (16 amperios) de su capacidad total. La cantidad y asignación de los circuitos derivados que se necesitan para el CDP se detallan en la Tabla 6. Para futuras cargas independientes de consumo superior a lo establecido, se diseñará e instalará circuitos derivados específicos.

Tabla 6 Circuitos Derivados a instalar en el CDP

No. De Circuitos Derivados	Capacidad máxima [A]	Carga Eléctrica a instalar
3	20	3 Racks
1	20	Sistema de iluminación
1	20	Control de acceso, CCTV, sistemas de emergencia y contra incendios
1		HVAC (sistema de refrigeración)
1	30	posible uso herramientas eléctricas de mantenimiento

Fuente: Análisis de Requerimientos eléctricos para el Data Center

De acuerdo a los parámetros eléctricos requeridos, los conductores eléctricos que se empleen para los DC deberán ser de aluminio recubiertos de cobre, protegidos con chaqueta plástica aislante, de calibre no menor a #12 AWG (Tabla 7).

Tabla 7 Diámetro mínimo de conductores.

Tensión nominal del conductor [V]	Calibre mínimo del conductor [AWG]	
	Cobre	aluminio o aluminio recubierto de cobre
De 0 a 2000	14	12
De 2001 a 8000	8	8
De 8001 a 15000	2	2
De 15001 a 28000	1	1
De 28001 a 35000	1/0	1/0

Fuente: National Fire Protection Association. (2008). *Código Nacional Eléctrico*, pág.138

5.1.2.2.5. Protecciones Eléctricas

Una instalación eléctrica siempre estará expuesta a los efectos perjudiciales que pudieran causar posibles sobre-voltajes y sobre-tensiones en mecanismos, conductores y cargas eléctricas (equipos eléctricos y electrónicos). Como protección ante esto, se propone la instalación de interruptores termo-magnéticos, uno para cada circuito derivado, en todos los tableros eléctricos.

De la tabla 8, se puede resumir que el cálculo de la capacidad de un breaker a instalar es igual a la capacidad máxima de consumo de su CD a proteger. Asimismo, se recuerda que, en todo circuito derivado, no deberá excederse el 80% de su capacidad máxima de consumo (corriente segura).

Tabla 8 Rangos eléctricos seguros para la protección de un circuito derivado

Capacidad Del Breaker [A]	Tensión [V]	Potencia [VA]	Corriente Segura [A]	Potencia Segura [VA]
15	120	1800	12	1440
20	120	2400	16	1920
30	120	3600	24	2880
40	120	4800	32	3840
50	120	6000	40	4800
20	240	4800	16	3840
30	240	7200	24	5760
40	240	9600	32	7680

Fuente: Domínguez, 2014. Diseño de circuitos derivados: clasificación, características y cálculos.

Recuperado de: <http://faradayos.blogspot.com/2014/02/tipos-circuitos-derivados-calculos-clasificacion.html>

5.1.2.3. Subsistema Mecánico

5.1.2.3.1. Puerta de seguridad

Se debe instalar una puerta con características: hermeticidad mínima en un 90%, resistencia física ante actos delictivos y propiedades anti-robos.

Los componentes de la puerta de seguridad deberán ser: control biométrico de acceso, barra anti-pánico, brazo cierra puertas, mirilla de vidrio resistent a golpes y rayones, cerradura electromagnética.

5.1.2.3.2. Sistema de Refrigeración

El dimensionamiento del sistema, se detalla a continuación en la tabla 9:

- Potencia total de la carga de TIC en vatios (**P1**): Es el consumo total de potencia eléctrica del equipamiento TIC. Obtenido de la tabla 12 (**C7**).
- Potencia nominal del sistema de energía en vatios (**P2**): $(0,04 \times \text{régimen del sistema de energía}) + (0,06 \times \text{potencia total de la carga IT})$
- Potencia nominal del sistema de energía en vatios (**P3**): $(0,02 \times \text{régimen del sistema de energía}) + (0,02 \times \text{de la energía total del sistema})$
- Espacio ocupado en metros cuadrados (**P4**): Se obtiene del producto del factor 21,53 y el área del CDP en metros cuadrados.
- Cantidad máxima de personas en el CDP (**P5**): Se multiplica el factor 100 por el número máximo contemplado de personas al interior del Centro de Datos. (Rasmussen, Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos, 2008)

Tabla 9 Dimensionamiento del Sistema de Refrigeración

Ítem	Cálculo de la energía térmica producida	Subtotal de energía térmica producida [W]
Equipos de TIC (P1)	16924,698	16924,7
UPS con batería (P2)	(0,04x220) + (0,06x16924,7)	1024,3
Distribución de energía (P3)	(0,02x220) + (0,02x16924,7)	342,89
Iluminación (P4)	21,53 x 8,5 m ²	183,005
Personas (P5)	3 x 100	300
TOTAL	P1+P2+P3+P4+P5	18774,9

Fuente: Neil Rasmussen; 2008; Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos; pág5.

Disposiciones de instalación

Se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Sistema de aire acondicionado de precisión tipo “in row” que permite refrigeración precisa en racks organizados por fila.
- Capacidad de enfriamiento ≥ 15 kW (Tabla 9).
- Refrigerantes ecológicos aceptados en el Protocolo de Montreal.

5.1.2.3.3. Método de enfriamiento empleado

Para la refrigeración en el CDP, se empleará el método “Orientado por fila” considerado como un método de densidad media, el cual consiste en ubicar un dispositivo de control ambiental CRAC¹⁰ por cada fila, ya sea en el extremo o centro de la misma.

Para ello, los racks y gabinetes se distribuirán en serie, uno a continuación de otro, todos con la parte frontal y posterior en un mismo sentido. La parte posterior de los rack será considerada como “pasillo caliente” y la parte frontal como “pasillo frío” (Ver figura 2). La separación entre racks y/o gabinetes será máximo de 2 cm.

La unidad CRAC se instalará en la zona que se indica en la Figura 2 y deberá descargar el flujo de aire refrigerado hacia la zona inferior de la estructura del piso técnico, donde será redirigido hacia cada rack, gracias a las planchas en forma de rejilla instaladas. Asimismo, el cableado eléctrico que se lleva bajo el piso técnico, deberá hacer su recorrido únicamente por la zona del pasillo frío. (Figura 2).

¹⁰ **CRAC:** (Computer Room Air Conditioning) Unidad de aire acondicionado para salas de Cómputo.

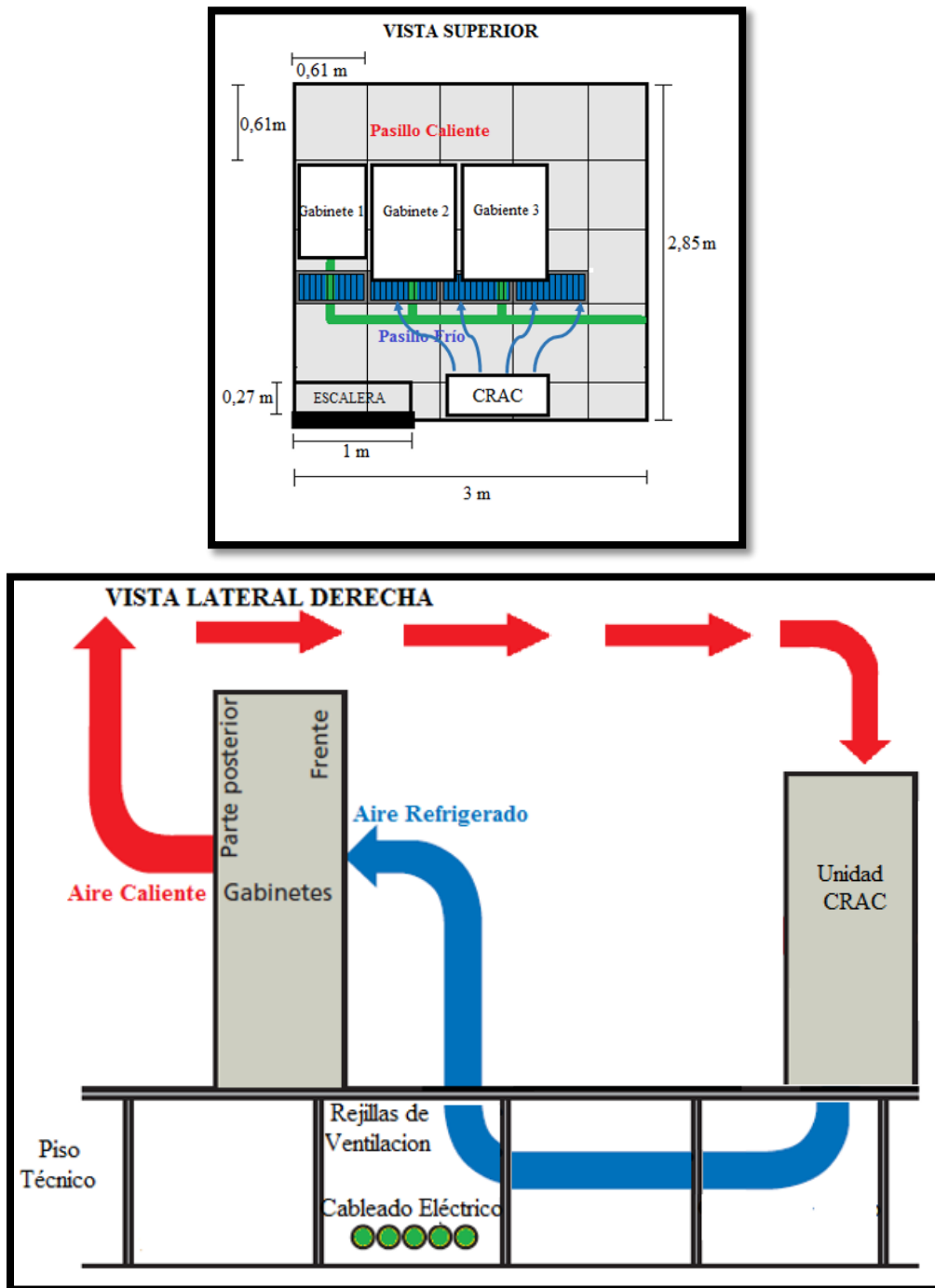


Figura 2 Distribución de racks en el CDP
 Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

5.1.2.3.4. Cámaras de Seguridad

Se instalará cámaras netamente digitales (IP¹¹) en las zonas descritas de la Figura 3, evitando tener puntos ciegos al interior del CDP. Se deberá mantener respaldo de grabaciones del sistema de los últimos 30 días.

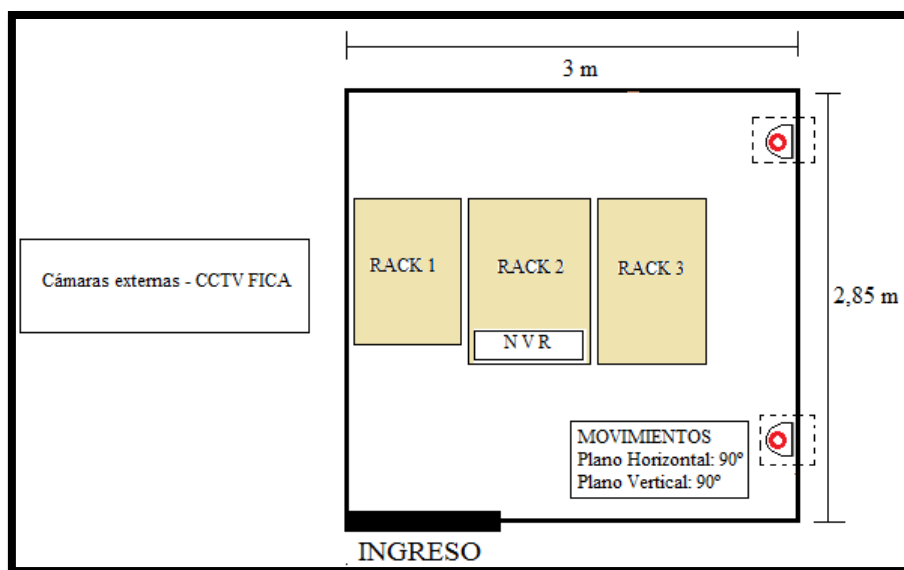


Figura 3 Ubicación de cámaras CDP FICA
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

5.1.2.3.5. Extintores de Fuego portátiles

Ubicación: Deberán ser ubicados en zonas privilegiadas con alta notoriedad, de fácil acceso y disponibilidad, a una distancia no mayor a 10 m del personal de administración y entre extintores. Estarán localizados a lo largo de los recorridos normales de desplazamiento del personal tanto de ingreso como de salida del Centro de Datos.

¹¹ IP: Protocolo de Internet

Peso y altura de instalación: Extintores con peso menor o igual a 40 lbs (18,14 kg) deberán ser ubicados a 1,53 m del piso medidos hasta la parte superior del extintor. Si el peso sobrepasa las 40 lbs (excepto extintores de ruedas) deberán ser ubicados a una altura de 1,07 m. en ningún caso, se ubicará extintores a alturas menores de 102 mm del piso.

Número de extintores: El número de extintores se define a partir de la división ente el área total del espacio físico a proteger para el área máxima que cubre cada tipo de extintor (Tabla 10 y Tabla 11).

Tabla 10 Tamaño y ubicación de extintores de fuego para peligros de Clase A.

CRITERIO	Peligros leves	Peligros Ordinarios	Peligros Extra
Mínimo rango de extintor permitido	2-A	2-A	4-A
Área máxima para unidades de clase A	278,7 m ²	139,35 m ²	92,9 m ²
Área máxima por cada extintor	1,05 m ²	1,05 m ²	1,05 m ²
Máxima distancia de movilidad hacia un extintor	22,86 m	22,86 m	22,86 m

Fuente: Standard for Portable Fire Extinguishers (NFPA 10); pág.13

Tabla 11 Tamaño y ubicación de extintores de fuego para peligros de Clase B

TIPO DE RIESGO	Clasificación Básica	Distancia Máxima A
	Mínima Del Extintor	Recorrer Hasta El Extintor [m]
<i>Leve (Bajo)</i>	5B	9,15
	10B	15,25
<i>Ordinario (moderado)</i>	10B	9,15
	20B	15,25
<i>Extra (alto)</i>	40B	9,15
	80B	15,25

Fuente: Standard for Portable Fire Extinguishers (NFPA 10); pág.13

Para el Centro de Datos, no se necesitará más que un extintor de Clase 1A y uno de Clase 1B, debido a que el área que cubre cada uno (270 m^2) es muy superior al área del espacio físico a proteger ($8,55\text{ m}^2$). Los extintores se instalarán en la ubicación que se muestra en la Figura 4, serán de agentes halógenos, quedando totalmente prohibido los de agentes y fluidos líquidos, espumas y/o polvos químicos.

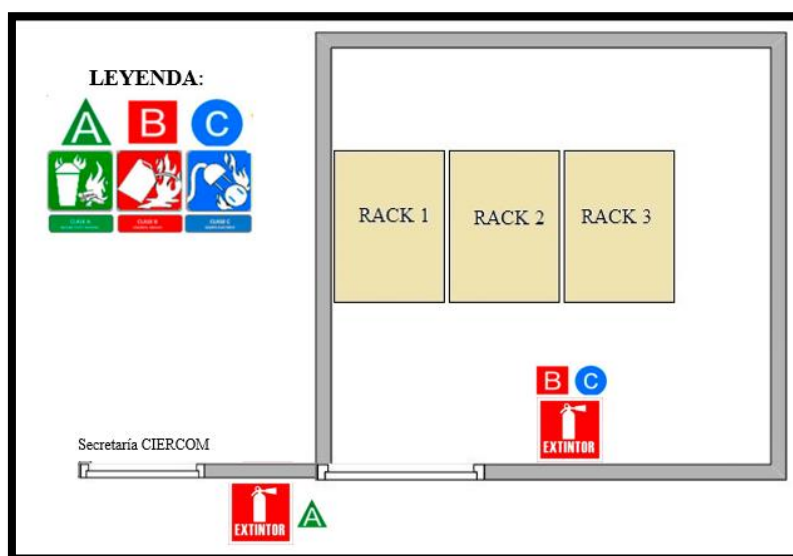


Figura 4 Ubicación de extintores en el CDP
Fuente: proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

5.1.2.4. Subsistema De Telecomunicaciones

5.1.2.4.1. Topología

La arquitectura de conexión física de los equipos IT y de cómo están jerarquizados dentro de la red se ilustra en la Figura 5.

Cuarto de entrada: Las acometidas de Telecomunicaciones permitidas y recibidas en el nuevo Data Center (Cuarto de Entrada) serán los enlaces de fibra óptica provenientes del DDTI y sus sub conexiones locales (Facultades, Auditorios, edificios Administrativos, etc.).

Área de distribución Principal: El equipo de CORE hará esta función. Se encargara de la distribución del cableado de backbone de datos.

Backbone: Simbolizado por los patch cord de conexión entre el Área de distribución Principal y el Área de Distribución Horizontal.

Área de Distribución Horizontal: Estará representada por switches de distribución. Se instalará uno por cada planta de la Facultad, para abastecer sus conexiones cruzadas horizontales.

Áreas de Trabajo: En cada oficina de la Facultad, o a su vez por cada área de trabajo de $8 m^2$ (a excepción de aulas, laboratorios y pasillos), se instalará, por lo menos un faceplate con dos tomas de red. El ponchado de los jacks RJ45, deberá pasar las pruebas mínimas de test (tester Ethernet) y en lo posible una certificación de calidad (Fluke).

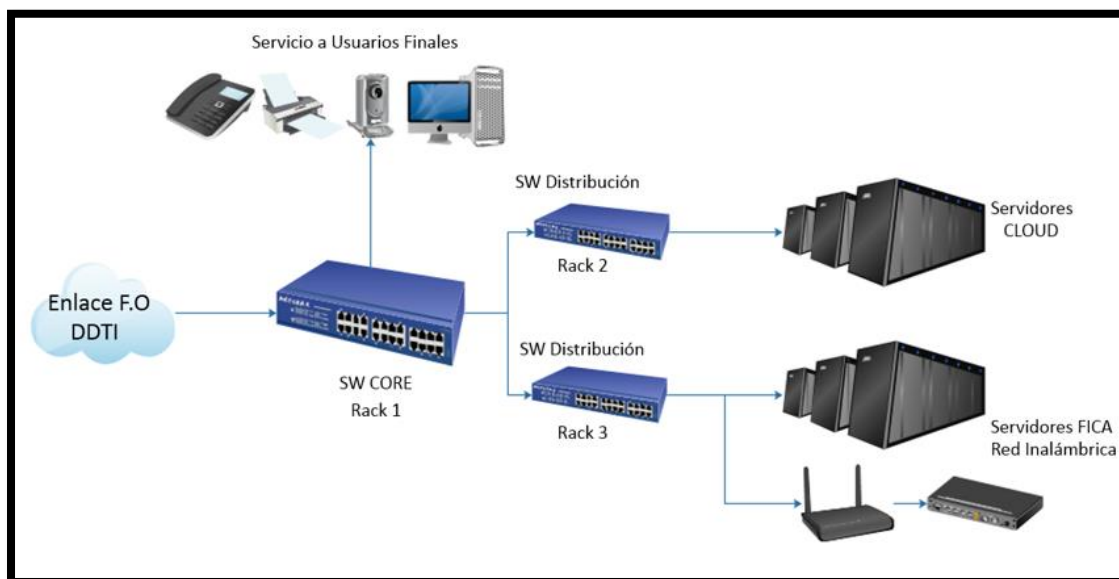


Figura 5 Arquitectura de Red implementada
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

5.1.2.4.2. Cableado estructurado

El cableado deberá ser de tipo UTP¹² Categoría 6. El recorrido se lo hará en bandejas metálicas en toda su extensión sin superar dos radios de curvatura mayores a 90°. La tensión máxima del tendido del cable será de 110 [N].

La instalación de mutoas se las hará a una distancia mínima de 15 metros de separación del distribuidor horizontal principal con un servicio máximo de 12 usuarios.

Reubicación del rack principal

La reubicación se la realizó desde el cuarto de bodegas hacia el nuevo Data Center. Antes de desconectar todo, el cableado de datos (tanto UTP como de fibra óptica) fue etiquetado, para tener mayor agilidad y facilidad en su posterior re-conexión. Así mismo, aprovechando este proceso, se realizó el respectivo mantenimiento a los equipos de telecomunicaciones, hardware de conexión y estructuras del rack. Figura 6.

El rack fue ubicado de acuerdo a los lineamientos de diseño: alineado al piso técnico, cara frontal con vista hacia la puerta, espacio físico asignado. En cuanto a la estructura del rack, hay que mencionar que no hubo inconvenientes para que pueda ser aprobado su ingreso al CDP, ya que este rack si cumple con las características básicas exigidas en la normativa:

- ✓ Máximo 42 UR, definidas y enumeradas.
- ✓ Distancia de 0,5 m con la estructura de techo falso.
- ✓ Rack tipo Gabinete con puerta frontal y posterior perforadas.

¹² UTP: Unshielded Twisted Pair – Par trenzado sin blindaje.

- ✓ Profundidad frontal y posterior de los postes del rack aceptable para el empleo de paneles de parcheo y organizadores de cableado.
- ✓ Pre-perforaciones superiores e inferiores disponibles para la entrada y salida del cableado.

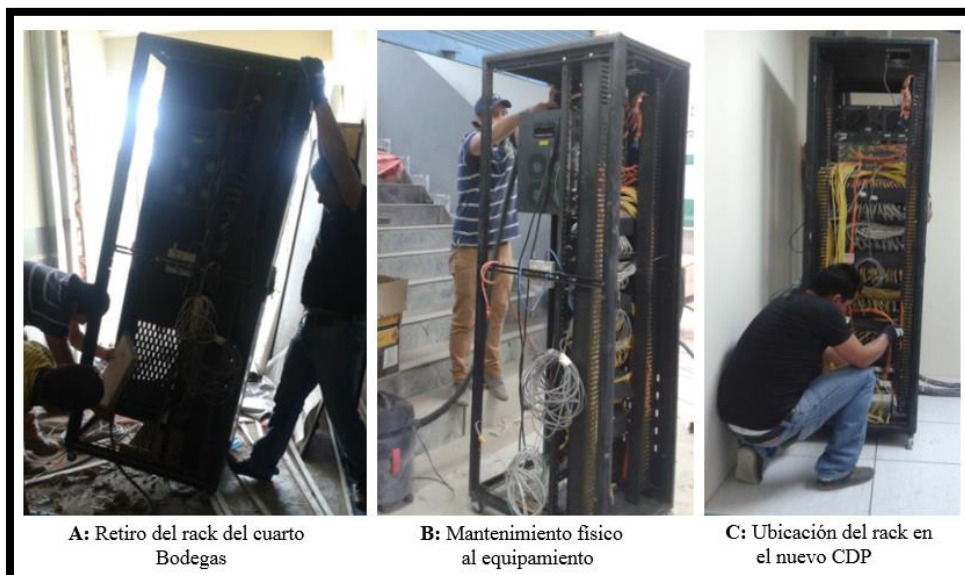


Figura 6 Reubicación del rack de comunicaciones de la Facultad
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Instalación de nuevos racks

Para mejorar las condiciones de distribución del equipamiento TIC, se instalaron los dos racks adicionales que se adquirieron para el Data Center, cumpliendo así con el máximo número de estos equipos debido al espacio físico. Sus especificaciones se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12 Características de los racks disponibles

ÍTEM	RACK 1	RACK 2	RACK 3
Marca	BEAUCOUP	BEAUCOUP	PROTECOMPU

Alojado en Gabinete	SI	SI	SI
Material	Metálico	Metálico	Metálico
Color	Negro	Negro	Negro
Altura [m]	2	1,8	1,95
Ancho [m]	0,6	0,82	0,68
Profundidad [m]	0,8	1,05	0,99
Unidades de Rack [UR]	42	36	30
Rieles metálicos numerados y señalizados	SI	SI	NO
Perforaciones superiores e inferiores para la salida y entrada de cableado	SI	SI	SI
Puerta frontal con perforaciones	SI	SI	NO
Puerta posterior con perforaciones	SI	SI	SI
Profundidad de los rieles empotrados de tal forma que permitan la instalación de paneles de parcheo y organizadores de cableado	SI (150 mm)	SI (150 mm)	NO (120 mm)
Ruedas de desplazamiento	SI	SI	SI

Fuente: Infraestructura de red de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Distribución de Equipos

Cada rack y/o gabinete será suministrado de un switch de distribución de red, se permitirá máximo un monitor y complementos multimedia (teclado, mouse), PDU¹³s para la alimentación eléctrica, ventiladores internos (opcional) y conexión independiente a la puesta a tierra.

¹³ PDU: Power Distribution Unit – Unidad de Distribución de energía.

El rack de comunicaciones #1 ya estaba implementado en la Facultad, por lo que su distribución de equipos, organizadores de cable y paneles de parcheo, ya estaba definida.

En el rack #2 se implementará: el switch de distribución, servidores del Proyecto Cloud y demás servidores con fines de investigación. En el rack #3 se alojará el switch de distribución y los equipos para servicios de red que ofrece y maneja la Facultad (servidores de aplicaciones y la red inalámbrica) Figura 7.

Los equipos TIC y demás hardware de conexión, dentro de los racks, se distribuirán de abajo hacia arriba, con separaciones máximas de 1 UR, ubicando los equipos de mayor peso físico en las zonas inferiores de la estructura. Se tratará, en lo posible, realizar distribuciones grupales de equipos con estructuras y funciones similares, relacionadas o complementarias, que faciliten el trabajo de administración.

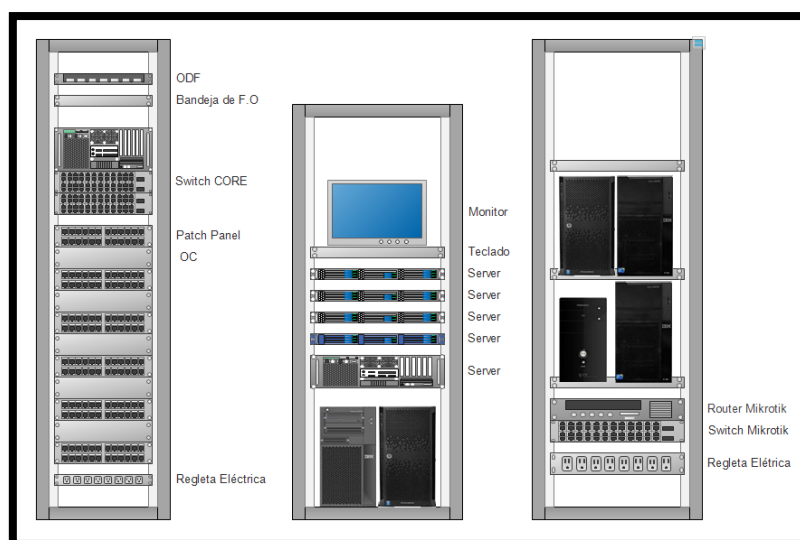


Figura 7 Distribución de equipos TIC en los racks de comunicaciones
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

5.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL CLOUD PRIVADO BAJO PLATAFORMAS LIBRES Y DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS UTILIZANDO EL ESTÁNDAR ISO IEC IEEE 29148

5.2.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo de Cloud Computing ha surgido de necesidades de diferentes usuarios por recursos como es la computación de alto rendimiento y almacenamiento, además de proporcionar servicios en el Internet que permitan acceder a diferentes aplicaciones de forma remota con calidad y disponibilidad de los recursos. (Camps Sinisterra & Oriol Allende, 2012)

Por lo general, los recursos que se ofrecen en la nube son virtualizados; lo que permite a los usuarios mantener en la nube recursos disponibles sin necesidad de tener inconvenientes que causen perjuicios en base a la infraestructura física o limitaciones del sistema. (EMC, 2010)

El denominado Cloud Computing o computación en la nube especifica un modelo de computación que permite ofrecer, de manera escalable, cualquier tipo de recurso virtualizado como un servicio a través de una red, frente a la demanda de los usuarios en la actualidad. Cloud Computing puede ofrecer servicios empleados en Centros de Datos (Data Centers) propios dentro de una empresa, o se pueden utilizar los servicios ofrecidos por la Nube de un proveedor que posea la administración de los elementos físicos de su infraestructura. (García, 2013)

Según la Computer Society del IEEE, Cloud Computing se encarga de almacenar la información de forma permanente en los servidores en Internet y la envía a sus clientes a través de sus diferentes dispositivos con acceso a Internet, tales como: computadores, equipos móviles, portátiles, etc., (CEDITEC, 2013).

5.2.2. MODELO DE SERVICIO

La computación en la nube se caracteriza por ser una combinación de muchas tecnologías existentes. La acogida de los servicios de computación en la nube están desarrollándose a gran velocidad y una de las razones se debe a que su arquitectura establece los beneficios de servicios compartidos en lugar de productos aislados o privados. (Systems.INC, 2010)

Cloud Computing se divide en tres modelos de servicio principales, siendo los servicios más populares de acuerdo a los recursos provistos:

- Infraestructura como Servicio (IaaS)
- Plataforma como Servicio (PaaS)
- Software como Servicio (SaaS)

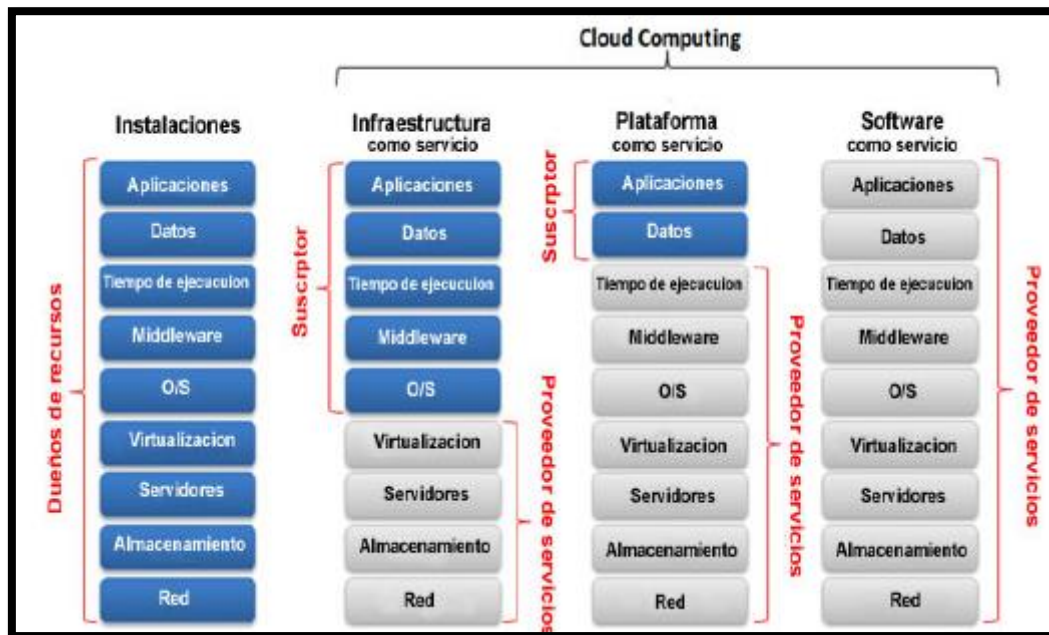


Figura 8 Descripción de Modelos de Servicios de Cloud Computing
Fuente: (CCNA, 2015)

5.2.3. INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO (IAAS)

Infraestructura como servicio (IaaS), se caracteriza en permitir a los clientes suministrar un recurso de procesamiento, espacio de almacenamiento, comunicación, equipos de red y otros recursos computacionales que permita desplegar o ejecutar cualquier software, aplicaciones, además que el proveedor ofrece a través de este servicio sus recursos. (Elisa K. Mena, 2011)

Al ser una capa que ofrece a los usuarios una visión abstracta en el hardware, como: las computadoras, sistemas de almacenamiento, redes u otros equipos de comunicación; aspectos que son proporcionados por una interfaz de usuario para la gestión de una serie de recursos del sub-conjunto de capas de recursos (RS); esto permite la creación o eliminación

en base al funcionamiento de las imágenes del sistema, operaciones de iniciar y detener instancias del sistema operativo, o la definición de topologías de red. (Elisa K. Mena, 2011)

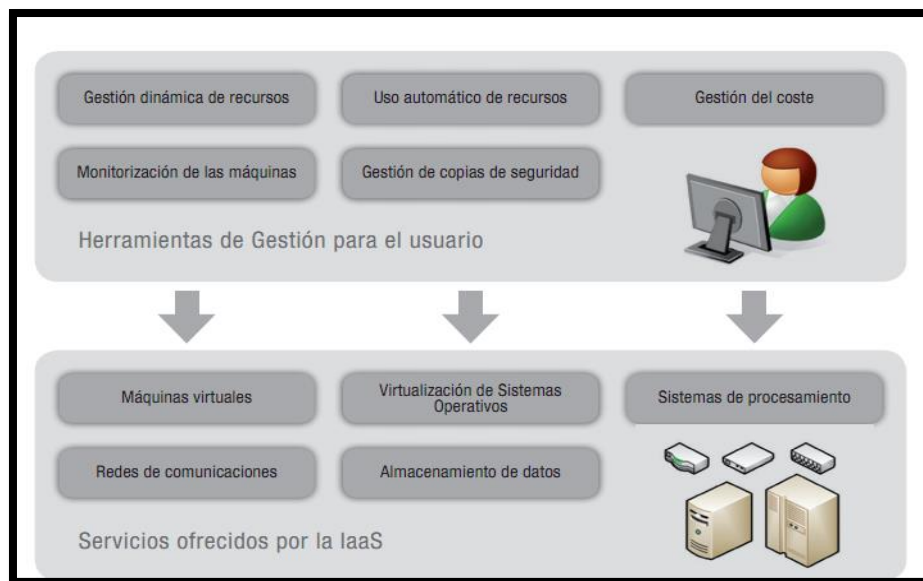


Figura 9 Esquema de servicios ofrecidos por IaaS y herramientas de gestión ofrecidas al usuario
Fuente: ((ORSI), 2010)

5.2.4. TIPOS DE MODELOS DE INFRAESTRUCTURA EN CLOUD COMPUTING

Dentro del análisis los modelos de infraestructura proponen tres posibles formas de despliegue que trabajan el manejo del Cloud Computing.

5.2.4.1. Cloud Pública

Según el NIST, este modelo de infraestructura se encuentra disponible para todo el público en general e industrias donde el proveedor vende los servicios en la nube, (Guillermo, 2010).

La Cloud pública consiste en que el proveedor de servicios coloca y administra sus recursos informáticos como aplicaciones y capacidad de almacenamiento y los oferta a sus usuarios que acceden por medio de Internet, donde estos recursos siguen el modelo de pago por uso, (CloudComputingLatam, 2010)

La infraestructura de la nube pública es un modelo de despliegue en el cual un proveedor de servicios pone a disposición su infraestructura o un subconjunto de recursos al público en general en función de los criterios de venta del proveedor. En este modelo, la infraestructura física pertenece a la organización que vende sus servicios de Cloud Computing, en donde el usuario puede hacer uso de los recursos accediendo a través de internet. Los ejemplos muy claros de una infraestructura de Cloud publico pueden ser: Dropbox, Amazon web service, One Drive, Google Drive, etc.

5.2.4.2. Cloud Privado

De acuerdo al NIST (National Institute of Standards and Technology), la cloud privada es una infraestructura gestionada por una sola organización, y puede ser administrada por la misma o un tercero que este dentro de la institución o fuera de ella, (Guillermo, 2010).

Cloud privada es aquella donde una empresa tiene un entorno de cloud exclusivo, ya que solo es para uso de la misma organización, esta infraestructura trabaja con tecnologías

como la virtualización y por ende tiene acceso a los recursos que se utilizan para implementar el cloud. Esta infraestructura presenta una característica muy importante, la cual es brindar mayor seguridad de la información de los clientes, ya que no comparte los recursos con otros usuarios, (NEXICA, 2013).

En conclusión, Cloud privada es una infraestructura que ya no trabaja bajo demanda, sino, pertenece a una sola organización lo cual garantiza una mayor seguridad de la información ya que no es compartido el recurso con otros usuarios.

5.2.4.3. Cloud Híbrido

De acuerdo al NIST, esta infraestructura es la composición de dos o más clouds, por ejemplo la cloud pública más la privada, las cuales son compatibles ya que tienen tecnología que les permite compartir sus recursos; es decir, un escenario donde se prueba la cloud privada y ésta a la vez se despliega a una cloud pública, (Guillermo, 2010).

Esta cloud híbrida trabaja con el modelo bajo demanda, lo cual es pago por lo que uso, su funcionamiento consiste en compartir recursos de TI por intermedio de la cloud privada y otros recursos provistos por proveedores en la cloud pública; los servicios de TI son los siguientes: aplicaciones, almacenamiento y redes, (EMC, 2015).

Cloud híbrida es la compatibilidad entre la cloud pública y privada, ya que emplean la misma tecnología para compartir sus recursos como aplicaciones, almacenamiento y redes, etc.; por ende, esta infraestructura también trabaja en la modalidad de paga por uso, donde el proveedor factura solo por los recursos consumidos por sus clientes o usuarios.

Tabla 13 Resumen de los modelos de infraestructura del Cloud Computing

	UTILIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS
NUBE PÚBLICA	Despliegue de una aplicación de forma provisional.	Cuentan con un tamaño y expansión mayor.
	Adecuado cuando a la empresa no le importa compartir espacio con otros usuarios de la nube.	
NUBE PRIVADA	Despliegue de una aplicación de forma definitiva.	Normalmente se implantan en una empresa.
A	Adecuado cuando no se considera aumentar los recursos a corto plazo.	Tienen un diseño específico para ello.
NUBE HÍBRIDA	Adecuado si no se quiere compartir espacio con otros usuarios.	Utiliza la infraestructura física privada.
	Útil si se planifica aumentar los recursos a corto plazo.	Aprovecha las posibilidades de ampliación públicas.

Fuente: (ORSI, 2010)

5.2.5. VIRTUALIZACIÓN

5.2.5.1. Definición de Virtualización

Consiste en la creación, a través de software, de una versión virtual de algún recurso tecnológico, se trata de la tecnología que sustenta el Cloud Computing. El software de virtualización facilita ejecutar múltiples sistemas operativos y varias aplicaciones en el mismo servidor y al mismo tiempo permiten a la empresa reducir los costes de TI a la vez que aumenta la eficiencia, la utilización y la flexibilidad del hardware existente.

La tecnología detrás de la virtualización se conoce como monitor de máquina virtual. Este sistema “separa” el ordenador de la infraestructura física. La virtualización crea servidores, estaciones de trabajo, almacenamiento y otros sistemas independientes de la capa de hardware físico. (Pérez, 2014)

5.2.5.2. Beneficios de Emplear Virtualización

Uno de los grandes beneficios de la tecnología de virtualización es la capacidad de crear inmediatamente, al igual que dismantelar o recrear un entorno de pruebas y desarrollo de tecnología cloud. (Hoffman, 2012)

Entre los beneficios están:

- Ahorro: En costes de equipos ya que se pueden ejecutar varios servidores virtuales en un servidor físico.
- Protección: La virtualización facilita mucho las soluciones de seguridad permitiendo tener entornos aislados gracias a la creación de redes virtuales.
- Automatización: Reduce los tiempos y las tareas del aprovisionamiento de infraestructura mejorando el despliegue de nuevos servidores virtuales.
- Funcionamiento: Aumenta la capacidad de trabajo, ofreciendo la facilidad de reserva de recursos de computo como CPU y memoria RAM.
- Almacenamiento: Reorganiza y optimiza los recursos del disco duro asignando el almacenamiento dependiendo de la aplicación del servidor virtual.
- Flexibilidad: Independencia del hardware, agiliza las migraciones y la capacidad de crecimiento organizado de infraestructura.
- Administración: Global, centralizada y simplificada.

5.2.5.3. Tipo de Virtualizaciones

Existen diferentes formas de implementar la virtualización:

- Virtualización Completa (Full virtualization)
- Paravirtualización.

5.2.5.4. Virtualización Completa

La virtualización completa está diseñada para proporcionar abstracción total del sistema físico fundamental y crea un sistema virtual completo en que se puede ejecutar el sistema operativo huésped (guest). El SO o aplicación cliente no aprecia el entorno virtualizado, de modo que se puede ejecutar en la máquina virtual (VM) como si fuera un sistema físico. (Joyanes Aguilar, 2012)

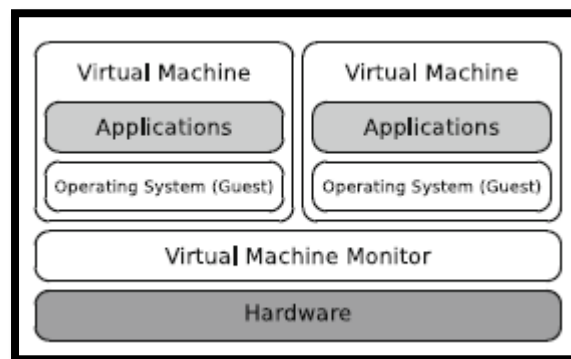


Figura 10 Visualización de la estructura de la virtualización completa
Fuente: (C. Baun, 2011)

La virtualización completa permite organizar la migración de diferentes aplicaciones y cargas de trabajo que se presentan en los diferentes sistemas físicos y también ofrece al administrador un enfoque más seguro, es decir facilita el proceso ya que no requiere ninguna modificación en el SO o aplicación huésped. (Hoffman, 2012)

Es una de las soluciones de virtualización en toda su infraestructura, desde la nube pública a su centro de datos y ordenadores, puede obtener ahorros en tiempo y dinero. También puede aumentar la flexibilidad y agilidad. (Hoffman, 2012)

5.2.5.4.1. Paravirtualización

La Paravirtualización permite aprovechar al máximo las capacidades físicas de los servidores, ofreciendo diversas soluciones integradas en un mismo servidor y ahorrar costes. (Solutions, 2009)

Se caracteriza ya que los hypervisores son los más empleados, en la actualidad, permitiendo interactuar con el sistema operativo de la maquina física, en la cual puede gestionar los recursos y compartirlos con las máquinas virtuales. Además de ser los más empleados por alto rendimiento, requieren los CPU empleados o equipos físicos que posean como requisito procesadores Intel con tecnología VT. (Solutions, 2009)

5.2.5.5. Hypervisores

El Hypervisor crea una capa de abstracción entre el hardware de la máquina física (host) y el sistema operativo de la máquina virtual (guest). Considerado un medio para crear una versión virtual de un dispositivo de almacenamiento, red o incluso un sistema operativo donde se divide el recurso en uno o más entornos de ejecución.

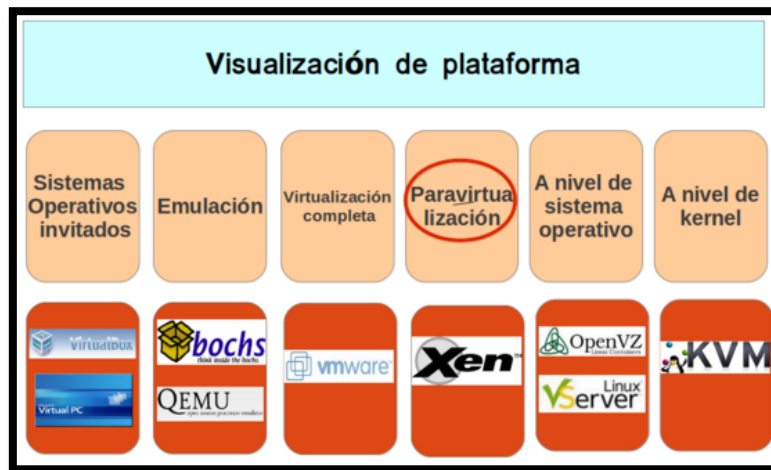


Figura 11 Tipos de Hypervisores dentro de un entorno de ejecución
Fuente: (Mifsud, Introduccion a la Virtualizacion con XEN, 2012)

El hypervisor es el software que maneja las máquinas virtuales en la virtualización.

- Hypervisores de Tipo 1 o Bare-Metal
- Hypervisores de Tipo 2

5.2.5.5.1. Hipervisores de Tipo 1

Se caracterizan por que su ejecución se puede realizar directamente sobre el equipo, sin necesidad de tener instalado un Sistema Operativo, además de ser considerados Hipervisores de alto rendimiento y reducir la sobrecarga al equipo. La contraparte del uso, es que el hardware no siempre es compatible con el software. Dentro de las características descritas se encuentran los siguientes Hipervisores: Xen, KVM. (Zambrano, 2012)

Xen

Xen se caracteriza por ser un hypervisor de código abierto. Posee tres componentes esenciales dentro de su arquitectura que son de gran relevancia.

- Hypervisor
- Núcleo
- Aplicaciones

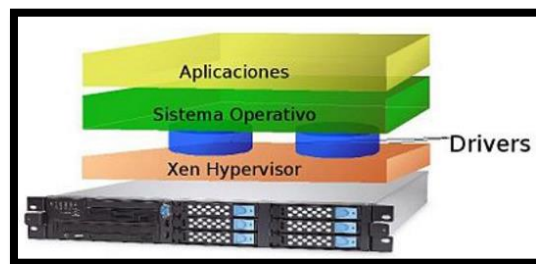


Figura 12 Arquitectura de XEN
Fuente: (Mifsud, Observatorio Tecnológico España, 2012)

XEN tiene licencia GPL, es código abierto e indica que XenSource se especifica en fomentar el desarrollo e involucrarse en el mantenimiento de este Hipervisor, otras empresas importantes como IBM, Sun, HP, Intel, AMD, RedHat, Novell. (Mifsud, Observatorio Tecnológico España, 2012)

En la actualidad los requerimientos del hypervisor se van adaptando según lo amerite la demanda de los usuarios y el amplio campo de aplicaciones.

KVM

KVM es una plataforma software empleada dentro de la virtualización. Actualmente la investigación de este software se encuentra apuntada por RedHat, IBM o Novell.

KVM no emplea un hypervisor dedicado, lo contrario, este crea su propio kernel GNU/Linux que trabaja como hypervisor. Todas esas modificaciones están hechas en un módulo del kernel, que se carga en el arranque y que se utilizará para crear máquinas virtuales. (CygnusCloud, 2013)

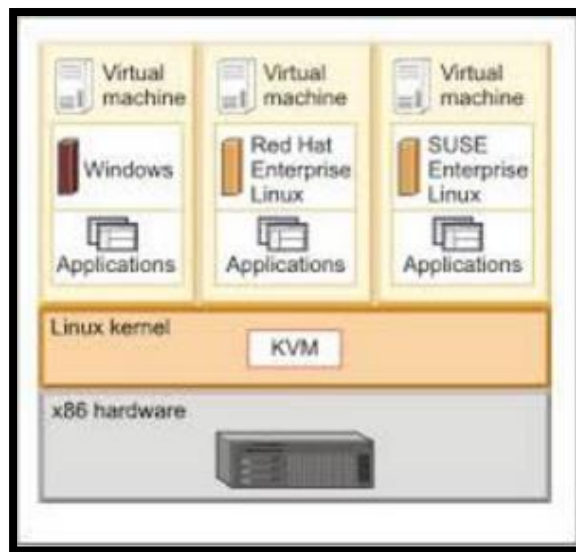


Figura 13 Arquitectura Interna del Hypervisor KVM

Fuente: (CygnusCloud, 2013)

5.2.6. PLATAFORMA OPENSATCK

5.2.6.1. Introducción a Openstack

Openstack es un conjunto de varios proyectos de Software Open Source empleado para el desarrollo de clouds públicos y privados, sus inicios datan del año 2010 impulsado por un trabajo en conjunto de la NASA (La Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio) con Rackspace, en donde contribuyó con el código para el procesamiento (Compute) y Rackspace se le atribuye la parte de almacenamiento (Cinder), para el año 2012 se convirtió en una organización independiente sin fines de lucro con el fin de evitar un monopolio y privatización como lo hacen las demás nubes computacionales se logró su estándar.

5.2.6.2. ¿Qué es Openstack?

Openstack es un sistema operativo de cómputo en la nube que permite establecer y administrar su propia infraestructura como Servicio (IaaS), controla grupos de recursos de cómputo, almacenamiento y redes, donde los usuarios pueden hacer uso a través de una interfaz web. Es administrada por medio de un panel de control (Dashbord)

5.2.6.3. Sistemas de Openstack

Openstack cuenta con sistemas que cumplen con funcionalidades como el almacenamiento de volúmenes o la ejecución de máquinas virtuales estos se comunican entre ellos para suministrar Infraestructura como servicio.

Los servicios que presenta Openstack pueden variar dependiendo de la versión que se instale. A continuación, se presenta una descripción detallada de las funciones de cada uno.

5.2.6.3.1. Openstack Dashboard Horizon

Este sistema es una aplicación web que proporciona una interfaz de usuario para la administración de Openstack, con ella se pueden hacer todas las tareas de usuarios, como crear instancias, pararlas, gestionar volúmenes, etc. Necesita conexión directa con los demás componentes para administrarlos (Gonzalez, 2015)

5.2.6.3.2. Openstack Compute (Nova)

Es el componente principal de Infraestructura como Servicio (IaaS), siendo el controlador de la estructura del Cloud Computing, se encarga de administrar los pools de recursos disponibles; provee instancias de máquinas virtuales mediante la conexión con hipervisores. Soporta los hipervisores tales como: **Xen**, **KVM**¹⁴, **VMware**¹⁵ entre otros (Sanchez, 2011)

Características

1.1.1.1. ¹⁴ KVM: Kernel-based Virtual Machine, infraestructura de virtualización de Linux

¹⁵ **VMware**: Sistema de Virtualización por software

Nova presenta las siguientes características:

- Control de las máquinas virtuales
- Asignación de Ips públicas.
- Muestra las consolas de las instancias, debido que al trabajar con dashbord por medio de las APIS¹⁶ muestra el estado de las máquinas virtuales.

5.2.6.3.3. *Openstack Networking (Neutrón)*

Este sistema se encarga de Gestionar las Redes y direcciones Ip, permite el enrutamiento a las instancias, garantiza interoperabilidad de distintos fabricantes en el acceso a la red. Además, es el encargado de que cada componente en Openstack encuentre a sus vecinos.

Características

Entre las características que presenta neutrón se puede mencionar las siguientes:

- Creación de redes y adjuntar máquinas virtuales a ellas.
- Contiene extensiones que ofrecen el balanceo de carga.

5.2.6.3.4. *Openstack Object Storage Swift*

El componente Swift se encarga del almacenamiento redundante y escalable de archivos a los cuales se los considera como objetos, además permite recuperar ficheros, es

¹⁶ API: Interfaz de Programación de Aplicaciones, representan la capacidad de comunicación entre componentes de software.

un repositorio de objetos. No se lo considera como un sistema de archivos, más bien se lo compara como un contenedor en el que se pueden almacenar archivos y recuperarlos cuando se los requiera (Manuare, 2014). Este componente proporciona el mismo tipo de servicios que Dropbox, Box.com, Google Drive, entre otros.

Características

Entre las características que presenta este sistema se puede mencionar las siguientes:

- Almacenar y recuperar los archivos de los contenedores creados.
- Administrar las versiones de los datos.

5.2.6.3.5. OpenStack Block Storage (Cinder)

Cinder permite presentar almacenamiento de bloque directamente a las instancias, a través de un sistema escalable, redundante y tolerante a fallos, sus aplicaciones son varias, como por ejemplo: almacenamiento simple de ficheros, copias de seguridad, almacenamiento de streamings de audio/vídeo, almacenamiento secundario/terciario, desarrollo de nuevas aplicaciones con almacenamiento integrado, entre otras. (JMA, 2012).

Características

- Se puede realizar la creación y eliminación de volúmenes.
- Consultar el estado en el que se encuentran los volúmenes.
- Hacer un respaldo de los volúmenes, incluso de los que están siendo usados por las instancias.

5.2.6.3.6. *Identify service (Keystone)*

Servicio de identidad, maneja la autenticación, acceso y permisos a distintos componentes como nova, swift, cinder, y demás. Tiene su propio API para el consumo e integración con terceros. Permite gestionar usuarios, grupos y roles. Trabaja a través de “tokens” para brindar acceso a los demás servicios una vez que se ha autenticado a un usuario.

Este componente se encarga de dar servicios de autenticación y autorización a todos los demás componentes. También contiene un catálogo de los servicios disponibles en la nube de Openstack, así por ejemplo se puede extraer información de Keystone sobre cuáles son los puntos de entrada de API de los demás componentes (URLs¹⁷, puertos, entre otros), servicios instalados, etc.

Características

Dentro de las características más importantes de este sistema se encuentran:

- Autenticación por parte de los usuarios y sus Tokens para acceder a los servicios
- Crear políticas de acceso referentes a los usuarios y servicios.
- La información de los usuarios junto con sus roles es almacenada, para cuando desee pueda acceder a los servicios.

¹⁷ URLs: URL: Localizador Uniforme de Recursos, permite denominar recursos dentro del entorno de Internet

5.2.6.3.7. *Image Service (Glance)*

Este sistema es un catálogo y repositorio de imágenes de instancias (Máquinas Virtuales), que son empleadas por Nova para crear instancias.

5.2.6.3.8. *Openstack Object Storage (Ceilometer)*

Ceilometer es un servicio que está destinado a establecer la facturación para el cliente que hace uso de la Infraestructura como servicio (IaaS) del Cloud Computing.

5.2.6.3.9. *Orquestación (Heat)*

Como su nombre lo indica este servicio se encarga de automatizar las tareas de los servicios, detalla el número de instancia la cual se va a lanzar, a través de plantillas de varios tipos.

5.2.6.3.10. *Base de Datos (Trove)*

El componente Trove es una base de datos que funciona como un servicio de motores de base de datos relacionales y no relacionales (CHOBITS, 2015).

En la Tabla 14 se muestra un resumen de los servicios y componentes con los que cuenta Openstack.

Tabla 14 Componentes Openstack

Servicio	Componente	Descripción
<u>Dashboard</u>	<u>Horizon</u>	Interfaz gráfica para la administración básica del servicio
<u>Compute</u>	<u>Nova</u>	Gestiona y automatiza los recursos en la Nube. Proporciona máquinas Virtuales (VM)
<u>Networking</u>	<u>Neutron</u>	Gestiona la red y la asignación de IPs a las diferentes instancias
<u>Object Storage</u>	<u>Swift</u>	Proporciona un Sistema de almacenamiento redundado y escalable. Soporta almacenamiento de objetos
<u>Block Storage</u>	<u>Cinder</u>	Proporciona un almacenamiento en bloque persistente, para aloja máquinas virtuales
<u>Identity service</u>	<u>Keystone</u>	Servicio de autenticación y autorización de todos los servicios de Openstack
<u>Image Service</u>	<u>Glance</u>	Repositorio de imágenes de discos virtuales
<u>Telemetry</u>	<u>Ceilometer</u>	Monitorización para facturación con el cliente
<u>Orchestration</u>	<u>Heat</u>	Permite la orquestación de diferentes aplicaciones basadas en la nube, tales como AWS, etc.

Database

Trove

Una base de datos escalable para el uso de
DBaaS¹⁸

Fuente: (Rouse. M) 2015 obtenido de: <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Que-es-OpenStack>

5.2.6.4. Arquitectura de Openstack

Openstack presenta una arquitectura la que hace referencia a los patrones de diseño.

5.2.6.4.1. Arquitectura Conceptual

La arquitectura conceptual de Openstack está diseñado para proporcionar un sistema operativo que brinde clouds escalables, por ello todos los servicios que lo conforman están diseñados para trabajar al mismo tiempo y poder proporcionar una Infraestructura como Servicio, es decir se basa en la estructura y comportamiento de los componentes.

En la figura 14 muestra la arquitectura conceptual típica cuando se ejecuta el lanzamiento de una instancia como se denomina en Openstack a una máquina virtual, debido a que esto implica la interacción entre sus diferentes componentes.

¹⁸ DBaaS: Base de Datos como Servicios, servicio de Cloud Computing donde un cliente usará uana Base de Datos

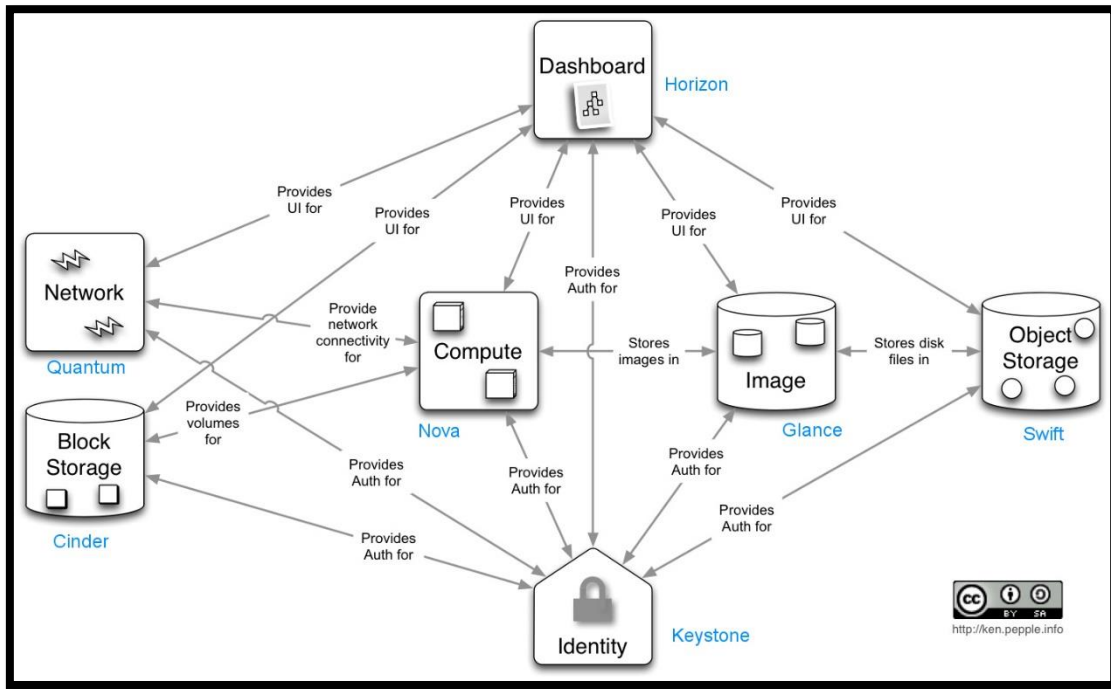


Figura 14 Arquitectura Openstack
 Fuente: http://sg.com.mx/revista/38/openstack#.VV1X1Zd_Oko

Para describir el siguiente diagrama se empieza desde la parte superior donde se encuentra ubicado el componente Head, que se encarga de proporcionar total compatibilidad al cloud, luego viene el sistema Horizon que está relacionado con Cinder, Neutrón, Nova, Glance, Swift y Keystone, provee una interfaz que muestra el estado de la nube, también permite la gestión de los servicios.

Neutron permitir la conectividad de la red tanto a la instancia como entre los servicios de Openstack, se encuentra conectado directamente con Keystone con el fin de garantizar los permisos necesarios para establecer los servicios de red.

Nova está conectado a la instancia porque se encarga de proporcionar los recursos computacionales, como almacenar y recupera imágenes de discos virtuales con los datos que

se encuentren asociados, está conectado con el servicio de Keystone para realizar la autenticación con el fin de obtener todos los permisos necesarios.

Glance tiene como objetivo proveer la imagen del sistema operativo a la instancia, la misma que se obtiene del servicio de almacenamiento Swift que es el encargado de proporcionar almacenamiento para imágenes.

El servicio de Cinder gestiona los volúmenes de almacenamiento a las instancias además de realizar de copias de seguridad.

Ceilometer está conectado con los servicios de Nova, Glance y Cinder se encarga de medir el “consumo” de las instancias con fines estadísticos, para su posterior evaluación o para una facturación, si es el caso que se esté dando el servicio a una empresa.

En la parte final se encuentra el servicio Keystone que cumple con la función de autenticar todos los servicios, se encarga de que cada usuario o servicio única y exclusivamente tenga acceso a sus recursos.

5.2.6.5. Arquitectura técnica de Openstack

Define tres tipos de arquitectura de acuerdo al modelo; la selección depende de los requerimientos y de los equipos con los que se cuente al momento de la instalación.

5.2.6.5.1. Nodo Simple

Representa la instalación más básica en el caso que se quiera sólo probar la infraestructura, en este tipo de nodo todos los componentes de Openstack como el controlador de red, almacenamiento y procesamiento se encuentran instalados en un solo equipo.

5.2.6.5.2. Nodo Doble

En esta arquitectura todos los componentes a excepción del nodo de almacenamiento se ejecutan en otro equipo, mientras que en el nodo controlador se realiza la configuración del controlador, volumen y componentes de red. Este modelo se lo emplea para la demostración de producción.

5.2.6.5.3. Multi Nodo

Este tipo de instalación es la más compleja, los componentes se dividen en varios nodos como mínimo se recomienda 4 servidores físicos. El controlador de red, los nodos de cálculo y de volumen deben contar con requisitos específicos para su implementación.

5.2.6.6. Imágenes

Una imagen es un tipo de archivo que contiene la estructura de un disco o de una unidad de almacenamiento por completo. Una imagen de disco es cuando se crea una copia

sector por sector del medio origen, replicando la estructura y contenidos del dispositivo de almacenamiento como un disco duro, disco óptico, USB, entre otros.

En Openstack las imágenes son vistas como plantillas de sistemas operativos, para las máquinas virtuales que el usuario puede crear. Una máquina virtual es una forma de imagen de disco que cuenta con un disco virtual con un sistema operativo arrancable instalado en él. Las imágenes son de discos con formatos conocidos los cuales pueden ser ISO¹⁹ o RAW²⁰, Openstack soporta una gran variedad de formatos.

5.2.6.7. Instancias

Las instancias son las máquinas virtuales que se ejecutan en los nodos de computación. El servicio de computación, Nova, gestiona estas instancias, se pueden lanzar cualquier número de instancias a partir de una determinada imagen, cada instancia se ejecuta de una copia de una imagen base, por lo que las modificaciones que se realicen en la misma no alteran la imagen en la que se basa. Mediante el uso de instantáneas (snapshots) de las instancias, se pueden crear nuevas imágenes que sí guardan todas las modificaciones realizadas en la máquina virtual.

Para lanzar una instancia se requiere un conjunto de recursos virtuales, conocido como sabor (flavor). Un sabor define para una instancia el número de CPUs²¹ virtuales, la RAM²², si dispone o no de discos efímeros, etc. Openstack preinstala una serie de sabores, que el administrador puede modificar o crear algunos nuevos si así se desea.

¹⁹ ISO: Archivo informático donde se almacena una copia o imagen de un sistema de archivos.

²⁰ RAW: Es un formato de archivo de imágenes que contiene el total de los datos de la imagen

²¹ CPU: Unidad Central de Procesamiento, es el hardware dentro de una computadora que interpreta las instrucciones de un programa informático.

²² RAM: Memoria de Acceso Aleatorio, es un tipo de memoria a la que se puede acceder de manera aleatoria.

5.2.6.8. Almacenamiento en Openstack

Openstack ofrece dos tipos de almacenamiento, como se describe a continuación:

5.2.6.8.1. Almacenamiento efímero

Este tipo de almacenamiento existe sólo mientras se ejecuta la instancia, también se mantendrá cuando se reinicie la instancia, pero se borrará en el momento que se borre la instancia para la que se creó. Todas las instancias tienen almacenamiento efímero y es posible, dependiendo del sabor, que tengan más de un disco efímero a su disposición.

5.2.6.8.2. Volúmenes persistentes

Los volúmenes persistentes son dispositivos de bloques independientes de la instancia. Los volúmenes se pueden asociar a una determinada instancia, pero posteriormente se pueden desasociar y asociar a cualquier otra instancia manteniendo los datos, como si fuera una unidad USB.

5.2.6.9. Sabores

Un sabor define para una máquina virtual el número de CPUs virtuales, la RAM, si dispone o no de discos efímeros, entre otras características. En la plataforma se preinstalan varios sabores a los cuales se los puede modificar.

En la figura 15 se pueden observar los sabores predefinidos en la plataforma.

<input type="checkbox"/>	Nombre del sabor	VCPUs	RAM	Disco raíz	Disco efimero	Disco de intercambio (swap)	ID	Público	Acciones
<input type="checkbox"/>	m1.nano	1	64MB	0GB	0GB	0MB	42	Si	Editar sabor Más ▾
<input type="checkbox"/>	m1.micro	1	128MB	0GB	0GB	0MB	84	Si	Editar sabor Más ▾
<input type="checkbox"/>	m1.tiny	1	512MB	1GB	0GB	0MB	1	Si	Editar sabor Más ▾
<input type="checkbox"/>	m1.small	1	2048MB	20GB	0GB	0MB	2	Si	Editar sabor Más ▾
<input type="checkbox"/>	m1.heat	2	1024MB	0GB	0GB	0MB	451	Si	Editar sabor Más ▾
<input type="checkbox"/>	m1.medium	2	4096MB	40GB	0GB	0MB	3	Si	Editar sabor Más ▾
<input type="checkbox"/>	m1.large	4	8192MB	80GB	0GB	0MB	4	Si	Editar sabor Más ▾
<input type="checkbox"/>	m1.xlarge	8	16384MB	160GB	0GB	0MB	5	Si	Editar sabor Más ▾

Figura 15 Sabores en Openstack
Fuente: Interfaz Horizon Openstack

5.2.6.10. Versiones de Openstack

Un aspecto importante a la hora de optar por una versión de Openstack es ver que soporte tiene dicha versión, Openstack sólo ofrece soporte durante 18 meses. En la Tabla 15 se detallan cada una de las versiones de las diferentes distribuciones de Openstack.

Tabla 15 Listado de Proyectos de Openstack

Nombre	Fecha	Sistemas incluidos
Austin	21 de Octubre del 2010	Nova, Swift
Bexar	03 de Febrero del 2011	Nova Glance, Swift
Cactus	15 de Abril del 2011	Nova Glance, Swift
Diablo	22 de Septiembre del 2011	Nova Glance, Swift
Essex	05 de Abril del 2012	Nova Glance, Swift, Keystone

Folsom	27 de Septiembre del 2012	Nova Glance, Swift, Keystone, Quantum
Grizzly	04 de Abril del 2014	Nova Glance, Swift, Keystone, Quantum
Havana	17 de Octubre del 2013	Nova Glance, Swift, Keystone, Neutron, Cinder, Heat, Ceilometer
Icehouse	17 de Abril del 2014	Nova Glance, Swift, Keystone, Neutron, Cinder, Heat, Ceilometer, Trove
Juno	16 de octubre del 2014	Nova Glance, Swift, Keystone, Neutron, Cinder, Heat, Ceilometer, Trove, Sahara.
Kilo	30 de abril del 2015	Nova Glance, Swift, Keystone, Neutron, Cinder, Heat, Ceilometer, Trove, Sahara, Ironic
Liberty	16 de octubre del 2015	Nova Glance, Swift, Keystone, Neutron, Cinder, Heat, Ceilometer, Trove, Sahara, Ironic, Barbican
Mitaka	abril 2016	Nova Glance, Swift, Keystone, Neutron, Cinder,

Heat, Ceilometer, Trove,
Sahara, Ironic, Barbican

Fuente: Guzmán, 2015

5.2.7. PLATAFORMA EUCALYPTUS

Eucalyptus es una arquitectura de software basada en Linux que implementa nubes privadas e híbridas escalables dentro de las características de infraestructura de TI.



Figura 16 Logo Oficial Eucalyptus
Fuente: Enterprise Edition 3.4.2

La mayoría de las implementaciones dentro de la Nube Computacional comparten una alta noción en función de: flexibilidad y escalabilidad.

Siendo de código abierto esta plataforma es compatible con múltiples distribuciones estándar de Linux o software libre, como:

- Ubuntu
- Red Hat Enterprise Linux (RHEL)
- CentOS
- Open SUSE
- Debian
- Fedora.

5.2.7.1. Características principales

Eucalyptus al ser considerado como una plataforma en auge de desarrollo esta tomando posición de diversos campos dentro del área de la computación en la nube, determina una amplia área de trabajo. Por lo tanto establece características principales en base a sus funcionalidades y beneficios. (Formiga, 2011)

- Eucalyptus ofrece compatibilidad con la API de Amazon EC2, S3, IAM, ELB, Auto Scaling y servicios CloudWatch. Que ofrece la capacidad de una nube híbrida.
- Dentro de la conectividad específica se permite que una VM sea accedida a través de una dirección IP y un puerto específico, siempre y cuando la dirección IP sea pública y se permita el tráfico mediante una regla en el grupo de seguridad. (Formiga, 2011)
- El Control de direcciones IP tiene como objetivo la asignación de direcciones IPs a las VMs en forma dinámica y controlada por Eucalyptus a cargo del respectivo administrador. (HELION, 2013)
- En eucalyptus se maneja un grupo de seguridad donde se definen un conjunto de reglas para filtrar determinado tráfico de datos en la red. Permitiendo aplicar reglas de seguridad para todas las instancias de VMs asociadas a un grupo determinado dentro de Eucalyptus.

5.2.7.2. Infraestructura de Eucalyptus

Eucalyptus se encuentra desarrollado en forma modular, dando lugar a los cinco principales componentes dentro de la arquitectura de Eucalyptus:

- Controlador de la Nube (CLC)
- Controlador de Cluster (CC)
- Node Controller (NC)
- Storage Controller (SC)
- Walrus

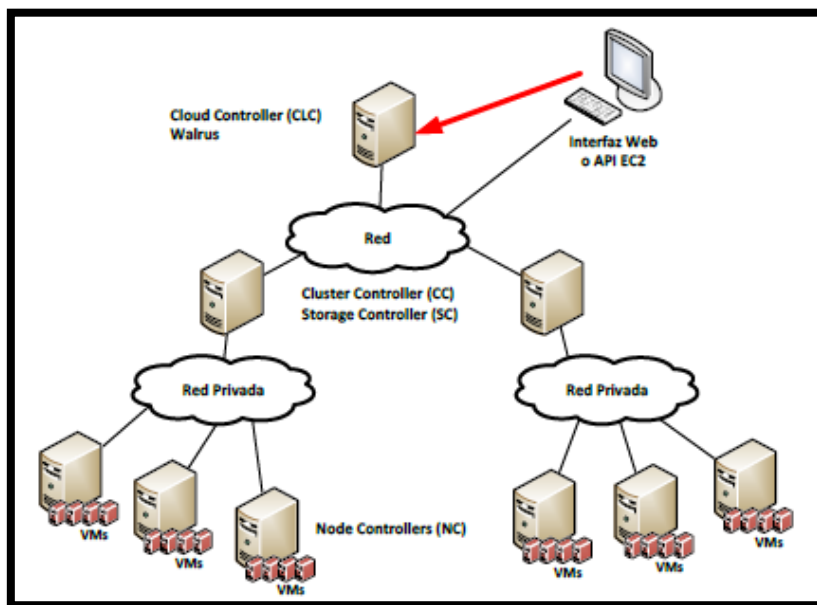


Figura 17 Infraestructura Interna de Eucalyptus
Fuente: (Hewlett-Packard Development Company, 2015)

Componentes

Eucalyptus consta de los siguientes componentes en Cloud in a box que pertenece a la distribución de FastStart:

Controlador de la Nube (CLC)

Proporcionar una puerta de entrada a Eucalyptus para el administrador o desarrolladores y los usuarios finales.

Donde:

- Monitorea la disponibilidad de recursos en diversos componentes de la infraestructura de nube.
- Revisa el funcionamiento de las instancias que se están ejecutando y recursos de la nube.

Controlador de Cluster (CC)

Efectúa actividades durante la ejecución de una máquina que tiene conectividad y las configuraciones de red.

Donde:

- Recolecta la información del estado de los NCs.

- Recibe las solicitudes de instanciación de VMs desde el CLC y planifica su ejecución sobre los nodos.

Node Controller (NC)

Se visualiza al ejecutar cualquier máquina que aloja las instancias VM. El NC controla las actividades de las VM, es decir, su ciclo de vida como:

- Ejecución
- Inspección
- Terminación

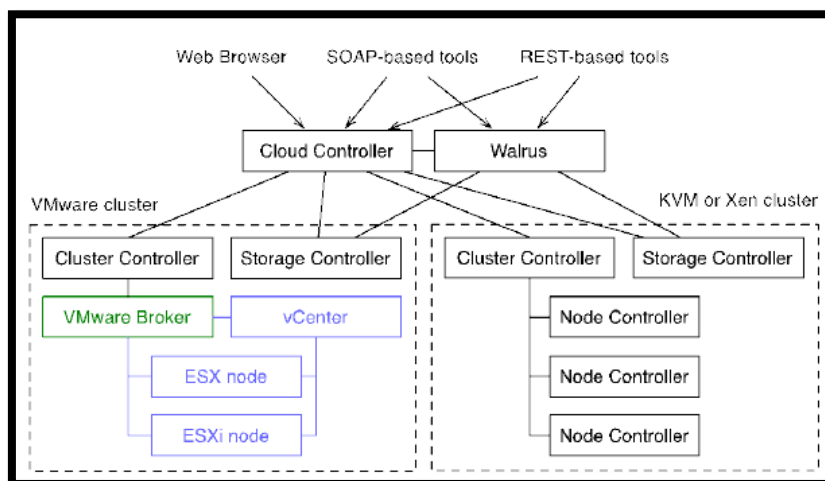


Figura 18 Descripción del Controlador de Nube en Eucalyptus
Fuente: (HELION, 2013)

Storage Controller (SC)

Gestiona las instancias en Eucalyptus para el acceso al almacenamiento y los volúmenes respectivamente.

Walrus

La instalación de Walrus permite la compatibilidad de la interfaz con Simple Storage Service de Amazon (S3). (HELION, 2013)

Donde:

- Almacena las imágenes de Máquinas Virtuales

5.2.7.3. Requerimientos de Hardware

Previo a la instalación de FastStart una distribución de Eucalyptus con la configuración denominada cloud in a box, es necesario tener una máquina o equipo con las siguientes características:

Tabla 16 Requerimientos de Hardware de faststart

Requerimientos de Hardware
Debe existir un mínimo de 200 GB de espacio en disco.
Mínimo 4 GB de memoria
Tiene que tener al menos una interfaz de Red (NIC)

Fuente: (Formiga, 2011)

5.2.7.4. Requerimientos de red para Eucalyptus

- Todos los controladores de nodos deben poseer acceso a un mínimo de 1Gb Ethernet para conectividad de red.
- Poseer al menos una tarjeta de interfaz de red (NIC) que permita realizar la conexión a una red fija de alta disponibilidad.

- En función del conjunto de características que se va a desplegar, los puertos de red que conectan las interfaces Ethernet deben soportar trunking VLAN.
- Eucalyptus requiere disponible dos conjuntos de direcciones IP. Las IPs privadas y las IPs públicas, para los usuarios finales y las instancias de VM respectivamente.

5.2.7.5. Modo de configuración de Eucalyptus

Modo System

Este modo se caracteriza en Eucalyptus por ser el modo de red más simple, satisface un reducido número de especificaciones de red. Asignar una dirección MAC y una dirección IP de forma aleatoria, antes de arrancar una Máquina Virtual y esta se acopla a la conexión Ethernet a través del bridge del nodo determinado en la plataforma. (Hewlett-Packard Development Company, 2015)

Características

Las VM obtienen una dirección IP a través de DHCP, por lo tanto, el administrador debe configurar un servidor DHCP, que permita asignar las IP. (Formiga, 2011)

Limitaciones modo System

- No posee IPs Elásticas.

- No posee grupos de seguridad
- No tiene una red de trabajo aislado entre instancias.

Modo Static

A través de este modo permite al administrador tener un control de las máquinas virtuales con respecto a la asignación de direcciones IPs.

Durante el proceso dentro de la plataforma de eucalyptus crea una entrada estática en el archivo de configuración del servidor al momento de ejecutar una máquina virtual, la cual asigna una dirección MAC e IP y es acoplada a través del bridge configurado en el nodo. (Hewlett-Packard Development Company, 2015)

Características

Asigna las mismas direcciones a las mismas máquinas virtuales que puede emplear el administrador. (Formiga, 2011)

Limitaciones modo static

- No posee IPs Elásticas.
- No posee grupos de seguridad
- No posee una red de trabajo aislado entre instancias.

Modo Managed

Dentro de este modo, define una red de gran tamaño, se caracteriza por ser privada, de las cuales las máquinas virtuales obtienen las direcciones IPs, al igual que los anteriores modos emplea un servidor DHCP que asigna la IP para cada una de las máquinas virtuales. (Hewlett-Packard Development Company, 2015)

Características

- Este modo se caracteriza ya que presenta mayor seguridad.
- Se puede definir grupos de seguridad.
- Permite aplicar diferentes reglas de entrada, que permite controlar el tráfico que se va a transmitir.
- No se está ejecutando un firewall en el frontal (Cluster Controller) o el firewall es compatible con los cambios dinámicos llevados a cabo por Eucalyptus cuando se trabaja con los grupos de seguridad.
- El administrador especifica un conjunto de IPs públicas que los usuarios pueden emplear para ser asignadas en las máquinas virtuales.

5.2.7.5.1. *Managed – NoVLAN*

El modo Managed-NoVLAN de Eucalyptus se caracteriza por proporcionar todas las funcionalidades de red en base a la asignación de las IP de las máquinas virtuales a excepción del aislamiento tráfico de capa 2 en las máquinas virtuales. (Systems.INC, 2010)

Características

- Presenta mayor seguridad.
- Se puede definir grupos de seguridad.
- Permite aplicar diferentes reglas de entrada, para controlar el tráfico que se va a transmitir.
- No permite el aislamiento de red de las máquinas virtuales.

Las configuraciones respectivas en la parte de red, dependen del administrador y los requerimientos orientados a funciones y aplicaciones a futuro.

5.2.8. PLATAFORMA OPENNEBULA

De acuerdo con (Simanca, 2014) OpenNebula es una plataforma de Cloud Computing bajo software libre y de código abierto para la gestión distribuida de la infraestructura de un centro de datos capaz de gestionar servidores virtuales para el despliegue de implementaciones privadas, públicas e híbridas de infraestructura como servicio.

5.2.8.1. Características

- OpenNebula es un software open-source que permite construir cualquier tipo de Cloud.
- Está diseñado para lograr una integración con cualquier tipo de red y almacenamiento, para así adaptarse a los centros de datos.
- OpenNebula posee la capacidad de gestionar el almacenamiento, las redes y las diferentes tecnologías de virtualización existentes en la actualidad.
- Proporciona la capacidad de desplegar servicios en infraestructuras distribuidas, combinando recursos de centros de datos así como de Clouds remotos, de acuerdo con las políticas de despliegue.

5.2.8.2. Arquitectura del sistema

De acuerdo con (OpenNebula, 2015) estos son los parámetros de la arquitectura física y lógica utilizada para la implementación de la plataforma de Cloud Computing OpenNebula, que será la solución a implementar en el presente proyecto de tesis.

5.2.8.3. Arquitectura funcional

En la figura 19 se describen los bloques funcionales que representarán los elementos correspondientes a la estructura física de la plataforma donde se especifica los siguientes:

- Almacenamiento
- Ejecución de máquinas virtuales

- Infraestructura de red
- Frontend

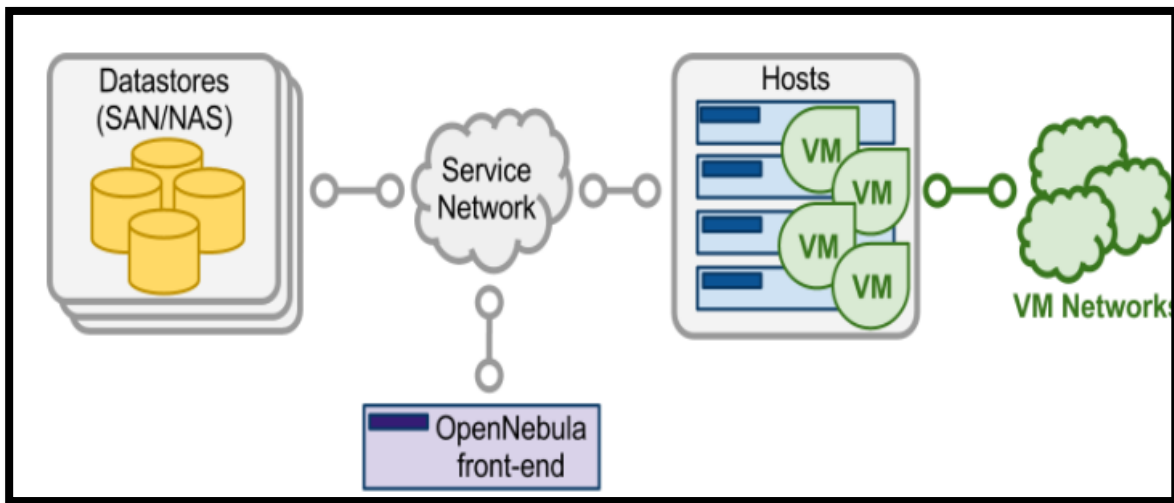


Figura 19 Arquitectura funcional de OpenNebula
Fuente: http://docs.opennebula.org/4.14/_images/one_high.png

Los componentes básicos del sistema OpenNebula, según la figura 15 son los siguientes:

- El **Front-end**: es el servidor donde se ejecutan todos los servicios de gestión, provisión, monitorización, acceso, y administración de la plataforma. Es la parte central del sistema.
- Los **Hosts**: son los servidores que ejecutan las funciones de virtualización donde se instanciaran y ejecutarán las máquinas virtuales (VM) proporcionadas por la plataforma.
- Los **Datastores**: son los servidores donde se almacenan las imágenes correspondientes a las instancias y máquinas virtuales. Los datastores son capaces de almacenar varios formatos de discos, así como ficheros de configuración, kernels, volúmenes de almacenamiento, etc.

- El **Service Network**: es la parte del servicio de red que permite la interconexión de los Hosts con los Datastores y el Frontend, además es la conexión hacia la red privada o red institucional y proporciona una conexión a internet.
- **Virtual Networks**: es la infraestructura virtual de red que permite soportar los servicios de red entre las máquinas virtuales (VM).

5.2.8.4. Descripción de los subsistemas de OpenNebula

De acuerdo con (OpenNebula, 2015) la plataforma se compone a nivel funcional de varios subsistemas, cada uno de ellos con una serie de servicios necesarios para el funcionamiento y la administración de la plataforma.

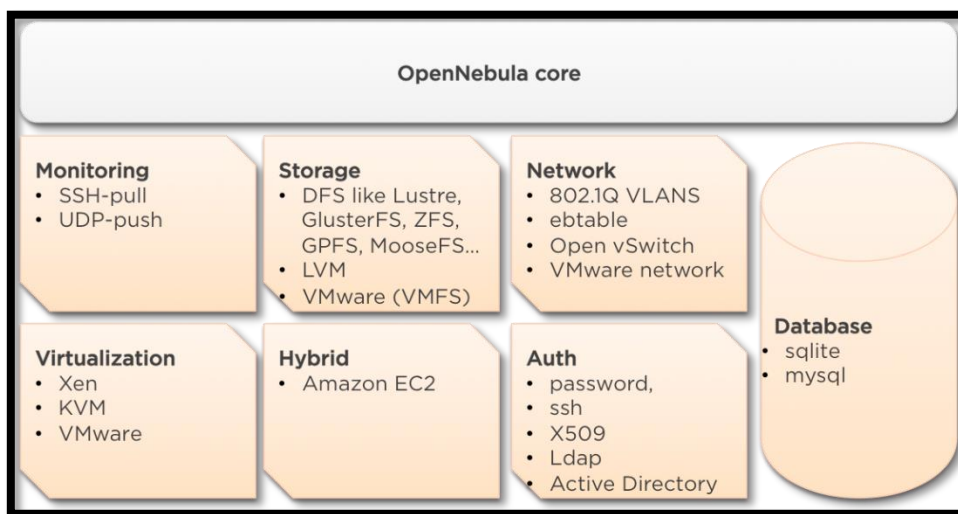


Figura 20 Componentes de la plataforma OpenNebula
Fuente: http://docs.opennebula.org/4.14/_images/overview_builders.png

5.2.8.5. Subsistema de administración de la plataforma

OpenNebula soporta varias opciones de gestión y utilización de los recursos de la plataforma, disponiendo incluso de APIs estándares. Como la implementación planteada

aborda el despliegue y administración de una infraestructura virtual, se detalla los dos modos de administración principales soportados por la plataforma:

Línea de comandos CLI:

Este método permite al administrador de la plataforma un control total para el despliegue, monitoreo, configuración y gestión de todos los aspectos y subsistemas soportados por OpenNebula proporcionando un conjunto de herramientas bastante completo y potente.

Sunstone o Interfaz web:

Es la interfaz gráfica de gestión vía web de la plataforma, permitiendo la utilización prácticamente de casi todas las opciones posibles que proporciona OpenNebula y la cual ofrece una configuración de acceso basado en vistas, según el perfil del usuario sea el de administrador, administrador de grupo, o usuario.

En las siguientes imágenes se muestra el aspecto que presentan los diferentes tipos de vistas:

- Página de Autenticación



Figura 21 Página principal de la plataforma OpenNebula
Fuente: <http://wiki.cm.utfpr.edu.br/index.php/OpenNebula>

- Vista de Administrador del sistema

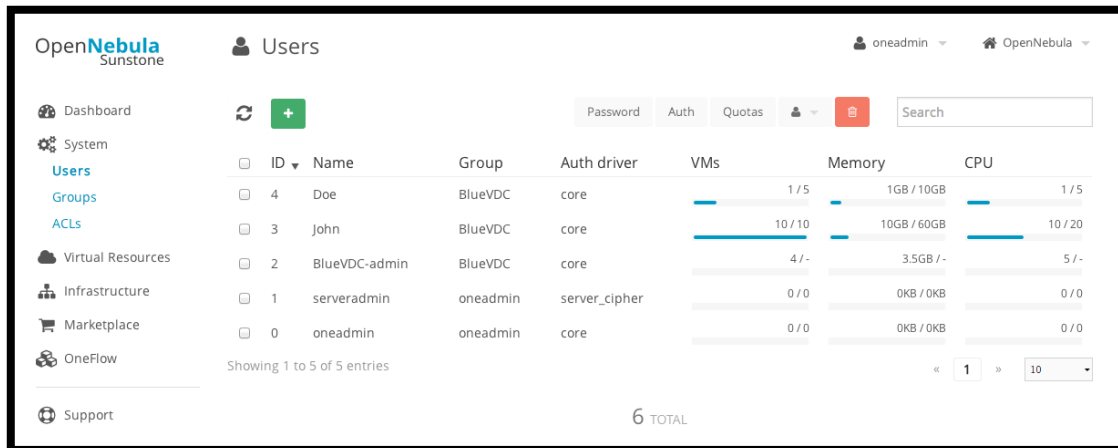


Figura 22 Vista de administrador de la plataforma OpenNebula
Fuente: http://docs.opennebula.org/4.14/administration/users_and_groups/manage_users.html

- Vista de Usuario.

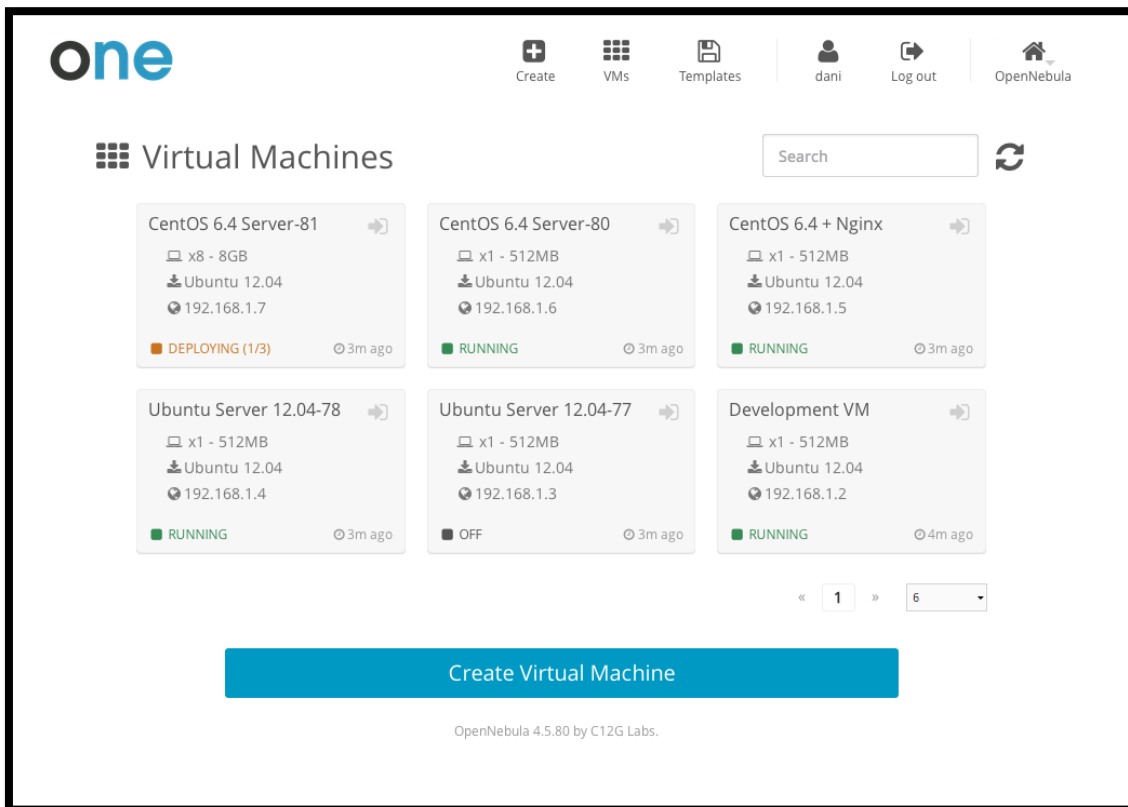


Figura 23 Vista de Usuario de la plataforma OpenNebula
Fuente: <http://goo.gl/HTEExLI>

5.2.8.6. Subsistema de virtualización

Este subsistema cumple con la función de comunicarse con cada uno de los hipervisores instalados en los nodos de virtualización, y de gestionar las acciones ejecutadas sobre una máquina virtual durante el ciclo de vida de la misma. OpenNebula en su última versión tiene la capacidad de soportar los siguientes hipervisores:

Xen

Este hipervisor soporta servicios de paravirtualización y virtualización completa. Es potente, eficiente y segura, pero requiere de un kernel especialmente adaptado que tanto el host como las máquinas virtuales deben tener para poder ejecutarse.

KVM

Es un hipervisor nativo del kernel de Linux, y soporta la ejecución de máquinas con virtualización completa para varios de los sistemas operativos existentes en la actualidad, sin que sea necesario realizar ningún tipo de adaptación en el huésped. Para esto necesita que la CPUs del host soporte la extensión de virtualización por hardware (llamada VT-x por Intel y V por AMD), y que esta funcionalidad se encuentre habilitada en la BIOS del servidor, lo que no siempre es posible. Con el fin de acelerar los periféricos de entrada y salida en las máquinas virtuales, KVM también soporta la paravirtualización de ciertos dispositivos como: red, disco, memoria, y tarjeta gráfica mediante el uso de los controladores VirtIO, soportados en los sistemas operativos modernos, incluido Windows y sus versiones más recientes. Obteniendo así una virtualización llamada híbrida.

VMware

Es un sistema de virtualización propietario, cuyo hipervisor es capaz de ejecutarse directamente sobre el hardware del servidor sin necesidad de la previa instalación de un sistema operativo. Su gestión está soportada por OpenNebula, por medio de una pasarela especial, para los hipervisores VMware ESX y VMware Server.

5.2.8.7. Subsistema de almacenamiento (Storage)

Este subsistema, mediante sus diferentes tipos de datastores, cumple la función de almacenamiento de imágenes y ficheros utilizados por las máquinas virtuales, de una manera centralizada. Especial mención merece el System Datastore, utilizado por la plataforma OpenNebula para contener las imágenes usadas para el despliegue de las máquinas virtuales en ejecución. Los datastores se deben comunicar con los nodos (los hosts y el front-end) a través de la red (service network), como se puede apreciar en la figura 24:

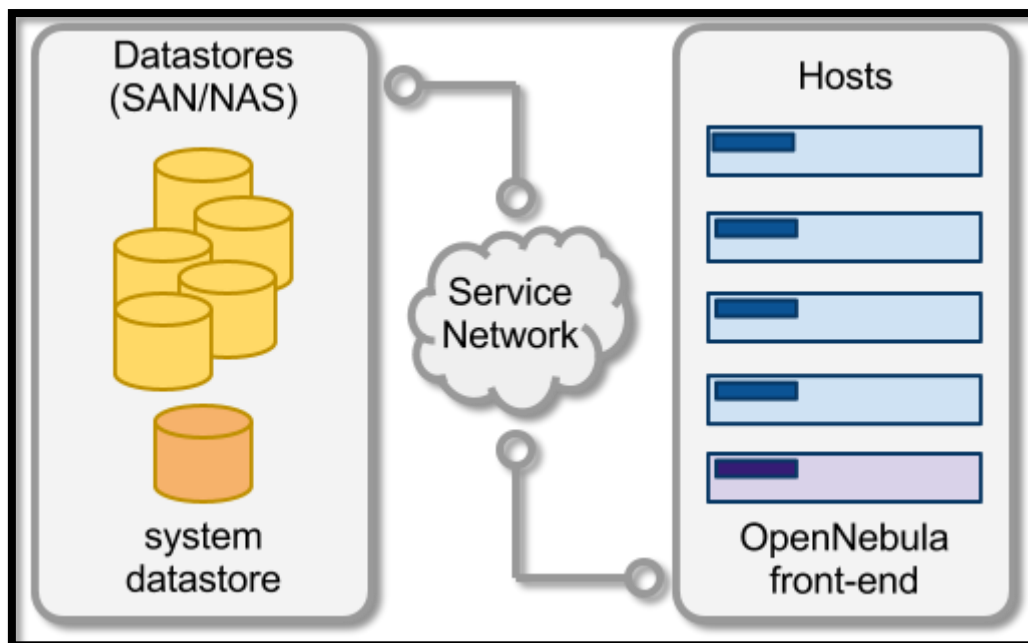


Figura 24 Sistema de almacenamiento en OpenNebula
Fuente: http://docs.opennebula.org/4.14/_images/datastoreoverview.png

5.2.8.8. Subsistema de red

Este subsistema permite que las máquinas virtuales distribuidas en el servidor puedan interconectarse entre sí mediante sus interfaces de red, usando segmentos de red independientes de una forma escalable y segura, proporcionando de igual manera una

conexión con el exterior de acuerdo al uso que se dé a la máquina virtual, mediante diversos mecanismos o controladores.

Para ello OpenNebula dispone de diferentes controladores de redes virtuales, que pueden ser asociados cuando el host es definido en la plataforma, estas pueden ser:

- **Dummy:** Es el controlador de red por defecto, el cual no realiza ninguna operación real en el sistema cuando la red es definida, ni siquiera aplica reglas de firewall a las interfaces definidas cuando la máquina virtual es instanciada con sus interfaces de red.
- **FW:** este controlador permite aplicar reglas de firewall sobre los interfaces de red, cuando las máquinas virtuales son creadas estas reglas se las aplica en la instancia, pero no aplica ninguna regla de aislamiento de red a nivel de capa 2, por lo que no impide ataques como: tormentas de broadcast, MAC spoofing, etc.
- **802.1Q:** Este controlador permite el encapsulamiento y transporte de hasta 4096 VLANs por un mismo puerto físico de red, aislando a nivel de capa 2 mediante el etiquetado en el protocolo 802.1Q, con lo que cada subred queda completamente aislada del resto, siendo para esto necesario contar con switches que soporten esta funcionalidad y que tengan una configuración adecuada para permitir interconectar los hosts entre sí mediante troncales o puertos en modo trunk, sin afectar al resto de la red.

- **Ebtables:** Este controlador permite el aislamiento de VLANs nivel capa 2 mediante el uso de reglas ebtables, similar a las iptables pero trabajando con direcciones MACs. Para este controlador no es necesario un hardware especial, aunque no aísla las VLANs a nivel IP lo que puede representar un problema, por lo tanto hay que aplicar reglas de filtrado IP adicionales sobre las máquinas virtuales.
- **OvSwitch:** Este controlador mediante la solución OpenvSwitch permite el aislamiento y transporte de VLANs, el cual requiere aplicar reglas de filtrado, QoS, etc. Esta es una solución muy completa y potente, aunque resulte compleja su instalación y puesta a punto.
- **VMware:** es el controlador especial para poder utilizar la infraestructura de red de VMware con el fin de proporcionar una red aislada 802.1Q compatible con las máquinas virtuales instanciadas en los hipervisores VMware.

La siguiente tabla muestra la matriz de compatibilidades entre los diferentes hipervisores soportados por OpenNebula y los controladores de red soportados por cada uno de estos:

Tabla 17 Tabla comparativa de los Hipervisores

	FIREWALL	OvSwitch	802.1Q	ebtables	VMware
KVM	YES	YES	YES	YES	NO
XEN	YES	YES	YES	YES	NO
VMware	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: OpenNebula. (2016). Obtenido de Networking Overview 4.2:
<http://opennebula.org/documentation:rel4.2:nm>

5.2.8.9. Subsistema de monitorización

El subsistema de supervisión recopila información relativa a cada uno de los nodos y cada una de las máquinas virtuales instanciadas en cada uno de estos, es capaz de monitorear información de los indicadores básicos de rendimiento como el consumo de la capacidad y el estado de las máquinas. Esta información se recoge mediante la ejecución de un conjunto de sondas estáticas proporcionadas por OpenNebula. La salida de estas sondas se envía a OpenNebula de dos maneras diferentes:

- **UDP-push Model:** cada nodo envía periódicamente los datos de seguimiento a través del protocolo UDP a la interfaz que recoge y procesa los datos de monitoreo en un módulo dedicado.
- **Pull Model:** en este modelo OpenNebula periódicamente consulta cada host y ejecuta las sondas a través de ssh.

5.2.8.10. Subsistema de autenticación

OpenNebula por defecto se encuentra implementado con un sistema interno de autenticación mediante usuario/password, junto con un sistema de autorizaciones basadas en listas de accesos debido a su alta flexibilidad, también soporta varios sistemas de autenticación externos, los cuales se pueden aplicar sobre los diferentes módulos de acceso al sistema.

En la figura 25 se pueden ver dos modos de autenticación que se pueden personalizar en OpenNebula:

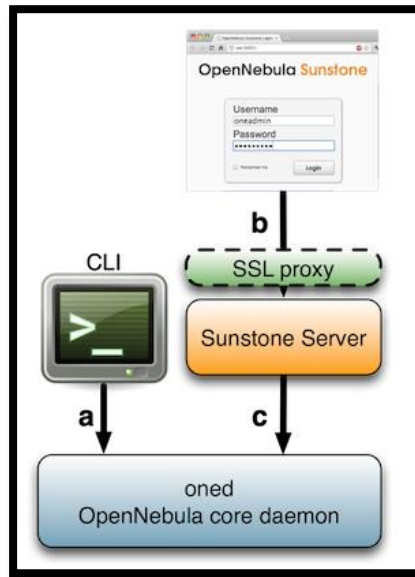


Figura 25 Sistema de autenticación de OpenNebula
 Fuente: <http://goo.gl/1yYBn5>

- La autenticación de CLI / API.
- Sunstone autenticación.

5.2.8.11. Subsistema de base de datos

OpenNebula tiene la capacidad de soportar dos sistemas de bases de datos diferentes, para el manejo y almacenamiento de toda la información de gestión de la plataforma de una forma centralizada:

SQLite:

Es la base de datos soportada por defecto, es una base de datos básica pero que cumple con los requerimientos para el manejo de información de entornos pequeños.

MySQL:

Pensada para entornos de alta disponibilidad del Frontend, o con conexión remota distribuida.

5.2.8.12. Subsistema de escalado híbrido

Este subsistema es el que permiten que los recursos asignados por la infraestructura de Cloud privado pueda llegar a integrarse con una infraestructura pública de red, a través de un API estándar que en este caso corresponde a la de Amazon EC2, permitiendo de esta forma tener la capacidad de establecer la arquitectura de una nube híbrida.

5.2.9. REQUERIMIENTOS DE GESTOR DE INFRAESTRUCTURA IaaS

Se denomina gestor de infraestructura a aquel componente de software que es capaz de virtualizar una infraestructura cloud. De acuerdo a la norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011 se seleccionará el gestor de infraestructura más adecuado para satisfacer las necesidades de los servicios con software libre, prestando especial atención a aplicaciones con fines universitarios como los laboratorios de la Facultad.

5.2.9.1.1. REQUISITOS ESPECÍFICOS

Este apartado trata sobre los diferentes requisitos que se debe cumplir para la selección del software empleado en la implementación de la infraestructura IaaS del cloud computing.

a) REQUISITOS COMUNES DE LAS INTERFACES

Se detallan los requisitos de interfaz por medio de las necesidades del usuario, hardware y software.

a.1) INTERFACES DE USUARIO

El software que se implementa sobre el servidor del proyecto de cloud, proporciona una interfaz web donde se configura los recursos computacionales para las máquinas virtuales.

a.2) INTERFACES DE HARDWARE

El servidor donde se implementa el proyecto de cloud computing posee 4 interfaces de red Gigabit Ethernet, del cual solamente se utiliza una interfaz para la implementación del proyecto.

a.3) INTERFACES DE SOFTWARE

Estas interfaces se encuentran definidas por el software que se utiliza en la implementación del cloud computing, por lo cual el usuario tendrá una interfaz web para el trabajo de sus máquinas virtuales.

a.4) RESTRICCIÓN DE MEMORIA

El software debe presentar una mínima capacidad de memoria RAM como requisito para ser instalado en un servidor.

b) REQUISITOS FUNCIONALES

Tabla 18 Requerimientos Funcionales

N° de Requisito	Nombre	Característica	Descripción	Prioridad		
				OpenStack	Eucalyptus Nebula	Open
REQ 01	Administración de máquinas virtuales.	Permitir el control de máquinas virtuales.	El administrador deberá crear VM, ejecutarlas y asignar a los usuarios.	Alta	Alta	Alta
REQ 02	Asignación de recursos	Proporcionar recursos computacionales necesarios a los usuarios.	El administrador debe otorgar al usuario los recursos que necesite y permitir el normal funcionamiento de las VM.	Alta	Alta	Alta
REQ 03	Conectividad	Se podrá acceder a la plataforma desde cualquier lugar con acceso a internet.	Solo los usuarios registrados tendrán acceso a la plataforma.	Alta	Alta	Alta
REQ 04	Agregar nodos		El administrador podrá implementar nuevos nodos de acuerdo a sus requerimientos.	Media	Alta	Baja

REQ 05	Migración de máquinas virtuales	El administrador podrá realizar la migración de VM entre nodos.	El administrador realizará la migración de VM a otro nodo sin afectar el funcionamiento de la misma.	Baja	Media	Baja
REQ 06	Gestión de usuarios	El administrador deberá asignar cuentas de usuario	La plataforma debe permitir crear, modificar, eliminar, autenticar, modificar contraseñas de usuarios.	Alta	Media	Alta
REQ 07	Gestión de imágenes	El administrador debe crear y administrar imágenes	La plataforma deberá permitir el registro, modificación, activación y eliminación de imágenes de formatos que sean compatibles con la plataforma	Alta	Media	Alta
REQ 08	Gestión de redes virtuales	El administrador podrá administrar las redes que se crean en la plataforma	Permitirá la gestión, así como crear, eliminar y mostrar las redes virtuales, re direccionamiento de puertos, balanceadores de carga, etc.	Alta	Media	Media

REQ 09	Soporte de hypervisores		La plataforma deberá soportar hypervisores compatibles con la plataforma y el software de las máquinas virtuales	Alta	Media	Alta
REQ 10	Gestión de volúmenes	El administrador deberá facilitar el uso de volúmenes para la creación de máquinas virtuales en el caso de que sea necesario	Permitirá crear, modificar, eliminar, o a su vez poder asociar a una instancia o máquina virtual.	Media	Media	Alta

Fuente: Norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011

c) REQUISITOS NO FUNCIONALES

Tabla 19 Requerimientos no Funcionales

N° de Requisito	Nombre	Característica	Descripción	Prioridad		
				OpenStack	Eucalyptus	Open Nebula
REQ 06	Seguridad en la transmisión de información	Emplear un esquema seguro para transmitir información desde y hacia las VM.	El administrador debe brindar seguridad y confidencialidad sobre la transmisión de datos.	Alta	Media	Media

REQ 07	Interfaz del sistema	La interfaz del usuario constituye un escritorio remoto.	El escritorio remoto es proporcionado vía web por el servidor que aloja las VM.	Alta	Media	Alta
REQ 08	Autenticación de usuarios	Los usuarios deberán autenticarse para poder acceder desde cualquier lugar.	El usuario tendrá acceso a la plataforma de acuerdo a su nivel de accesibilidad.	Media	Alta	Media
REQ 09	Mantenimiento	El proyecto deberá tener un manual de instalación y administración para facilitar el mantenimiento.	La documentación debe ser fácilmente actualizable.	Baja	Alta	Medio
REQ 10	Versión	La versión debe ser una versión estable y actualizada	Las características de la versión deben cubrir los requisitos y necesidades del sistema	Media	Media	Media
REQ 11	Licencia		El software debe tener licenciamiento libre	Alta	Alta	Alta

Fuente: Norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011

5.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CLOUD PRIVADO EN UNA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE Y DISEÑO DE APLICACIONES.

En esta sección se establecen los parámetros necesarios para la implementación de las plataformas y se detalla cómo se compondrá cada uno de los subsistemas de acuerdo a las características requeridas para la implementación de la Infraestructura de Cloud en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

5.3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La Universidad Técnica del Norte Actualmente cuenta con una infraestructura de red provista de equipos que ofrecen seguridad y conectividad a las diferentes facultades, esta interconexión se la realiza mediante un cableado de F.O. la cual se conecta desde el Data center ubicado en el edificio central hacia cada una de las facultades.

En la figura 26 se puede observar un diagrama de la interconexión física de todos los equipos de telecomunicaciones que se encuentran en la Universidad Técnica del Norte; como se distribuye la infraestructura de red hacia la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) y por consiguiente como se conectarán los servidores físicos en los que se instalaran las plataformas.

La Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte actualmente cuenta con un Data center acondicionado para instalar la infraestructura necesaria de servidores y elementos de red necesaria para la implementación de un Cloud privado para ofrecer una infraestructura como servicio IAAS.

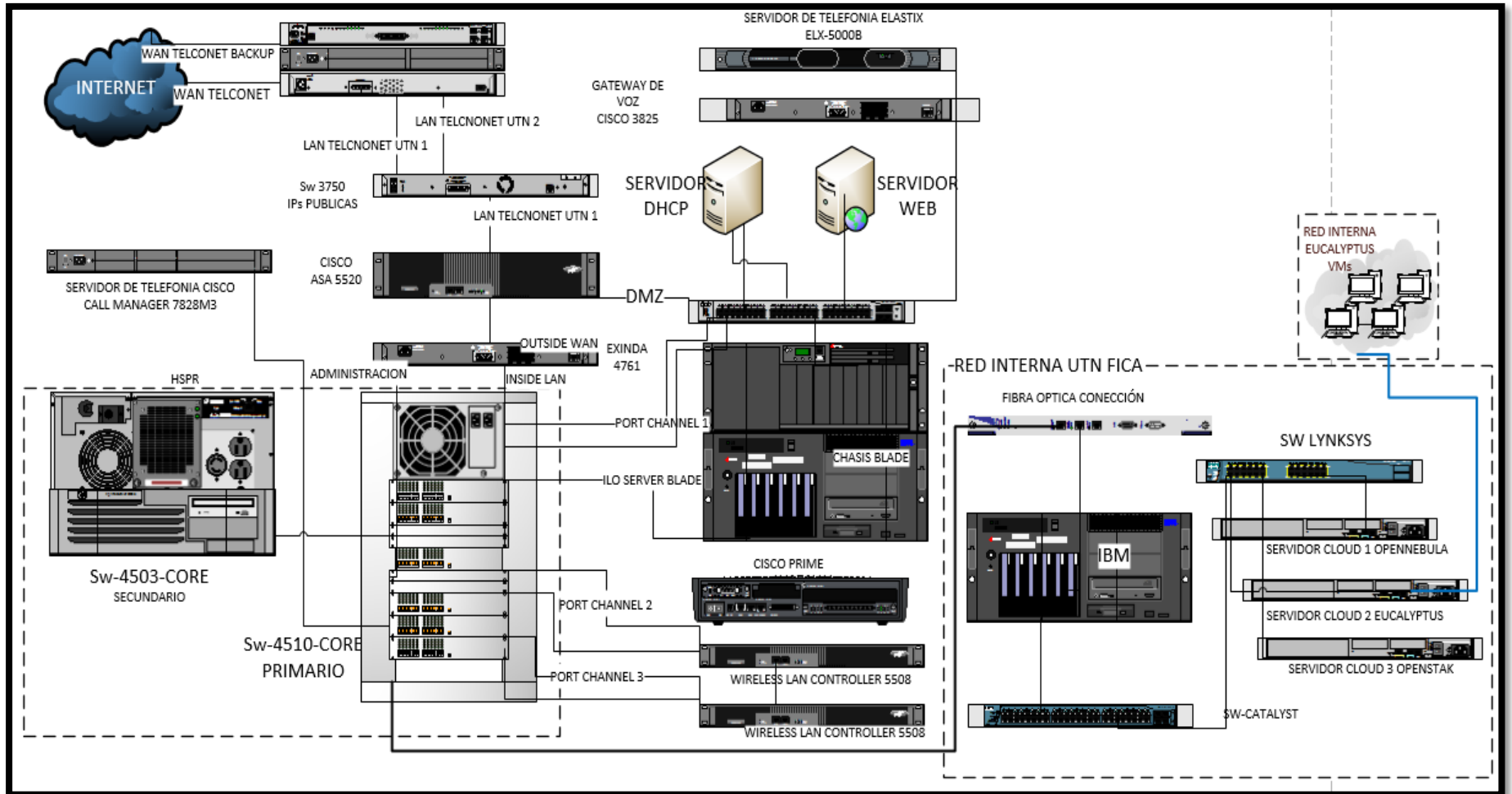


Figura 26 Arquitectura Física de Equipos de la topología de Infraestructura de Cloud Privado.
Fuente: departamento de Informática de la UTN

En la tabla 20 se muestran los equipos servidores que se encuentran en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

Tabla 20 Servidores implementados en el Datacenter FICA

MARC	UBICACIÓN	FUNCIÓN	DIRECCIÓN IP	CARACTERÍSTICA
IBM System x3500 M4	Rack 3	Repositorio DSpace	10.24.8.61 172.16.3.61	RAM: 7,6 GB Procesador: Intel Xeon (R) CPU E5-2630 2,30 GHz x 12 HDisk: 610 GB OS: CentOS 6.5
IBM System x3500 M4	Rack 3	Reactivos	10.24.8.66 172.16.3.66	RAM: 7,6 GB Procesador: Intel Xeon (R) CPU E5-2630 2,30 GHz x 12 HDisk: 135 GB OS: CentOS 6.5
IBM System x3200 M2	Rack 2	DHCP FICA (Inactivo)	-----	RAM: Procesador: HDisk: OS:

HP	Rack 2	Proyecto	10.24.8.76	RAM:
Proliant		Cloud-Open	172.16.3.76	Procesador:
DL360 G9		Stack		HDisk:
				OS: Ubuntu Server 14.043 LTS
HP	Rack 2	Proyecto	10.24.8.77	RAM: 4.8 GB
Proliant		Cloud SDN	172.16.3.77	Procesador: Intel
ML150				Xeon(R) CPU E5405
G5				2.0GH x 4
				Almacenamiento: 232 GB
				OS: Ubuntu Server 14.043 LTS
HP	Rack 2	Proyecto	10.24.8.75	RAM: 32 GB
Proliant		Cloud-	172.16.3.75	Procesador:
DL360 G9		Eucalyptus		HDisk:
				OS: Ubuntu Server 14.043 LTS
HP	Rack 2	Proyecto	10.24.8.74	RAM:
Proliant		Cloud-Nebula	172.16.3.74	Procesador:
DL360 G9				HDisk:
				OS: Ubuntu Server 14.043 LTS

IBM System x3250 M3	Rack 2	SIN SERVICIO	-----	RAM: Procesador: HDisk: OS:
IBM System x3650 M3	Rack 2	CISIC	-----	RAM: Procesador: HDisk: OS: CentOS
PC tipo "Clon"	Rack 3	Administración biométricos FICA	172.16.7.24	RAM: 4 GB Procesador: Core (TM) i3-4150 CPU 3.5 GHz Almacenamiento: OS: Windows 7 Profesional
HP Proliant ML150 G5	Rack 3	Servicio de encuestas y evaluación- OPINA	10.24.8.67 172.16.3.67	RAM: 4.8 GB Procesador: Intel Xeon (R) CPU E54405 GHz x 4 Almacenamiento:150 GB OS: Ubuntu 12.10

Fuente: Centro de datos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

En la tabla 21 se muestra los Switches que se encuentran en el Centro de Datos de la facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y las características de cada uno.

Tabla 21 Switches del centro de datos de la FICA

CISCO Catalyst 4506- E	Rack 1	Enlace Principal	Puertos:
CISCO Linksys SR224G	Rack 2	Distribución de red	Puertos: 24
Cloud Router Switch Mikrotik CAS125- 24G-15-AM	Rack 3	Router de red inalámbrica	Puertos: 24
Switch QPCOM QP- 1240R	Rack 3	Switch de Distribución de conexiones AP – red inalámbrica FICA	24 puertos fast Ethernet 10/100/1000 Mbps
3 COM	Rack 3	Distribución de red	Puertos: 24

Fuente: Centro de datos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

La implementación de este Data center ha permitido ofrecer una infraestructura como servicio a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas dando la capacidad de crear máquinas virtuales en los servidores implementados en el Data center de la facultad mediante el levantamiento de una plataforma de Cloud Computing.

5.3.2. Requerimientos de Hardware

Para la instalación de las diferentes plataformas que se usan en el levantamiento de la infraestructura de Cloud Computing los requisitos mínimos son:

Tabla 22 Requerimientos de Sistemas Operativos para Infraestructura de Cloud

Sistema	Procesador	Memoria	Almacenamiento
Ubuntu 14.04 LTS	x86 - x64 a 700 MHz	512 Mb	5 GB
Debian GNU/Linux entorno Basico	x86 - x64 a 1 GHz	512 Mb	2 GB
Debian GNU/Linux con entorno Grafico	x86 - x64 a 1 GHz	1 Gb	10 GB
Centos 6 Entorno básico.	x86 - x64 a 700 MHz	64 Mb	1 GB - 2GB
Centos 6 Entorno Grafico	x86 - x64 a 1 GHz	2 GB	20 GB – 40 GB

Fuente: <https://www.debian.org/releases/stable/i386/ch03s04.html.es>
<http://www.alcancelibre.org/article.php/disponible-centos-6-y-ahora-que>
<https://linux.com/finalmente-lanzamiento-de-ubuntu-14-04-trusty-tahr/>

Los servidores donde se instalará las diferentes plataformas mencionadas entre las características más importantes deben tener:

- Procesador Intel Xeon E5-2630v3 8-Core (2.40GHz)
- Memoria RAM Estándar 32GB
- Disco duro de 3x450GB
- Cuatro puertos de red Gigabit Ethernet

5.3.3. Levantamiento de Infraestructura

Teniendo en cuenta los requerimientos físicos de los equipos y soporte de las aplicaciones, se procede al levantamiento de la infraestructura de cada una de las plataformas de Cloud Computing.

Para la instalación de las plataformas las fases son:

- Instalación y conexión de equipos:

Los equipos se deben conectar de acuerdo a la topología de red descrita anteriormente y configurados para garantizar la comunicación a la DMZ.

- Instalación de Sistema Operativo:

La instalación de OpenStack es en la distribución Ubuntu 14.04.3 LTS se puede realizar con el soporte que brindan los repositorios estándar y la configuración del servidor tendrá la función de Front-end y nodo. (Anexo A- Apartado 1)

Levantado la infraestructura de OpenStack el acceso a la interfaz web se puede realizar con el dominio “*openstackfica.utn.edu.ec*” desde el interior de la red universitaria, o bien por medio de la IP publica “*190.95.96.221:8086*”. (Figura 27)

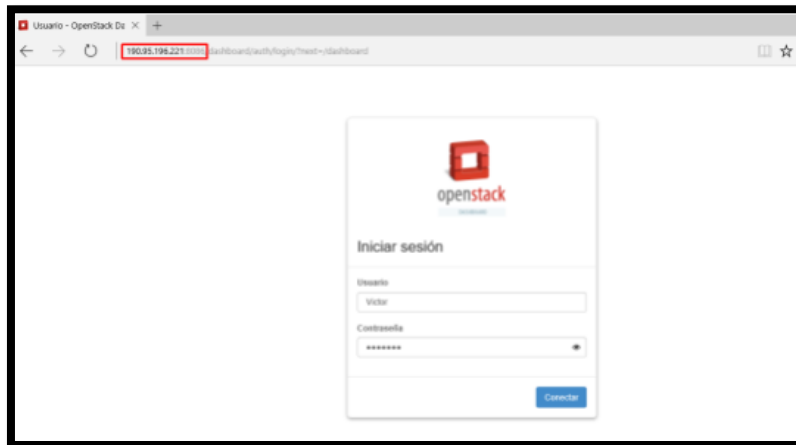


Figura 27 Interfaz Web de OpenStack
Fuente: Aplicación OpenStack

Para OpenNebula se ha especificado dos subredes, la principal corresponde a la DMZ (10.24.8.0/24), la segunda red se conecta a través de un NAT hacia la red universitaria, con el propósito de aislar las máquinas virtuales destinadas a servicio de laboratorios, de las que se encuentren en la red UTN. (Figura 28)

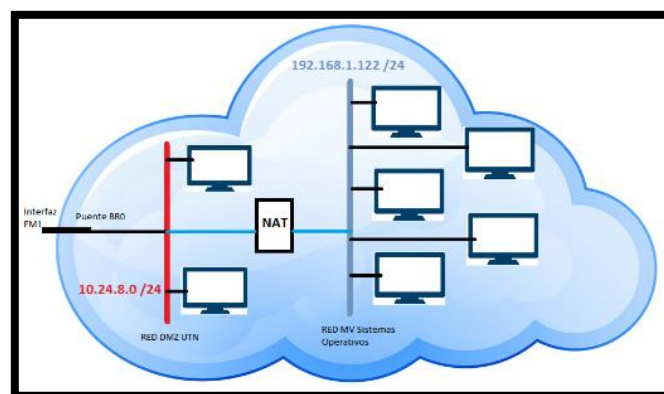


Figura 28 Infraestructura de red de la plataforma de Cloud
Fuente: Red de Universidad Técnica del Norte

- Para OpenNebula Ubuntu 14.04 será utilizado como la plataforma para la instalación de aplicaciones, después de finalizar el proceso de instalación se realiza la configuración de las interfaces de red del equipo servidor, permitiendo la conectividad a internet, y garantizar pueda realizar la actualización de sistemas y componentes propios del sistema operativo.
- Instalación de plataforma OpenNebula

Al tener conectividad del equipo servidor con internet y las diferentes subredes, es posible instalar los repositorios y paquetes necesarios para la ejecución de los subsistemas de OpenNebula. (Anexo A- Apartado 2)

Al finalizar las fases de instalación se realiza el acceso a la interfaz web utilizando el dominio o la IP local o externa y puerto del servidor OpenNebula:

Dominio: www.cloudfica.utn.edu.ec:9869

IP local: 172.16.3.75:9869

IP publica: 190.95.196.221:9869

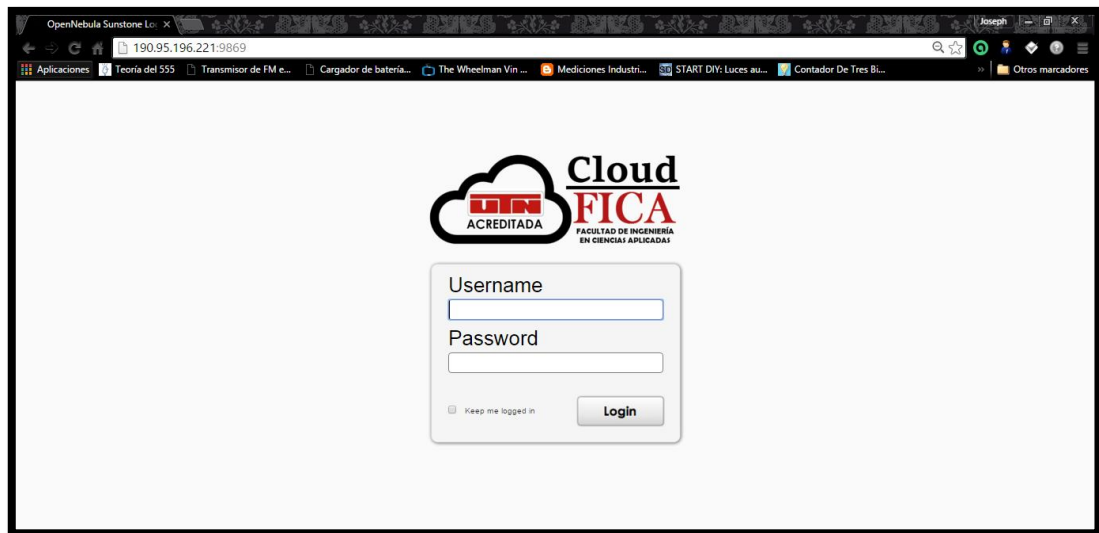


Figura 29 Página principal de la plataforma instalada
Fuente: Recuperado de www.cloudfica.utn.edu.ec:9869

El proceso de instalación de Eucalyptus se realiza utilizando Faststart que es una distribución que contiene los componentes necesarios para el levantamiento de la plataforma que está incluido en Centos Linux 6.5. (Anexo A- Apartado 3)

Al finalizar la instalación se muestra la pantalla de información de acceso para el usuario y administrador de la plataforma.

Es importante saber que se debe descargar un archivo de credenciales el cual se utiliza para la configuración de herramientas para clientes.

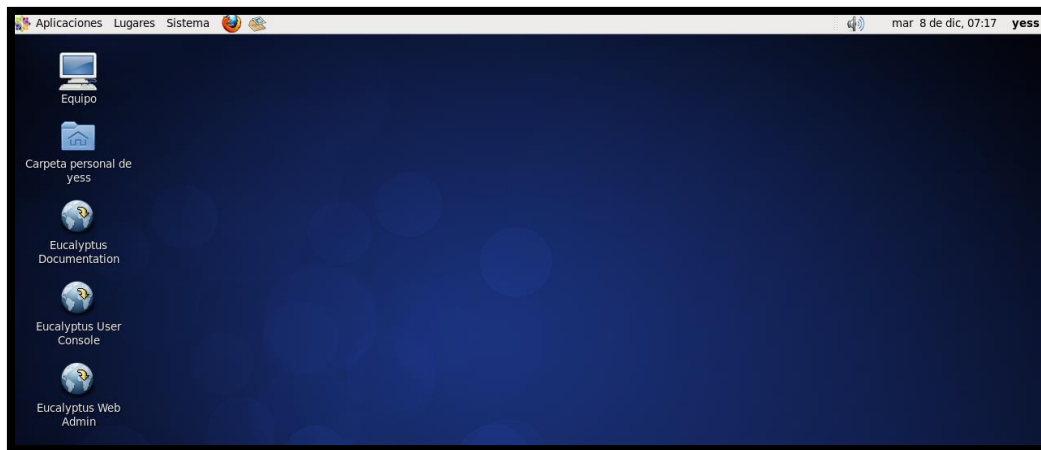


Figura 30 Desktop de Centos que aloja Eucalyptus
Fuente: Centos Linux 6

En la instalación previa de Eucalyptus se creó los parámetros de usuario y administrador, de igual manera el acceso a la plataforma de Cloud Computing se puede realizar de ambas formas con los privilegios correspondientes con el respectivo nombre de usuario y contraseña.

Las direcciones y puertos por las cuales se puede acceder a el servidor Eucalyptus son:

- IP localhost: 10.24.8.75
- IP LAN UTN: 172.16.3.75
- DNS Local: eucalyptuscloud.utn.edu.ec
- IP Publica: 190.95.196.221
- Puerto de Usuario: 8888

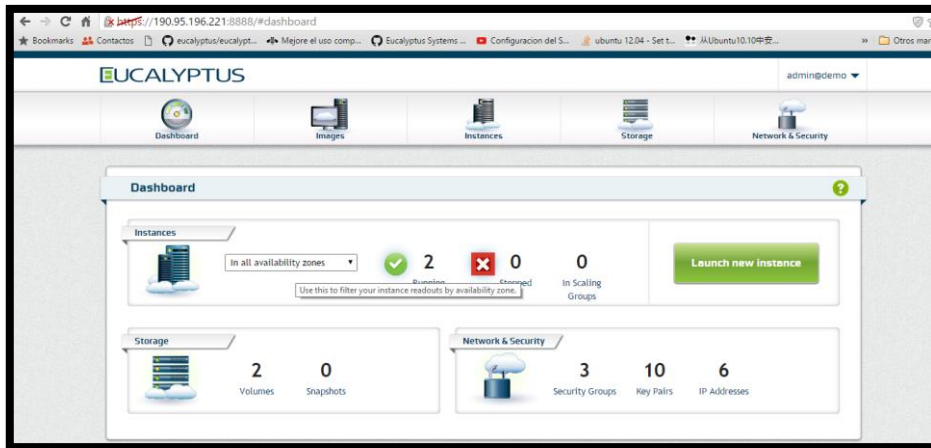


Figura 31 Interfaz de usuario de Eucalyptus
Fuente: Plataforma Eucalyptus

- Puerto de Administrador 8443

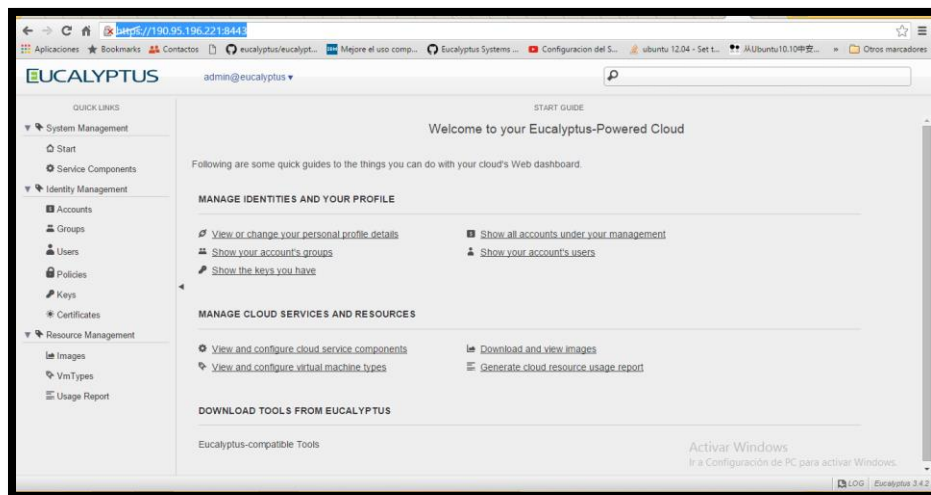


Figura 32 Interfaz de Administrador de Eucalyptus
Fuente: Plataforma Eucalyptus

5.3.4. Configuración de Máquinas Virtuales o Instancias

Para el lanzamiento de nuevas instancias es indispensable la creación de imágenes para el cloud, las cuales posteriormente serán las máquinas virtuales donde se podrá trabajar como en cualquier otro equipo físico (hardware) de laboratorio.

Cada una de las plataformas OpenStack, OpenNebula y Eucalyptus, utilizan diferentes componentes y la actualización de repositorios y del sistema operativo son importantes para la instalación y el correcto funcionamiento de los mismos. (Anexo B)

5.3.5. Diseño de la telefonía IP a través del Cloud Computing bajo la plataforma de software libre GNU/LINUX

5.3.5.1. Dimensionamiento del sistema de telefonía IP a través del Cloud Computing

5.3.5.1.1. Capacidad de la instancia en la plataforma de virtualización.

Las características de la instancia que se asignarán al servidor de telefonía IP son:

Tabla 23 Características de servidor Elastix

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	IMPLEMENTACIÓN
Memoria RAM de 4GB	Memoria RAM de 8 GB
Disco duro de 10 GB	Disco duro de 500 GB

Procesador de 2 core (2.4 Ghz)	Procesador Quad core 2.4 Ghz (4 nucleos)
---------------------------------------	--

Fuente: (Guevara, 2014)

Como se pudo establecer anteriormente, las características del servidor que se encontrará en el cloud serán solo para verificar el funcionamiento del servicio, pero en el caso de implementarse, si se efectúa una comparación con las características de un servidor físico el Elastix ELX5000G2 publicado en la página oficial de ELASTIX que es el que se utiliza actualmente en la Universidad, se necesitaría un total de 1000 extensiones y un total de 500 llamadas concurrentes, como se indica en la tabla 23.

5.3.5.1.2. Método de cálculo de ancho de banda para VoIP

Para realizar los cálculos del ancho de banda se escogió el códec GSM, ya que es el que muestra tener las mejores características para este diseño, debido a que tiene una compresión muy baja de 13.2 Kbit/s, la señal de voz se divide en bloques de 20 ms, ofrece un buen rendimiento con respecto al uso del CPU y además se encuentra habilitado en Elastix, esto está descrito en el libro Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, además no requiere licencia. Existe otro códec que es excelente para telefonía IP y es el G.729, pero este códec requiere de la adquisición de licencia. Es así que se tomó la decisión de emplear el códec que no requiere licencia, que es el GSM ya que los dispositivos soportan este códec.

Para el inicio de los cálculos se tiene los datos del códec GSM:

- Velocidad de transmisión= 13.2 Kbps
- Tamaño de la carga útil= 33 bytes
- Payload= 20 ms
- Paquetes por segundo (PPS)=50 PPS

a) Primero se debe realizar el cálculo del tamaño de las tramas de voz. Asimismo se utiliza el códec de audio GSM y además se suma el encabezado de capa 4, capa3 y capa 2.

Para el códec GSM las tramas se encuentran estructuradas por las cabeceras que pueden ser Ethernet, PPP, etc. Las cuales tienen una longitud de 18 bytes de longitud y adicional a eso se debe sumar el encabezado de la trama IP que tiene una longitud de 20 bytes, la UDP un tamaño de 8 bytes y el encabezado del protocolo de sesión (H.323, SIP o IAX) se suma un adicional de 12 bytes en este caso porque se está utilizando el protocolo SIP y luego se suma el tamaño de la carga útil (payload) que son 33 bytes que corresponde al códec GSM (Salcedo, López, & Hernández, 2011).

Tamaño de trama

$$\begin{aligned} &= \text{Payload} + \text{Cabecera capa transporte} + \text{cabecera capa de red} \\ &+ \text{Cabecera capa enlace de datos} \end{aligned}$$

Ecuación 1 Cálculo del tamaño de trama
Fuente: (CISCO, 2008)

$$\text{Tamaño de trama} = 18 \text{ bytes} + 20 \text{ bytes} + 8 \text{ bytes} + 12 \text{ bytes} + 33 \text{ bytes}$$

$$\text{Tamaño de trama} = 91 \text{ bytes}$$

- b) Luego se procede a calcular el tamaño de la trama en bits.

$$\text{Tamaño de trama en bits} = 91 \text{ bytes} * 8 = 728 \text{ bits}$$

Ecuación 2 Tamaño de la trama en bits
Fuente: (Salcedo, López, & Hernández, 2011)

- c) Después se procede a calcular el número de paquetes que se transmiten por segundo (PPS) que en la tabla 23 ya se mostró.

$$\begin{aligned} &PPS(\text{Número de paquetes tx/seg}) \\ &= (\text{Velocidad de transmisión del codec})/(\text{payload}) \end{aligned}$$

Ecuación 3 Paquetes transmitidos por segundo
Fuente: (CISCO, 2008)

$$PPS = (13.2 \text{ kbps})/(33 \text{ bytes} * 8 \text{ bits}) = 50\text{pps}$$

- d) Ahora se procede a calcular el ancho de banda

$$\text{Ancho de banda} = (\text{tamaño de paquete total}) * (PPS)$$

Ecuación 4 Cálculo ancho de banda
Fuente: (CISCO, 2008)

$$\text{Ancho de banda} = 728 \text{ bits} * 50 \text{ pps} = 36.4 \text{ kbps}$$

Estadísticas de tráfico de llamada

Para observar el tráfico que se genera en la Universidad Técnica del Norte se obtuvo del reporte de llamadas que otorga el Elastix ELX5000, que es el equipo que actualmente se tiene en la institución. Se efectuó un análisis de los datos más relevantes que se requieren para realizar el cálculo del tráfico de red. Efectuando este análisis de los datos se tiene como resumen la tabla 24, donde se observa valores que son importantes conocer para el análisis del tráfico de red y determinación de la hora pico.

Tabla 24 Resumen de llamadas Elastix ELX5000

RESUMEN DE LLAMADAS		
Hora de llamada	Número de llamadas	Tiempo promedio de llamadas (Seg)
06h00-8h00	10	75.40
08h00-9h00	179	46.41
09h00-10h00	204	54.62
10h00-11h00	158	62.34
11h00-12h00	283	68.09
12h00-13h00	137	62.70
13h00-14h00	33	50.73
14h00-15h00	123	74.13
15h00-16h00	213	63.81
16h00-17h00	220	60.27
17h00-18h00	77	79.86
18h00-19h00	7	83.86
19h00-20h00	4	23.25

TOTAL LLAMADAS 1648

Fuente: Reporte de llamadas Elastix ELX5000 UTN

Según los datos de este día, se obtuvo la hora pico que es el periodo donde se generaron más llamadas siendo desde las 11h00 hasta las 12h00 con un total de 283 llamadas.

- Número de llamadas: 283
- Tiempo promedio de llamada: 68.09 seg.

AB= ancho de banda

n=número de conversaciones Full dúplex

$$\text{Ancho de banda llamadas simultaneas} = AB * n * 2$$

Ecuación 5 Ancho de banda llamada simultaneas
Fuente: (Salcedo, López, & Hernández, 2011)

$$\text{Ancho de banda llamadas simultaneas} = 36.4 \text{ Kbps} * 283 * 2 = 20.60 \text{ Mbps}$$

Flujo de tráfico

Para efectuar una demostración de los cálculos se toma como referencia el número de llamadas simultaneas del reporte de llamadas del Elastix ELX5000 que es de 283 llamadas y el tiempo de duración promedio de llamada de 68.09 segundos. Para calcular esta intensidad de tráfico (A) se lo realiza mediante la fórmula:

$A = \text{Cantidad de llamadas durante una hora} * \text{duración de llamadas (seg)}$

Ecuación 6 Flujo de tráfico
Fuente: (Marcano, s.f.)

$$A = \frac{283 \text{ llamadas}}{3600 \text{ seg}} * 68.09 \text{ (seg)} = 5.35 \text{ Erlangs}$$

Cálculo de troncales

En los valores anteriormente calculados se obtuvo un valor a 5.35 Erlangs, con el cual se dimensiona el número de troncales que se requieren, esto se realizará a través del modelo de Erlang B. Además, el valor del grado de servicio aceptable debe ser menor a 1% de bloqueo en hora pico. Con estos datos se procede a encontrar el número de troncales que se requieren. En la imagen se muestra un número de 12 troncales necesarias para el flujo de tráfico.

No. of Trunks (N)	Traffic (A) in erlangs for P =			
	0.1%	0.2%	0.5%	1%
11	3.65	4.02	4.61	5.16
12	4.28	4.81	5.28	5.88
13	4.83	5.27	5.96	6.61

Figura 33 Número de troncales, modelo de Erlang B
Referencia: Modelo Erlang B

Plan de numeración de extensiones

Para el plan de numeración que se establece en este diseño se encuentra basado con la información proporcionada por el Departamento de desarrollo tecnológico de la

información de la UTN (DDTI), ya que el plan que maneja el departamento cumple con los requisitos que debe cumplir el plan de marcación. Para este plan de numeración se tomará en cuenta el correspondiente a la FICA, se incluirá un nuevo plan de marcado para los participantes del proyecto y docentes de la Carrera de Electrónica y Redes de la Comunicación, que servirán para efectuar pruebas del servicio e identificar problemas del mismo y posibles aplicaciones institucionales.

Este plan de numeración consta de cuatro dígitos:

- El primero es el número 7, que es a nivel general de toda la Universidad.
- El segundo digito se establece según la dependencia:

Tabla 25 Plan de numeración FICA

Número	Dependencia
[2]	Facultad FICA

Fuente: Directorio telefónico UTN

En la siguiente tabla se detalla el plan de numeración de los participantes del proyecto del cloud.

Tabla 26 Plan de numeración de extensiones participantes proyecto del Cloud

PARTICIPANTES PROYECTO CLOUD		
N°	Nombre	Extensión SIP
1	AGUIRRE VÍCTOR	7270
2	ESPINOZA JOSEPH	7271

3	NARVÁEZ CRISTIAN	7272
4	NAVARRETE DIANA	7273
5	SIGCHA YESSENIA	7274
6	SOLANO ERIKA	7275
7	ING. CARLOS VÁSQUEZ	7276
8	ING. EDGAR MAYA	7277

Fuente: Grupo de trabajo Proyecto Cloud Computing

A continuación, se detallan estas extensiones se las va a asignar a los docentes para efectuar las pruebas de funcionamiento.

Tabla 27 Plan de numeración de docentes

DOCENTES CIERCOM		
N°	Nombre	Extensión
1	ALVARADO SÁNCHEZ JAIME GUSTAVO	7278
2	BENALCAZAR GOMEZ JORGE RICARDO	7279
3	CEVALLOS ROMERO EDWIN MARCELO	7280
4	CUZME RODRÍGUEZ FABIÁN GEOVANNY	7281
5	DOMINGUEZ LIMAICO HERNAN MAURICIO	7282
6	ESCOBAR TERÁN CHARLES EDISSON	7283
7	FLORES ARMAS STEFANY CRISTINA	7284
8	IMBAQUINGO NARVÁEZ HUGO SALOMÓN	7285
9	JARAMILLO VINUEZA EDGAR DANIEL	7286
10	LEMA CACERES EDGAR VINICIO	7287
11	MARCILLO DEL CASTILLO JOSE ROBERTO	7289

12	MAYORGA ZAMBRANO JUAN	7291
13	MEDIAVILLA VALVERDE MARIO MARCELO	7292
14	NARVAEZ PUPIALES SANDRA KARINA	7293
15	OÑA ROCHA OMAR RICARDO	7294
16	PUPIALES YEPEZ CARLOS HERNAN	7295
17	RAMIREZ GALÁRRAGA MARCIA CATALINA	7296
18	ROSERO MONTALVO PAUL DAVID	7297
19	SUAREZ ZAMBRANO LUIS EDILBERTO	7298
20	MICHILENA JAIME	7269

Fuente: Secretaria Ciercom

Se plantea como prueba de funcionamiento levantar el servicio en infraestructura de OpenNebula la configuración sobre esta plataforma está en el Anexo C.

5.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DIMENSIONAMIENTO DE ENLACES.

En esta sección se explican las pruebas de funcionamiento realizadas para determinar posibles fallas en la plataforma, la prueba de funcionamiento de máquinas virtuales se realizó con estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.

5.4.1. Pruebas de interoperabilidad

Las pruebas de interoperabilidad, sirven para comprobar que todos los componentes y servicios ubicados en el servidor, interaccionan correctamente con el resto de componentes de la plataforma.

5.4.1.1. Comprobación del acceso a la consola VNC

Se comprueba el acceso y visualización a la consola VNC la cual permite el manejo de periféricos de la máquina virtual esto se comprueba desde el interfaz web Sunstone.

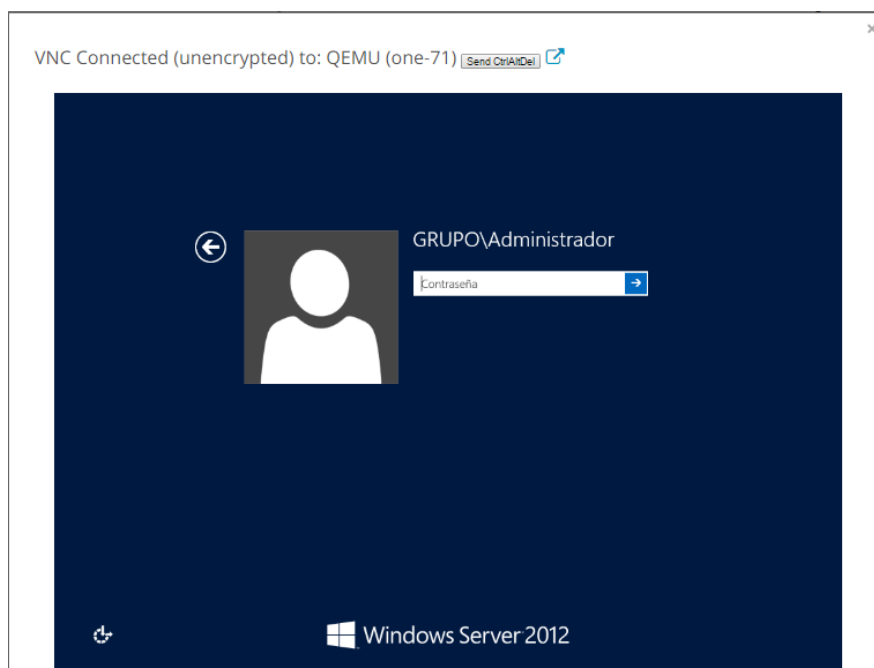


Figura 34. Interfaz VNC de una MV Windows Server 2012
Fuente: Plataforma OpenNebula

5.4.2. Pruebas de Compatibilidad

Las pruebas de compatibilidad sirven para determinar el funcionamiento de cualquier sistema Operativo dentro de la plataforma al igual que la compatibilidad con los diferentes tipos de navegadores y determinar cuáles son las dificultades de la plataforma.

5.4.2.1. Pruebas con Sistemas Linux

Pruebas con el Sistema Operativo Elastix 2.5.0

Para la realización de pruebas de compatibilidad con el sistema Elastix se ha seleccionado la versión 2.5.0 en el que los requerimientos mínimos recomendados para la creación de la máquina virtual son:

Tabla 28 Requerimientos S.O. Elastix 2.5.0

Requisitos mínimos Elastix 2.5.0	
Procesador	x86 a 1 GHz.
Memoria	1 GB de RAM.
Espacio en disco duro	10 GB

Fuente: (Guevara, Comunicaciones Unificadas con Elastix, 2014)

Se debe crear la plantilla con las especificaciones mínimas para la ejecución de la máquina virtual Elastix 2.5.0 usando una imagen previamente instalada y se procede a

levantar la máquina virtual con la plantilla creada; con lo que se comprobó que el sistema operativo tiene compatibilidad con las plataformas.

En la figura 33 se puede visualizar la correcta ejecución de la máquina virtual basada en el sistema operativo Elastix 2.5.0, donde muestra la dirección IP con la que se puede acceder a la interfaz de administración web del servidor.

```
CentOS release 5.10 (Final)
Kernel 2.6.18-371.1.2.el5 on an x86_64

ELASTIX2 login: root
Password:

Welcome to Elastix
-----

Elastix is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://10.24.8.168

[root@ELASTIX2 ~]#
```

Figura 35. Consola del Elastix 2.5.0 instalado en la plataforma
Fuente: Plataforma OpenNebula

5.4.3. Pruebas de rendimiento

En este apartado se realiza pruebas de rendimiento de las plataformas para evaluar el uso de CPU y el de memoria que consumirán al ejecutar varias máquinas virtuales con el mismo sistema operativo de forma concurrente.

5.4.3.1. Plataforma OpenNebula

Las pruebas de rendimiento se las efectúa solo con el Sistema Operativo Elastix 2.5.0 para determinar el consumo promedio del sistema.

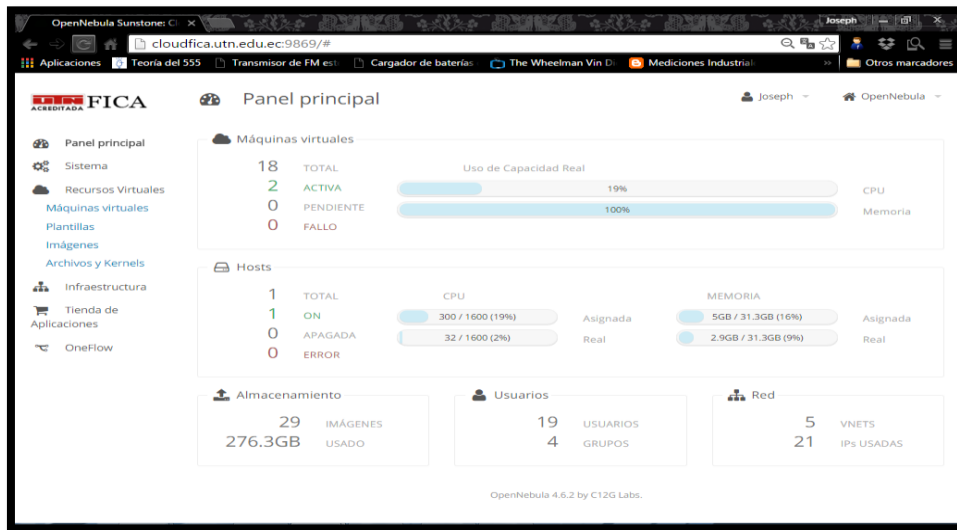


Figura 36. Ejecución de Elastix 2.5.0
Fuente: Plataforma OpenNebula

En la figura 34 se observa que al ejecutar dos máquinas virtuales con el sistema operativo Elastix 2.5.0, se está consumiendo el 1 % de CPU del servidor y se ha asignado un 19% del CPU total del servidor, de igual manera la memoria RAM se ha asignado 10GB se consume 2.9 GB lo que corresponde aproximadamente al 9% del total del servidor.

Se realiza las pruebas de rendimiento del sistema operativo CentOS 6.5 y se ejecutó varias máquinas virtuales con el mismo sistema para determinar el consumo promedio de un sistema Linux.

5.4.3.1.1. Prueba con 5 Máquinas virtuales

Al usar 5 máquinas virtuales ejecutando comandos básicos en cada una de ellas se determina un aumento en el consumo del CPU al 15% del total del servidor y el consumo de memoria se mantiene en el mismo nivel el cual corresponde al 14% del total del servidor.

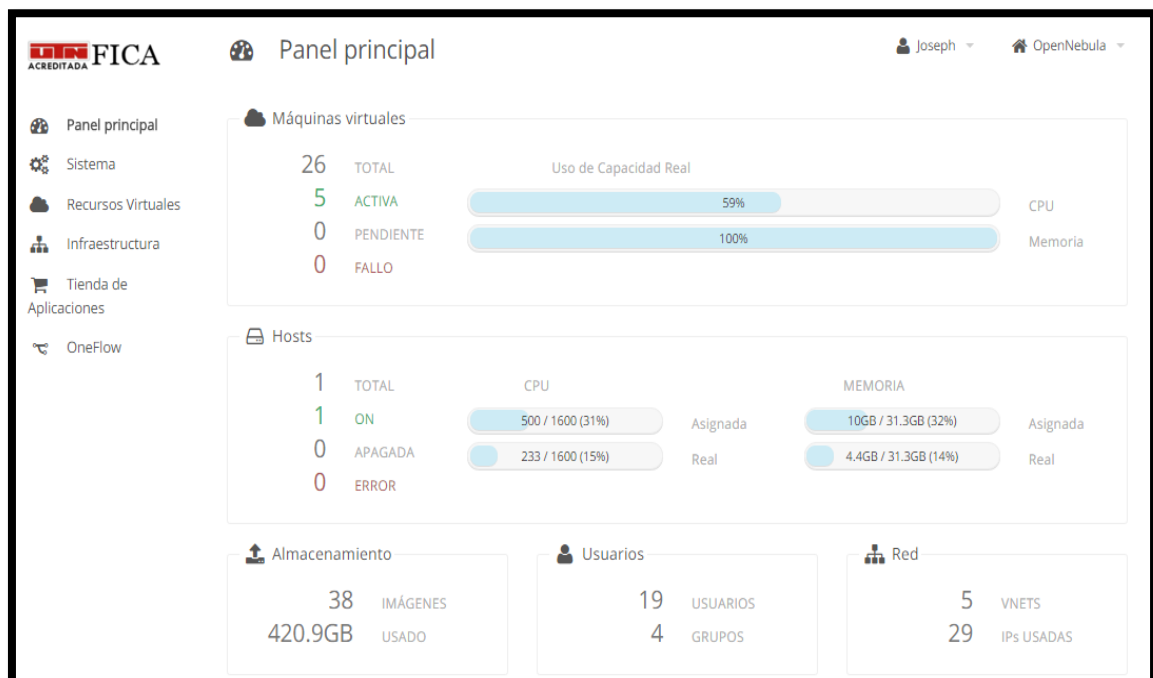


Figura 37. Ejecución de 5 MV en uso
Fuente: Plataforma OpenNebula

5.4.3.1.2. Prueba con 10 Máquinas virtuales

Al usar 10 máquinas virtuales se procede a realizar la primera medición sin manipular las máquinas virtuales.

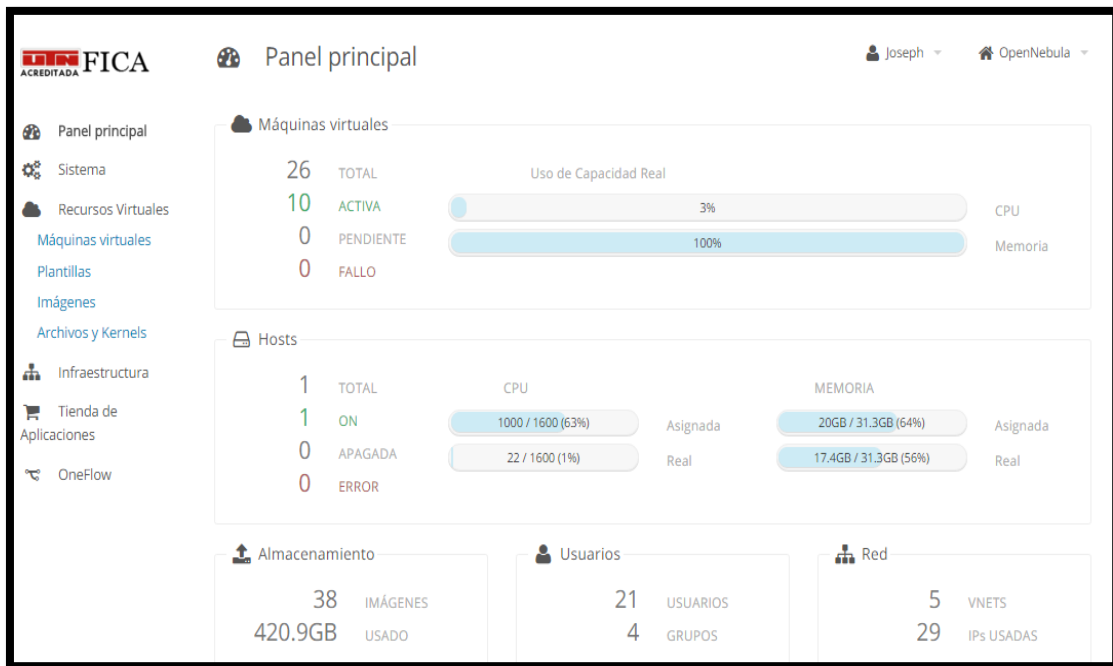


Figura 38. Ejecución de 10 MV en estado de reposo
Fuente: Plataforma OpenNebula

En la figura 38 se pudo observar que al ejecutar las 10 máquinas virtuales sin usarlas no genera un gran consumo en el CPU; se ha asignado un 63% del CPU lo que corresponde a 10 núcleos del total del servidor, pero se está consumiendo el 1 % de CPU lo que corresponde a 0.22 núcleos del servidor y de igual manera la memoria RAM se ha asignado el 64 % lo que corresponde a 10GB, pero se encuentra consumiendo el 56% correspondiente a 17.4GB.

Al ejecutar comandos básicos en las 10 máquinas virtuales se puede determinar un aumento en el consumo del CPU al 18% el cual corresponde a 2.86 núcleos del total del servidor y el consumo de memoria se ha mantenido casi en el mismo nivel el cual corresponde al 56% que representa a 17.6GB de memoria ram consumida en el servidor.

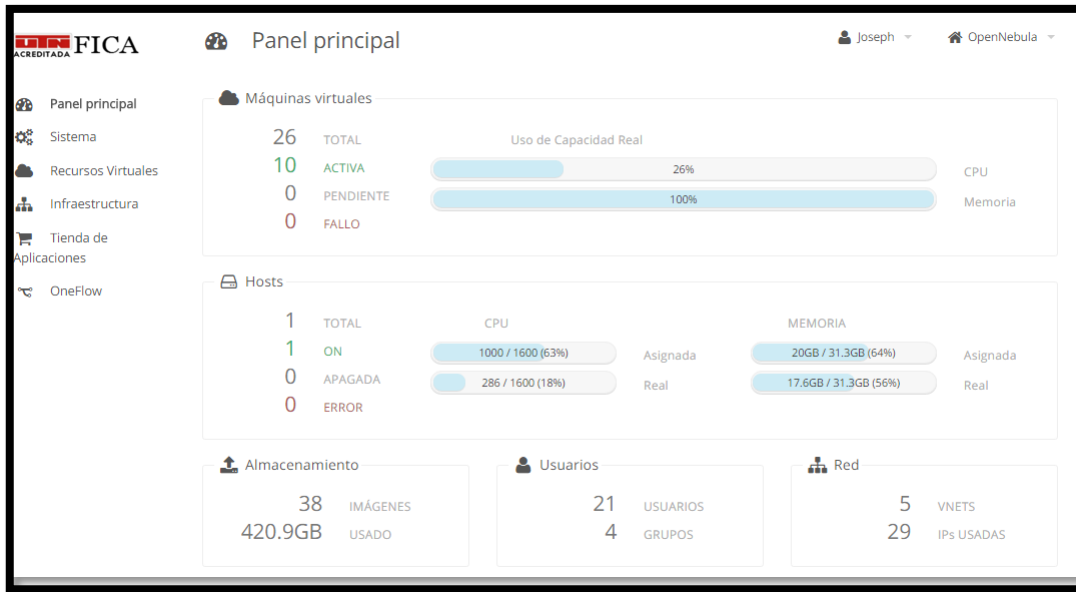


Figura 39. Ejecución de 10 MV en uso
Fuente: Plataforma OpenNebula

5.4.3.1.3. Prueba con 15 Máquinas virtuales

Al usar 15 máquinas virtuales se procede a realizar la primera medición sin manipular las máquinas virtuales.

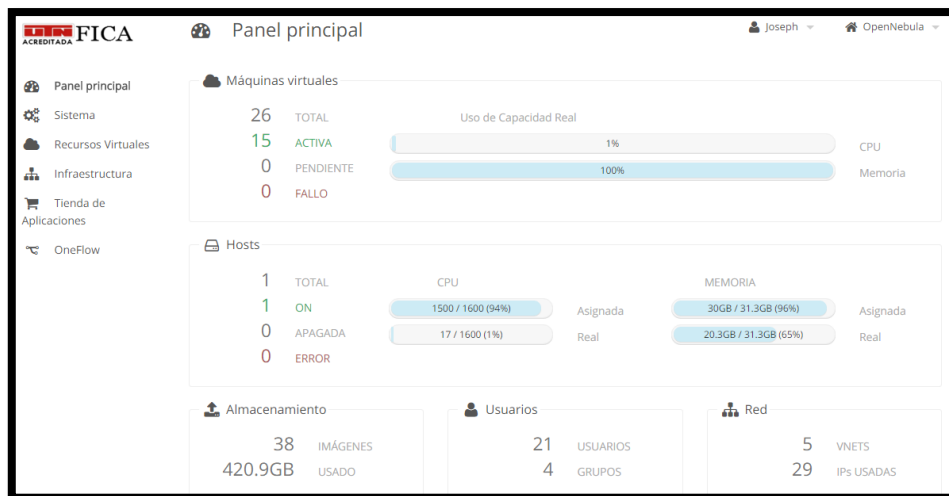


Figura 40. Ejecución de 15 MV en estado de reposo
Fuente: Plataforma OpenNebula

En la figura 40 se pudo observar que al ejecutar las 15 máquinas virtuales sin usarlas no genera un gran consumo en el CPU; se ha asignado un 31% del CPU total del servidor pero se está consumiendo el 1 % de CPU del servidor y de igual manera la memoria RAM se ha asignado 10GB pero se encuentra consumiendo 4.9MB lo que corresponde aproximadamente 16% del total del servidor.

Al ejecutar comandos básicos en las 15 máquinas virtuales se puede determinar un aumento en el consumo del CPU al 38% lo cual corresponde a 6.04 núcleos del total del servidor y el consumo de memoria se ha mantenido en el mismo nivel el cual corresponde al 71% lo que corresponde a 22.4 GB del total del servidor.

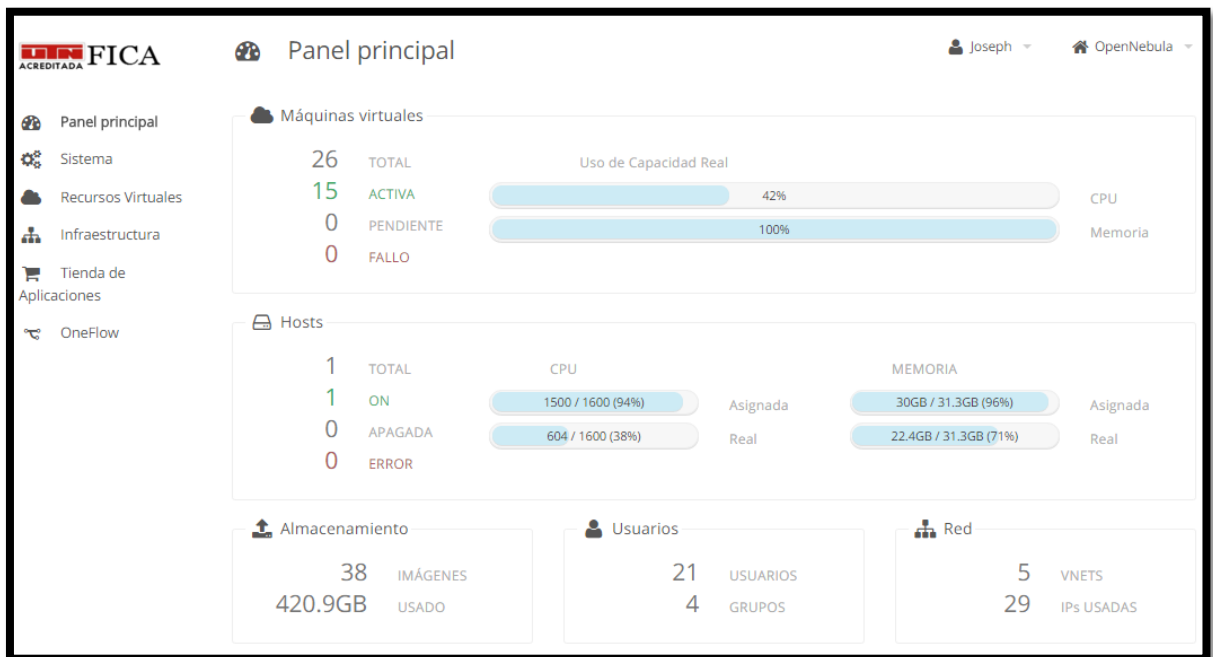


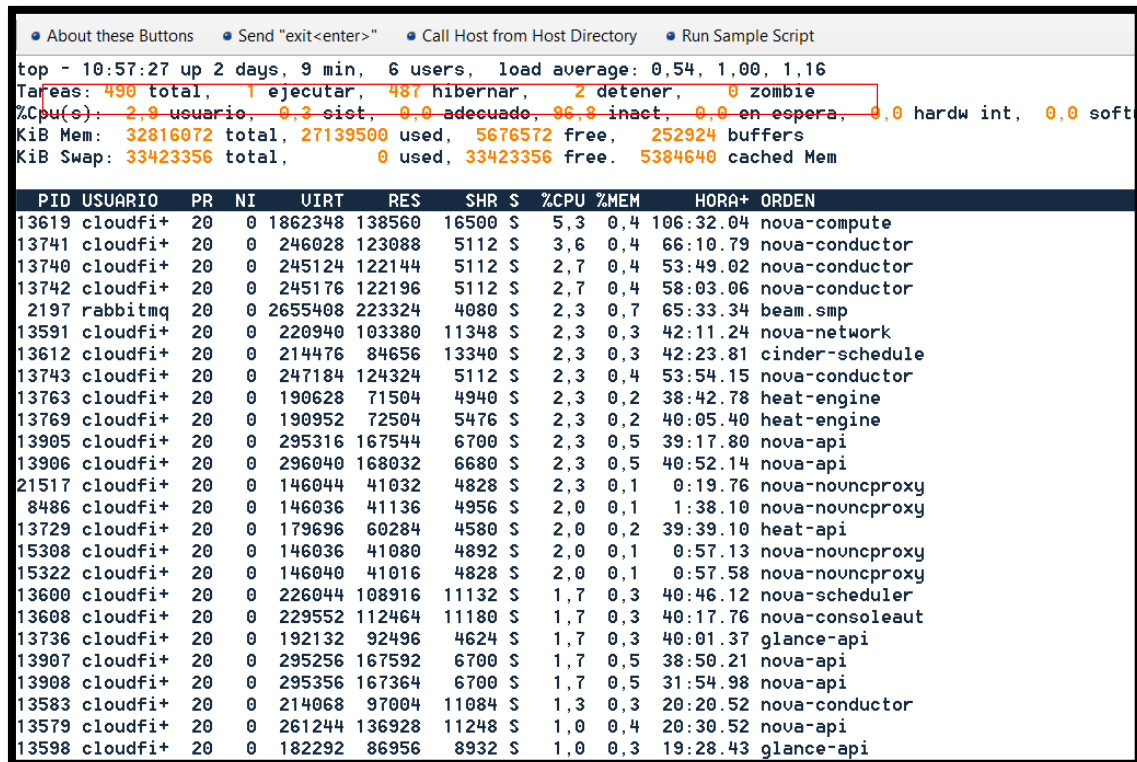
Figura 41. Ejecución de 15 MV en uso
Fuente: Plataforma OpenNebula

5.4.3.2. Plataforma OpenStack

5.4.3.2.1. Consumo del CPU OpenStack

A través del comando “top” se muestra el consumo del CPU, así como también los procesos que se están ejecutando al momento en el que no se encontraban trabajando ninguna máquina virtual, después se realizó el de 5, 10 y 15 instancias.

Sin ninguna máquina ejecutándose



```
top - 10:57:27 up 2 days, 9 min, 6 users, load average: 0.54, 1.00, 1.16
Tareas: 490 total, 1 ejecutar, 487 hibernar, 2 detener, 0 zombie
%Cpu(s): 2.9 usuario, 0.3 sist., 0.0 adecuado, 96.8 inact, 0.0 en espera, 0.0 hardw int, 0.0 soft
KiB Mem: 32816072 total, 27139500 used, 5676572 free, 252924 buffers
KiB Swap: 33423356 total, 0 used, 33423356 free, 5384640 cached Mem

  PID USUARIO PR NI UIRT RES SHR S %CPU %MEM HORA+ ORDEN
13619 cloudfi+ 20 0 1862348 138560 16500 S 5,3 0,4 106:32.04 nova-compute
13741 cloudfi+ 20 0 246028 123088 5112 S 3,6 0,4 66:10.79 nova-conductor
13740 cloudfi+ 20 0 245124 122144 5112 S 2,7 0,4 53:49.02 nova-conductor
13742 cloudfi+ 20 0 245176 122196 5112 S 2,7 0,4 58:03.06 nova-conductor
2197 rabbitmq 20 0 2655408 223324 4080 S 2,3 0,7 65:33.34 beam.smp
13591 cloudfi+ 20 0 220940 103380 11348 S 2,3 0,3 42:11.24 nova-network
13612 cloudfi+ 20 0 214476 84656 13340 S 2,3 0,3 42:23.81 cinder-schedule
13743 cloudfi+ 20 0 247184 124324 5112 S 2,3 0,4 53:54.15 nova-conductor
13763 cloudfi+ 20 0 190628 71504 4940 S 2,3 0,2 38:42.78 heat-engine
13769 cloudfi+ 20 0 190952 72504 5476 S 2,3 0,2 40:05.40 heat-engine
13905 cloudfi+ 20 0 295316 167544 6700 S 2,3 0,5 39:17.80 nova-api
13906 cloudfi+ 20 0 296040 168032 6680 S 2,3 0,5 40:52.14 nova-api
21517 cloudfi+ 20 0 146044 41032 4828 S 2,3 0,1 0:19.76 nova-nouncproxy
8486 cloudfi+ 20 0 146036 41136 4956 S 2,0 0,1 1:38.10 nova-nouncproxy
13729 cloudfi+ 20 0 179696 60284 4580 S 2,0 0,2 39:39.10 heat-api
15308 cloudfi+ 20 0 146036 41080 4892 S 2,0 0,1 0:57.13 nova-nouncproxy
15322 cloudfi+ 20 0 146040 41016 4828 S 2,0 0,1 0:57.58 nova-nouncproxy
13600 cloudfi+ 20 0 226044 108916 11132 S 1,7 0,3 40:46.12 nova-scheduler
13608 cloudfi+ 20 0 229552 112464 11180 S 1,7 0,3 40:17.76 nova-consoleaut
13736 cloudfi+ 20 0 192132 92496 4624 S 1,7 0,3 40:01.37 glance-api
13907 cloudfi+ 20 0 295256 167592 6700 S 1,7 0,5 38:50.21 nova-api
13908 cloudfi+ 20 0 295356 167364 6700 S 1,7 0,5 31:54.98 nova-api
13583 cloudfi+ 20 0 214068 97004 11084 S 1,3 0,3 20:20.52 nova-conductor
13579 cloudfi+ 20 0 261244 136928 11248 S 1,0 0,4 20:30.52 nova-api
13598 cloudfi+ 20 0 182292 86956 8932 S 1,0 0,3 19:28.43 glance-api
```

Figura 42. Medición del CPU sin ninguna máquina Virtual

Fuente: Aplicación top Linux

En la figura 42 muestra el consumo del servidor cuando solo se ejecuta OpenStack y sus componentes, con un consumo máximo de CPU de:

%CPU=2.9%us+0.3sist+0.0esp=2.12%

El análisis de consumo de CPU utilizando 5 máquinas virtuales simultáneamente se muestra en la figura 43.

```
top - 11:47:06 up 4 days, 21:32, 5 users, load average: 1,58, 1,10, 1,05
Tareas: 481 total, 1 ejecutar, 480 hibernar, 0 detener, 0 zombie
%Cpu(s): 5,9 usuario, 1,8 sist, 0,0 adecuado, 90,9 inact, 1,0 en espera, 0,0 hardw int,
KiB Mem: 32816072 total, 32333244 used, 482828 free, 259644 buffers
KiB Swap: 33423356 total, 0 used, 33423356 free. 6002776 cached Mem
```

PID	USUARIO	PR	NI	UIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	HORA+	ORDEN
7940	libvirt+	20	0	7140328	2,152g	16628	S	20,6	6,9	4:18.59	qemu-system-x86
4474	libvirt+	20	0	6948168	2,080g	16532	S	17,9	6,6	8:15.87	qemu-system-x86
2948	libvirt+	20	0	7033496	2,149g	16480	S	11,3	6,9	10:36.29	qemu-system-x86
21032	libvirt+	20	0	6669164	2,075g	16632	S	8,6	6,6	12:28.74	qemu-system-x86
7941	root	20	0	0	0	0	S	7,0	0,0	0:39.13	vhost-7940
4477	root	20	0	0	0	0	S	5,3	0,0	1:18.08	vhost-4474
6931	cloudfi+	20	0	245516	124752	5160	S	4,6	0,4	201:02.08	nova-conductor
6930	cloudfi+	20	0	245164	124176	5160	S	4,3	0,4	241:36.43	nova-conductor
6932	cloudfi+	20	0	244352	123584	5160	S	4,0	0,4	181:17.70	nova-conductor
6829	cloudfi+	20	0	1864568	143160	16308	S	3,3	0,4	201:31.01	nova-compute
2949	root	20	0	0	0	0	S	3,0	0,0	1:43.32	vhost-2948
6933	cloudfi+	20	0	245900	125116	5160	S	3,0	0,4	234:16.38	nova-conductor
2182	rabbitmq	20	0	2514912	173036	4052	S	2,7	0,5	178:59.78	beam.smp
6813	cloudfi+	20	0	220396	104668	11152	S	2,7	0,3	102:13.56	nova-network
12474	cloudfi+	20	0	146732	44912	5884	S	2,7	0,1	1:24.64	nova-nouncproxy
12910	cloudfi+	20	0	146728	44892	5884	S	2,7	0,1	1:20.18	nova-nouncproxy
15047	cloudfi+	20	0	147008	43680	4556	S	2,7	0,1	1:03.65	nova-nouncproxy
15951	cloudfi+	20	0	147008	43680	4556	S	2,7	0,1	0:52.77	nova-nouncproxy
21033	root	20	0	0	0	0	S	2,7	0,0	1:58.00	vhost-21032
6822	cloudfi+	20	0	225672	110504	11184	S	2,3	0,3	92:14.46	nova-scheduler
6837	cloudfi+	20	0	213880	86076	13240	S	2,0	0,3	93:37.83	cinder-schedule
6923	cloudfi+	20	0	188076	90604	4620	S	2,0	0,3	17:03.50	glance-api
6925	cloudfi+	20	0	192144	94952	4776	S	2,0	0,3	82:57.93	glance-api
6926	cloudfi+	20	0	210732	74416	5104	S	2,0	0,2	4:11.65	cinder-volume
7030	cloudfi+	20	0	293932	166624	5020	S	2,0	0,5	88:27.18	nova-api
7032	cloudfi+	20	0	293380	166192	5020	S	2,0	0,5	88:22.45	nova-api
7033	cloudfi+	20	0	294208	167000	5020	S	2,0	0,5	88:44.04	nova-api
13157	cloudfi+	20	0	146728	43544	4556	S	2,0	0,1	1:19.18	nova-nouncproxy
14638	cloudfi+	20	0	147008	43688	4556	S	2,0	0,1	1:04.81	nova-nouncproxy
7	root	20	0	0	0	0	S	1,7	0,0	28:05.43	rcu_sched

Figura 43. Medición del CPU con 5 máquina Virtual
Fuente: Aplicación top Linux

De la figura 43 se puede determinar que el consumo mínimo al que llega una instancia es del 8.6% y llegando a un valor tope de 20.6 %, el rendimiento depende del número de máquinas virtuales que se encuentran ejecutándose simultáneamente y el valor de CPU asignadas a las mismas, a las cuales se les estableció un sabor small y este asigna 1 CPU a cada instancia. El consumo total del CPU es de:

$$\%CPU_{TOTAL} = 5.9\text{usa}\% + 1.8\text{. sist} + 1.0\text{esp} = 8.7\%$$

El análisis de consumo de CPU utilizando 10 máquinas virtuales simultáneamente se muestra en la figura 44.

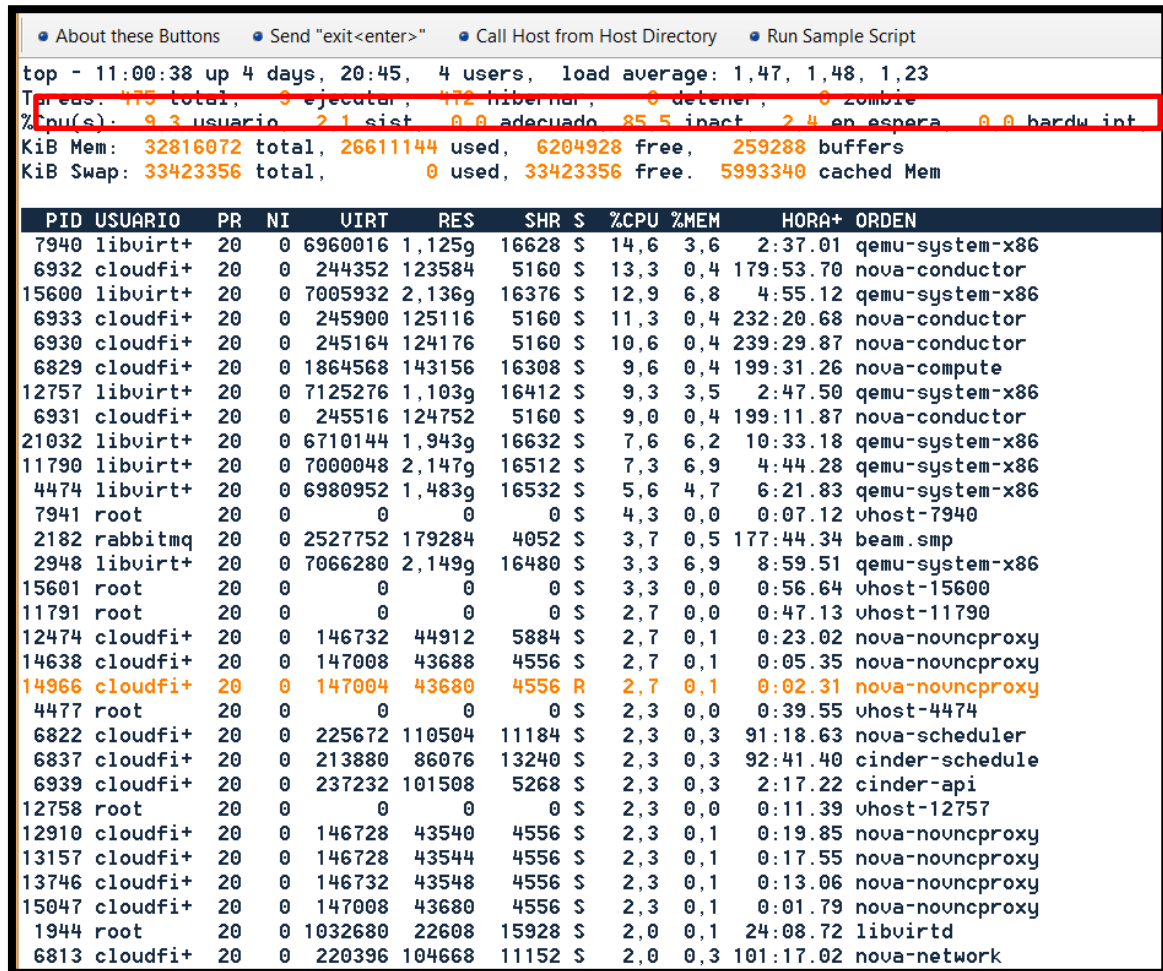


Figura 44. Medición del CPU con 10 máquina Virtual
Fuente: Aplicación top Linux

$$\%CPU_{TOTAL} = 9.3\text{usa}\% + 2.1\text{sist} + 2.4\text{esp} = 13.8\%$$

Por lo tanto, de los 10 CPUs en total de las 10 máquinas virtuales a la que se les asigno 1 núcleo a cada una, las 10 instancias han hecho un consumo de 13.8 % de la capacidad total del servidor.

5.4.3.3. Consumo de la Memoria RAM OpenStack

El consumo de memoria si no se distribuye de forma adecuada puede ser crítico para el funcionamiento del servidor, mediante el comando “free -m” se puede conocer el estado de la memoria RAM del equipo servidor. (Figura 45)

```
cloudfica~$ free -m
              total        usado        libre      compart.    bñffers    almac.
Mem:          32046        25441        6605         9         1532       10448
-/+ buffers/cache:    13461        18585
Intercambio:    32639         61        32578
```

Figura 45. Medición de Memoria RAM
Fuente: Aplicación free Linux

En la figura 46 se puede ver el consumo de la memoria RAM, al momento en el que se encuentran trabajando 5 máquinas virtuales.

```
cloudfica~$ free -m
              total        usado        libre      compart.    bñffers    almac.
Mem:          32046        26422        5624        14         253       5777
-/+ buffers/cache:    20391        11655
Intercambio:    32639         0        32639
```

Figura 46. Consumo de Memoria RAM
Fuente: Aplicación free Linux

Como se observa en la Figura 46 el uso total de la memoria RAM es de 26 GB, de un total de 32 GB, en el instante en el que se encuentran trabajando un total de 5 máquinas virtuales. A cada máquina se le asignó 2 GB de RAM.

$$RAM_{USADA\ 5vm} = (26422B - 25441B) \div 5 = 0,2GB \times VM$$

5.4.4. Plataforma Eucalyptus

5.4.4.1. Consumo del CPU Eucalyptus

El consumo de CPU consiste en un análisis de consumo de los procesos ejecutados en el sistema, se realiza a través del comando denominado “top” el cual despliega la información del sistema así como el listado de tareas que se están ejecutando.

Visualización mediante el comando “top” del estado de CPU antes de crear instancias. (Figura 47)

```
top - 01:28:38 up 1 day, 13:43, 6 users, load average: 0.14, 0.18, 0.18
Tasks: 635 total, 1 running, 634 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 2.3%us, 0.6%sy, 0.0%ni, 97.0%id, 0.0%wa, 0.0%hi, 0.0%si, 0.0%st
Mem: 32752944k total, 9418472k used, 23334472k free, 143040k buffers
Swap: 16449528k total, 0k used, 16449528k free, 4922212k cached
```

PID	USER	PR	NI	UIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
20392	servidor	20	0	1123m	290m	39m	S	18.2	0.9	211:18.86	firefox
20445	eucalypt	20	0	10.6g	1.0g	19m	S	10.2	3.3	208:36.48	eucalyptus-clou
14535	qemu	20	0	1442m	1.0g	5540	S	7.9	3.2	53:20.23	qemu-kvm
11658	qemu	20	0	2802m	431m	5060	S	5.0	1.4	19:41.26	qemu-kvm
20043	eucalypt	20	0	712m	212m	9372	S	4.0	0.7	5:39.33	httpd
19867	root	20	0	1008m	14m	5284	S	1.3	0.0	2:25.82	libvirtd
4461	root	20	0	15424	1780	1000	R	1.0	0.0	0:00.41	top
2174	eucalypt	20	0	603m	23m	17m	S	0.7	0.1	0:07.96	postgres
11677	root	20	0	0	0	0	S	0.7	0.0	3:17.34	kvm-pit-wq
2741	eucalypt	20	0	600m	15m	13m	S	0.3	0.0	0:00.61	postgres
2747	eucalypt	20	0	603m	22m	17m	S	0.3	0.1	0:07.56	postgres
2752	eucalypt	20	0	603m	23m	17m	S	0.3	0.1	0:07.55	postgres
5918	eucalypt	20	0	600m	12m	9.9m	S	0.3	0.0	0:00.25	postgres
6156	eucalypt	20	0	603m	17m	13m	S	0.3	0.1	0:01.25	postgres
6242	eucalypt	20	0	603m	17m	13m	S	0.3	0.1	0:01.20	postgres
10225	eucalypt	20	0	603m	17m	12m	S	0.3	0.1	0:00.97	postgres
14194	eucalypt	20	0	603m	20m	15m	S	0.3	0.1	0:02.61	postgres
18930	dbus	20	0	22364	1888	796	S	0.3	0.0	0:28.07	dbus-daemon
19719	root	20	0	177m	5676	4044	S	0.3	0.0	0:18.91	polkitd
20011	root	20	0	130m	2360	2032	S	0.3	0.0	0:02.27	gdm-binary
20115	eucalypt	20	0	600m	16m	14m	S	0.3	0.1	0:00.71	postgres
20193	servidor	20	0	313m	13m	9592	S	0.3	0.0	0:03.67	nm-applet
21750	eucalypt	20	0	2139m	122m	118m	S	0.3	0.4	0:59.85	httpd
1	root	20	0	19232	1528	1236	S	0.0	0.0	0:01.55	init
2	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	kthreadd
3	root	RT	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	migration/0
4	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:01.53	ksoftirqd/0
5	root	RT	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	migration/0
6	root	RT	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.11	watchdog/0

Figura 47. Descripción del uso de CPU
Fuente: Herramienta top Centos Linux

$$CPU: 2.3\%us+0.6\%sy+0,0\%wa= 2.9\%$$

En la figura 47 se determina que se ha empleado el 2.9% de la capacidad total del equipo servidor.

Visualización mediante el comando “top” del estado de CPU después de crear cinco máquinas virtuales o instancias. (Figura 48)

```
top - 01:29:08 up 1 day, 13:44, 6 users, load average: 0.16, 0.17, 0.18
Tasks: 635 total, 1 running, 634 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 4.5%us, 0.8%sy, 0.0%ni, 94.7%id, 0.0%wa, 0.0%hi, 0.1%si, 0.0%st
Mem: 32752944k total, 9417332k used, 23335612k free, 143048k buffers
Swap: 16449528k total, 0k used, 16449528k free, 4923168k cached
```

PID	USER	PR	NI	UIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
20445	eucalypt	20	0	10.6g	1.0g	19m	S	44.6	3.3	208:42.99	eucalyptus-clou
20392	servidor	20	0	1123m	291m	39m	S	12.9	0.9	211:23.93	firefox
14535	qemu	20	0	1442m	1.0g	5540	S	9.3	3.2	53:22.77	qemu-kvm
11658	qemu	20	0	2802m	431m	5060	S	5.6	1.4	19:42.70	qemu-kvm
21654	eucalypt	20	0	2144m	140m	128m	S	2.3	0.4	2:06.75	httpd
19519	eucalypt	20	0	2144m	895m	882m	S	1.7	2.8	2:07.93	httpd
4461	root	20	0	15424	1780	1000	R	1.0	0.0	0:00.63	top
11677	root	20	0	0	0	0	S	1.0	0.0	3:17.59	kvm-pit-wq
5826	eucalypt	20	0	600m	19m	16m	S	0.7	0.1	0:04.46	postgres
6368	eucalypt	20	0	600m	19m	16m	S	0.7	0.1	0:04.30	postgres
7586	eucalypt	20	0	600m	19m	16m	S	0.7	0.1	0:04.02	postgres
12580	eucalypt	20	0	602m	22m	18m	S	0.7	0.1	0:12.70	postgres
19517	eucalypt	20	0	2144m	131m	119m	S	0.7	0.4	2:07.08	httpd
19520	eucalypt	20	0	2144m	132m	120m	S	0.7	0.4	2:06.96	httpd
19521	eucalypt	20	0	2144m	140m	128m	S	0.7	0.4	2:07.18	httpd
19867	root	20	0	1008m	14m	5284	S	0.7	0.0	2:25.99	libvirtd
1439	eucalypt	20	0	601m	17m	14m	S	0.3	0.1	0:01.36	postgres
2174	eucalypt	20	0	603m	23m	17m	S	0.3	0.1	0:07.98	postgres
2743	eucalypt	20	0	602m	22m	17m	S	0.3	0.1	0:07.71	postgres
2752	eucalypt	20	0	603m	23m	17m	S	0.3	0.1	0:07.59	postgres
4968	eucalypt	20	0	601m	16m	13m	S	0.3	0.1	0:00.65	postgres
5714	eucalypt	20	0	600m	14m	12m	S	0.3	0.0	0:00.46	postgres
5779	eucalypt	20	0	600m	14m	11m	S	0.3	0.0	0:00.38	postgres
5905	eucalypt	20	0	600m	19m	16m	S	0.3	0.1	0:04.41	postgres
6312	eucalypt	20	0	600m	19m	16m	S	0.3	0.1	0:04.34	postgres
6355	eucalypt	20	0	600m	19m	16m	S	0.3	0.1	0:04.33	postgres
6646	eucalypt	20	0	600m	19m	16m	S	0.3	0.1	0:04.23	postgres
10202	eucalypt	20	0	601m	16m	13m	S	0.3	0.1	0:00.85	postgres
10244	eucalypt	20	0	600m	19m	16m	S	0.3	0.1	0:03.49	postgres

Figura 48. Medición de uso de CPU con 5 Máquinas Virtuales
Fuente: Herramienta top Centos Linux

En la figura 48 se visualiza el consumo de CPU a través del tráfico en el servidor al trabajar con cinco máquinas virtuales simultáneamente, así como también el porcentaje con respecto a la capacidad total del equipo servidor.

$$CPU: 4.3\%us+0.8\%sy+0,0\%wa= 5.1\%$$

Se determina que se ha empleado el 5.1% de la capacidad total del equipo servidor.

Mediante el comando “top” se visualiza el estado de CPU después de crear diez máquinas virtuales o instancias. (Figura 53)

```
top - 14:43:10 up 3 days, 22:56, 4 users, load average: 2.09, 2.05, 2.06
Tasks: 800 total, 3 running, 797 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 21.3%us, 2.3%sy, 0.0%ni, 76.2%id, 0.0%wa, 0.0%hi, 0.1%si, 0.0%st
Mem: 32752944k total, 29343940k used, 3409004k free, 182536k buffers
Swap: 16449528k total, 1211360k used, 15238168k free, 20150860k cached
```

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
9397	root	20	0	632m	171m	11m	R	99.9	0.5	209:43.65	gpk-update-icon
19928	servidor	20	0	632m	171m	11m	R	99.9	0.5	468:45.75	gpk-update-icon
20040	eucalypt	20	0	10.7g	999m	19m	S	93.6	3.1	1885:57	eucalyptus-clou
1993	qemu	20	0	1497m	813m	5112	S	17.5	2.5	890:35.40	qemu-kvm
26512	qemu	20	0	794m	541m	4972	S	6.9	1.7	373:37.04	qemu-kvm
18772	qemu	20	0	938m	382m	4576	S	5.3	1.2	230:56.00	qemu-kvm
15961	qemu	20	0	936m	384m	4572	S	4.9	1.2	234:42.81	qemu-kvm
8749	eucalypt	20	0	602m	21m	16m	S	4.3	0.1	0:11.49	postgres
379	eucalypt	20	0	602m	21m	16m	S	3.6	0.1	0:32.21	postgres
1860	eucalypt	20	0	602m	21m	16m	S	3.6	0.1	0:12.99	postgres
17411	eucalypt	20	0	602m	21m	16m	S	3.6	0.1	0:16.54	postgres
25969	eucalypt	20	0	602m	21m	16m	S	3.6	0.1	0:14.77	postgres
28089	eucalypt	20	0	602m	21m	16m	S	3.6	0.1	0:32.27	postgres
31163	eucalypt	20	0	602m	17m	13m	S	3.6	0.1	0:01.12	postgres
14425	eucalypt	20	0	602m	21m	16m	S	3.3	0.1	0:04.39	postgres
13389	eucalypt	20	0	603m	25m	20m	S	2.3	0.1	1:20.67	postgres
24347	eucalypt	20	0	603m	20m	15m	S	2.3	0.1	0:05.11	postgres

Figura 49. Medición de uso de CPU con 10 Máquinas Virtuales
Fuente: Herramienta top Centos Linux

En la figura 49 se visualiza el consumo de CPU a través del tráfico en el servidor al trabajar con diez máquinas virtuales simultáneamente, así como también el porcentaje con respecto a la capacidad total del equipo servidor.

$$CPU: 21.3\%us + 2.3\%sy + 0,0\%wa = 23.6\%$$

Se determina que se ha empleado el 23.6% de la capacidad total del equipo servidor.

5.4.4.2. Consumo de la Memoria RAM Eucalyptus

Una herramienta con la que se puede observar el estado de la memoria del servidor es “free -m”, generando una medición del consumo de memoria en el equipo.

Tabla 29. Descripción de parámetros de análisis de la Memoria RAM en Eucalyptus

Característica	Definición
Total	Memoria RAM que tiene instalada del Equipo
Used	Memoria RAM total utilizada por el sistema.
Free	Memoria RAM total libre
Buffers	Memoria instantánea del sistema, parte de la RAM, que es utilizada en este momento y luego es liberada.
Cached	Memoria que el sistema mantiene en cache tras haber abierto y terminado un proceso. De esta forma, si luego se vuelve a abrir el sistema ya tiene esa memoria preparada para así ganar rapidez. Es normal que tenga un valor alto.
Swap	Memoria que se determina en espacio de disco duro. Está en vez de ser parte de la RAM, es parte del disco duro, por lo cual es bastante más lenta y no es recomendable que se use.

Fuente: Herramienta free -m Centos Linux

Estado de memoria RAM sin ejecutar ninguna máquina virtual

```
[root@eucalyptus ~]# free -m
              total        used         free       shared    buffers     cached
Mem:          31985        9206        22779           0         140        4811
-/+ buffers/cache:          4254        27730
Swap:         16063           0         16063
[root@eucalyptus ~]# _
```

Figura 50. Análisis de la memoria RAM actual del servidor sin ejecutarse ninguna VM

Fuente: Herramienta free -m Centos Linux

En Uso: 9206 MB de 31985 MB empleada la memoria RAM del sistema

Medición de memoria RAM consumida con la ejecución de cinco máquinas virtuales

```
[root@eucalyptus ~]# free -m
              total        used         free       shared    buffers     cached
Mem:          31985        14626        17359           0          162        9886
-/+ buffers/cache:          4577        27407
Swap:         16063           0         16063
```

Figura 51. Análisis de Memoria RAM cinco instancias
Fuente: Herramienta free -m Centos Linux

En Uso: 14626 MB de 31985 MB de memoria RAM del sistema

Medición de memoria RAM consumida con la ejecución de diez máquinas virtuales simultáneamente.

```
[servidor@eucalyptusfica ~]$ free -m
              total        used         free       shared    buffers     cached
Mem:          31985        29081        2903           0          178       19856
-/+ buffers/cache:          9046        22939
Swap:         16063         1164        14899
```

Figura 52. Análisis de memoria RAM con la creación de 10 imágenes
Fuente: Herramienta free -m Centos Linux

En Uso: 29081 MB de 31985 MB de memoria RAM del sistema

5.4.5. Pruebas de Medición de Ancho de Banda

5.4.5.1. Plataforma OpenStack

La medición del tráfico sobre el puerto se realiza empleando el comando `iftop -i`, se puede observar el consumo cuando se ejecutan las máquinas virtuales.

5.4.5.1.1. Máquinas Virtuales

En la Figura 57 se muestra el consumo de Ancho de Banda en el momento en el que se encontraban ejecutándose 15 máquinas virtuales.

	19,1Mb	38,1Mb	57,2Mb	76,3Mb	95,4Mb			
10.24.8.195	=> mirror.cedia.org.ec		537kb	440kb	324kb			
		<=>	25,9Mb	19,8Mb	14,6Mb			
10.24.8.200	=> mirror.cedia.org.ec		235kb	315kb	303kb			
		<=>	8,91Mb	14,7Mb	13,7Mb			
10.24.8.153	=> mirror.cedia.org.ec		246kb	304kb	269kb			
		<=>	10,6Mb	13,0Mb	12,1Mb			
10.24.8.197	=> mirror.cedia.org.ec		428kb	294kb	257kb			
		<=>	16,4Mb	12,6Mb	11,7Mb			
10.24.8.198	=> mirror.cedia.org.ec		252kb	248kb	278kb			
		<=>	12,2Mb	10,9Mb	12,4Mb			
10.24.8.201	=> mirror.cedia.org.ec		220kb	200kb	281kb			
		<=>	8,56Mb	8,70Mb	12,8Mb			
10.24.8.193	=> mirror.cedia.org.ec		143kb	136kb	141kb			
		<=>	6,06Mb	5,81Mb	5,99Mb			
10.24.8.152	=> mirror.cedia.org.ec		62,0kb	118kb	152kb			
		<=>	2,18Mb	4,67Mb	6,60Mb			
openstackfica.utn.edu.ec	=> 172.23.199.175		62,8kb	62,7kb	59,0kb			
		<=>	10,6kb	9,77kb	9,51kb			
<hr/>								
TX:	cum:	182MB	peak:	2,21Mb	rates:	2,17Mb	2,11Mb	2,05Mb
RX:		7,62GB		93,0Mb		90,8Mb	90,3Mb	90,1Mb
TOTAL:		7,80GB		95,0Mb		93,0Mb	92,4Mb	92,1Mb

Figura 53. Medición de Ancho de Banda con 15 máquinas virtuales
Fuente: Software Putty

Se tiene un consumo de 7.8 GB, cuando en las 15 máquinas virtuales se están descargando una imagen ISO

5.4.5.2. Plataforma Eucalyptus

Análisis de consumo de ancho de banda medido con la creación de 5 Instancias que se encuentran corriendo simultáneamente. (Figura 14)

```
[servidor@eucalyptus ~]$ vnstat
          rx      /      tx      /      total      /      estimated
eth0:
  Feb '16   3.97 GiB /   4.00 GiB /   7.96 GiB /  12.50 GiB
  yesterday 10.12 MiB /   7.92 MiB /  18.04 MiB
  today     3.96 GiB /   3.99 GiB /   7.95 GiB /  17.00 GiB
eth3: Not enough data available yet.
eth2: Not enough data available yet.
virbr0-nic: Not enough data available yet.
br0:
  Feb '16   7.23 MiB /  11.14 MiB /  18.36 MiB /  27.00 MiB
  yesterday  3.27 MiB /   6.09 MiB /   9.35 MiB
  today     3.96 MiB /   5.05 MiB /   9.01 MiB /   16 MiB
eth1: Not enough data available yet.
virbr0: Not enough data available yet.
```

Figura 54. Visualización de análisis del ancho de banda al ejecutarse dos máquinas virtuales

- ✓ El valor estimado por parte de la interfaz eth0 es de 12.50 GB
- ✓ El valor estimado por parte de la Interfaz br0 es de 27.00MB

5.4.5.3. Plataforma OpenNebula

Mientras se ha estado realizando las pruebas con los estudiantes de sistemas operativos se ha analizado el consumo de ancho de banda para lo cual se ha hecho uso del servidor Exinda de la Universidad Técnica del Norte en el cual se monitorea el tráfico de entrada y de salida.

5.4.5.3.1. Tráfico de entrada

Se puede observar que el ancho de banda de entrada que se está consumiendo es de 3.22 Mbps también se muestra las conexiones establecidas de acuerdo a la aplicación, entre las cuales esta Yahoo se muestra de este modo debido a que la plataforma usa el puerto 5900 para transmisión de los comandos de periféricos como teclado y mouse y este puerto es usado para la aplicación Yahoo, además se muestra la Aplicación de WebSoket se trata de la conexión entre el navegador web y la máquina virtual.

Inbound Conversations					
External IP	Internal IP	Application	Transfer Rate (kbps)	Packet Rate (pps)	Flows
Total			3223.255	542	29
172.16.3.74	172.17.41.170	Yahoo	993.978	106	1
172.16.3.74	172.17.41.157	Yahoo	987.441	94	1
172.16.3.74	172.17.42.11	WebSocket[172.16.3.74:29876]	429.266	51	2
172.16.3.74	172.17.42.11	Yahoo	343.528	36	2
172.16.3.74	172.17.41.103	Yahoo	58.888	42	1
172.16.3.74	172.17.41.118	Yahoo	54.750	24	1
172.16.3.74	172.17.40.92	Yahoo	49.951	13	1
172.16.3.74	172.17.41.216	Yahoo	49.815	13	1
172.16.3.74	172.17.41.143	Yahoo	49.327	21	1
172.16.3.74	172.17.41.184	WebSocket[cloudfica.utn.edu.ec:29876]	37.616	14	1
172.16.3.74	172.17.41.208	WebSocket[172.16.3.74:29876]	34.263	6	1
172.16.3.74	172.17.40.113	Yahoo	34.218	6	1
172.16.3.74	172.17.41.208	Yahoo	34.172	6	1
172.16.3.74	172.17.40.116	Yahoo	11.484	20	2
172.16.3.74	172.17.40.93	Yahoo	8.273	14	1
172.16.3.74	172.17.41.230	Yahoo	8.102	13	1
172.16.3.74	172.17.40.107	WebSocket[172.16.3.74:29876]	6.520	12	1
172.16.3.74	172.17.40.115	Yahoo	5.742	10	1
172.16.3.74	172.17.40.114	Yahoo	5.742	10	1
172.16.3.74	172.17.41.107	Yahoo	4.345	7	1
172.16.3.74	172.17.40.104	Yahoo	4.345	7	1
172.16.3.74	172.17.40.106	Yahoo	4.345	7	1
172.16.3.74	172.17.40.117	Yahoo	2.372	4	1
172.16.3.74	172.17.40.119	Yahoo	2.372	4	1
172.16.3.74	172.17.40.103	Yahoo	2.256	4	1
172.16.3.74	172.17.40.118	WebSocket[cloudfica.utn.edu.ec:29876]	0.147	0	1

Figura 55. Medición de paquetes de entrada en Exinda
Fuente: Joseph Espinoza

5.4.5.3.2. Trafico de Salida

Exinda muestra las mediciones de los paquetes de salida los cuales corresponden a las respuestas generadas de acuerdo a las peticiones antes realizadas en los paquetes de entrada además se determinó que el consumo máximo generado es de 193 Kbps.

Outbound Conversations					
External IP	Internal IP	Application	Transfer Rate (kbps)	Packet Rate (pps)	Flows
Total			193.556	359	28
172.16.3.74	172.17.41.103	Yahoo	44.130	80	1
172.16.3.74	172.17.42.11	WebSocket[172.16.3.74:29876]	32.252	62	2
172.16.3.74	172.17.42.11	Yahoo	22.184	45	2
172.16.3.74	172.17.41.143	Yahoo	12.073	21	1
172.16.3.74	172.17.40.119	Yahoo	11.145	20	1
172.16.3.74	172.17.40.116	Yahoo	10.312	20	2
172.16.3.74	172.17.40.93	Yahoo	6.264	11	1
172.16.3.74	172.17.41.118	Yahoo	5.802	10	1
172.16.3.74	172.17.41.230	Yahoo	5.722	10	1
172.16.3.74	172.17.41.170	Yahoo	4.963	10	1
172.16.3.74	172.17.40.117	Yahoo	4.409	8	1
172.16.3.74	172.17.40.107	WebSocket[172.16.3.74:29876]	4.394	8	1
172.16.3.74	172.17.41.184	WebSocket[cloudfica.utn.edu.ec:29876]	4.261	8	1
172.16.3.74	172.17.41.157	Yahoo	3.850	8	1
172.16.3.74	172.17.41.216	Yahoo	3.419	6	1
172.16.3.74	172.17.40.92	Yahoo	3.419	6	1
172.16.3.74	172.17.40.115	Yahoo	2.891	5	1
172.16.3.74	172.17.40.114	Yahoo	2.891	5	1
172.16.3.74	172.17.41.107	Yahoo	2.784	5	1
172.16.3.74	172.17.40.104	Yahoo	1.561	3	1
172.16.3.74	172.17.40.106	Yahoo	1.561	3	1
172.16.3.74	172.17.40.103	Yahoo	1.098	2	1
172.16.3.74	172.17.41.208	Yahoo	0.739	1	1
172.16.3.74	172.17.41.208	WebSocket[172.16.3.74:29876]	0.739	1	1
172.16.3.74	172.17.40.113	Yahoo	0.694	1	1

Figura 56. Medición del tráfico de salida con el Exinda
Fuente: Joseph Espinoza

Prueba del servicio de telefonía IP sobre OpenNebula

5.4.6. Prueba a nivel local

En esta prueba de funcionamiento se utilizó la red del DDTI, la cual tiene una asignación ancho de banda considerable, mediante captura de paquetes con la herramienta de wireshark, se observa los siguientes resultados.

En la figura 18 se observa la gráfica cuando se establece una llamada a nivel local. En el software se filtra la dirección IP 172.16.3.169, y se observa dos gráficas que corresponde al tráfico entrante y saliente del servidor. Se generan perdida de paquetes en el periodo de tiempo de 108 y 110 segundos, 140 y 142 segundos con respecto al tráfico entrante. Se puede analizar que el consumo de una llamada es de 5000 bytes en el eje “Y” y de 60 segundos en el eje “X”.

Finalmente determina un consumo de ancho de banda pico de 666.66 bps. En el tráfico saliente se observar el consumo de una llamada en el eje “X” de 100 segundos y en eje “Y” un valor de 4500 bytes. Lo que finalmente determina un consumo de ancho de banda pico de 360 bps. Estos valores representan el consumo de ancho de banda y la transmisión de paquetes, donde se observa en algunos periodos, se transmiten menos paquetes, y donde además se observa que se generan problemas de jitter.

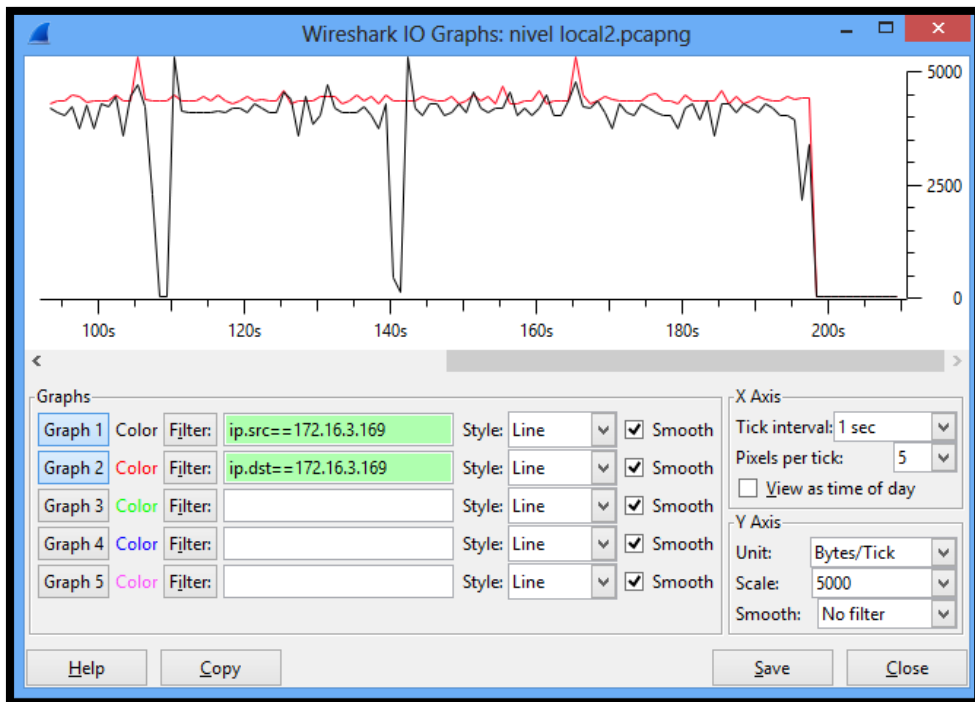


Figura 57. Gráfica del tráfico de VoIP a nivel local red DDTI
Fuente: Captura de software Wireshark

Otra prueba se efectuó accediendo a la red wifi de la FICA entre ocho participantes. Los cuales efectuaron llamadas simultaneas, en este proceso se detectan siete llamadas de estas tres fueron rechazadas y las restantes se completaron. Los datos que muestra el software es:

- El número de la extensión.
- El nombre del usuario a donde se realiza la llamada.
- El tipo de protocolo.
- El tiempo de inicio de una llamada (start time).
- El tiempo de terminación de la llamada (stop time).
- La dirección IP de donde se originó la llamada (initial speaker) la cual es 192.168.35.60.

Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
28.331909	785.755789	192.168.35.60	< sip:7450@172.16.3.169;tr	< sip:5000@172.16.3.169;tr	SIP	9	COMPLETED	
794.849671	913.852557	192.168.35.60	< sip:7415@172.16.3.168;tr	< sip:7274@172.16.3.168;tr	SIP	10	COMPLETED	
918.707194	927.623979	192.168.35.60	< sip:7415@172.16.3.168;tr	< sip:5000@172.16.3.168;tr	SIP	8	REJECTED	
970.872015	1059.336903	192.168.35.60	< sip:7271@172.16.3.169;tr	< sip:5000@172.16.3.169;tr	SIP	9	COMPLETED	
1085.141831	1096.137994	192.168.35.60	< sip:7271@172.16.3.169;tr	< sip:7274@172.16.3.169;tr	SIP	11	COMPLETED	
1100.750069	1101.481385	192.168.35.60	< sip:7450@172.16.3.169;tr	< sip:7271@172.16.3.169;tr	SIP	9	REJECTED	
1107.511695	1111.609190	192.168.35.60	< sip:7450@172.16.3.169;tr	< sip:7274@172.16.3.169;tr	SIP	11	REJECTED	

Total: Calls: 7 Start packets: 0 Completed calls: 4 Rejected calls: 12

Figura 58. Número de llamadas detectadas a nivel local
Fuente: Captura de software Wireshark

En la figura 4 se interpreta los resultados obtenidos del protocolo RTP de uno de los paquetes capturados, en el cual se muestran ciertos valores:

- La dirección IP donde se genera la llamada que corresponde al servidor 192.168.3.168 desde el puerto 10712.
- Los puertos del 10000 al 20000 se observa la utilización de un puerto aleatorio en este rango.
- El total de paquetes RTP transmitidos son 5632.
- Tiene una pérdida de once paquetes lo que representa un porcentaje de 0.03% el cual es un valor admisible según el valor mínimo de pérdidas que es de 1%.
- La secuencia de error tiene un valor de 92. También se verifica el ancho de banda consumido por cada paquete.
- El máximo jitter de 70.04ms representa que se encuentra en un nivel aceptable según menciona la definición de latencia o retardo y un Mean jitter de 10.24ms.
- Se puede concluir que, si se generaron ciertos inconvenientes como retardo, jitter y eco.

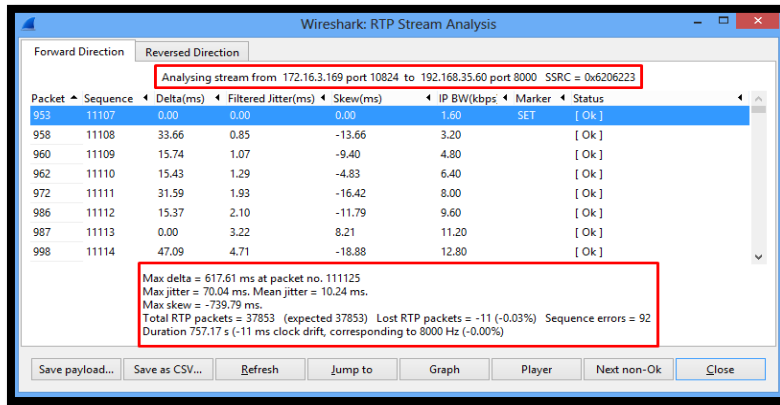


Figura 59. Tráfico RTP a nivel local
Fuente: Captura de software Wireshark

Otra prueba se enfocó en extraer datos del rendimiento del servidor de Elastix PBX-FICA.

- El valor correspondiente al procesador llego a un 18.5% de usó.
- La memoria RAM obtuvo un valor de 12.3%.

Estos valores representan el rendimiento del servidor del que se afirmar no existe un gran consumo, esto es debido a que solo son pruebas que se están efectuando para ver el comportamiento del servicio.

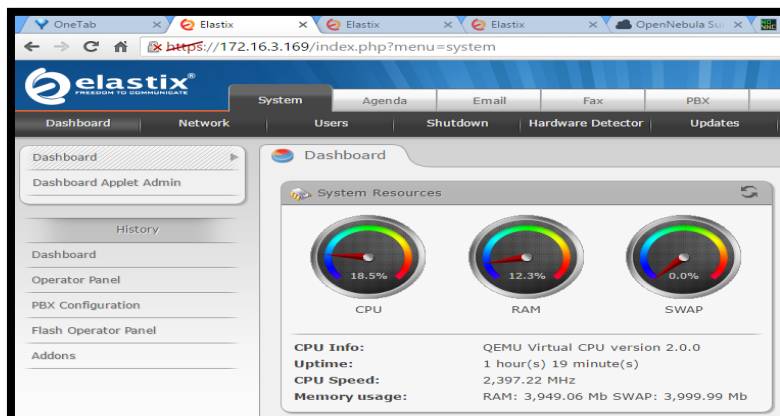


Figura 60. Rendimiento del servidor de Elastix
Fuente: Servidor Elastix PBX-FICA

De igual manera el buffer de memoria libre del servidor tiene un valor admisible con respecto al valor total de la memoria RAM.

```
Connected (unencrypted) to: QEMU (one-29)
CentOS release 5.10 (Final)
Kernel 2.6.18-371.1.2.el5 on an x86_64

ELASTIX login: root
Password:
Last login: Fri Feb 12 15:41:17 on tty1

Welcome to Elastix
-----
Elastix is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://10.24.8.169

[root@ELASTIX ~]# free -m
              total        used         free       shared    buffers         cached
Mem:           3949         665         3283           0           46          172
-/+ buffers/cache: 3503         445         3503
Swap:          3999           0         3999
[root@ELASTIX ~]#
```

Figura 61. Memoria RAM, buffer servidor Elastix
Fuente: Servidor PBX-FICA

En cuanto al tráfico de red que circulo por el servidor muestra los siguientes valores:

- Recepción: 27.48Kbps
- Transmisión: 31.57Kbps.

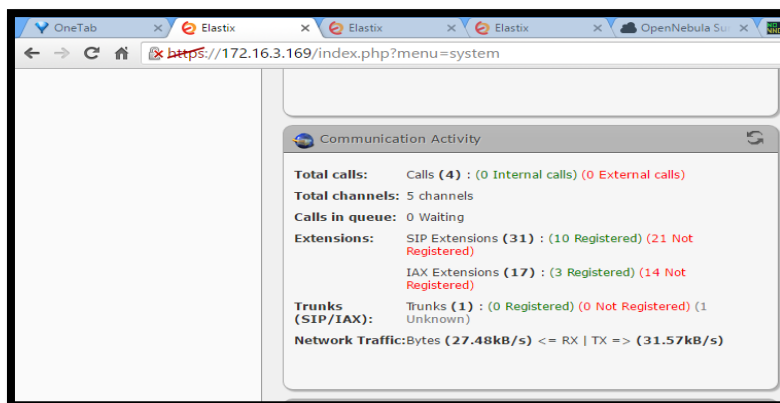


Figura 62. Tráfico de red Elastix PBX-FICA
Fuente: Servidor Elastix PBX-FICA

La siguiente prueba muestra el tráfico que se registra en la interfaz del servidor Exinda de la Universidad facilitando un reporte de paquetes de información generados desde la dirección IP del servidor. Los datos que se informan son respecto a parámetros de la llamada entrada:

- Protocolos de capa aplicación y transporte registrados en las peticiones recibidas por el servidor:
 - RTP (GSM)
 - SIP,
 - IAX,
 - HTTPS
 - RTCP

- El ancho de banda total utilizado es de 264.129 Kbps

- Total, de paquetes transmitidos por segundo de 357.

Inbound Conversations				
External IP (User)	Internal IP (User)	Application	Transfer Rate (kbps)	Packet Rate (pps)
Total			264.129	357
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.547	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.476	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.476	50
172.16.3.169	172.17.41.208	RTP[GSM]	35.476	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.476	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.476	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.476	50
172.16.3.169	172.16.44.242	SIP	1.785	0
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.762	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.730	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.730	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.717	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.256	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.256	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.256	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.256	1
172.16.3.169	172.17.42.12	SIP	0.530	0
172.16.3.169	172.16.14.202	IAX	0.245	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.172	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.172	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.172	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.172	0
172.16.3.169	172.17.41.208	RTCP	0.172	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.172	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.172	0

Figura 63. Tráfico de entrada servidor Exinda
Fuente: Servidor Exinda UTN

Los datos que se asimilan con respecto a la conversación de salida:

- Protocolos de comunicación que están circulando a través del servidor:
 - RTP (GSM)
 - SIP
 - IAX
 - HTTPS
 - RTCP
- El ancho de banda total utilizado es de 244.285 Kbps. 264.129 Kbps
- Total paquetes transmitidos por segundo es 334.

Outbound Conversations				
External IP (User)	Internal IP (User)	Application	Transfer Rate (kbps)	Packet Rate (pps)
Total			244.285	334
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.547	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.547	50
172.16.3.169	172.17.41.208	RTP[GSM]	35.547	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.547	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.476	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	35.476	50
172.16.3.169	172.17.42.12	RTP[GSM]	17.845	25
172.16.3.169	172.16.44.242	SIP	1.895	0
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.720	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.720	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.662	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	1.662	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	0.663	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	0.618	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	0.618	1
172.16.3.169	172.17.42.12	HTTPS	0.618	1
172.16.3.169	172.17.42.12	SIP	0.551	0
172.16.3.169	172.16.14.202	IAX	0.309	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.197	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.197	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.197	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.197	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.197	0
172.16.3.169	172.17.41.208	RTCP	0.184	0
172.16.3.169	172.17.42.12	RTCP	0.098	0

Figura 64. Tráfico de salida servidor Exinda
Fuente: Servidor Exinda UTN

5.4.6.1. Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo SIP

En esta prueba se efectúa el análisis del flujo de datos para una llamada por la troncal entre el servidor PBX-FICA y el servidor PBX-AHSVP, en la figura 65 se inicia el proceso de establecimiento de una llamada con el protocolo SIP, en el cual se observa los mensajes que se generan para establecerla.

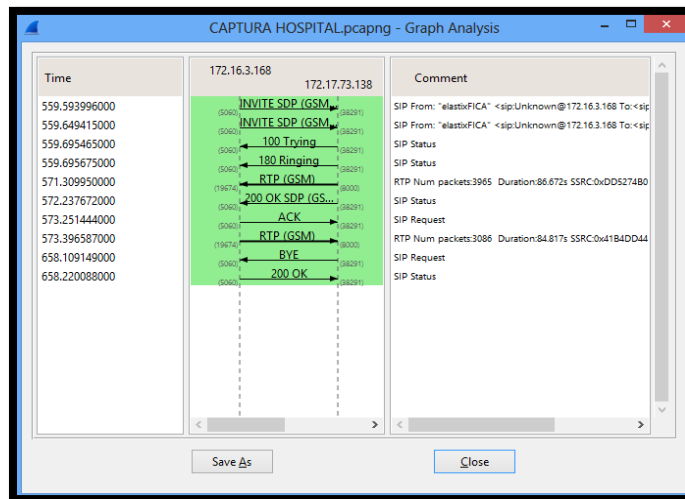


Figura 65. Establecimiento de una llamada con SIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Fuente: Captura de software Wireshark

En la figura 65 se presenta la gráfica que se forma cuando se establece una llamada a través de la troncal con el otro servidor, se filtra la dirección IP 172.16.3.168, se observa el consumo de las llamadas cuyo máximo pico para el tráfico saliente llega a 10000 bytes en el eje "Y" y 20 segundos en el eje "X". Lo que finalmente tiene un consumo de un ancho de banda de 4000 bps. En cambio, en el tráfico entrante se observa que se generan pérdidas de paquetes en cada instante. El comportamiento de la llamada es bastante inestable, se generan caídas y subidas de consumo de ancho de banda es decir pérdida de paquetes.

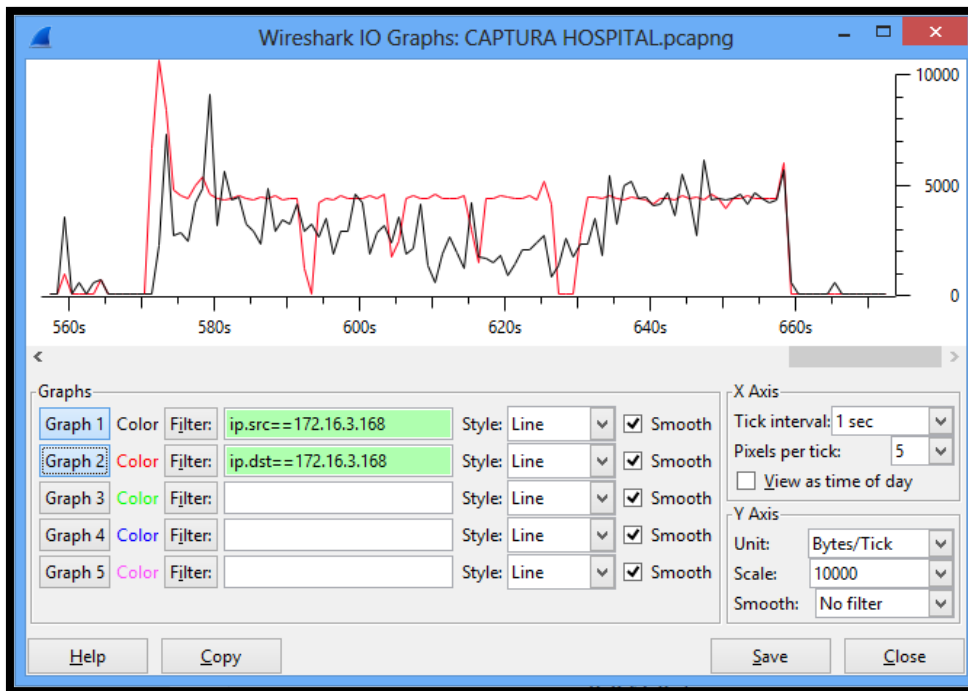


Figura 66. Gráfica del tráfico de VoIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Fuente: Captura de software Wireshark

En la figura 67 se puede interpretar los resultados obtenidos del protocolo RTP de uno de los paquetes capturados, en el cual se muestra:

- La dirección IP donde se genera la llamada es 172.16.3.168 desde el puerto 19674. Los puertos del 10000 al 20000 se observa la utilización de un puerto aleatorio en este rango.
- El total de paquetes RTP transmitidos son 4272.
- La pérdida de paquetes tiene un porcentaje de 27.76% y la secuencia de error tiene un valor de 439. También se verifica el ancho de banda consumido por cada paquete.

Estos valores indican que el porcentaje de pérdidas no es el admisible ya que el valor es de 1%, y existen ráfagas de pérdidas de paquetes.

- El máximo jitter de 357.99ms lo cual representa que se encuentra en un nivel bajo de la llamada, según se menciona en la definición de latencia o retardo el valor permitido es menor a 100ms y un Mean jitter de 33.11ms.

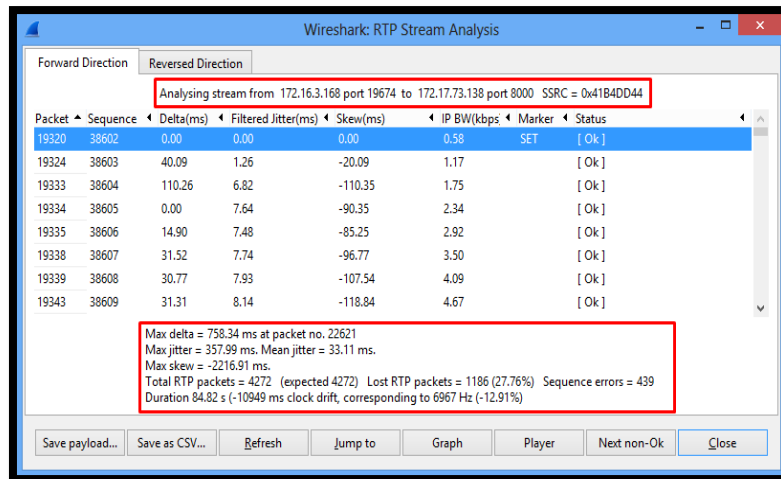


Figura 67. Análisis de un paquete RTP capturado entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Fuente: Captura de software Wireshark

5.4.6.2. Prueba entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVPMV protocolo SIP

Se observa la gráfica que muestra cuando se establece una llamada entre el servidor PBX-FICA y PBX-AHSVP MV, a través de la dirección IP 172.16.44.242, se nota el consumo de llamadas con un promedio de 35000 bytes en el eje “Y” y de 30 segundos en el eje “X”, tanto para el tráfico entrante como saliente. Lo que finalmente tiene un consumo de un ancho de banda de 9333.3 bps. Se tienen variaciones en los periodos 265 y 285 segundos que indica que se transmiten menos paquetes

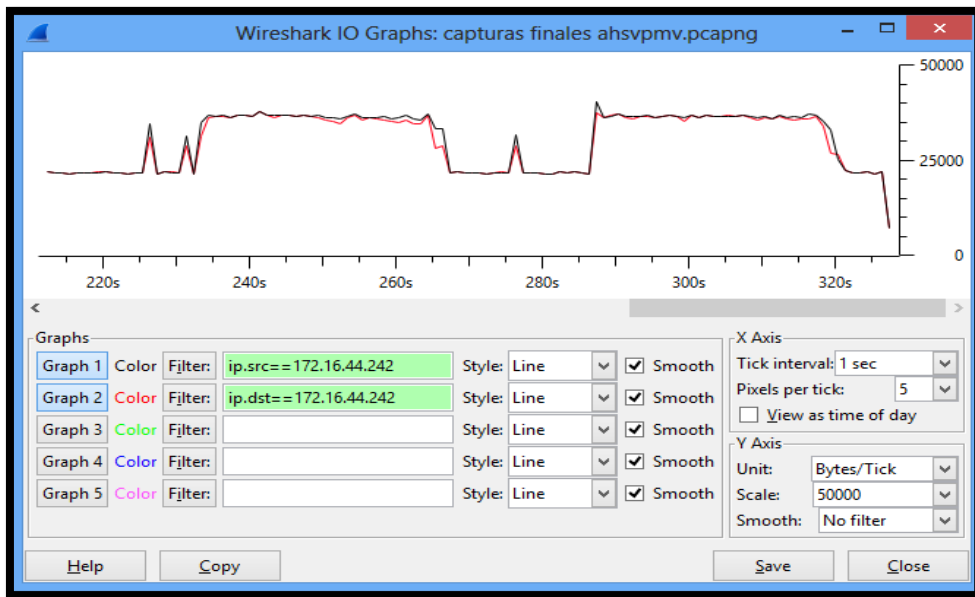


Figura 68. Gráfica del tráfico de VoIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV
Fuente: Captura de software Wireshark

En la figura 69 se puede interpretar los resultados obtenidos del protocolo RTP de uno de los paquetes capturados.

- La dirección IP desde donde se genera la llamada el cual es del servidor 172.16.44.242 desde el puerto 14036.
- Los puertos del 10000 al 20000 en este caso se nota que se utiliza un puerto aleatorio en este rango.
- El total de paquetes RTP transmitidos son 1638,
- La pérdida de paquetes representa un porcentaje de 0% y la secuencia de error tiene un valor de 0. Posteriormente se mira el ancho de banda consumido por cada paquete.
- El máximo jitter de 11.96ms representa que se encuentra en un nivel aceptable según se menciona en la definición de latencia o retardo y un Mean jitter de 6.92ms.

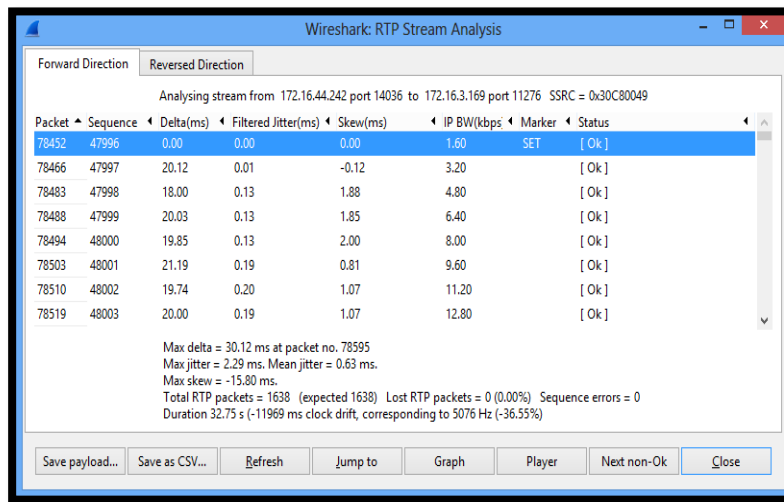


Figura 69. Análisis de un paquete RTP capturado entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV
 Fuente: Captura de software Wireshark

5.4.6.3. Prueba entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo IAX

En esta prueba se analiza un paquete IAX para observar el flujo de tráfico que se establece cuando se genera una llamada.

- Se inicia el proceso de establecimiento de una conexión entre la dirección IP 172.16.3.169 y la dirección IP 172.17.97.223, donde se emite primeramente el mensaje de NEW desde la dirección IP 172.16.3.169.
- Posteriormente el receptor con la dirección IP 172.17.97.223 emite un mensaje con confirmación ACK y al mismo tiempo se emite un mensaje de ACCEPT y RINGING.
- Después desde el emisor se genera el mensaje de ACK y desde la dirección IP 172.16.3.169 un mensaje LAGRQ que indica que se establece un periodo de retraso entre el emisor y el receptor hasta la dirección IP 172.17.97.223.

- En seguida el emisor envía una respuesta ACK y el recetor responde con ANSWER e inicia la transmisión de la voz.

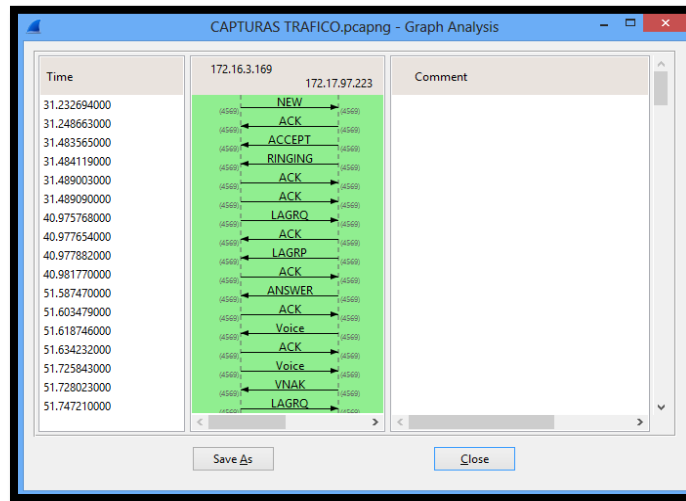


Figura 70. Establecimiento de una llamada con IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Fuente: Captura de software Wireshark

Finalmente, para terminar el proceso de fin de conexión se emite desde la dirección IP 172.17.97.223 un mensaje de HANGUP y la dirección IP emite un mensaje de confirmación ACK.

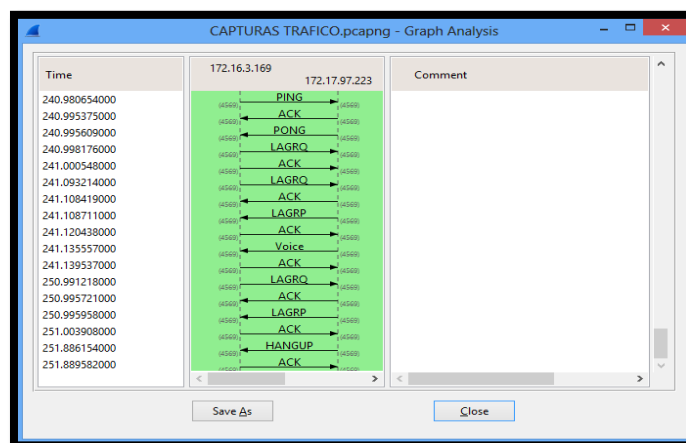


Figura 71. Culminación de una llamada con IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Fuente: Captura de software Wireshark

5.4.6.4. Prueba de conectividad a nivel local

Las pruebas de conectividad a nivel local en el servidor FICA que tiene la dirección IP 172.16.3.169 utilizando el software softphone zoiper para computadores y dispositivos móviles. Se han configurado con las respectivas extensiones y se observa el proceso de establecimiento de llamada desde la ext. 7505 que corresponde a Carmita Chamorro hacia la ext. 7200 que corresponde al usuario Milton Gavilanes Villalobos, estos son usuarios de la FICA. (Anexo E)

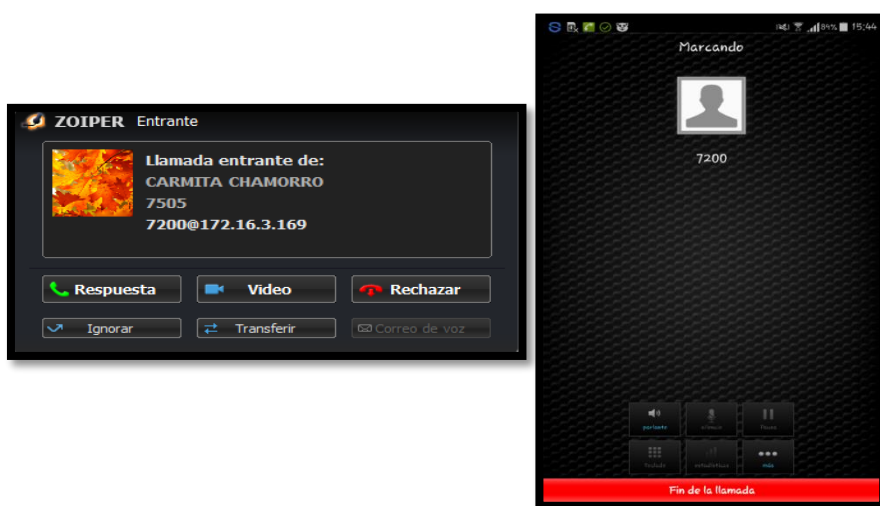


Figura 72. Establecimiento de una llamada a nivel local
Fuente: Elaboración propia

5.4.6.5. Prueba de conectividad entre el servidor PBX-FICA y servidor Elastix de la Universidad.

En la siguiente prueba de verificación se observa la comunicación a través de la troncal con el servidor Elastix de la Universidad, en ese instante se encuentra establecida una llamada.



Figura 73. Establecimiento de una llamada a través de la troncal con servidor UTN
Fuente: Servidor Elastix PBX-FICA

En la siguiente figura se aprecia que se tuvo una llamada hacia el teléfono IP correspondiente al administrador de la red de la Universidad Ing. Vinicio Guerra.

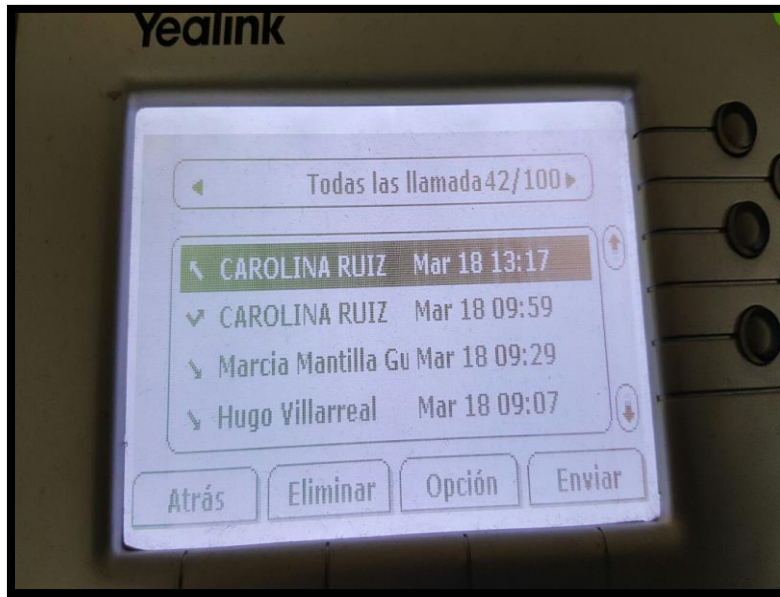


Figura 74. Llamada desde servidor PBX-FICA al servidor Elastix de la UTN
Fuente: Teléfono IP Yealink correspondiente al Ing. Vinicio Guerra

5.4.6.6. Resultados de las pruebas

- **Pruebas técnicas**

Tabla 30. Resultados pruebas técnicas

PRUEBAS	RESULTADOS
----------------	-------------------

Red DDTI

Se genera flujo de tráfico en una llamada

No tienen tantas pérdidas de paquetes.

Red FICA

El nivel del jitter tiene un valor de 70.04ms.

Pérdida de paquetes de 0.03%, con un total de 11 paquetes perdidos.

El nivel máximo del jitter es de 70.04 ms.

La secuencia de error es de 92.

Servidor Elastix

El procesador de Elastix tiene un consumo de procesador 18.5% y de RAM 12.3%.

Recepción: 27.48Kbps

Transmisión: 31.57Kbps.

Reportes de Exinda

Tráfico entrante, ancho de banda total de 244.285 Kbps con un total de paquetes transmitidos por segundo de 334.

Tráfico saliente, ancho de banda total de 244.285 Kbps con un total de paquetes transmitidos por segundo de 334.

Servidor OpenNebula

Consumo del recurso total del CPU fue de un 2%.

Memoria RAM utilizada fue de 2.9 GB

Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo SIP	<p>Trafico entrante y saliente tiene variaciones, en cuanto a perdida de paquetes, es bastante inestable, el máximo pico es 4kbps.</p> <p>Perdida de paquetes de 27.67%, con un total de 1186 paquetes perdidos.</p> <p>Nivel máximo de Jitter 357.99 ms</p> <p>Secuencia de error de 439</p>
Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP MV protocolo SIP	<p>Flujo de tráfico normal con el protocolo SIP</p> <p>Trafico entrante y saliente tiene variaciones, pero es el mismo para los dos, el máximo pico es 9.33 kbps.</p> <p>Perdida de paquetes de 0%, con un total de 0 paquetes perdidos.</p> <p>Nivel máximo de Jitter 11.96 ms</p> <p>Secuencia de error de 0</p>
Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo IAX	<p>Flujo de tráfico normal con el protocolo IAX2</p>

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de estas pruebas reflejan el comportamiento que tiene el servicio en diferentes situaciones, en el que se verifica que para el funcionamiento se requiere asignar el ancho de banda que se menciona en el dimensionamiento, con el que se disminuye los efectos de retardo, pérdida de paquetes y jitter. En la prueba que se reflejó en la red del DDTI se tiene un nivel de jitter aceptable, así como los niveles de pérdidas de paquetes.

En cuanto al rendimiento del servidor se verificó que los niveles son aceptables, y no se produjo saturación, pero este equipo solo se está utilizando para pruebas de verificación del comportamiento del servicio, si se llegará a implementar se debe configurar con los requisitos especificados en el dimensionamiento.

Pruebas de conectividad

Tabla 31. Resultados pruebas de conectividad

PRUEBAS	FUNCIONAMIENTO
Pruebas a nivel local	
Pruebas de conectividad entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo SIP	✓
Pruebas de conectividad entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP MV protocolo SIP	✓
Pruebas de conectividad entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo IAX	✓
Pruebas de conectividad entre servidores PBX-FICA y servidor Elastix de la Universidad	✓

Fuente: Pruebas de conectividad a nivel local

Estas pruebas permiten verificar el funcionamiento del servicio, se las efectuó en diferentes estados, tanto a nivel local, comunicación entre servidores virtuales a través de una troncal, comunicación de un servidor virtual alojado en el cloud con uno físico, y la comunicación con el servidor de telefonía IP de la Universidad a través de una troncal. El resultado que se obtuvo fue bastante favorable, las configuraciones funcionaron correctamente.

Las pruebas realizadas en cada una de las plataformas reflejan el consumo de procesador, memoria y cuál es el ancho de banda que generan sobre el puerto, el proceso se realizó de la misma manera en OpenStack OpenNebula y Eucalyptus, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 32. Resultados pruebas de conectividad

Arámetros	OpenStack	OpenNebula	Eucalyptus
Consumo de CPU con 5 Instancias	8.7%	31%	5.1%
Consumo de CPU con 10 Instancias	13.8%	61%	23.6%
Consumo de Memoria RAM con 5 Instancias	0.6% - 2 GB	32 %-10GB	45.62% - 32GB
Consumo de Memoria RAM con 10 Instancias	1.2% - 2 GB	31.3 %- 10GB	90,62% - 32GB
Ancho de Banda	7.8 GB	3.393 MB	12.57 GB
Parámetros de Consumo de aplicación Elastix			
Consumo de CPU	18.5%		

Consumo de Memoria RAM	12.3%
Ancho de Banda	508,42 Kbps

Fuente: Pruebas de rendimiento y ancho de banda

5.4.7. Dimensionamiento de Enlaces

Para garantizar la disponibilidad de los servicios y aplicaciones es necesario dimensionar la capacidad de ancho de banda disponible para cada tipo de aplicación. Entre los métodos más adecuados está usar técnicas de compresión, incremento de ancho de banda o la aplicación de QoS, de acuerdo a los parámetros obtenidos en las pruebas respecto al ancho de banda consumido por las máquinas virtuales, se considera conveniente aplicar reglas que aseguren la reserva de recurso de ancho de banda sobre los enlaces entre la infraestructura del Cloud privado y el equipo de gestión de tráfico Exinda para que el desempeño de los servicios estén disponibles. De igual manera la aplicación de Telefonía Ip plantea el dimensionamiento del ancho de banda para cada llamada y garantizar la gestión del recurso para que se pueda soportar llamadas concurrentes. Un complemento sería aplicar políticas de QoS estableciendo un marcaje al tráfico en base al estudio a las respectivas fronteras de confianza de las aplicaciones de Cloud y planteando una prioridad para la entrega de los mismos.

5.5. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DEL PROYECTO

5.5.1. Estimación de costos para implementar el proyecto

Para poder llevar a cabo este proyecto, es necesario hacer un análisis económico donde se establecerá el costo inicial, de administración, operación y soporte técnico del servicio de Cloud Computing.

5.5.1.1. Costo de Inversión

En este apartado se hace referencia a todo lo adquirido para la implementación del proyecto, como se lo detalla en la Tabla 32, la cual indica la infraestructura y equipos, que fueron adquiridos.

R U B R O S	USO DE FONDOS	FUENTES DE FINANCIAMIENTO	
		FONDOS PROPIOS	PRESTAMO
INVERSIONES FIJAS	\$89.294,85	\$89.294,85	\$0,00
INFRAESTRUCTURA	\$60.131,25	\$60.131,25	\$0,00
Adecuaciones y techo falso	\$ 1.314,18	\$1.314,18	\$0,00
Piso técnico	\$ 3.282,00	\$3.282,00	\$0,00
Sistema Eléctrico	\$ 25.279,17	\$25.279,17	\$0,00
sistema de refrigeración	\$ 16.684,51	\$16.684,51	\$0,00
Sistemas de Seguridad	\$ 3.661,00	\$3.661,00	\$0,00
Sistema de iluminación	\$ 880,00	\$880,00	\$0,00
Sistema contra incendios	\$ 8.636,64	\$8.636,64	\$0,00
Sistema de Puesta a Tierra	\$ 393,75	\$393,75	\$0,00
EQUIPOS	\$29.163,60	\$29.163,60	\$0,00
Equipos de comunicación	\$ 29.163,60	\$29.163,60	\$0,00
Software	\$ 0,00	\$0,00	\$0,00

Tabla 33. Inversión del Proyecto

Fuente: proformas y facturas de adquisición de equipos.

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 32, se observa que el costo de inversión total es de **89.294,85**, el cual es un fondo propio que se va a emplear ya que la Universidad es la institución que aportara con este capital sin la intervención de otras entidades financieras como bancos, la inversión se encuentra constituida por dos valores, un valor de **60.131,25** perteneciente a toda la infraestructura, sistemas y adecuaciones físicas necesarias para poder montar la parte de equipamiento, el otro valor de **29.163,60** hace referencia todos los equipos de comunicación o hardware utilizados dentro del proyecto para poder brindar el servicio.

5.5.1.2. Costos y gastos

Este punto hace referencia al personal que se encarga de la administración y operación del proyecto de Infraestructura de cloud privado en la Facultad. En la Tabla 33 se detallan el costo mensual y anual referente al salario del administrador.

Tabla 34. Costo por talento humano

RUBRO	DETALLE	Nº DE MESES	COSTO POR MES	COSTO ANUAL
Talento Humano	Administrador de cloud computing, tiempo completo.	12	\$ 750,00	\$ 9.000,00
TOTAL				\$ 9.000,00

Fuente: Proyecto Implementación de Infraestructura de cloud Privado para la FICA

En la Tabla 33 se pueden observar los distintos valores pertenecientes a todos los beneficios de ley que posee el administrador, teniendo un valor total anual de 9.842,98.

Tabla 35. Cálculo de talento humano con beneficios de ley

CARGO	RBU	BENEFICIOS ECONOMICOS				TOTAL
		DECIMO TERCER O	DECIM O CUART O	FONDO DE RESERVA	APORTE S	
Administrador	9.000,00	750,00	30,50	62,48	1.093,50	9.842,98
TOTAL	9.000,00	750,00	30,50	62,48	1.093,50	9.842,98

Fuente: Proyecto Implementación de Infraestructura de cloud Privado para la FICA

A continuación, en la Tabla 34 se detallan los gastos necesarios para que el proyecto se ponga en marcha siendo estos el servicio eléctrico y de internet. Teniendo un costo total de 5.088,00.

Tabla 36. Gastos del proyecto de Cloud computing

RUBRO	DETALLE	CANTIDAD POR MES	COSTO UNITARIO	COSTO ANUAL
Servicios	Internet corporativo 155-620 Mbps	12	\$250,00	\$3.000,00
	Servicio eléctrico	12	\$174,00	\$2.088,00
	Costo Total			\$5.088,00

Fuente: Proyecto Implementación de Infraestructura de cloud Privado para la FICA

Sumando los valores pertenecientes al costo anual de la Tabla 3 y 4 se tiene un total de gastos de **14.930,98**.

Otro factor importante dentro de Costos y Gastos del proyecto de cloud computing es la depreciación de la infraestructura y equipos de comunicación, como se detalla en la Tabla 36 y 37 respectivamente.

Tabla 37. Depreciación de Infraestructura

DEPRECIACIÓN INFRAESTRUCTURA				
DESCRIPCIÓN	% DEPREC.	VALOR A DEPRECIAR	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Adecuaciones y techo falso	20%	1.314,18	262,84	21,90
Piso técnico	20%	3.282,00	656,40	54,70
Sistema Eléctrico	20%	25.279,17	5.055,83	421,32
sistema de refrigeración	20%	16.684,51	3.336,90	278,08
Sistemas de Seguridad	20%	3.661,00	732,20	61,02
Sistema de iluminación	20%	880,00	176,00	14,67
Sistema contra incendios	20%	8.636,64	1.727,33	143,94
Sistema de Puesta a Tierra	20%	393,75	78,75	6,56
TOTAL			12.026,25	1.002,19

Fuente: Proyecto Implementación de Infraestructura de cloud Privado para la FICA

Se tiene según la Tabla 37 una depreciación anual de toda la infraestructura de 12.026.25.

Tabla 38. Depreciación de equipos de comunicación

DESCRIPCIÓN	% DEPREC.	VALOR A DEPRECIAR	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Equipos de comunicación	33%	29.163,60	9.720,23	810,02
TOTAL			9.720,23	810,02

Fuente: Proyecto Implementación de Infraestructura de cloud Privado para la FICA

En cuanto a la Tabla 6 se obtiene un valor de 9.720,23 como depreciación anual de los equipos de comunicaciones teniendo un total de depreciación de **21.746,48**.

5.5.1.3. Ingresos

Para saber cuál es el beneficio de implementar el proyecto de cloud computing en la Facultad, se determina que el número de máquinas virtuales que pueden trabajar simultáneamente es de 16, por lo cual se deduce que un usuario mínimo puede manipular cada máquina virtual por ende también se tendrá 16 usuarios trabajando al mismo tiempo. A continuación, se detalla la Tabla 7 con los respectivos costos de las máquinas virtuales de acuerdo a sus características.

Tabla 39. Costos de servicio del cloud computing

Producto	VCPU	RAM	Disco	Costo por Mes	Costo por Año
m1.tiny	1	512 MB	1 GB	\$ 59,52	\$ 2114,24
m1.small	1	2 GB	20 GB	\$ 119,04	\$ 4285,44
m1.medium	2	4 GB	40 GB	\$ 238,08	\$ 6856,96
m1.large	4	8 GB	80 GB	\$ 476,16	\$ 8713,92
m1.xlarge	8	16 GB	160 GB	\$ 952,32	\$ 11427,84

Fuente: GoGrid,2013 recuperado de <http://goo.gl/WAVxhX>

De acuerdo a la información de la Tabla 7, por el momento este proyecto de Cloud Computing ofrece máquinas virtuales de las características del producto *m1.small* por lo cual el precio del servicio por año de una instancia es de **\$ 4.285,44** A continuación se

deduce la fórmula para saber el valor de ingreso por año, al prestar este servicio a los diferentes usuarios del Cloud Computing.

$$\text{Ingreso} = N^{\circ} \text{ usuarios} \times \text{Costo del Servicio anual}$$

$$\text{Ingreso} = 16 \times \$ 4.285,44$$

$$\text{Ingreso anual} = \$ 68.567,04$$

5.5.1.4. Flujos de Caja

A través de los flujos de caja se puede observar los ingresos o beneficios del proyecto en relación con los gastos, egresos e inversión realizada para determinar la viabilidad económica o no del proyecto

Tabla 40. Flujos de Caja

RUBRO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
Beneficios	0,00	68.567,04	68.567,04	68.567,04	68.567,04
Inversión	89.294,85				
Gastos	0,00	14.930,98	14.930,98	14.930,98	14.930,98
Depreciaciones	0,00	21.746,48	21.746,48	21.746,48	21.746,48
total egresos	89.294,85	36.677,45	36.677,45	36.677,45	36.677,45
Flujo Neto	-89.294,85	31.889,59	31.889,59	31.889,59	31.889,59

Fuente: Proyecto Implementación de Infraestructura de cloud Privado para la FICA

5.5.1.5. TIR, VAN Y Análisis costo beneficio

Empleando los flujos de caja obtenidos y usando las variables económicas tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN) y el análisis costo beneficio se obtendrán valores que respalden la variabilidad económica del proyecto para su ejecución

Tabla 41. Indicadores Financieros

INDICADORES FINANCIEROS	
Taza de descuento	12%
VA Ingresos	208.262,05
VA Egresos	200.697,09
VAN	7.564,97
TIR	16%
Beneficio-Costo	1,04

Fuente: Proyecto Implementación de Infraestructura de cloud Privado para la FICA

En la Tabla 40 se puede observar que existen varios indicadores financieros, a continuación, se los va a detallar cada uno de ellos.

- **Tasa de descuento:** Es el porcentaje con el cual se llevaran a tiempo presente o actualizaran los flujos de caja para calcular el TIR y VAN, esta tasa de descuento es del 12% que pertenece al porcentaje con el cual trabaja el SENPLADES para proyectos de orden público.
- **VA Ingresos:** Es el Valor Actual de Ingresos, el cual es calculado mediante la tasa de descuento del 12% y los valores obtenidos del año 1 al año 4 de la fila de Beneficios de la tabla 9, esta variable se calcula mediante la fórmula financiera de Microsoft Office Excel; este resultado ayudara al cálculo final del costo beneficio.
- **VA Egresos:** Es el Valor Actual de Egresos, que se lo calcula de igual manera al de Ingresos, para ello se utiliza la tasa de descuento y los valores de la fila Total

Egresos de la tabla 9, desde el año 0 al año 4. Resultado que es empleado en el cálculo de costo beneficio.

- **VAN:** Es el Valor Actual Neto, este permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. Su cálculo se lo realiza mediante una formula financiera de Microsoft Office Excel, donde se toma en cuenta la tasa de descuento y los flujos de caja positivos del año 1 al año 4, a este valor se le suma el año 0 que es la inversión realizada; estos datos se encuentran en la fila Flujo Neto de la tabla 9.
- **TIR:** Es la Tasa Interna de Retorno, esta ayuda a verificar la rentabilidad del proyecto ya que, si es mayor a la tasa de descuento, quiere decir que es aceptable tanto la inversión como el beneficio del cloud. Para calcular este valor se emplea una fórmula financiera en Microsoft Office Excel con los valores de la tasa de descuento y todos los valores de la fila Flujo neto de la tabla 9, es decir del año 0 al año 4. Se obtiene un TIR equivalente a 16% por lo tanto si es viable el proyecto.
- **Costo-Beneficio:** El costo-beneficio es una relación entre los valores obtenidos anteriormente, lo cuales son VA Ingresos y VA Egresos, el resultado de este cálculo indicara si el proyecto produce ganancia, no hay ganancia o hay pérdida económica. A continuación, se realizará el cálculo empleando la fórmula:

$$\text{Beneficio} - \text{Costo} = \frac{\text{Beneficio(VA Ingresos)}}{\text{Costo(VA Egresos)}}$$

$$\text{Beneficio} - \text{Costo} = \frac{208.262,05}{200.697,09}$$

$$\text{Beneficio} - \text{Costo} = 1.04$$

La relación del Costo-Beneficio da como resultado 1.04 lo cual indica que el proyecto es rentable, debido a que es mayor a 1.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

- Se diseñó un Data Center que cumple con los lineamientos de la norma ANSI/TIA/EIA 942 para alojar los equipos de red, servicios de comunicación y aplicaciones de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas así como la nueva infraestructura para el proyecto de Cloud Privado, garantizando una gestión centralizada y robusta de Hardware y Software, escalabilidad sustentada de usuarios para lo cual se priorizo los aspectos de garantizar mejores condiciones ambientales, niveles lógicos y físicos de seguridad y mecanismos de prevención y reacción ante eventos no deseados como posibles incendios o apagones eléctricos.

- Mediante el estándar ISO IEC IEEE 29148 se determinó que los requisitos funcionales y no funcionales que presentan los tres gestores de infraestructura como servicio (IaaS) son adecuados para levantar la infraestructura de Cloud privado en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, dando facilidad a la virtualización, gestión de instancias, nodos e imágenes.

- Se implementó la Infraestructura de Cloud Privado bajo las plataformas de software libre OpenStack, OpenNebula y Eucalyptus en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte para el desarrollo de diferentes aplicaciones universitarias basados en un nuevo modelo de computación orientado al manejo de Cloud Computing.

- Se logró ofrecer servicios virtualizados, que permiten optimizar recursos, tanto de almacenamiento, procesamiento y rendimiento de las máquinas virtuales

destinadas para laboratorios, mejorando así las limitaciones que el hardware disponible en dichos laboratorios produce.

- La infraestructura de Cloud Privado de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas ofrece a los estudiantes una plataforma de servicio a su alcance dentro de la universidad al igual que de forma externa, es decir a través de la Internet, garantizando el uso de una plataforma independientemente del lugar en que se encuentren dando una mejor disponibilidad del servicio de Cloud Computing.
- Se diseñó una aplicación de telefonía IP cuyas características de implementación permitirán obtener un servicio robusto que cumple con los requerimientos de una aplicación con fines universitarios.
- Se realizó las pruebas de funcionamiento donde se observó el rendimiento de las máquinas virtuales así como del servidor Elastix, obteniendo como resultado de las mismas, que cada sistema se ejecuta de una manera correcta sin sobrecargar a los servidores en donde se aloja la plataforma.
- Mediante la medición del consumo de ancho de banda generado por la actividad de las máquinas virtuales y el servicio de VoIP (elastix), se determinó las exigencias de las aplicaciones del cloud dando lugar al dimensionamiento de los enlaces; garantizando la disponibilidad del recurso para evitar pérdidas de conexión o retardos en la transmisión.
- El costo de la implementación de la infraestructura de Cloud Privado de la Facultad, representa una inversión económica que refleja un beneficio en las

prestaciones de la red de datos, disponibilidad de máquinas virtuales así como aplicaciones con fines universitarios en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas; siendo conveniente respecto a la adquisición de servicios con iguales características en un Cloud Público.

6.2. Recomendaciones

- El personal encargado de la administración del Data Center deberá conocer las instalaciones, los niveles de seguridad con los que se cuenta, las debilidades y fortalezas de la infraestructura. Ser capacitado por lo menos cada año en los temas de seguridad, administración eficiente, prevención y respuesta ante fenómenos y/o eventos no deseados, para un mejor desempeño en la gestión de los subsistemas que constituyen el Data Center.
- Respecto a las tareas de mantenimiento del Data Center se deberá realizar revisiones de las instalaciones por lo menos una vez cada mes, que permita tener siempre información actualizada de equipos, configuraciones, funcionamiento y demás observaciones, para determinar posibles mantenimientos preventivo y correctivo de ser necesario.
- De acuerdo a la disposición de la infraestructura del Data Center de la Facultad, se puede constatar que el servidor del Cloud Computing se encuentra conectado a la red UTN por medio de la DMZ, por lo cual se recomienda aumentar la

seguridad ya que trabaja por defecto sobre HTTP y puede ser un blanco vulnerable para la red de datos de la Universidad.

- La implementación de Cloud Computing de modo privado con la infraestructura como servicio (IaaS), tendría un mejor funcionamiento si se lo ejecuta en varios nodos, lo cual permite asignar de una mejor manera los recursos de la plataforma y garantizar el normal desempeño de las máquinas virtuales que son asignadas a los laboratorios.
- En base a los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de funcionamiento se observó que dependiendo del número de máquinas virtuales puede subir el consumo de recursos, por lo cual el administrador del Cloud al momento de crear usuarios para la plataforma, debe asociarlos a un proyecto existente para lograr un ahorro de los mismos y no sobredimensionar el servidor donde se aloja cada una de las plataformas.
- La manipulación de una plataforma en función de Cloud requiere el control y conocimiento del hypervisor a manejar, donde se contemple la compatibilidad de Sistema Operativo en características como son su rendimiento y principios de funcionalidad en el momento de arrancar las instancias, para su futura manipulación.
- Se recomienda mantener una base de datos de imágenes con los diferentes sistemas operativos preinstalados los cuales pueden ser copiados y utilizados varias veces para facilitar el proceso de creación de nuevas máquinas virtuales.

- Se recomienda la implementación de un sistema de autenticación más robusto y seguro para el ingreso a la plataforma, esto permitirá evitar cualquier intrusión a la misma y a las máquinas virtuales. Además debe permitir acceso únicamente al sistema asignado, es decir, que no tengan injerencia sobre la plataforma para que no suceda ningún cambio en la configuración de la misma.

Referencias

- (ORSI), O. R. (2010). Obtenido de http://www.osimga.gal/export/sites/osimga/gl/documentos/d/2010_12_29_ORSI_estudio_cloud_computing.pdf
- Andradas, V. (2014). *Ceditec*. Obtenido de http://www.ceditec.etsit.upm.es/index.php?option=com_content&view=article
- C. Baun, M. K. (2011). *Cloud-Computing Web-Based Dynamics of IT Services*. Springer Heidelberg Dordrecht London New York: Informatik im Fokus.

- Camps Sinisterra, C., & Oriol Allende, A. (2012). *La nube: oportunidades y retos para los integrantes de la cadena de valor*. España: Management Solution.
- CCNA, C. (06 de 2015). *CISCO CCNA*. Obtenido de Blog Security: <http://blogs.cisco.com/security/penetration-testing-in-the-cloud>
- CEDITEC. (2013). *Cloud Computing*. Online: Centro de Difusión de Tecnologías. Obtenido de http://www.ceditec.etsit.upm.es/index.php?option=com_content&view=article&id=21808%3Acloud-computing&catid=40&Itemid=1439&lang=es
- Chobits, D. (25 de Marzo de 2015). *¿Qué es OpenStack?* Obtenido de <http://www.ochobitshacenunbyte.com/2015/03/27/openstack/>
- CHOBITS, D. (25 de Marzo de 2015). *¿Qué es OpenStack?* Obtenido de <http://www.ochobitshacenunbyte.com/2015/03/27/openstack/>
- CloudComputingLatam. (2010). *Tipos de computación en nube: Pública, privada o híbrida*. Online. Obtenido de <http://www.cloudcomputingla.com/2010/05/tipos-de-computacion-en-nube-publica.html>
- Commons, C. (2015). *Windows XP: Requisitos mínimos*. Obtenido de <http://es.ccm.net/faq/9601-windows-xp-requisitos-minimos>
- CygnusCloud, U. (13 de marzo de 2013). *Proyecto de Sistemas Informáticos, Facultad de Informática, UCM*. Obtenido de Proyecto de Sistemas Informáticos, Facultad de Informática, UCM: <https://cygnusclouducm.wordpress.com/2013/03/13/xen-vs-kvm-cual-nos-conviene-mas/>
- Elisa K. Mena, A. C. (2011). *Implementación de un prototipo de Cloud Computing de modelo privado para ofrecer Infraestructura como Servicio (IaaS)*. Quito : Politécnica Nacional del Ecuador.
- EMC. (2015). *Nube híbrida*. EMC Corporation. Obtenido de <http://mexico.emc.com/corporate/glossary/hybrid-cloud.htm>
- EMC, C. (01 de 10 de 2010). *Where information lives*. Obtenido de <https://mexico.emc.com/collateral/emc-perspective/h6870-consulting-cloud-ep.pdf>
- Formiga, C. (10 de 05 de 2011). *Formigacloud, software gestion, cloud eucalyptus*. Recuperado el 08 de 12 de 2015, de DO_SIS_formigacloud_software_gestion_cloud_eucalyptus_V2.odt
Act:10/05/2011 29 /
- Garcia, G. U. (08 de Enero de 2013). *Repositorio Universidad Politecnica salesiana-Guayaquil*. Obtenido de Repositorio Universidad Politecnica salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4504/1/UPS-GT000402.pdf>
- Gonzalez, E. (25 de Febrero de 2015). *Componentes de OpenStack*. Obtenido de <http://egonzalez.org/componentes-de-openstack/>
- Guillermo, T. (2010). *Definición de Cloud Computing por el NIST*. Colombia: TechNet Blogs. Obtenido de <http://blogs.technet.com/b/guillermotaylor/archive/2010/08/25/definici-243-n-de-cloud-computing-por-el-nist.aspx>
- HELION, H. (09 de 2013). *Eucalyptus Documentation*. Recuperado el 06 de 11 de 2015, de Eucalyptus Documentation: http://docs.hpcloud.com/eucalyptus/4.1.2/#install-guide/euca_components.html
- Hewlett-Packard Development Company, L. (2015). *HP Eucalyptus Helion*. Obtenido de HP Eucalyptus Helion: https://www.eucalyptus.com/docs/eucalyptus/4.1.2/index.html#admin-guide/system_concepts.html

- Hoffman, J. (Marzo de 2012). *technet microsoft*. Recuperado el 02 de 11 de 2015, de Virtualizacion:Virtualizacion en y mas alla de la nube:
<https://technet.microsoft.com/es-es/magazine/hh855066.aspx>
- IBM. (2015). *What is cloud computing?* New York: IBM. Obtenido de
<http://www.ibm.com/cloud-computing/us/en/what-is-cloud-computing.html>
- JMA, D. (08 de Diciembre de 2012). *Aprendiendo Openstack*. Obtenido de
<http://aprendiendoopenstack.blogspot.com/>
- Joyanes Aguilar, L. (2012). *Computación en la Nube: estrategias de Cloud Computing en las empresas*. Alfaomega Grupo Editor.
- Manuare, A. (16 de Junio de 2014). *OpenStack 101: los componentes de un proyecto*. Obtenido de <http://www.cioal.com/2014/06/16/openstack-101-los-componentes-de-un-proyecto/>
- McLellanC. (2013). *Cloud Computing: Mudanza a IaaS*. Obtenido de
<http://www.zdnet.com/moving-to-iaas-an-overview-7000019614/>
- Mifsud, E. (17 de Diciembre de 2012). *Introduccion a la Virtualizacion con XEN*. Obtenido de Observatorio Tecnológico España:
<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/software/servidores/1080-introduccion-a-la-virtualizacion-con-xen>
- Mifsud, E. (17 de 12 de 2012). *Observatorio Tecnológico España*. Obtenido de Introducción a la virtualización con XEN:
<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/software/servidores/1080-introduccion-a-la-virtualizacion-con-xen>
- NEXICA. (2013). *Modelos de despliegue cloud: Cloud privado, cloud público y cloud híbrido - See more at: http://www.nexica.com/es/modelos-cloud#sthash.kq1Lp1EY.dpuf*. Online. Obtenido de
<http://www.nexica.com/es/modelos-cloud>
- OpenNebula. (2015). *Planning the Installation*. Obtenido de
http://docs.opennebula.org/4.14/design_and_installation/building_your_cloud/plan.html
- OpenNebula. (2016). *OpenNebula. (2016) Networking Overview 4.2*. Obtenido de
<http://opennebula.org/documentation:rel4.2:nm>
- OpenStack. (2015). *Open source software for creating private and public clouds*. Online. Obtenido de <http://www.openstack.org/software/openstack-networking/>
- ORSI. (2010). *Cloud Computing La Tecnología como Servicio*. Obtenido de
http://www.osimga.gal/export/sites/osimga/gl/documentos/d/2010_12_29_ORSI_estudio_cloud_computing.pdf
- Pérez, A. (26 de Enero de 2014). *'Cloud computing' y virtualización, ¿cuál es la diferencia?* Obtenido de <http://www.ticbeat.com/cloud/cloud-computing-virtualizacion-cual-es-la-diferencia/>
- ProspecNet. (2010). *Computación en La Nube - Cloud Computing*. Obtenido de
<http://www.prospecnet.com/CloudComputing.aspx>
- Rasmussen, N. (2008). *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos*. Obtenido de Informes Internos:
<http://www.apc.com/whitepaper/?wp=25>
- Sanchez, J. (23 de Noviembre de 2011). *hablamos de nubes...?? Azure, Office365, etc*. Obtenido de <https://blogjordisanchez.wordpress.com/2011/11/23/tipos-de-nube/>
- Solutions, B. (05 de 10 de 2009). *Paravirtualización, expande tus posibilidades*. Obtenido de Paravirtualización, expande tus posibilidades:
<http://www.baitic.com/productividad/paravirtualizacion-expande-tus-posibilidades.html>

- Systems.INC, E. (2010). *Cloud Computing Platform, Administrator's Guide*. Estados Unidos: Enterprise Edition 2.0. Recuperado el 07 de 11 de 2015, de Cloud Computing Platform, Administrator's Guide: EucalyptusEE2.0.AdminGuide.1.Master.pdf
- TheGuardian. (2011). "*Cloud computing can cut carbon emissions by half, report finds*". Obtenido de <http://www.theguardian.com/environment/2011/nov/07/cloud-computing-cut-carbon-emissions>
- TicoStyle. (29 de Octubre de 2009). *Virtualización*. Obtenido de <https://ticostyle.wordpress.com/tag/ventajas-y-desventajas-de-virtualizar/>
- Zambrano, G. E. (2012). *Monitoreo y administracion de maquinas virtuales a traves de enlaces WAN*. Obtenido de Tesina .

ANEXOS

- **Anexo A. Instalación de Plataformas de Cloud Computing**

- ✓ **Apartado 1- Instalación Openstack**

Usando DevStack se instala todos los componentes necesarios para el funcionamiento de OpenStack versión Liberty, antes de empezar con la instalación es importante establecer los parámetros de red en el fichero `/etc/network/interfaces` mediante el comando `vi`, como se muestra en la Figura 75.

`#vi /etc/network/interfaces`

```
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
# This is an autoconfigured IPv6 interface
auto br0
iface br0 inet static
    address 10.24.8.77
    netmask 255.255.255.0
    gateway 10.24.8.1
    # dns-* options are implemented by the resolvconf package, if installed
    dns-nameservers 172.16.1.254
    dns-search utn.edu.ec
    bridge_ports em1
    bridge_fd 9
    bridge_hello 2
    bridge_maxage 12
    bridge_stp off
```

Figura 75. Configuración Interfaces de red
Fuente: Software ZOC

Finalizado la edición del fichero guardar y cerrar el editor, se debe reiniciar el demonio de configuración de interfaces de red para que los cambios se realicen. (Figura 76)

```
root@cloudfica:/home/cloudfica/devstack# service networking restart
stop: Job failed while stopping
start: Job is already running: networking
root@cloudfica:/home/cloudfica/devstack#
```

Figura 76. Reiniciar Servicio de Interfaces
Fuente: Software ZOC

Para continuar con la instalación es recomendable realizar la actualización del sistema operativo, así como de los repositorios de búsqueda de aplicaciones del mismo. (Figura 77)

```
cloudfica:~$ sudo apt-get update
```

Figura 77. Actualización de paquetes
Fuente: Software ZOC

La instalación del paquete GIT permite descargar diferentes componentes de DevStack, esto se realiza con el comando:

```
#sudo apt-get install git
```

OpenStack tiene diferentes versiones que se pueden instalar:

- OpenStack- Havana

```
$ git checkout stable/havana
```

- OpenStack- Icehouse

```
$ git checkout stable/icehouse
```

- OpenStack- Juno

```
$ git checkout stable/Juno
```

- OpenStack- Kilo


```
cloudfica~/devstack$ git checkout stable/liberty
M      lib/cinder
M      lib/nova
Va está; en â«stable/libertyâ»
Your branch is up-to-date with 'origin/stable/liberty'.
```

Figura 79. Comando de Verificación de versión de Openstack Liberty
Fuente: Software ZOC

Después de descargar el paquete se puede acceder a la carpeta de devstack digitando “*cd devstack*”. (Figura 80)

```
cloudfica:~$ cd devstack/
cloudfica:~/devstack$ _
```

Figura 80. Ingresar al Directorio Devstack
Fuente: Software ZOC

Se crea el fichero “*localrc*” para la configuración de contraseñas de accesos a los servicios, como se indica en la Figura 81.

```
[[local|localrc]]
DEST=/opt/stack

# Logging
LOGFILE=$DEST/logs/stack.sh.log
VERBOSE=True
LOG_COLOR=False
SCREEN_LOGDIR=$DEST/logs/screen

# Credentials
ADMIN_PASSWORD=deustack
MYSQL_PASSWORD=deustack
RABBIT_PASSWORD=deustack
SERVICE_PASSWORD=deustack
SERVICE_TOKEN=token

# Github's Branch
GLANCE_BRANCH=stable/liberty
HORIZON_BRANCH=stable/liberty
KEYSTONE_BRANCH=stable/liberty
NOVA_BRANCH=stable/liberty
NEUTRON_BRANCH=stable/liberty
HEAT_BRANCH=stable/liberty
CEILOMETER_BRANCH=stable/liberty
NEUTRON_FWAAS_BRANCH=stable/liberty
```

Figura 81. Visualización de contraseñas
Fuente: Software ZOC

Hay que tener en cuenta que se solicita permisos necesarios al fichero para el proceso de instalación, esto se realiza mediante “*chmod 777 local.conf*”. (Figura 82)

```
cloudfica:~/devstack$ chmod 777 local.conf
```

Figura 82. Permisos archivo local.conf
Fuente: Software ZOC

La finalización de la instalación se ejecuta (./) más *stack.sh* que se encuentra incluido en el directorio *devstack*:

```
#!/stack.sh
```

Debido a la gran cantidad de componentes y las diferentes tareas que se realiza en el proceso de instalación el tiempo estimado es de aproximadamente 30 minutos. (Figura 83)

```
*** STROKE! set 'a stroke'
** set 'a stroke'
** [[ source == 'ubuntu/ubunt' ]]
** [[ source == 'ubuntu/ubunt' ]]
* initialize_database_backend
* for backend in 'DATABASE_BACKEND'
* is_service_enabled mysql
** set 'a
** grep stroke
* local 'stroke'='a stroke'
** set 'a stroke
* return 0
* DATABASE_TYPE=mysql
* for backend in 'DATABASE_BACKEND'
* is_service_enabled postgresql
** set 'a
** grep stroke
* local 'stroke'='a stroke'
** set 'a stroke
* return 1
* '[' 'a mysql -]'
* MYSQL_HOST=127.0.0.1
* MYSQL_USER=root
* DATABASE_PASSWORD='a b 1
* DATABASE_USER=root
* '[' 'a ' ']'
* Read_password DATABASE_PASSWORD: ENTER a PASSWORD TO USE FOR THE DATABASE.
** set 'a
** grep stroke
* STROKE! set 'a stroke'
* set 'a stroke

*****
ENTER a PASSWORD TO USE FOR THE DATABASE
*****
This value will be written to your config file so you don't have to enter it
again. Use only alphanumeric characters.
If you know this ahead, a random default value will be used.
Enter a password now.
cloudfica
```

Figura 83. Proceso de descarga de scripts
Fuente: Software ZOC

Al finalizar la instalación *devstack* indica la dirección de acceso a *Horizon*, en este caso es la *172.16.6.76* asignada al dominio *openstackfica.utn.edu.ec*. (Figura 84)

✓ Apartado 2 - Instalación OpenNebula

La instalación de la plataforma OpenNebula sobre Ubuntu 14 se puede configurar en forma de Front-end, Nodo o ambos modos a la vez.

Adicionalmente es necesario realizar la edición de la interface de red con los parámetros necesarios para garantizar el acceso a internet e instalar los componentes para la ejecución de OpenNebula.

La verificación del estado de características de virtualización se realiza mediante el comando, como se indica en la Figura 86:

```
#grep -E 'svm|vmx' /proc/cpuinfo
```

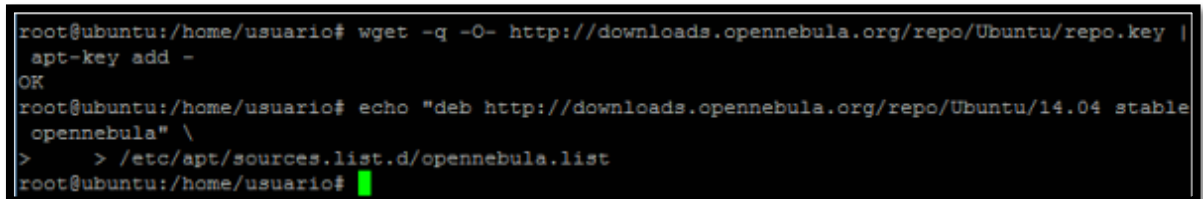
```
root@ubuntu:/home/usuario# grep -E 'svm|vmx' /proc/cpuinfo
flags       : fpu vme de pse tsc mxr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov
pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm pbe syscall nx pdpe1gb rdt
scp lm constant_tsc arch_perfmon pebs bts rep_good nopl xtopology nonstop_tsc ap
erfmperf eagerfpu pni pclmulqdq dtes64 monitor ds_cpl vmx smx est tm2 ssse3 fma
cx16 xtpr pdcm pcid dca sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt tsc_deadline_timer aes
xsave avx f16c rdrand lahf_lm abm ida arat epb xsaveopt pln pts dtherm tpr_shad
ow vnmi flexpriority ept vpid fsgsbase tsc_adjust bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpc
id
flags       : fpu vme de pse tsc mxr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov
pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm pbe syscall nx pdpe1gb rdt
scp lm constant_tsc arch_perfmon pebs bts rep_good nopl xtopology nonstop_tsc ap
erfmperf eagerfpu pni pclmulqdq dtes64 monitor ds_cpl vmx smx est tm2 ssse3 fma
cx16 xtpr pdcm pcid dca sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt tsc_deadline_timer aes
xsave avx f16c rdrand lahf_lm abm ida arat epb xsaveopt pln pts dtherm tpr_shad
ow vnmi flexpriority ept vpid fsgsbase tsc_adjust bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpc
id
flags       : fpu vme de pse tsc mxr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov
pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm pbe syscall nx pdpe1gb rdt
scp lm constant_tsc arch_perfmon pebs bts rep_good nopl xtopology nonstop_tsc ap
erfmperf eagerfpu pni pclmulqdq dtes64 monitor ds_cpl vmx smx est tm2 ssse3 fma
cx16 xtpr pdcm pcid dca sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt tsc_deadline_timer aes
xsave avx f16c rdrand lahf_lm abm ida arat epb xsaveopt pln pts dtherm tpr_shad
ow vnmi flexpriority ept vpid fsgsbase tsc_adjust bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpc
id
```

Figura 86. Características de virtualización
Fuente: Terminal Ubuntu

Si no se muestra ninguna salida con el anterior comando, probablemente no se encuentra habilitado las extensiones de virtualización en el BIOS del equipo servidor.

La instalación de OpenNebula se inicia habilitando los repositorios donde se encuentra disponible la descarga de los diferentes paquetes de la plataforma. (Figura 87)

```
# wget -q -O- http://downloads.opennebula.org/repo/Ubuntu/repo.key | apt-key  
add -  
  
#echo "deb http://downloads.opennebula.org/repo/Ubuntu/14.04 stable  
opennebula" \> /etc/apt/sources.list.d/opennebula.list
```



```
root@ubuntu:/home/usuario# wget -q -O- http://downloads.opennebula.org/repo/Ubuntu/repo.key |  
apt-key add -  
OK  
root@ubuntu:/home/usuario# echo "deb http://downloads.opennebula.org/repo/Ubuntu/14.04 stable  
opennebula" \  
> /etc/apt/sources.list.d/opennebula.list  
root@ubuntu:/home/usuario#
```

Figura 87. Habilitación de Repositorios OpenNebula
Fuente: Terminal Ubuntu

Realizar la actualización de los repositorios previamente incluidos e instalar los paquetes necesarios en el Forntend los cuales son: (Figura 88)

- Opennebula: Demonio de opennebula
- Opennebula-sunstone: Interfaz web para opennebula

- Nfs-kernel-server: corresponde a la configuración para una red de servidores NFS (Almacenamiento) en el caso de tener varios servidores

apt-get update (figura 89)

apt-get install opennebula opennebula-sunstone nfs-kernel-server (Figura 88)

```

root@ubuntu:/home/usuario# apt-get update
Ign http://downloads.opennebula.org stable InRelease
Des:1 http://security.ubuntu.com trusty-security InRelease [64,4 kB]
Des:2 http://downloads.opennebula.org stable Release.gpg [490 B]
Ign http://ec.archive.ubuntu.com trusty InRelease
Des:3 http://security.ubuntu.com trusty-security/main Sources [96,9 kB]

```

Figura 88. Actualización de Repositorios OpenNebula
Fuente: Terminal Ubuntu

```

root@ubuntu:/home/usuario# apt-get install opennebula opennebula-sunstone nfs-kernel-server
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Se instalarán los siguientes paquetes extras:
  apg cracklib-runtime genisoimage libaio1 libboost-system1.54.0
  libboost-thread1.54.0 libcrack2 libdevmapper-event1.02.1 libgssglue1
  liblog4cpp5 libmysqlclient18 libnfsidmap2 libnspr4 libnss3 libnss3-nssdb
  libpq5 librados2 librbd1 libruby1.9.1 libtirpc1 libxmlrpc-c++8
  libxmlrpc-core-c3 libxslt1.1 libyaml-0-2 lvm2 mysql-common nfs-common
  opennebula-common opennebula-tools qemu-utils rpcbind ruby ruby-amazon-ec2

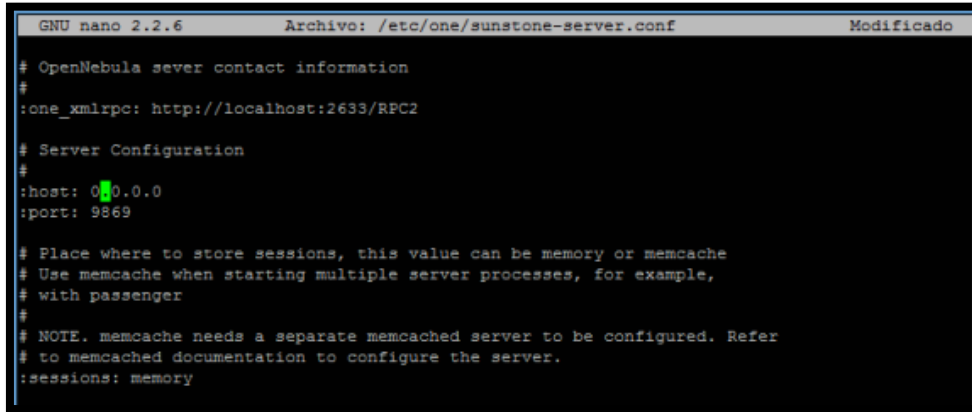
```

Figura 89 Instalación paquetes forntend
Fuente: Terminal Ubuntu

Configuración e inicio de servicios

Hay dos procesos principales que deben ser iniciados, el demonio principal OpenNebula: ONED y la interfaz gráfica de usuario: Sunstone.

Sunstone escucha sólo en la interfaz de bucle de retorno por defecto por razones de seguridad. Para cambiarlo editar el archivo se escribe “*nano /etc/one/sunstone-server.conf*” y se cambia: *host: 127.0.0.1 a: host: 0.0.0.0*. (Figura 90)



```
GNU nano 2.2.6 Archivo: /etc/one/sunstone-server.conf Modificado
# OpenNebula sever contact information
#
:one_xmlrpc: http://localhost:2633/RPC2

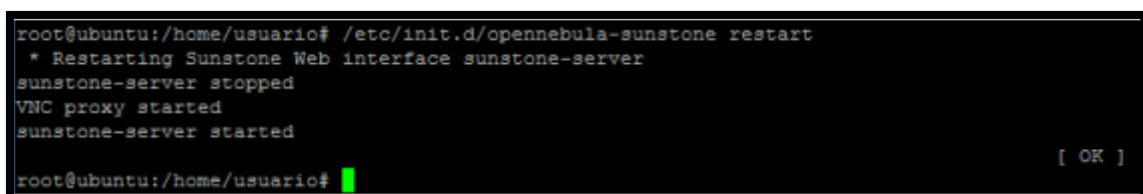
# Server Configuration
#
:host: 0.0.0.0
:port: 9869

# Place where to store sessions, this value can be memory or memcache
# Use memcache when starting multiple server processes, for example,
# with passenger
#
# NOTE. memcache needs a separate memcached server to be configured. Refer
# to memcached documentation to configure the server.
:sessions: memory
```

Figura 90. Ssunstone-server.conf
Fuente: Terminal Ubuntu

Para que se efectúen los cambios realizados en el fichero se debe de reiniciar el servicio *opennebula-sunstone* mediante el siguiente comando: (Figura 91)

/etc/init.d/opennebula-sunstone restart



```
root@ubuntu:/home/usuario# /etc/init.d/opennebula-sunstone restart
* Restarting Sunstone Web interface sunstone-server
sunstone-server stopped
VNC proxy started
sunstone-server started
[ OK ]
root@ubuntu:/home/usuario#
```

Figura 91. Reinicio de demonio opennebula-sunstone
Fuente: Terminal Ubuntu

Si se requiere instalar varios servidores con OpenNebula, uno cumpliendo el rol de frontedn y los demás en el rol de nodos se debe configurar NFS.

Exportación `/var/lib/one/` de la interfaz para los nodos de trabajo. Para ello se agrega lo siguiente al archivo `/etc /exports` en el frontend:

```
/var/lib/one/*(rw, sync, no_subtree_check, root_squash)
```

Y se reinicia el servicio NFS con “*service nfs-kernel-server restart*”

✓ **Apartado 3 - Instalación Eucaliptus**

La última versión el Sistema operativo que incluye Eucalyptus Faststart en formato ISO se puede descargar desde:

<http://www.eucalyptus.com/download/faststart>

Revisar si se tiene una unidad USB con al menos 2 GB de espacio libre conectado a su ordenador.

Descargar UNetbootin (Linux, Mac OS X o Windows) desde:

<http://unetbootin.sourceforge.net/>

Y se ejecuta a ejecutar UNetbootin (Figura 92)

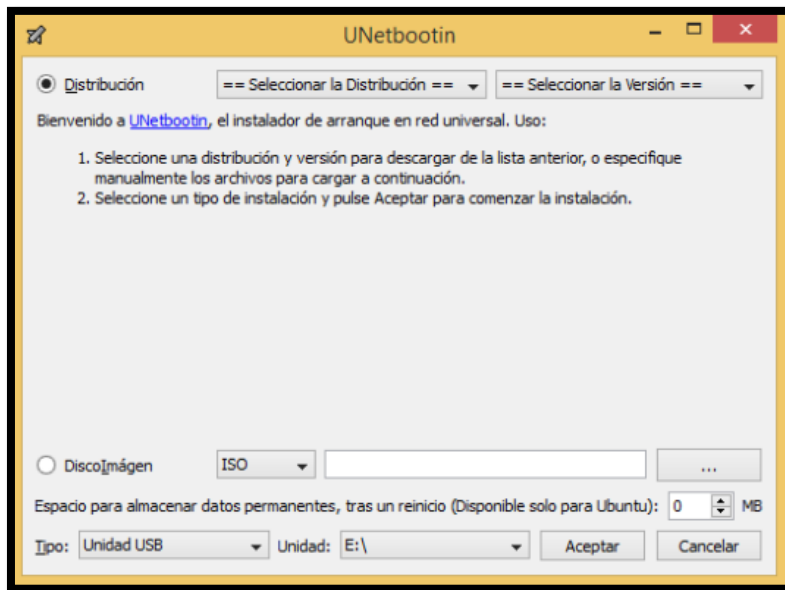


Figura 92. UNetbootin
Fuente: UNetbootin

En el cuadro de diálogo UNetbootin, seleccionar la opción DiskImage, luego se elige la ISO en el cuadro de lista desplegable DiskImage.

Ingresar la ruta y nombre de archivo para Eucalyptus Faststart ISO en el campo de texto, hacer clic en el botón derecho del campo de texto y seleccionar el archivo FastStart ISO que acaba de descargar.

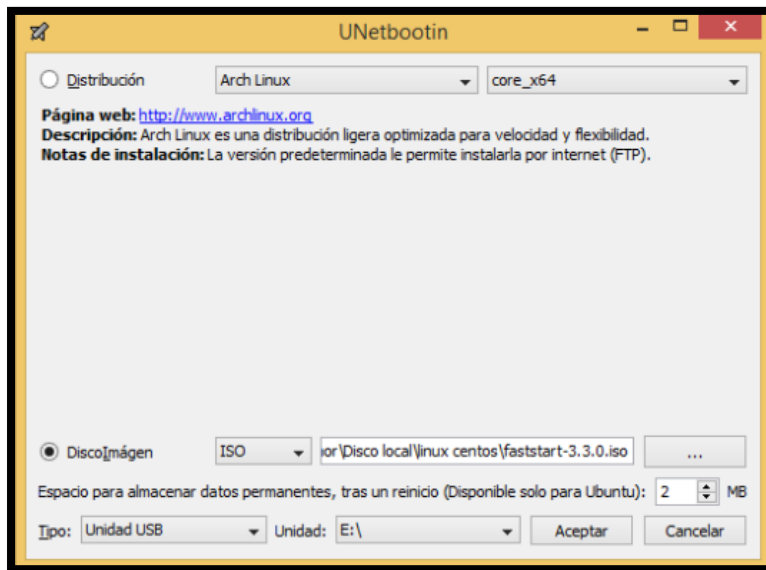


Figura 93. Eucalyptus Faststart ISO
Fuente: UNetbootin

Establecer el tipo de la unidad USB (valor por defecto).

Clic en el botón Aceptar para comenzar a crear la unidad USB de arranque del sistema operativo.

Cuando Unetbootin ha terminado de preparar el dispositivo USB, haga clic en el botón Salir para salir UNetbootin (Figura 94), una vez finalizado, se debe copiar la imagen de la FastStart ISO en el directorio raíz de la unidad USB.

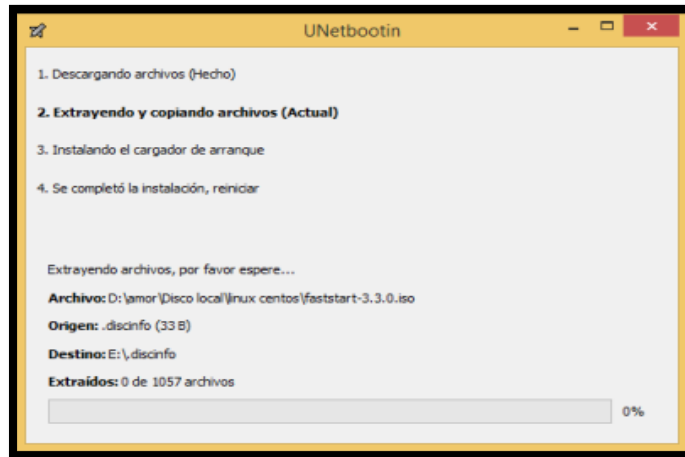


Figura 94. Preparación el dispositivo USB
Fuente: UNetbootin

Instalación de Cloud In A Box

Durante el arranque del sistema para la instalación de Eucalyptus Faststart, observar en la pantalla de arranque un cuadro de selección y elegir: Instalar CentOS 6 con Eucalyptus Cloud-in-a-box. (Figura 95)



Figura 95. Instalar CentOS 6 con Eucalyptus Cloud-in-a-box.
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Para saltar el proceso de comprobación de medios de ubicación del sistema seleccionar “*skip*” y seguir con el proceso de instalación, caso contrario “*ok*”. (Figura 96)



Figura 96. Prueba de contenido del disco de instalación
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Seleccionar las opciones del lenguaje del teclado, según las preferencias del usuario como se muestra en la figura 97.

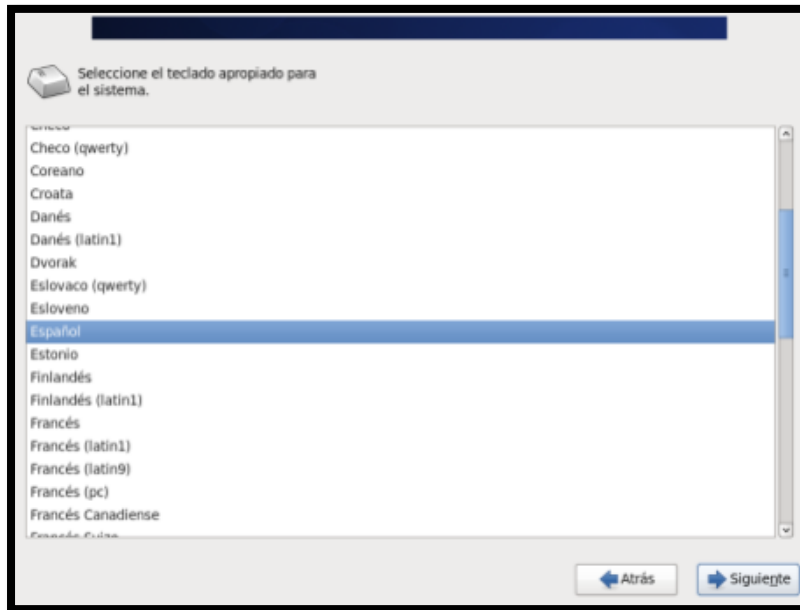


Figura 97. Selección de distribución de teclado
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Seleccionar las opciones del idioma, según las preferencias del usuario. (Figura 98)

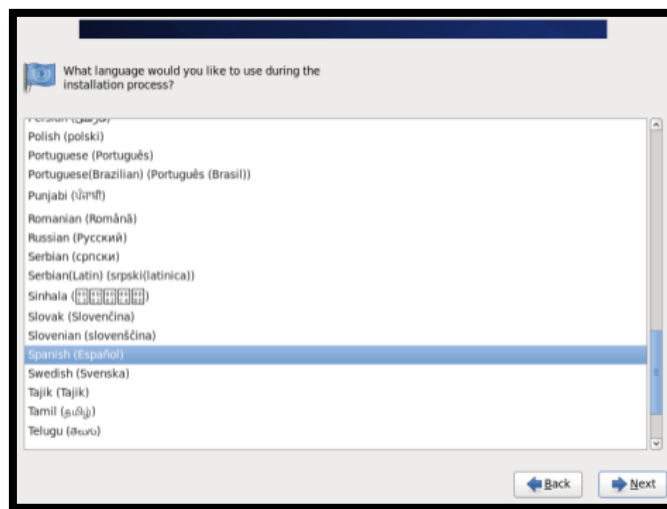


Figura 98. Selección de idioma del Sistema Operativo
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

En el caso de emplear los diferentes modos en eucalyptus se requiere las configuraciones correspondientes. (Figura 99)

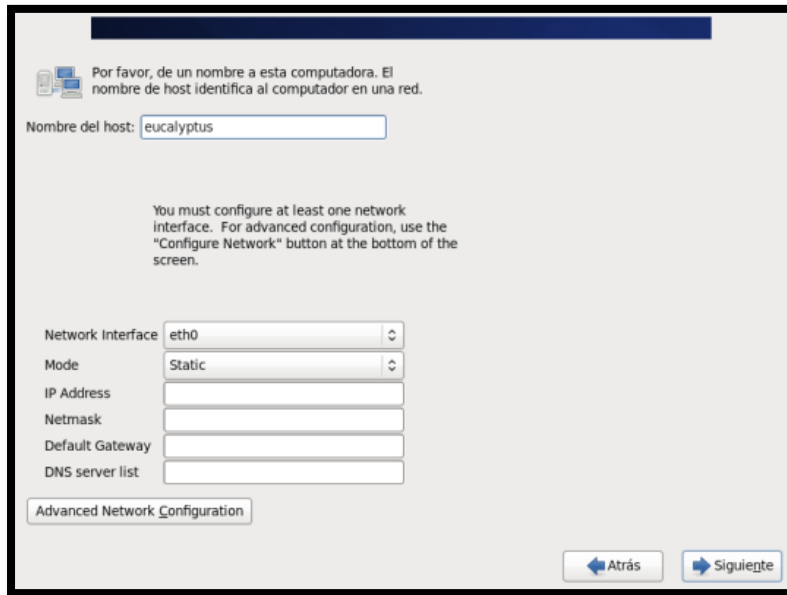


Figura 99. Configuración de interfaces de red
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Nota: El **modo estático** se recomienda para DHCP que funciona en la mayoría de las configuraciones de prueba y el **Manage NOVlan** coloca la dirección IP, máscara de red, puerta de enlace predeterminada y una lista delimitada por comas de los servidores DNS.

Selección de interfaz con la que se trabajará, además de especificar el Nombre de Host. (Figura 100)

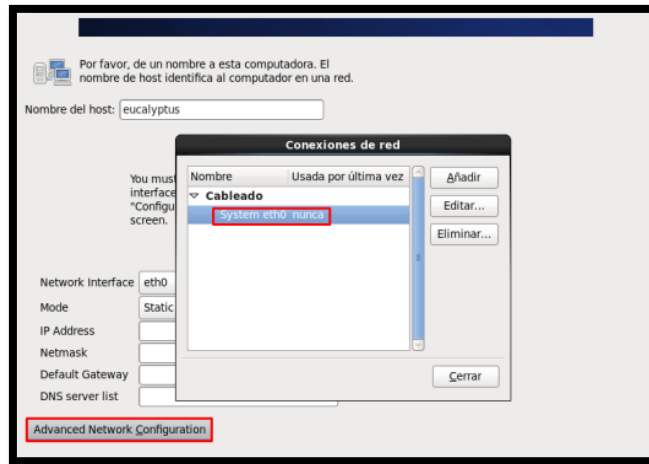


Figura 100. Selección de Interfaz de red
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

En el cuadro de configuración de las interfaces se establece el parámetro conectar automáticamente, después de un reinicio del sistema.

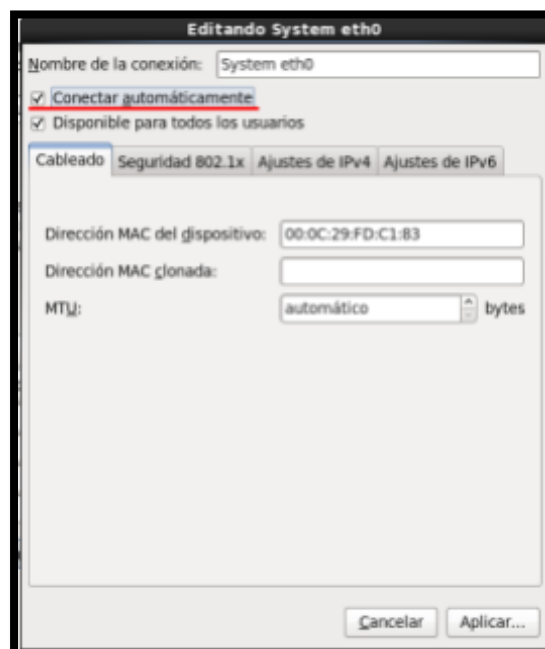


Figura 101 Establecer inicio automático de interfaz de red
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Para la asignación de la IP, DNS, Gateway, de forma manual seleccionar la pestaña de configuración de Ipv4 sobre la eth0. (Figura 102)



Figura 102. Configuración manual de interfaz de red
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Se observa la asignación de los parámetros de red que se utilizará para eucalyptus.
(Figura 103)

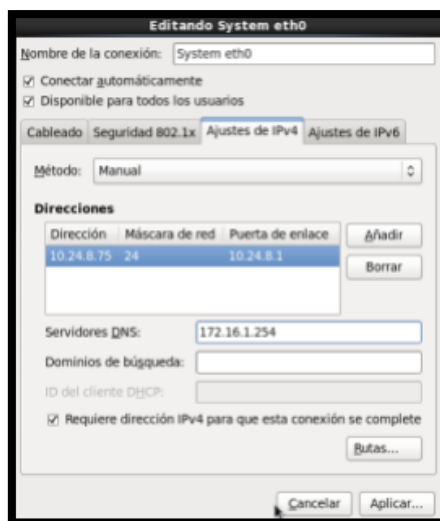


Figura 103. Parámetros de Red
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Validar la configuración de la interface de red del servidor en función de Eucalyptus como se indica en la figura 104.

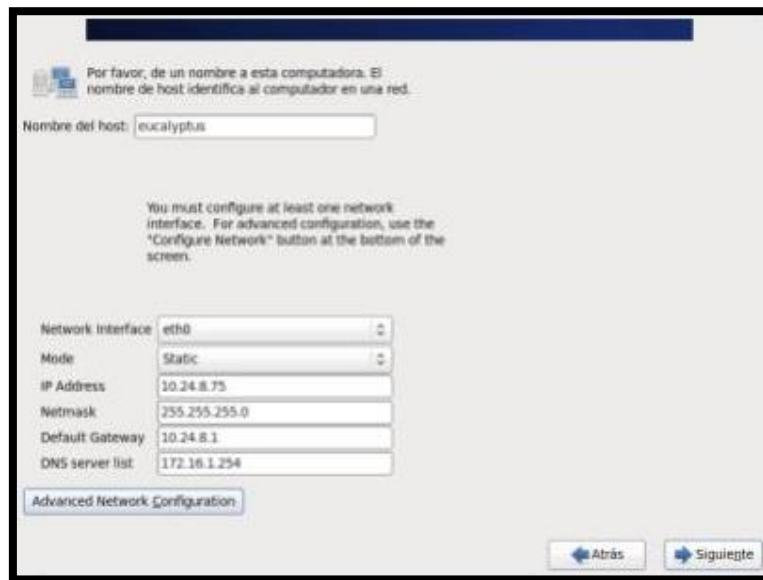


Figura 104. Parámetros de red servidor Eucalyptus
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Selección de zona horaria, según la ubicación pertinente a lugar de instalación. (Figura 105)

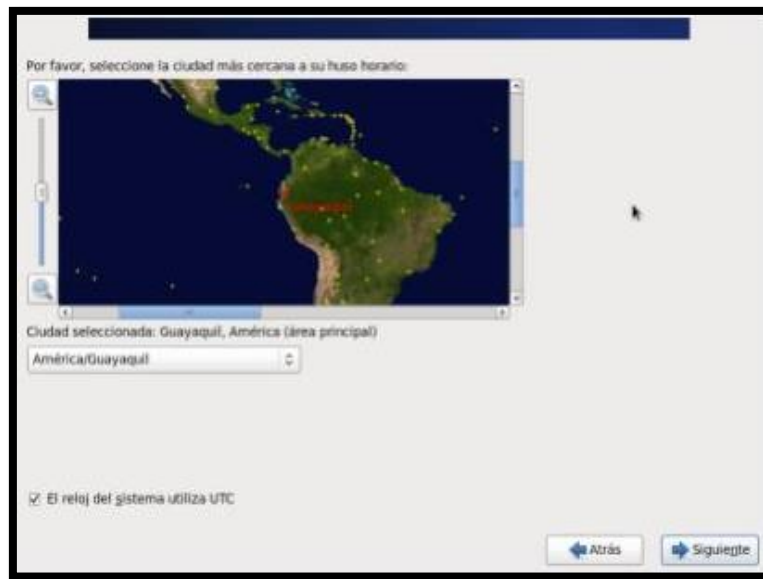


Figura 105. Selección de zona horaria
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Configuración de Contraseña para usuario root. (Figura 106)

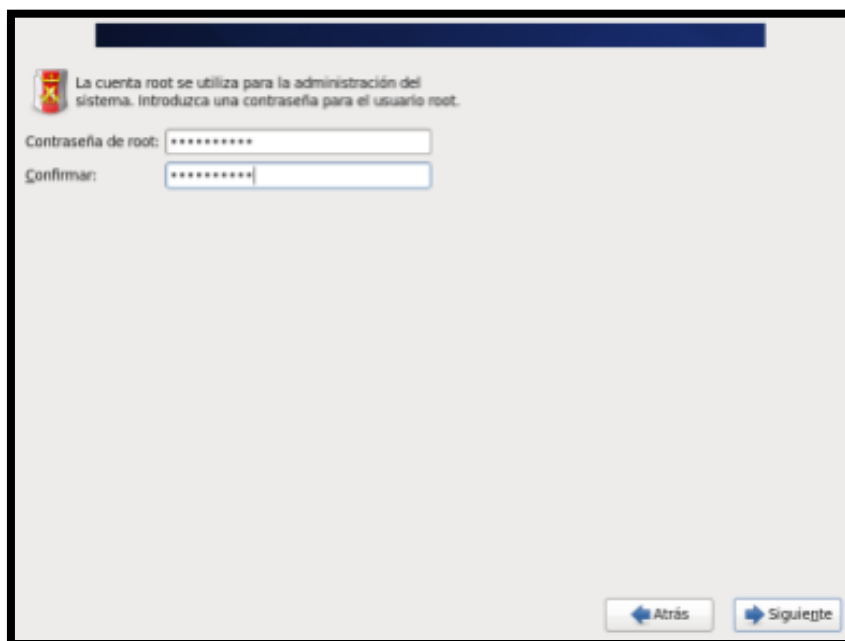


Figura 106. Configuración de contraseña de administrador
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

A continuación, se requiere configurar el rango de direcciones IP públicas. Introduzca el rango inferior y superior de las direcciones IP públicas disponibles. **10.24.8.170-10.24.8.184**. (Figura 107)

The screenshot shows a configuration window titled "Please enter the required information to configure your Eucalyptus Cloud." The "Public IP range/list:" field contains the text "10.24.8.170-10.24.8.184". Below this, a section titled "Below are some advanced options which you will generally not need to modify." contains several fields: "Public Network Interface:" with a dropdown menu showing "eth0"; "Private Network interface:" with a dropdown menu showing "br0"; "Private Subnet:" with the text "172.31.254.0"; "Private Netmask:" with the text "255.255.254.0"; "Addresses per security group:" with a dropdown menu showing "32"; "DNS server:" with the text "172.16.1.254"; and "NC Bridge IP:" with the text "172.31.252.1". On the right side, there is a scrollable text box with the following content: "Below is some brief information about the configuration settings on this screen. For more detailed explanations, please see the Eucalyptus Administrators' Guide. Public IP range - This is the range of available public IP addresses which can be mapped to instances. It should be two IPs separated by a dash (e.g. 192.168.1.100-192.168.1.200). This range should have enough IP addresses for the maximum number of instances which are intended to run concurrently in the cloud. These addresses must be on the same subnet as your public network interface, and must not be in use by other systems on the network." At the bottom right, there are two buttons: "Atrás" (Back) and "Siguiente" (Next).

Figura 107. Configuración de rango de IP públicas
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Por lo tanto, las nuevas instancias virtuales creadas por Eucalyptus recibirán direcciones IP del rango especificado. Eucalyptus está destinado a ser la aplicación principal en el sistema; por defecto, ocupará todo el espacio de disco disponible para el sistema. (Figura 108)

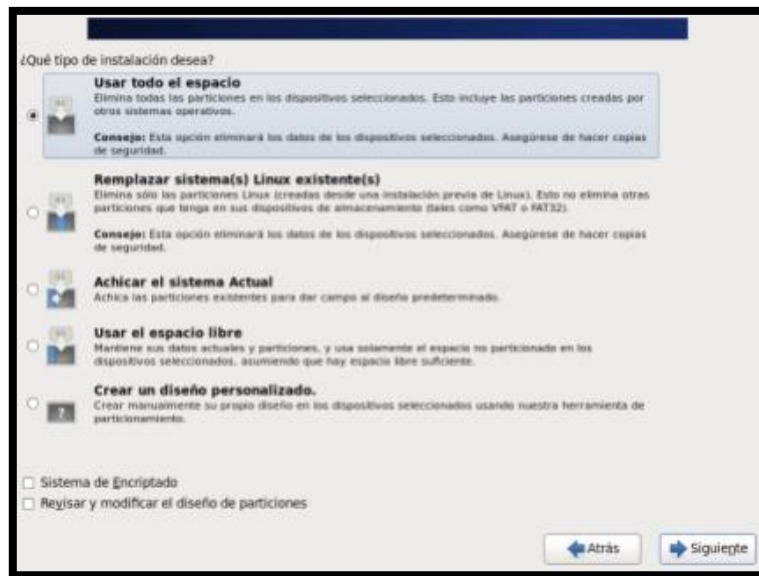


Figura 108. Selección de espacio de Almacenamiento
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Confirmar la instalación en base al almacenamiento dando clic en “escribir cambios al disco”. (Figura 109)



Figura 109. Cambios de configuración de almacenamiento
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Se inicia el progreso de instalación de los componentes de eucalyptus cloud-in-box, culmina la instalación después de haber transcurrido un tiempo considerable y se inicia el gestor de arranque. (Figura 110)

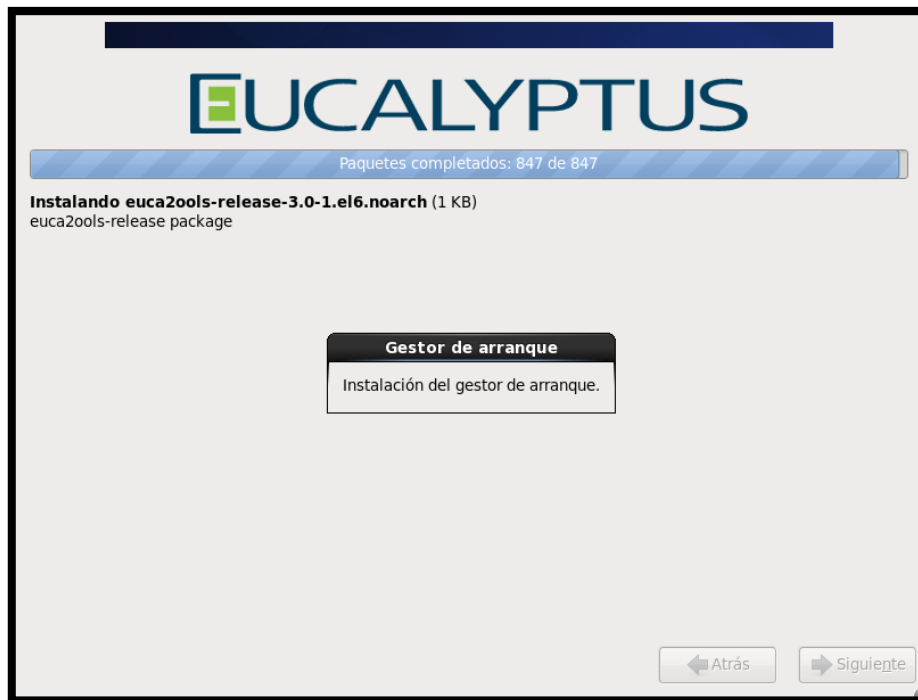


Figura 110. Instalación Sistema Operativo
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

La instalación de Eucalyptus comenzará, se instalará el software, y una máquina por defecto Eucalyptus imagen (EMI) se construirá. (Figura 111)

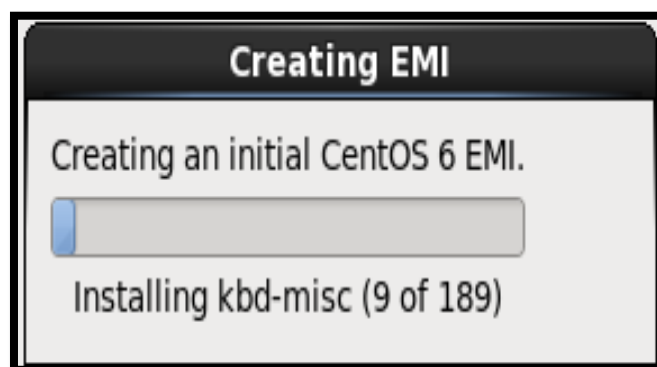


Figura 111. Instalación Eucalyptus
Fuente: Eucalyptus Faststart ISO

Cuando se haya completado este proceso, se le pedirá que reinicie el sistema. Después de haber reiniciado, se debe completar los requerimientos que solicita el agente de configuración de inicio de Centos 6.

- **Anexo B. Instalación De Máquinas Virtuales**

- ✓ **Apartado 1 - OpenStack**

En OpenStack la habilitación de Máquinas virtuales se denomina lanzamiento de instancias, para realizar este proceso se deben de seguir los siguientes pasos:

Paso 1.

Ir a la sección compute opción “imágenes”, seleccionar el sistema operativo que se va a lanzar en este caso “Debian Server” y elegir la opción “Lanzar instancia”. (Figura 112)

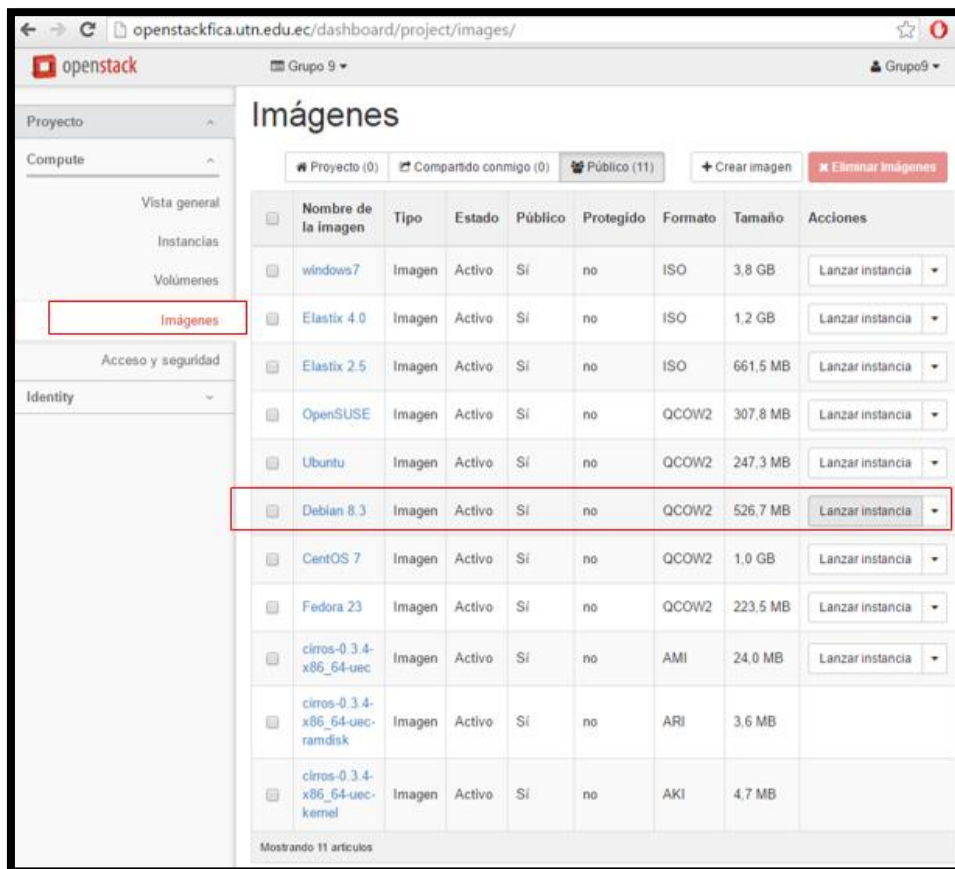


Figura 112. Instancias en Openstack

Fuente: Recuperado de <https://openstackfica.utn.edu.ec>

Paso 2.

Seleccionar la imagen que se quiera lanzar como instancia Debian 7, la misma que ya ha sido cargada anteriormente y cuenta con el formato válido para trabajar en la nube en este caso QCOW2.

Paso 3.

Para lanzar una instancia en la parte derecha de la ventana de imágenes hay una opción que dice “Lanzar instancia” hacer click. (Figura 113)

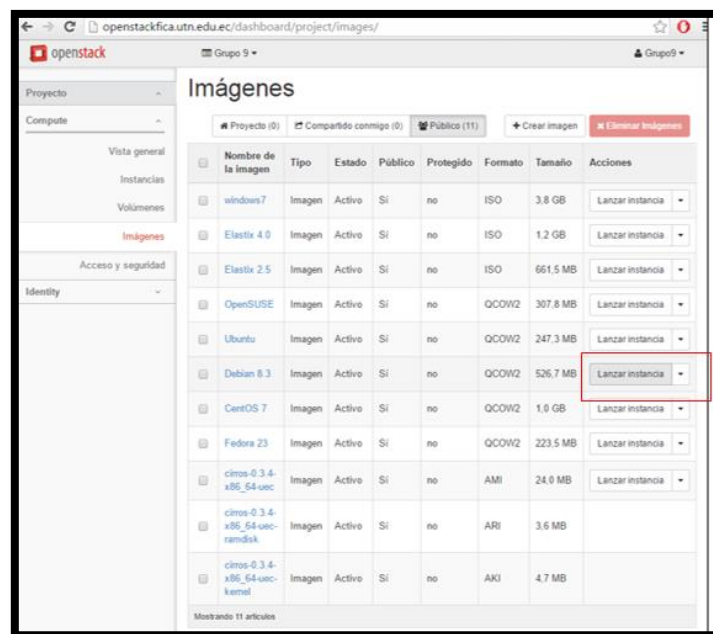


Figura 113. Lanzar Instancia

Fuente: Recuperado de <https://openstackfica.utn.edu.ec>

Paso 4.

Llenar el formulario en el que se introduce el nombre de la instancia, sabor, número de instancias, origen de arranque, entre otras. (Figura 114)

Figura 114. Formulario de Instancia
Fuente: Recuperado de <https://openstackfica.utn.edu.ec>

Paso 5.

Seleccionar el sabor que se va a elegir, se recomienda escoger uno de acuerdo a los requerimientos del sistema. Continuación se presentan 3 sabores small, médium, large en la figura se puede ver las características de cada uno. (Figura 115)

Detalle del sabor		Detalle del sabor		Detalle del sabor	
Nombre	m1.small	Nombre	m1.medium	Nombre	m1.large
VCPUs	1	VCPUs	2	VCPUs	4
Disco raíz	20 GB	Disco raíz	40 GB	Disco raíz	80 GB
Disco efímero	0 GB	Disco efímero	0 GB	Disco efímero	0 GB
Disco total	20 GB	Disco total	40 GB	Disco total	80 GB
RAM	2,048 MB	RAM	4,096 MB	RAM	8,192 MB

Figura 115. Selección de Sabor
Fuente: Recuperado de <https://openstackfica.utn.edu.ec>

Paso 6.

Además de las reglas de seguridad también se le asigna el par de claves que se creó anteriormente, para ello en este mismo formulario ir a “*Acceso y Seguridad*” y seleccionar una clave, en este caso se le ha seleccionado la clave grupo9. (Figura 116)

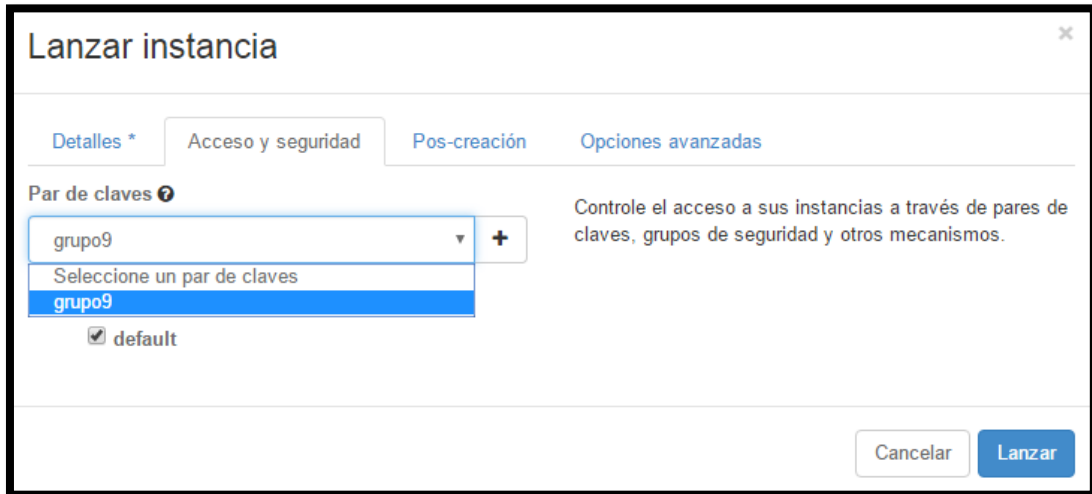


Figura 116. Selección de Clave de Instancia

Fuente: Recuperado de <https://openstackfica.utn.edu.ec>

Paso 7.

Finalmente, realizado todos los pasos se presiona en “*lanzar*” y comenzará el proceso de creación de la instancia. El estado de la instancia cambiara a “*Running*” como se muestra en la Figura 117.

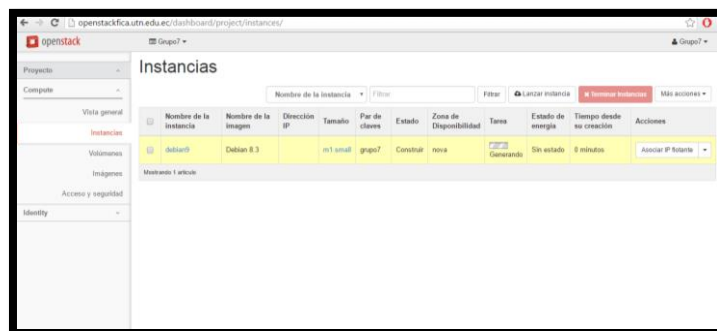


Figura 117. Instancia Activa
Fuente: Recuperado de <https://openstackfica.utn.edu.ec>

Acceso externo a Instancia

Para tener acceso desde el exterior es necesario tener una ip flotante asociada a la instancia, este proceso se realiza dirigiéndose a el botón “Asociar Ip Flotante” esperando hasta que termine el evento (Figura 118).

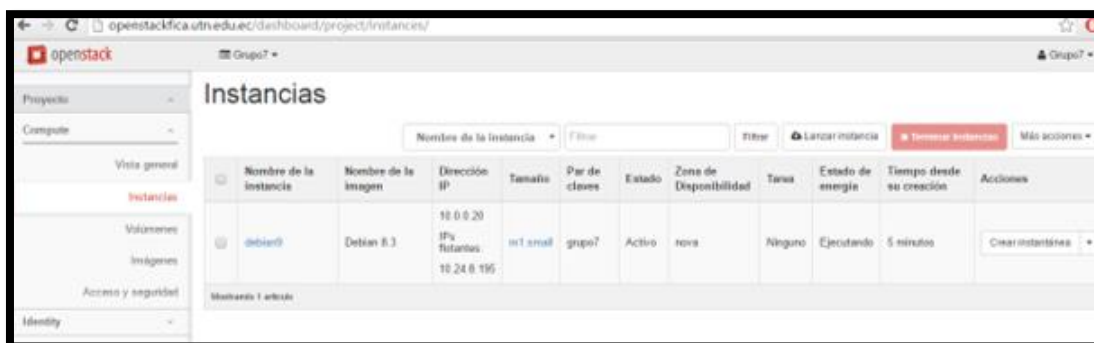


Figura 118. Asociación de IP Flotante
Fuente: Recuperado de <https://openstackfica.utn.edu.ec>

Cuando la instancia ya se encuentra ejecutándose se puede observar varias pestañas en las que se encuentra “Consola” y permite el acceso usando la aplicación VNC.

✓ Apartado 2 - OpenNebula

Keys de las instancias (Llaves)

Dentro del proceso de creación de las máquinas virtuales se efectúa dentro de los requerimientos la creación de las claves de una imagen previamente certificada, se ejecuta el proceso, a través del siguiente comando:

```
#euca -create-keypair -f yourkey.key yourkey
```

Después de crearse la respectiva clave, se obtiene la respuesta del proceso como se indica en la Figura 119.



```
[root@eucalyptus ~]# euca-create-keypair -f keyname.key keyname  
KEYPAIR keyname 18:61:63:44:ab:fa:b5:a1:e2:41:cb:46:dc:9f:83:1e:20:64:ab:59
```

Figura 119. Generación de la clave de la instancia
Fuente: Interfaz de Usuario Eucalyptus

Es necesario asignar permisos que proveen mayor seguridad y una correcta ejecución de la instancia.

```
# chmod 0600 mykey-euca.private
```

Creación de grupos de seguridad

La creación de los grupos de seguridad es similar a un firewall que permite proveer mayor seguridad a las instancias contra ataques o bloquear tráfico innecesario.

Para crear se ejecuta el siguiente comando:

```
# euca-create-group 'Descripcion del grupo' Nombre_Grupo
```

Con la creación de grupos, se puede realizar la conexión por SSH, a la instancia ejecutando los siguientes comandos:

```
# euca-authorize 'P 'Protocol' p 'Numero_Puerto' 's 'IP_Source' Nombre_Grupa  
# euca-authorize 'P 'tcp' 'p '22' 's '0.0.0.0/0' TestSecurityGroup
```

Volumen de Instancias

Se emplea la interfaz de usuario para la asociación del tipo capacidad en el volumen de la instancia, próxima a ser ejecutada.

Se ingresa a la instancia previamente creada, donde se asocia en la parte que especifica más acciones, el ítem denominado Attach Volume. (Figura 120)

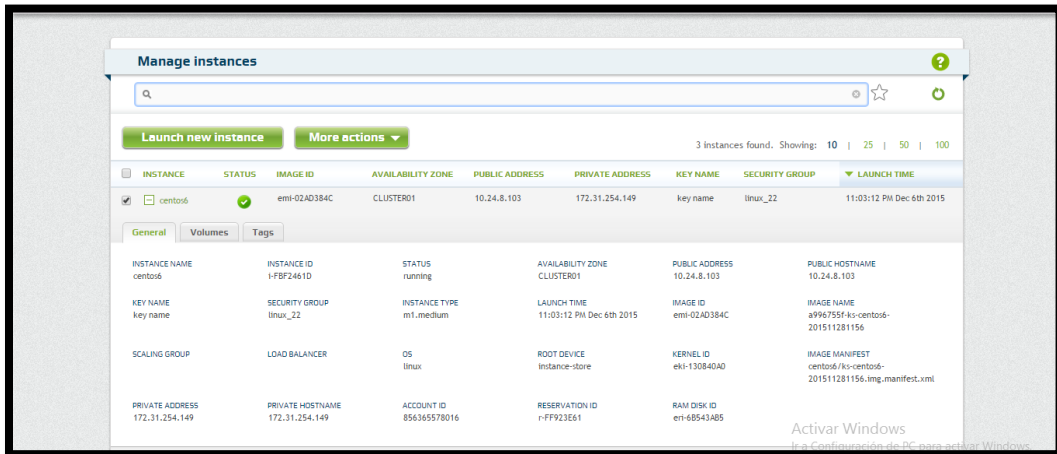


Figura 120. Características de la instancia, donde no especifica el volumen
Fuente: Interfaz de Usuario Eucalyptus

Aspectos de configuración de la instancia asociados durante la ejecución como indica la Figura 121.

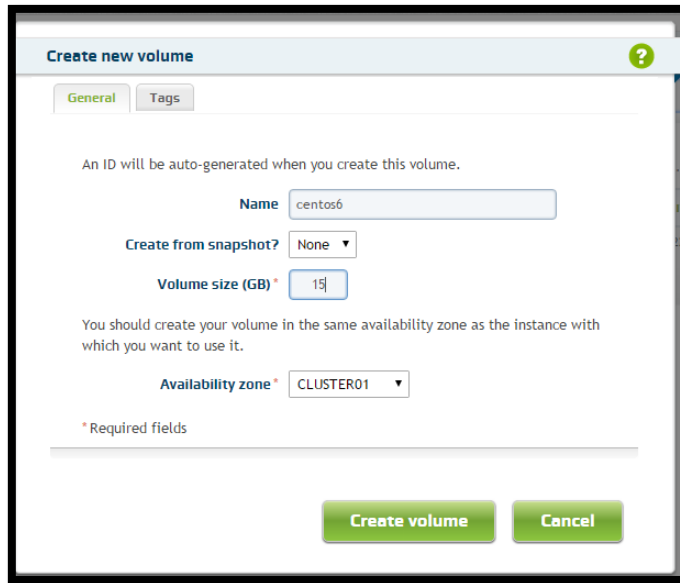


Figura 121. Características de configuración del Volumen de una instancia.
Fuente: Interfaz de Usuario Eucalyptus

Finalmente se observa un mensaje que indica la asociación de la instancia de la forma correcta en su funcionamiento y creación. (Figura 122)

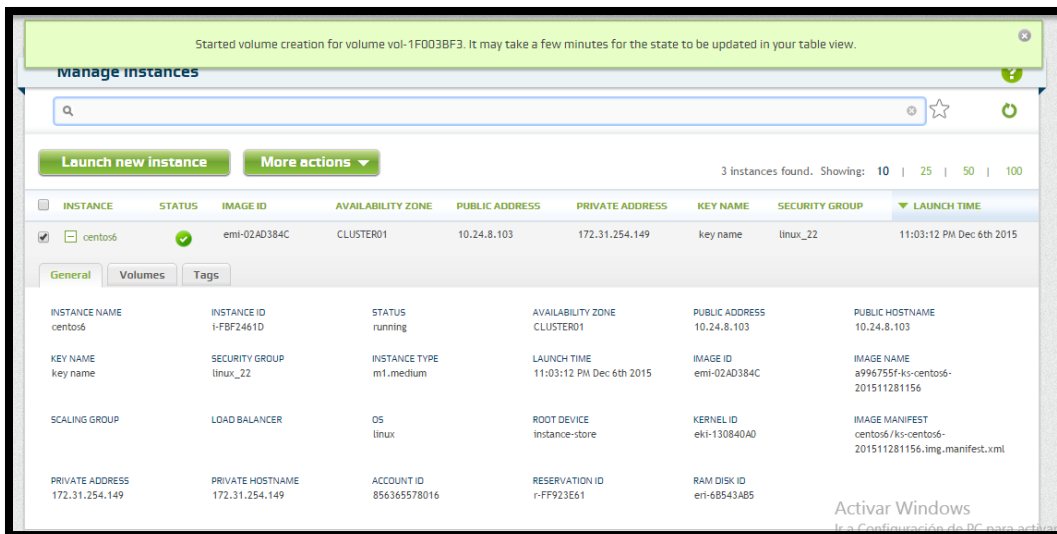


Figura 122. La creación de volumen y asociación correcta
Fuente: Interfaz de Usuario Eucalyptus

- **Anexo C - Configuración Elastix sobre OpenNebula**

Direccionamiento

Estas direcciones IP se manejarán con respecto a la arquitectura de red que se planteó en la arquitectura de telefonía IP en el cloud. Las respectivas direcciones IP de cada servidor son:

Servidor PBX-FICA: 172.16.3.169

Carga de imagen ISO de Elastix a OpenNebula

Se accede a la página oficial de la plataforma de OpenNebula a través de la dirección *cloudfica.utn.edu.ec:port* dentro del campus de la universidad y fuera del campus con la IP que se le haya asignado, donde se procede a crear la imagen ISO válida del software de Elastix 2.5.

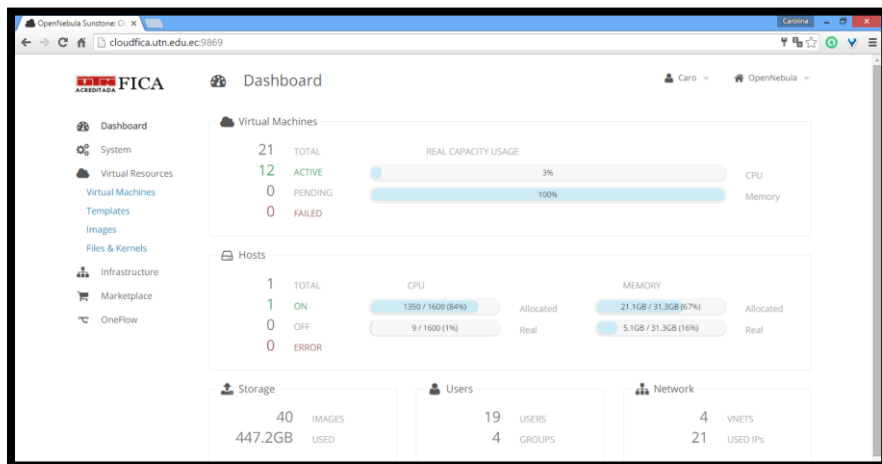


Figura 123. Plataforma de OpenNebula
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Paso 1 - Luego se da clic en “Virtual Resources”.

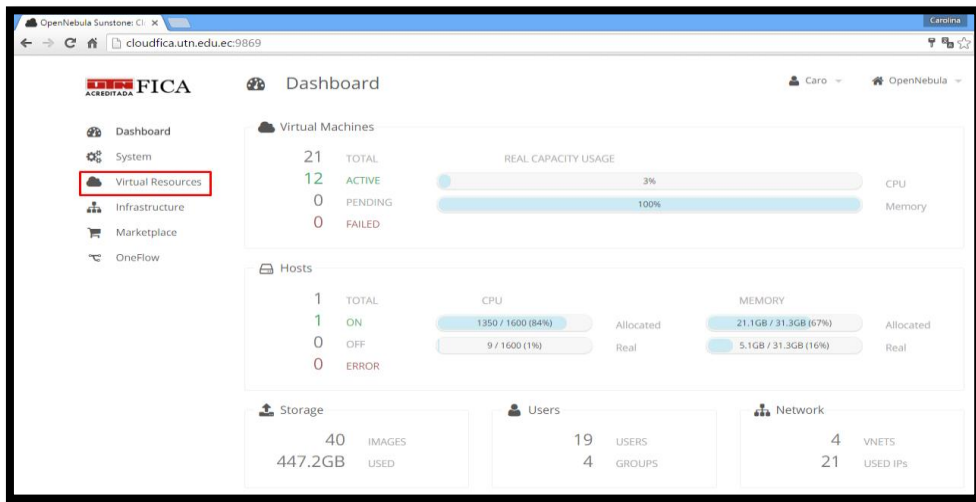


Figura 124. Virtual Resources
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Paso 2 - Luego se procede a dar clic en “Images”.

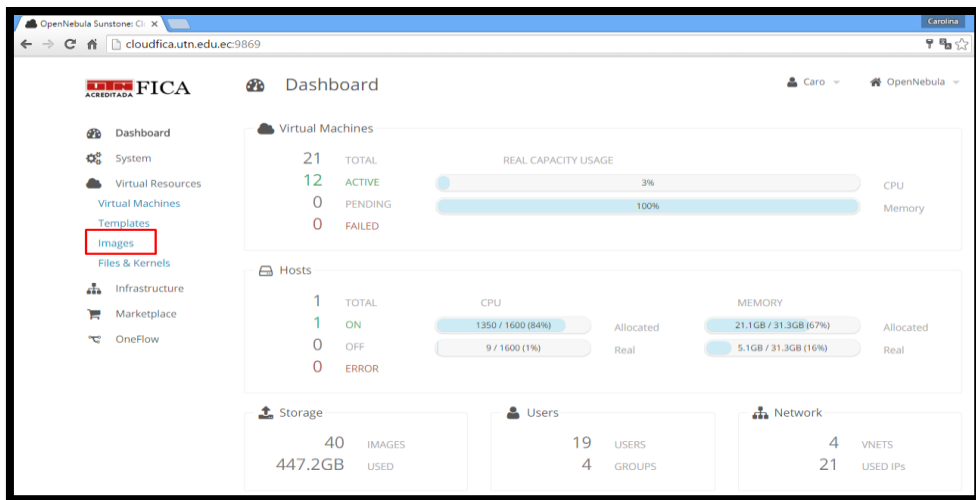


Figura 125. Images
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Paso 3 - Después se procede a dar clic en el símbolo “(+)”.

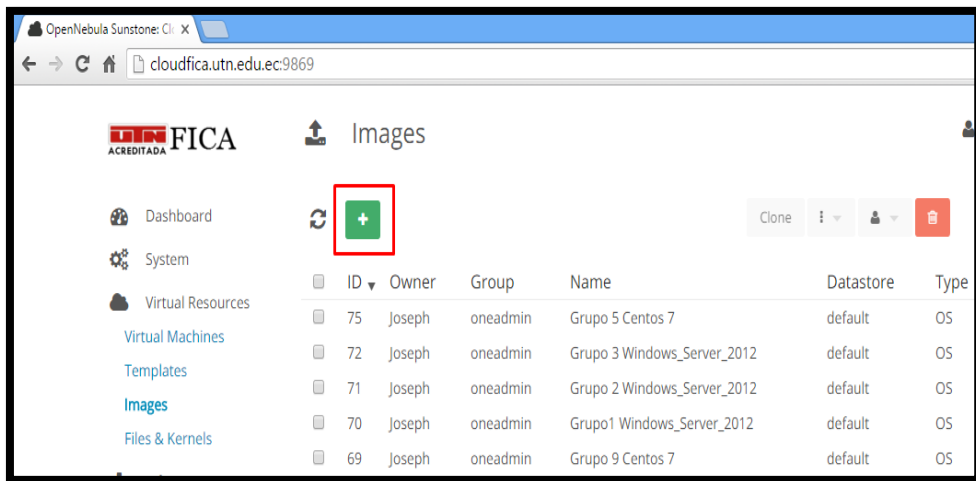


Figura 126. Agregar nueva imagen
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

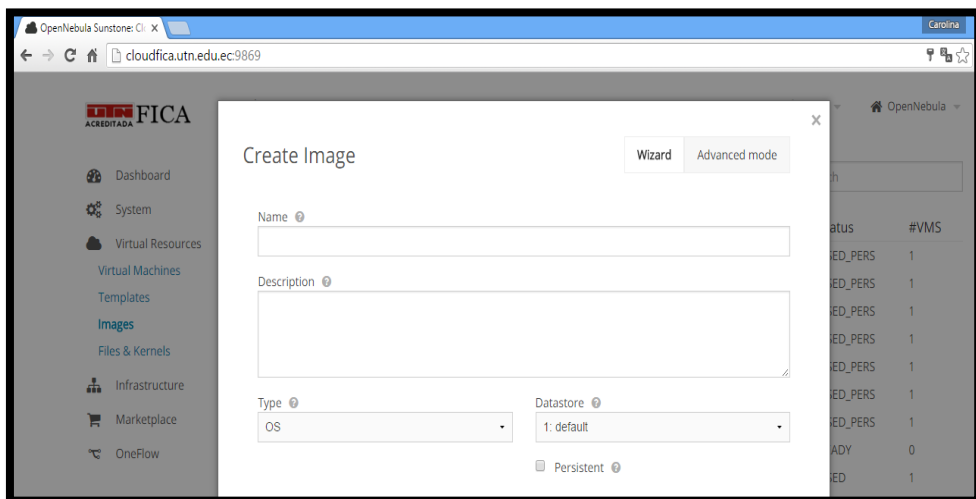


Figura 127. Datos de nueva imagen
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

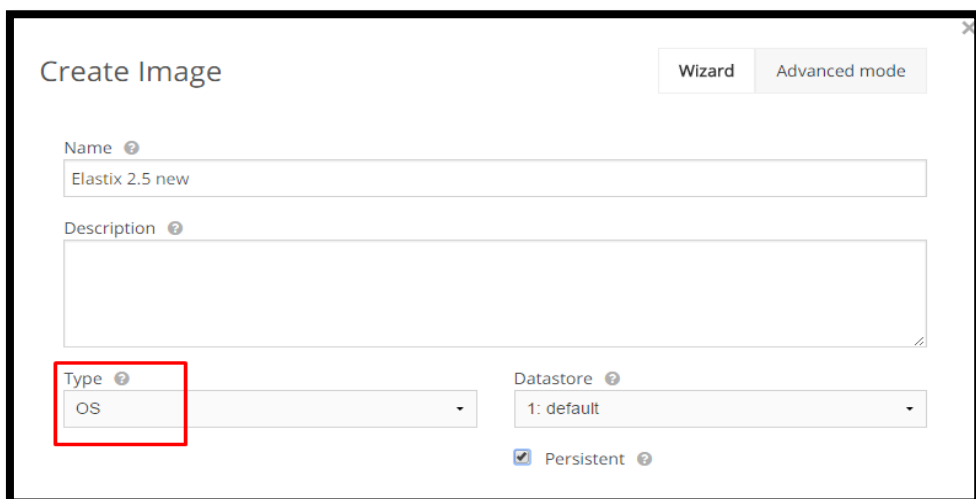
Paso 4. Se procede a asignar un nombre a la imagen ISO, en este caso se le asigno con el nombre “Elastix 2.5 new”.



The screenshot shows a 'Create Image' wizard window. At the top right, there are two tabs: 'Wizard' (selected) and 'Advanced mode'. Below the title, there is a 'Name' field with a question mark icon, containing the text 'Elastix 2.5 new'. Below that is a 'Description' field with a question mark icon, which is currently empty. The window has a close button (X) in the top right corner.

Figura 128. Asignación de nombre a imagen ISO
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Paso 5. Después se escoge en “Type” la opción “OS” debido a que la ISO se va a encontrar alojada en un el disco duro de la máquina.



The screenshot shows the 'Create Image' wizard window, similar to the previous one. The 'Name' field still contains 'Elastix 2.5 new'. The 'Description' field is empty. Below the description field, there are two dropdown menus. The first is labeled 'Type' and has 'OS' selected; this dropdown is highlighted with a red rectangular box. The second dropdown is labeled 'Datastore' and has '1: default' selected. Below these dropdowns, there is a checked checkbox labeled 'Persistent' with a question mark icon. The window has a close button (X) in the top right corner.

Figura 129. Elección de “Type”
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Paso 6. Además, se escoge la opción “datastore” se la coloca por “default” es la que mantiene la plataforma y la marca la opción “persistent” para que la ISO se encuentre almacenada.



Figura 130. Elección de “Datastore”
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Paso 7. Luego se da clic en “Upload” y se procede a seleccionar la ISO de la dirección en donde se encuentre alojada.

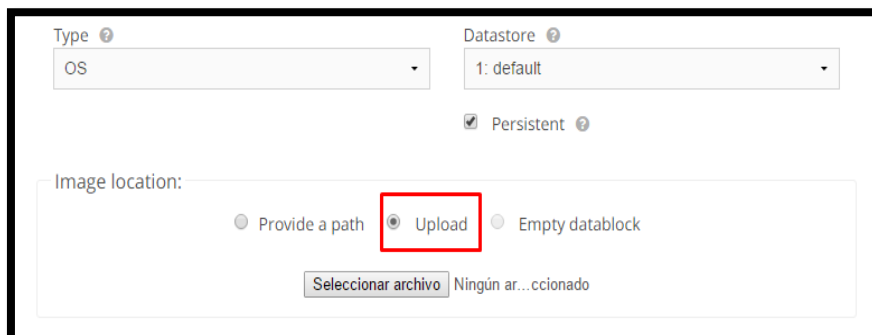


Figura 131. Selección de la ISO
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

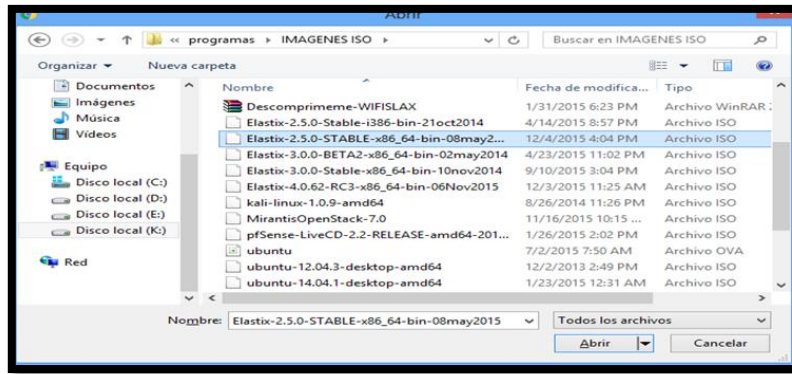


Figura 132. Archivo ISO
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Paso 8. Se escoge la ubicación de donde la ISO se encuentre alojada.

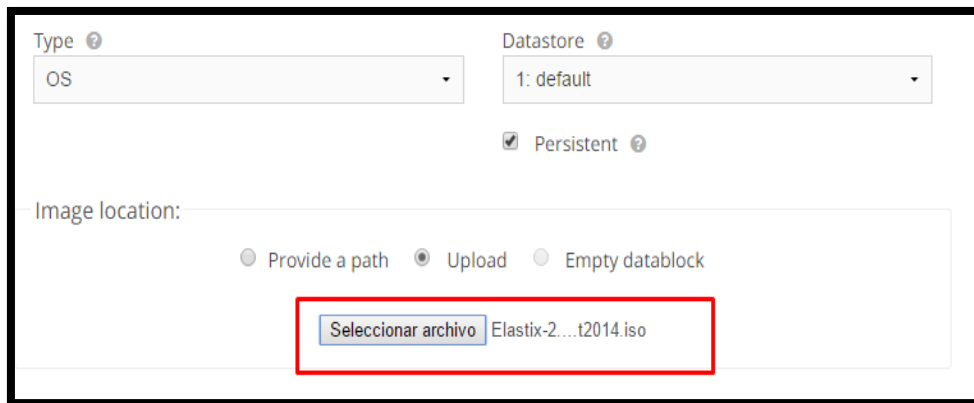


Figura 133. Archivo ISO listo para cargar
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Paso 9. Después se procede a escoger las opciones avanzadas “Advanced options”.

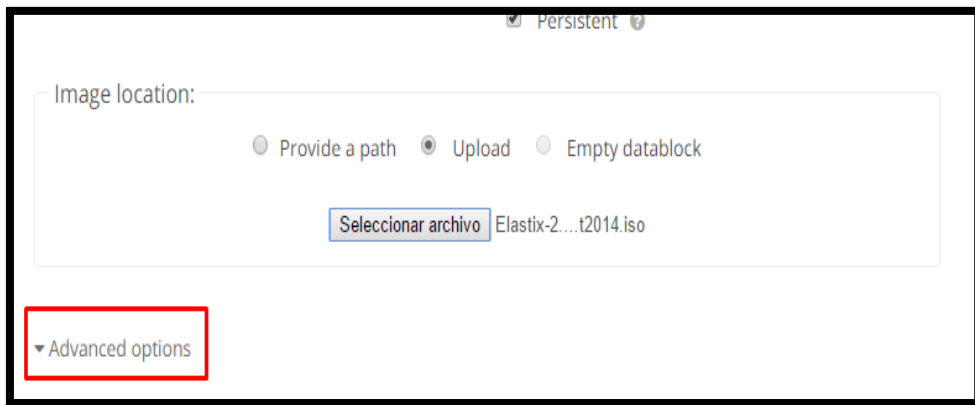


Figura 134. Advanced Options
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Paso 10. En la opción “Device prefix” se escribe el formato del disco en este caso se asignó “sd” y el “Target” “sdb” que son los nombres de las particiones del disco de la máquina y el driver formato de la imagen que en este caso es ISO.

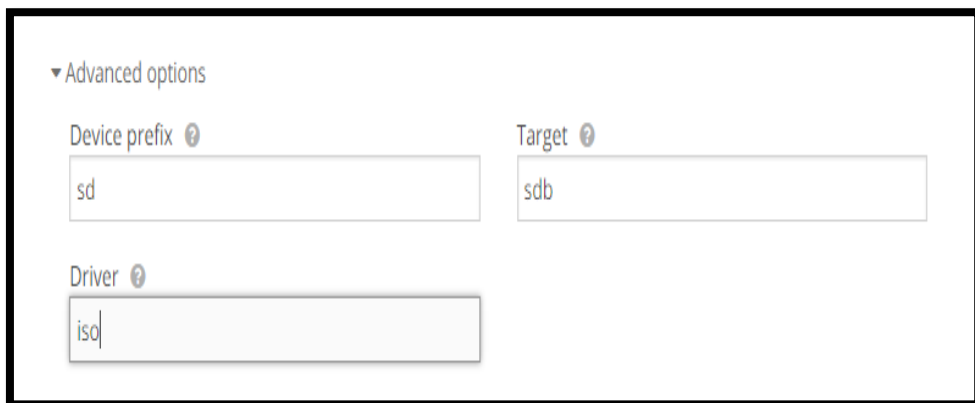


Figura 135. Prefijo de dispositivo de almacenamiento
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Posteriormente se da clic en “Create”, y se debe esperar un periodo de tiempo hasta que la ISO se cargue.

Paso 11. Finalmente se observa la ISO cargada a la plataforma.

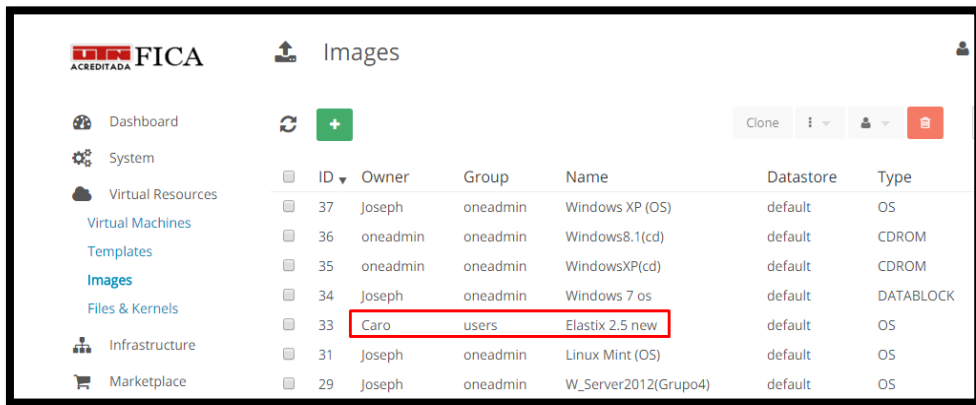


Figura 136. Listado de imágenes ISO
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

- **Anexo D – Despliegue de instancia de Elastix sobre OpenNebula**

CREACIÓN DE INSTANCIA ELASTIX 2.5 PBX-FICA

En el menú de “Templates”, se crea la plantilla y en la consola de una manera más eficaz las configuraciones de asignación de recursos como CPU, RAM, red, almacenamiento entre otros.

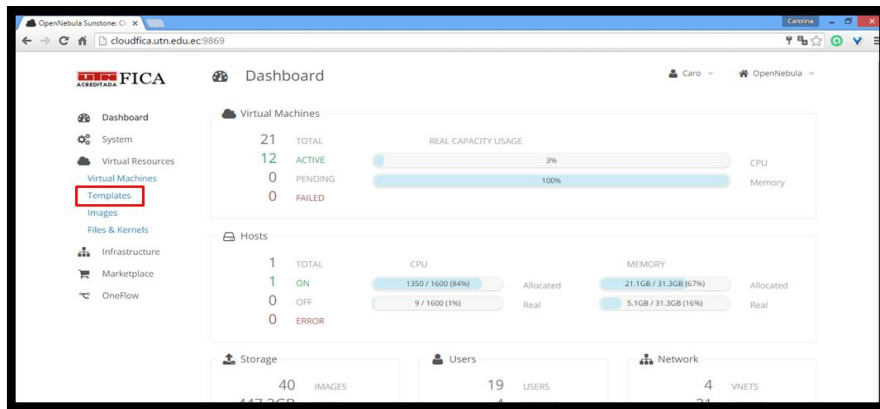


Figura 137. Pantalla principal OpenNebula
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Se procede a crear la plantilla, con el nombre y los detalles de la memoria RAM y CPU que se van a asignar a la instancia.

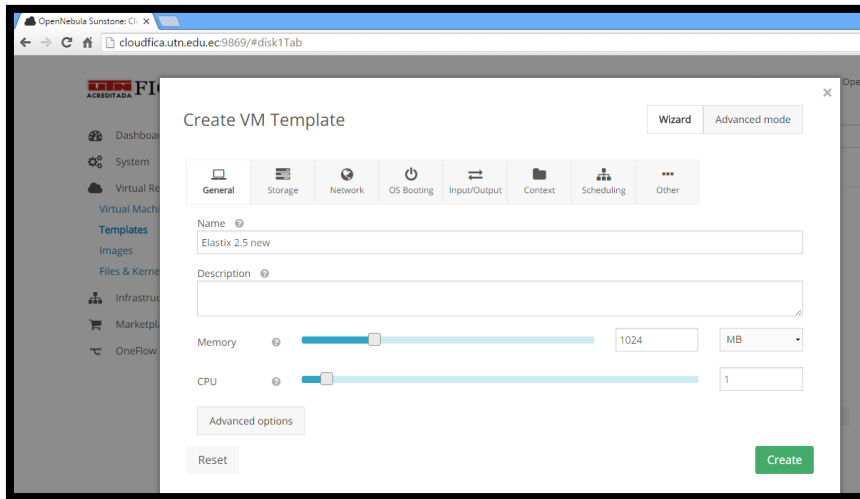


Figura 138. Menú Templates
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Se procede a seleccionar la imagen que se va utilizar en el proceso de instalación.

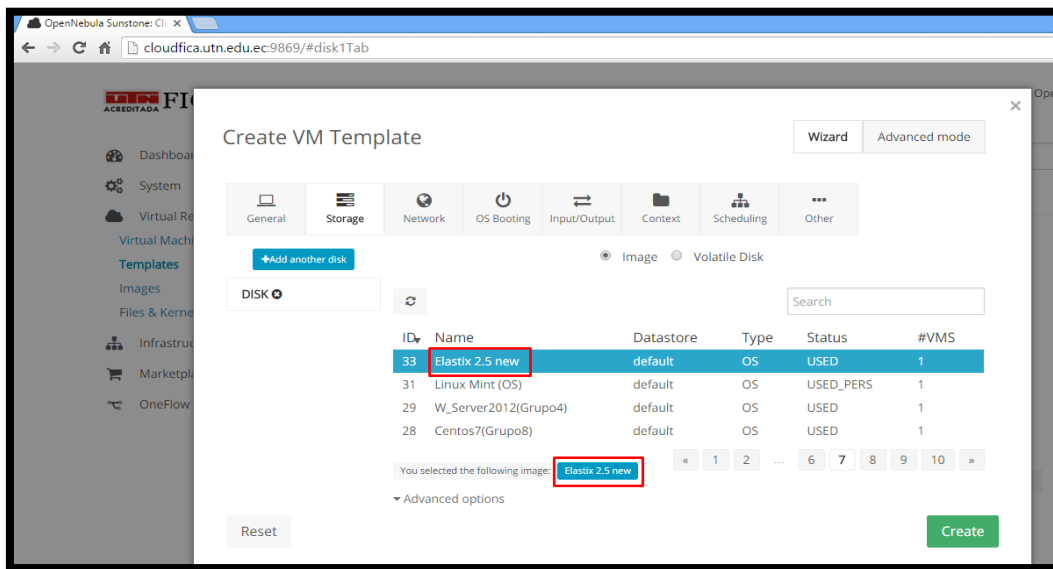


Figura 139. Selección de imagen
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Además, se crea un disco extra para la instalación de la imagen ISO de Elastix.

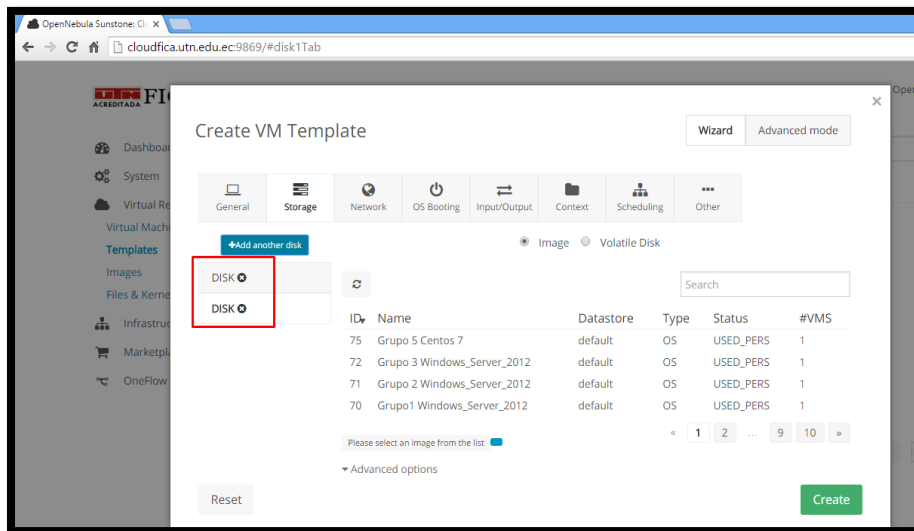


Figura 140. Creación de disco de almacenamiento para instalación
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Se debe seleccionar la red a la que va a pertenecer la instancia.

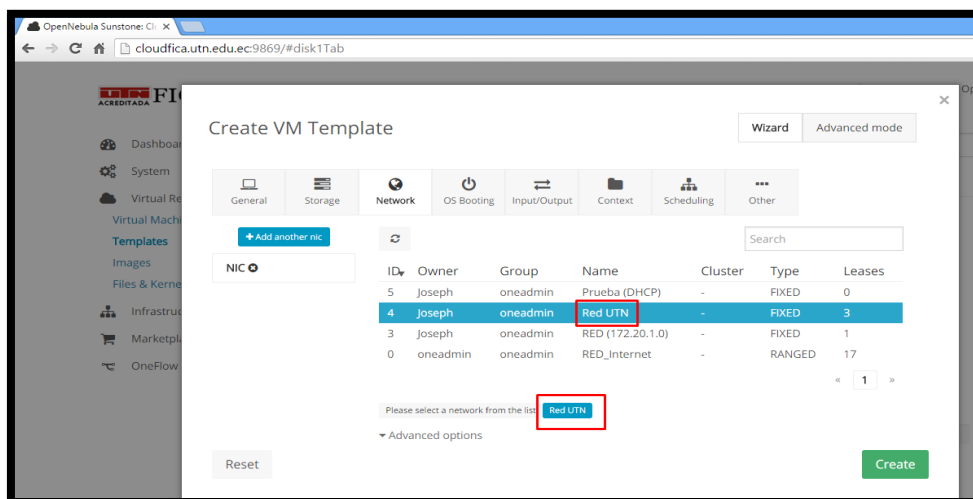


Figura 141. Selección de red
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Se selecciona el formato de la imagen que se va a instalar y el tipo de booteable que es, en este caso se escoge desde el CDROM.

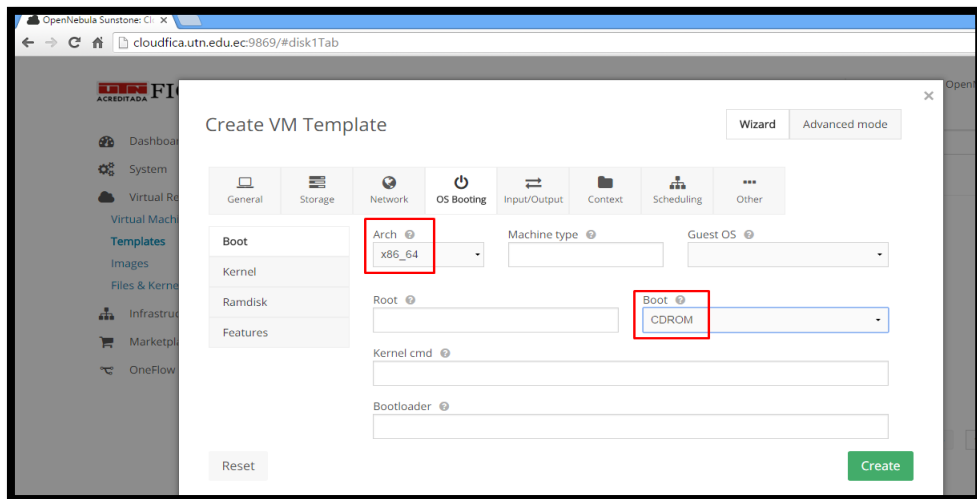


Figura 142. Selección de formato de imagen y tipo de booteable
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Se escoge el tipo de interfaz gráfica, en el cual se escoge “VNC”.

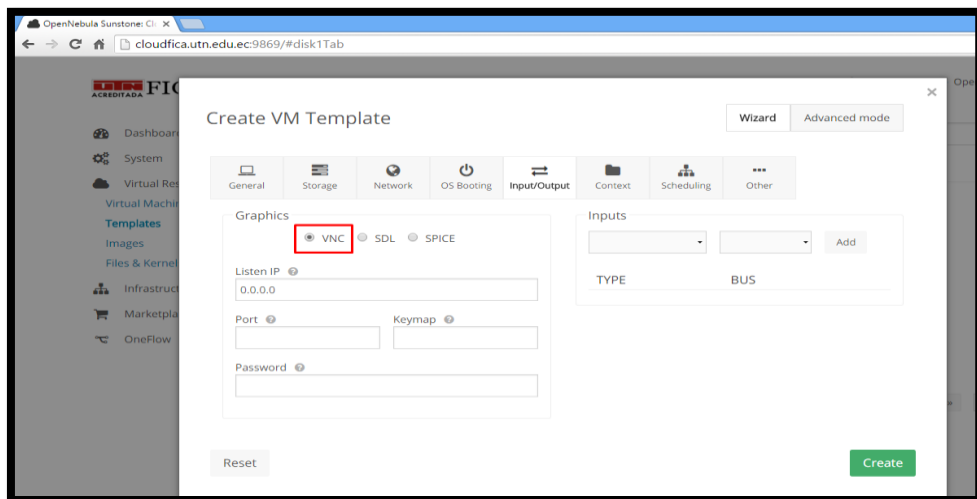


Figura 143. Selección de tipo de interfaz grafica
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

En estas configuraciones no se realiza ningún cambio.

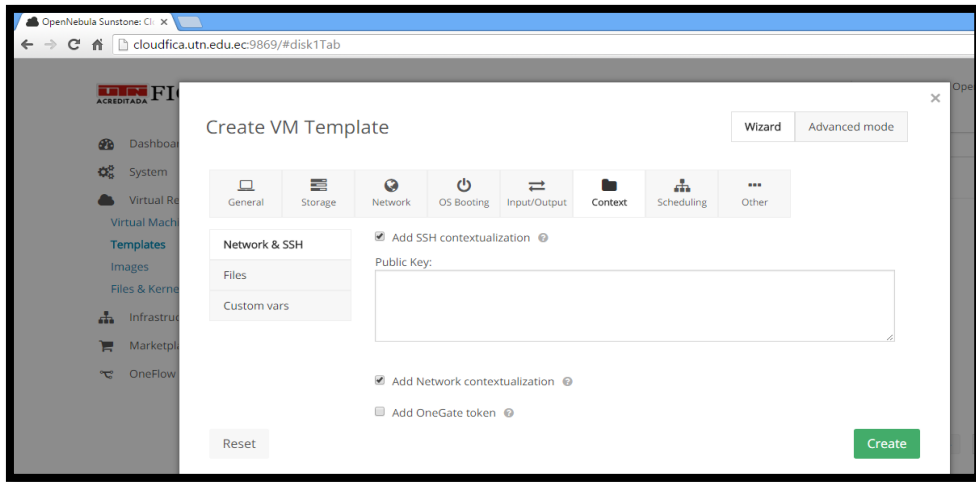


Figura 144. Detalles Menú template - Contenido
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

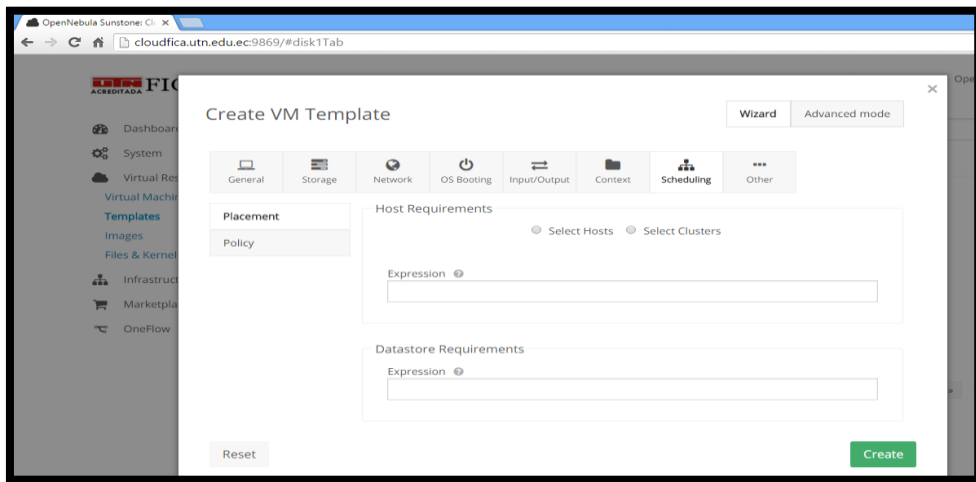


Figura 145. Menú template Schduling
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Finalmente se procede a crear la plantilla y se da clic en “Create”.

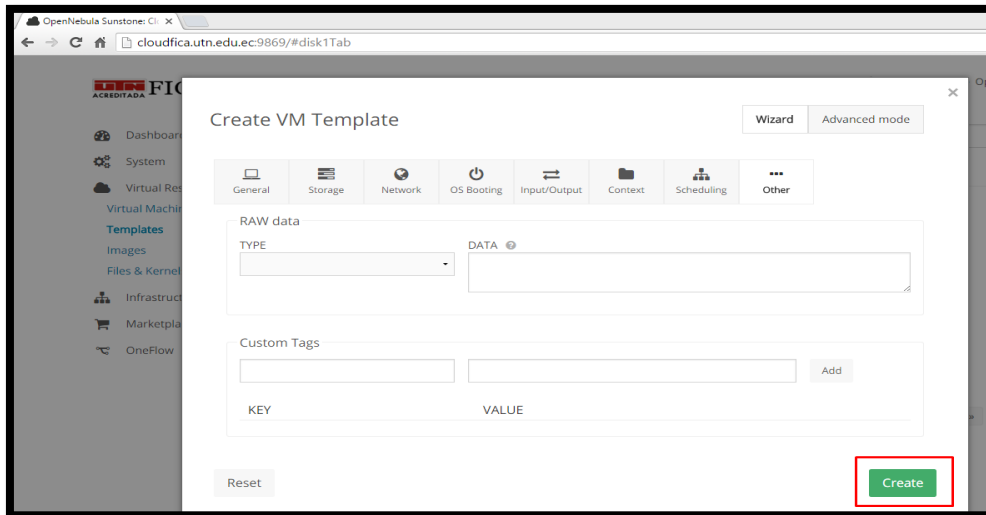


Figura 146. Creación de plantilla
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Ahora se dirige hacia “Virtual Machine” y se da clic en el icono (+).

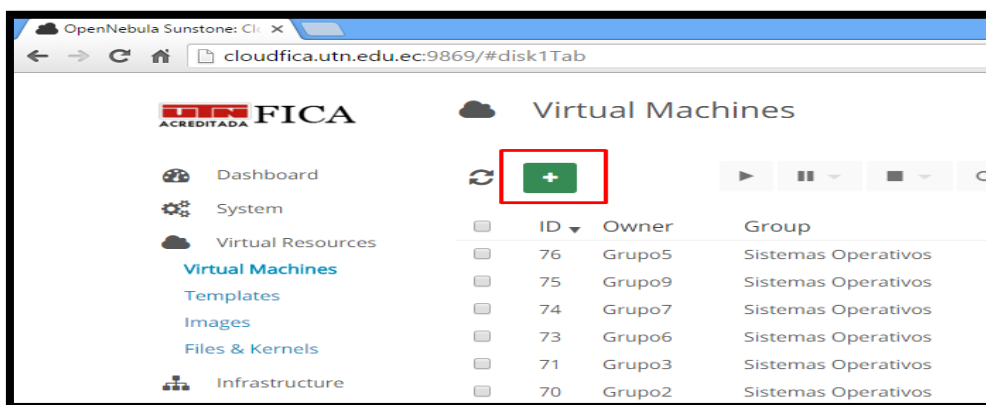


Figura 147. Añadir Máquina Virtual
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Se configura el nombre de la instancia, y se escoge la ISO que se va a instalar.

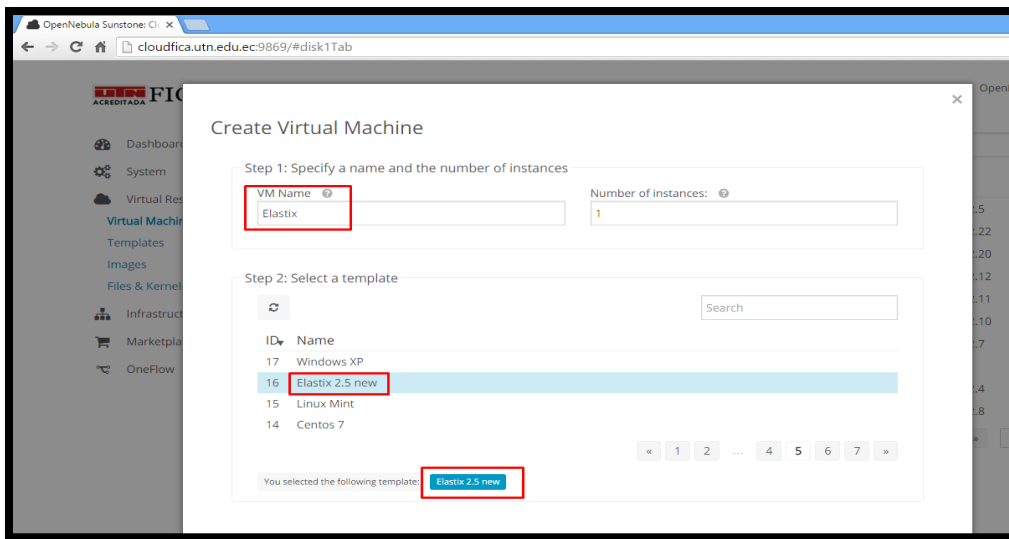


Figura 148. Configuración de nombre de instancia
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

Posteriormente se da clic en “Create”.

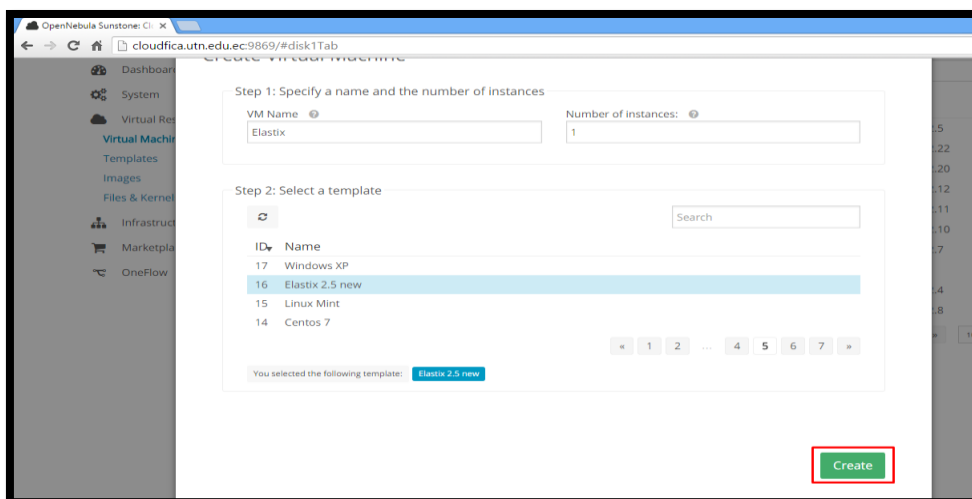


Figura 149. Creación de Máquina Virtual (instancia)
Fuente: cloudfica.utn.edu.ec

- **Anexo F - Instalación y configuración del software softphone**

Este software simula tener un teléfono IP. Estos softphone que se muestran en el manual son los más amigables para el usuario, además son gratuitos y existen tanto para computadoras como para Tablet o Smartphone. Puede utilizar cualquiera de los que a continuación se muestra.

SOFTWARE ZOIPER PARA COMPUTADORA

Descargar de la página oficial de Zoiper la aplicación para computadora.

Link de descargar: <http://www.zoiper.com/en/voip-softphone/download/zoiper3>

Dar clic en la opción Windows y se procederá a descargar la aplicación.

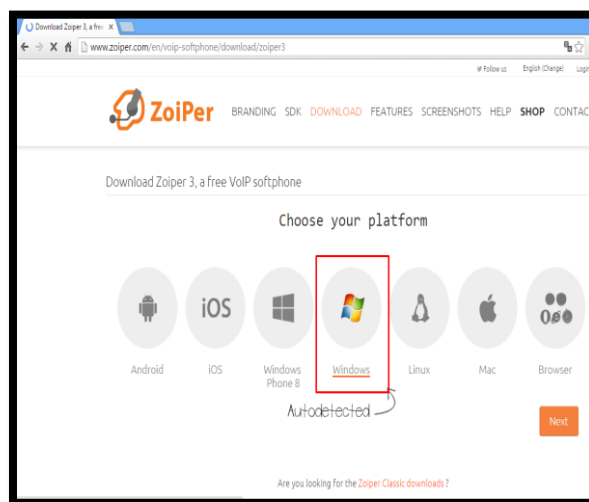


Figura 150. Descarga de Zoiper
Fuente: Software Zoiper

- 1) Se procede a instalar la aplicación, clic en next.

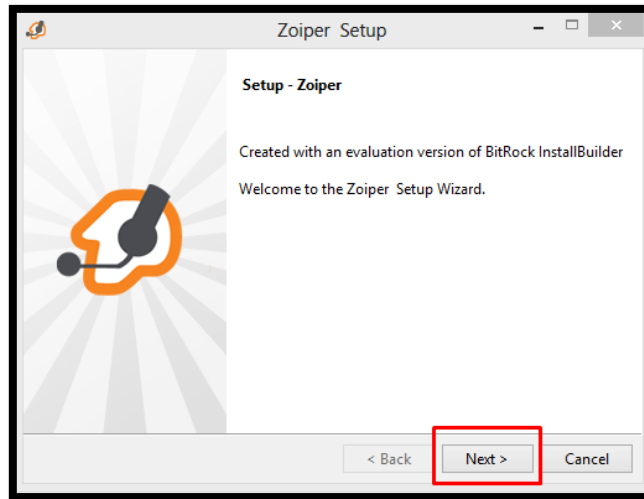


Figura 151. Proceso de instalación
Fuente: Software Zoiper

- 2) Se procede a dar clic en la opción “I accept the agreement” y luego clic en “Next”.

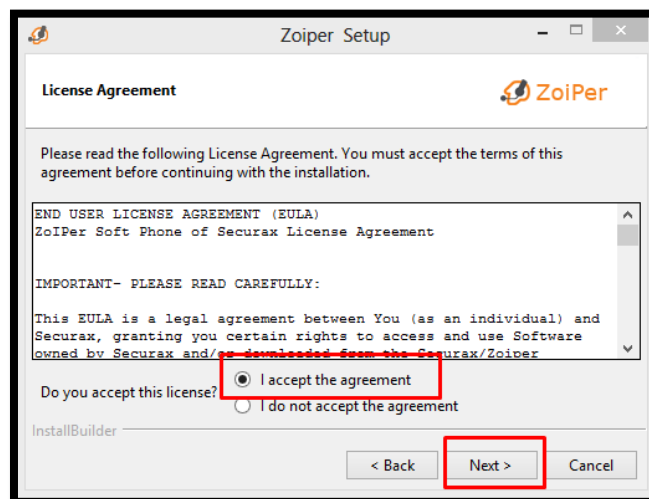


Figura 152. Fundamentos de licencia de uso del programa
Fuente: Software Zoiper

- 3) Se procede a escoger la primera opción “Add Desktop Shortcut” y luego clic en “Next”.

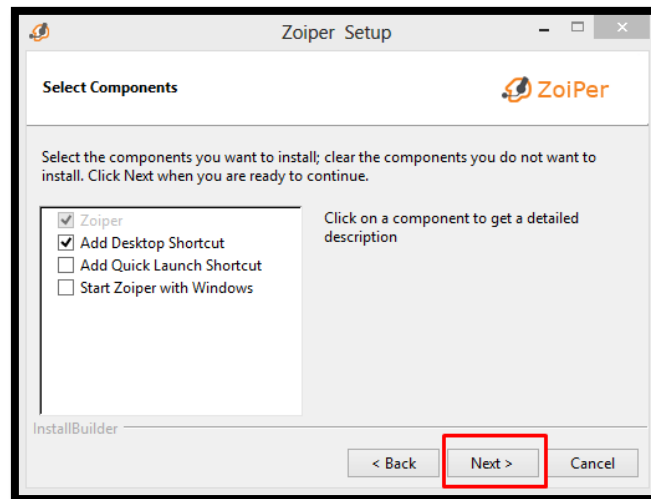


Figura 153. Selección de componentes
Fuente: Software Zoiper

- 4) Se escoge la dirección donde se va instalar, si se desea se deja la misma y luego clic en “Next”.

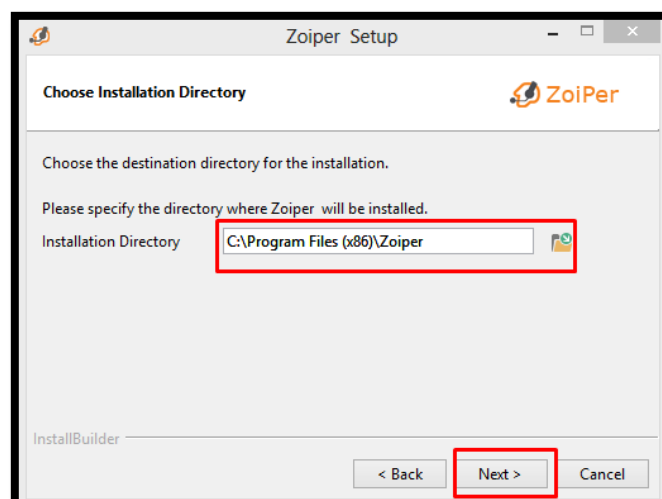


Figura 154. Elección del lugar de almacenamiento del programa
Fuente: Software Zoiper

- 5) Se procede a dar clic en “Next”.

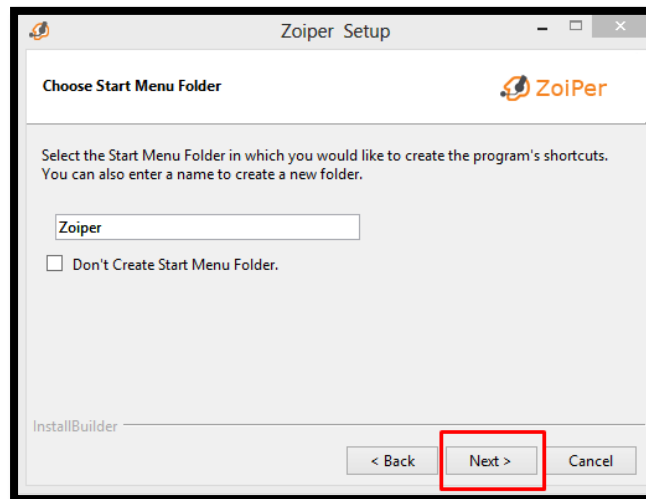


Figura 155. Selección del menú de inicio
Fuente: Software Zoiper

6) A continuación clic en “Next”.

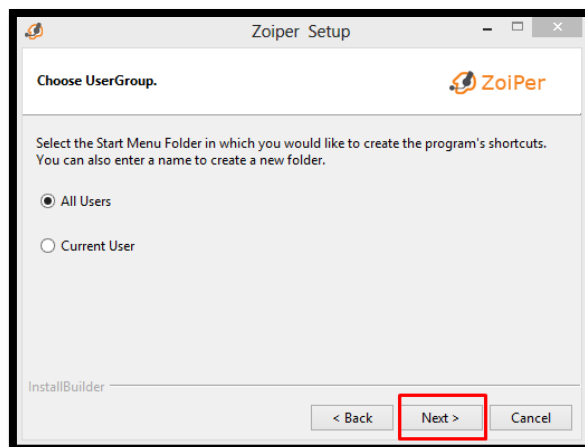


Figura 156. Elección de un grupo de usuarios
Fuente: Software Zoiper

7) Clic en “Next”.

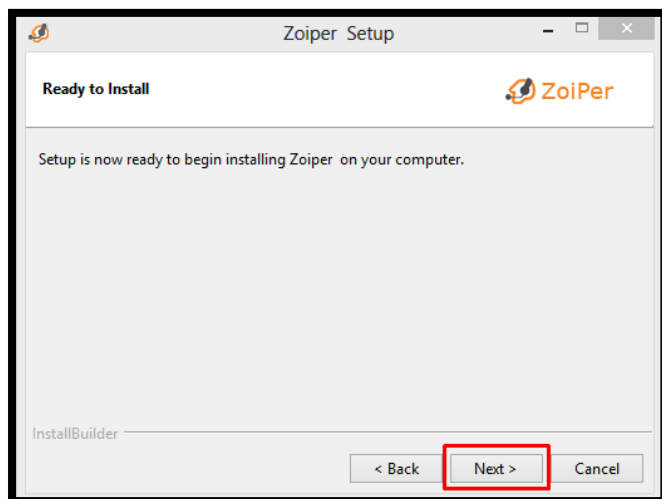


Figura 157. Finalización de los parámetros de instalación
Fuente: Software Zoiper

8) Se inicia el proceso de instalación

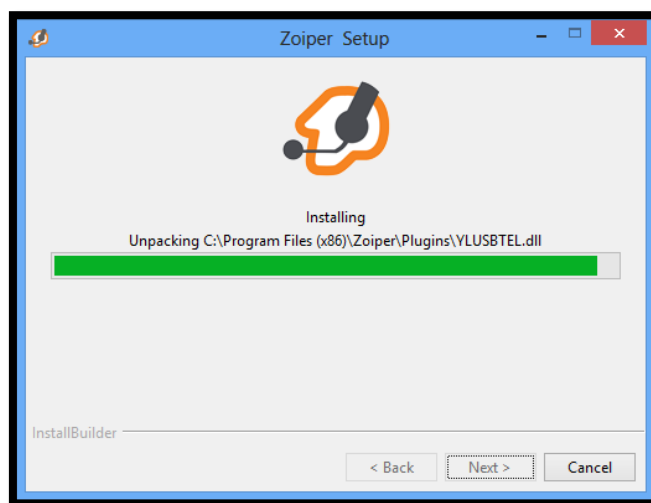


Figura 158. Carga de componentes del programa
Fuente: Software Zoiper

9) Clic en “Finish”.

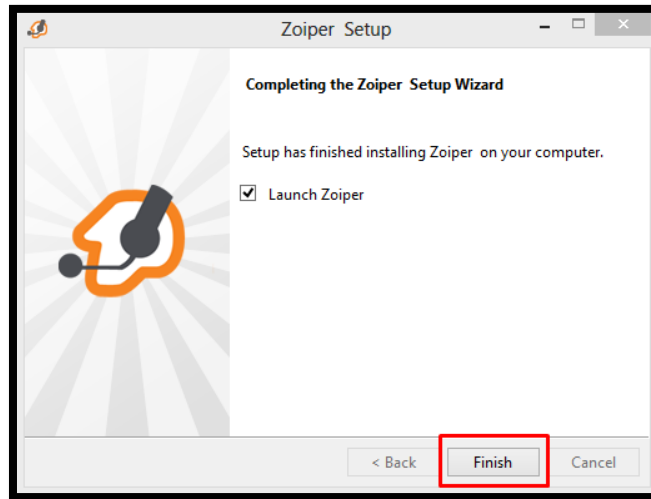


Figura 159 Finalización de la instalación
Fuente: Software Zoiper

10) Se procede a abrir la aplicación

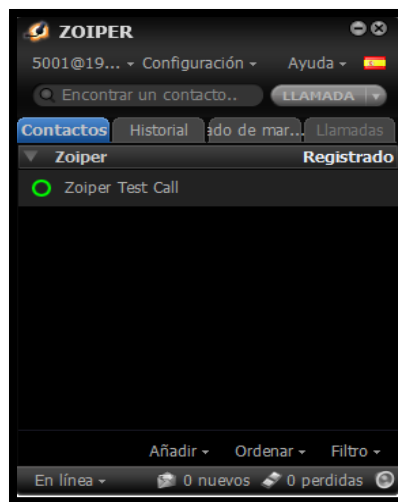


Figura 160. Interfaz de inicio del programa
Fuente: Software Zoiper

11) Se procede a configurar en el software zoiper la extensión asignada. Se dirigen a “Configuración”, y luego a “Crear una nueva cuenta”.

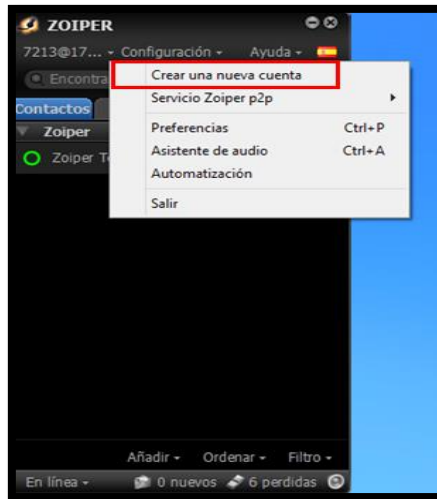


Figura 161. Creación de cuenta
Fuente: Software Zoiper

12) Muestra el asistente de configuración, y procede a elegir el tipo de extensión en este caso se elige “SIP” y luego clic en “Siguiente”.

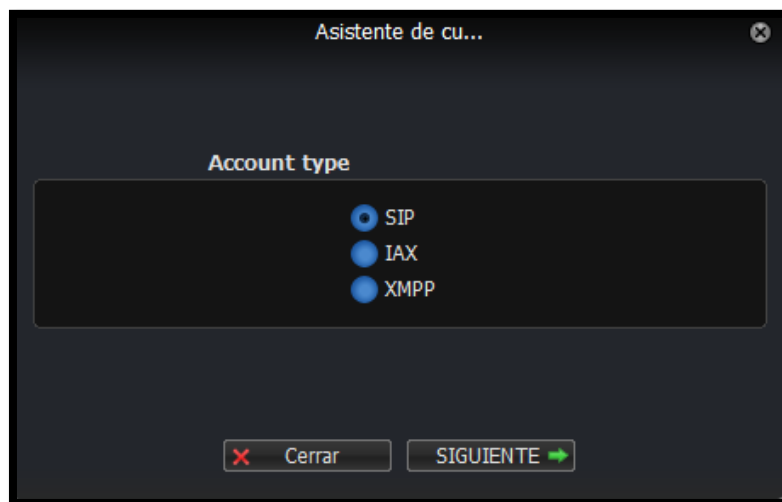


Figura 162. Elección de protocolo de comunicación
Fuente: Software Zoiper

13) Se configura el usuario, la contraseña y la dirección IP del servidor y se da clic en “Siguiente”.

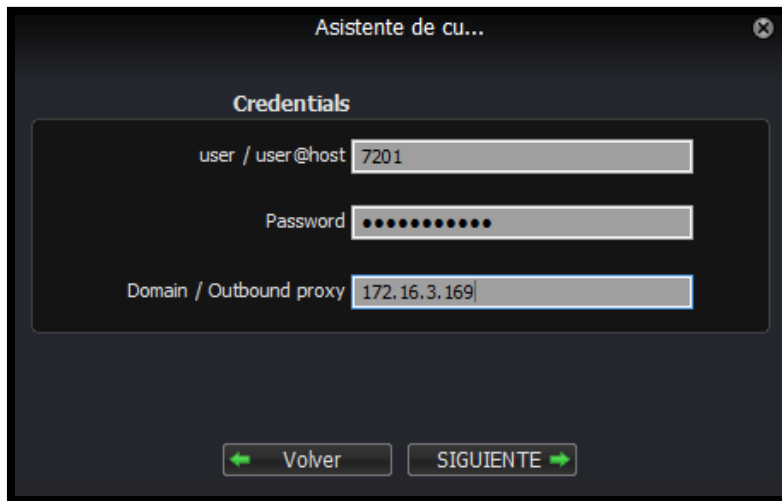


Figura 163. Ingreso de parámetros de usuario
Fuente: Software Zoiper

14) Se verifica el nombre de la cuenta y se procede a dar clic en “Siguiente”.

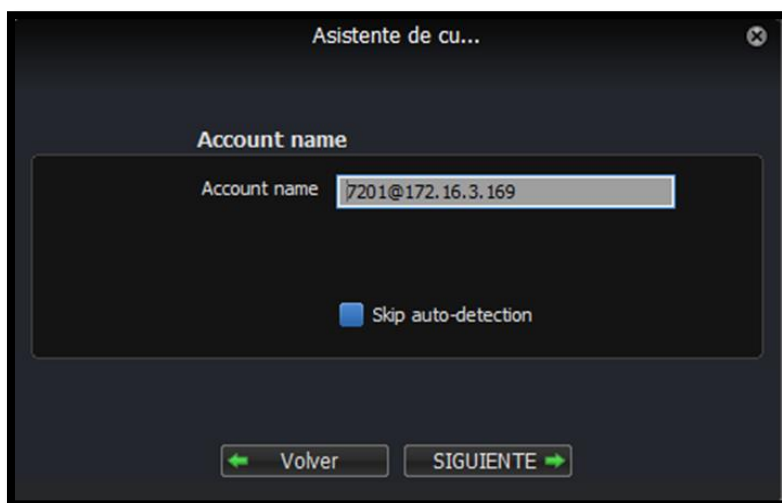


Figura 164. Nombre de la cuenta de usuario
Fuente: Software Zoiper

15) Finalmente se observa como se ha agregado la extensión.

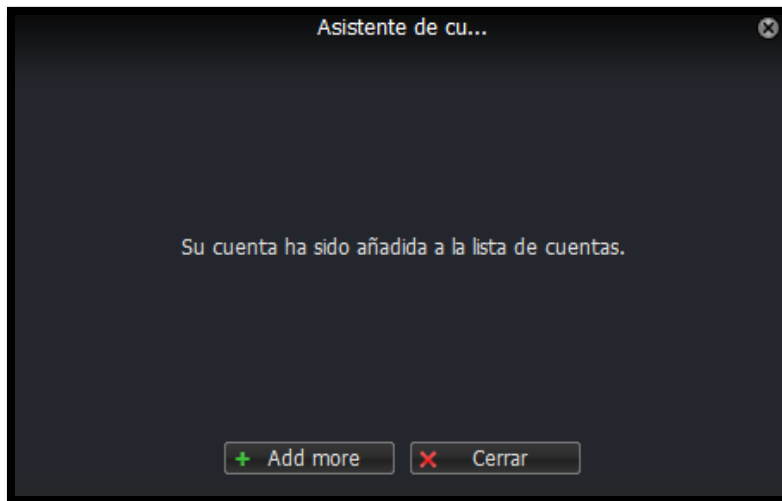


Figura 165. Finalización de la creación de la cuenta de usuario
Fuente: Software Zoiper

16) Para verificar se puede llamar a cualquier extensión que se encuentre en el directorio telefónico.

SOFTWARE ZOIPER PARA DISPOSITIVO MÓVIL

1) Descargar de la tienda oficial de Google Play store la aplicación y se instala la aplicación “Zoiper IAX SIP VOIP Softphone”.

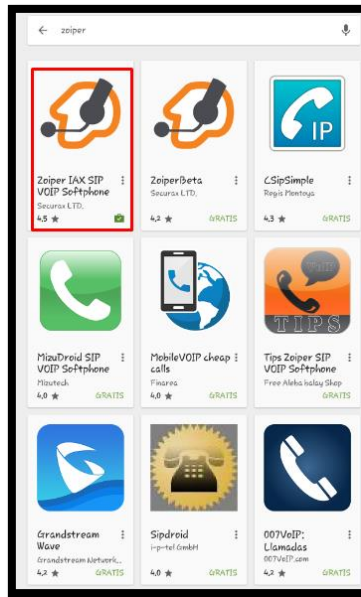


Figura 166. Descarga del programa desde App. Store
Fuente: Software Zoiper

- 2) Una vez instalada se procede a configurar la extensión asignada. Se abre la aplicación y clic en “ajustes”.

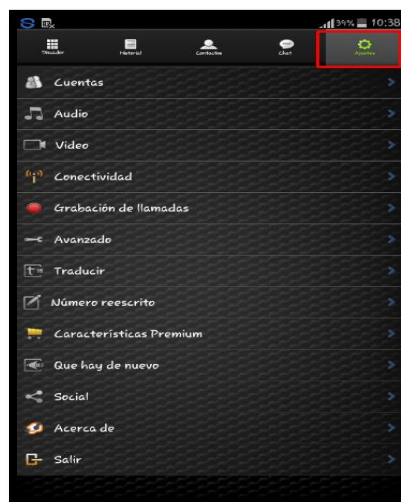


Figura 167. Ingreso a opciones
Fuente: Software Zoiper

- 3) Luego clic en “Cuentas”

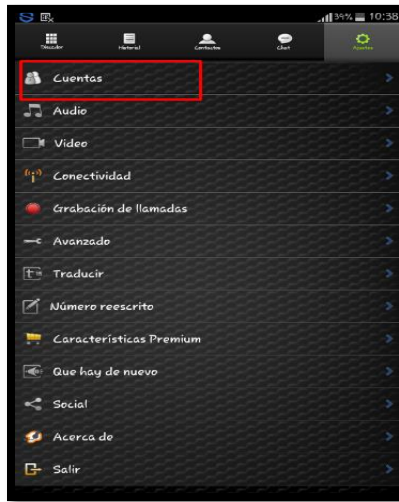


Figura 168. Ingreso a cuentas de usuario
Fuente: Software Zoiper

4) Clic en “Agregar cuenta”.

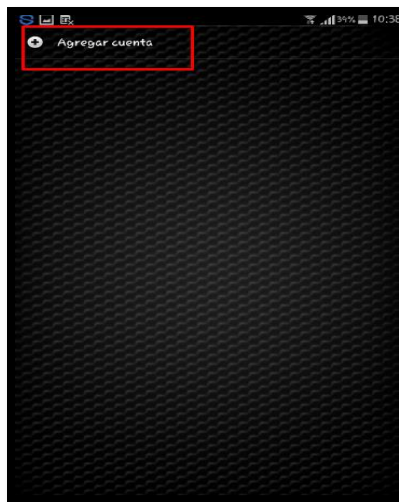


Figura 169. Creación de una nueva cuenta
Fuente: Software Zoiper

5) Se desplegará una pantalla en donde se da clic en “Si”.

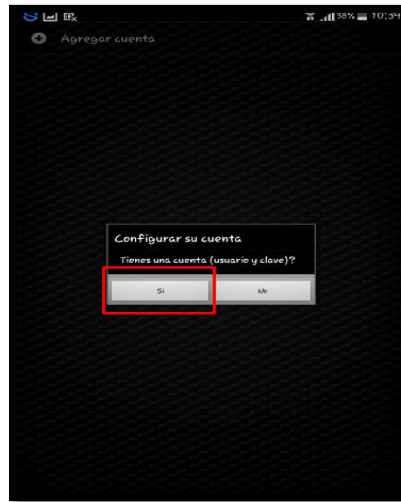


Figura 170. Confirmación de la cuenta
Fuente: Software Zoiper

6) Luego se da clic en “Configuración manual”.

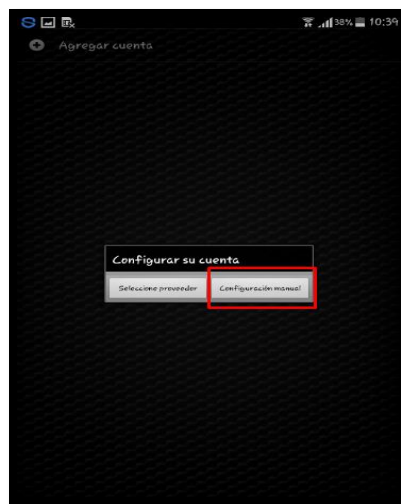


Figura 171. Configuración manual de una cuenta de usuario
Fuente: Software Zoiper

7) Después Clic en “SIP”.

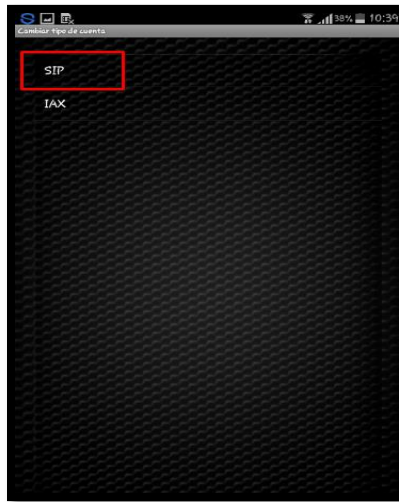


Figura 172. Elección de protocolo de comunicación
Fuente: Software Zoiper

8) Se procede a configurar los parámetros de la extensión.



Figura 173. Configuración de los parámetros de extensión
Fuente: Software Zoiper

9) Se configura el nombre de la cuenta, puede ser cualquier nombre.



Figura 174. Configuración de nombre de cuenta
Fuente: Software Zoiper

10) Se configura en host la dirección IP asignada y luego clic en “Aceptar”.



Figura 175. Configuración de dirección IP
Fuente: Software Zoiper

11) Se configura el nombre de usuario que es el número de extensión que se le asigno.



Figura 176. Configuración de nombre de usuario
Fuente: Software Zoiper

12) Se configura la clave y finalmente se da clic en “Salvar”.



Figura 177. Configuración de clave
Fuente: Software Zoiper

13) Se observa finalmente que la extensión se agregó correctamente y se encuentra registrada, ya que el color de registro correcto es verde.

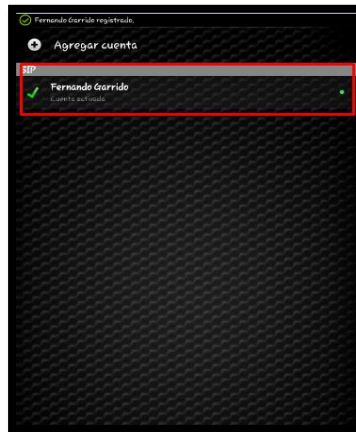


Figura 178. Verificación de la extensión creada
Fuente: Software Zoiper

14) Después de haber utilizado cualquiera de estos software que se indicaron puede empezar a realizar una llamada, como muestra en la imagen se está efectuando una llamada entre un computador y una Tablet.

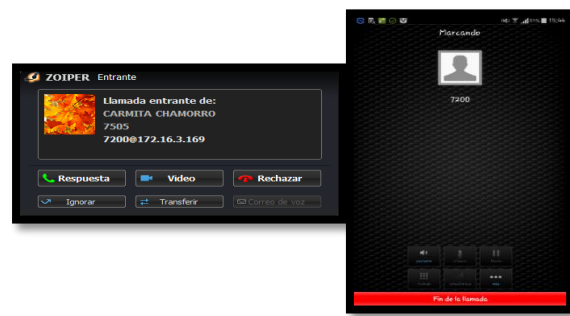


Figura 179. Comprobación de llamada
Fuente: Software Zoiper