



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA
Y REDES DE COMUNICACIÓN

TEMA:

**“DISEÑO DE TELEFONÍA IP A TRAVÉS DEL CLOUD COMPUTING
BAJO UNA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX PARA
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

AUTORA: GISELA CAROLINA RUIZ GARCIA

DIRECTOR: MSc. EDGAR MAYA

Ibarra- Ecuador

2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DEL CONTACTO	
Cédula de identidad	100420930-8
Apellidos y Nombres	Ruiz García Gisela Carolina
Dirección	Otavaló - Cdla. Jacinto Collahuazo primera etapa
E-mail	ggcaroruiz@hotmail.com
Teléfono fijo	062-925-721
Teléfono móvil	0997827959
DATOS DE LA OBRA	
Título	Diseño de telefonía IP a través del Cloud Computing bajo una plataforma de software libre GNU/LINUX para la Universidad Técnica del Norte
Autora	Ruiz García Gisela Carolina
Fecha	Julio de 2016
Programa	Pregrado
Título	Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación
Director	MSc. Edgar Maya

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Ruiz García Gisela Carolina, con cédula de identidad Nro. 100420930-8, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar los derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Firma: 

Nombre: Ruiz García Gisela Carolina

Cédula: 100420930-8

Ibarra, Julio de 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

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

Yo, Ruiz García Gisela Carolina con cédula de identidad número 100420930-8 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de la autora del trabajo de grado con el tema: "DISEÑO DE TELEFONÍA IP A TRAVÉS DEL CLOUD COMPUTING BAJO UNA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE". Que ha sido desarrollado con el propósito de obtener el título de Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ruiz García Gisela Carolina

100420930-8

Ibarra, Julio de 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

MSc. EDGAR MAYA, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN
CERTIFICA

Que, el presente Trabajo de Titulación “DISEÑO DE TELEFONÍA IP A TRAVÉS DEL CLOUD COMPUTING BAJO UNA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”. Ha sido desarrollado por la señorita Ruiz García Gisela Carolina bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edgar Maya', is written over a circular stamp or seal.

MSc. Edgar Maya
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
SUBDECANATO

**ING. Fernando Garrido, SUBDECANO – FACULTAD DE
INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

CERTIFICO:

En calidad de Subdecano de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, certifico que la señorita Gisela Carolina Ruiz García, con cédula de identidad 1004209308, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación con el trabajo de grado titulado **"DISEÑO DE TELEFONÍA IP A TRAVÉS DEL CLOUD COMPUTING BAJO UNA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**, se cumplió en su totalidad satisfaciendo todos los requerimientos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

Atentamente,
"CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO"


Ing. Fernando Garrido. MSc.
SUBDECANO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres que gracias a su apoyo incondicional he logrado llegar a culminar con éxito el más grande anhelo, pero en especial a mi madre que ha sido mi fortaleza, ya que ella sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, gracias a los consejos, apoyo comprensión, ayuda y amor.

A mis hermanos Verónica y Anderson, a Rocío una amiga incondicional, a Javier ya que gracias a su apoyo fueron una base fundamental, les agradezco de todo corazón son lo más importante en mi vida y fueron los que me brindaron el más grande apoyo para superarme y no rendirme ante las adversidades que se me presentaron y culminar mi formación académica y lograr este sueño. Les agradezco por todo lo que me otorgaron.

Carolina



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios que es el que me ha permitido llegar a obtener esta meta planteada, ya que todo lo que realizado y obtenido ha sido gracias a él. A la Virgencita del Quinche, ya que ella me ha otorgado todo lo pedido, gracias madre querida.

A la Universidad Técnica del Norte por permitirme ser parte de esta gran institución que me formo como una profesional, a todos los docentes que me enseñaron todos sus conocimientos para mi formación académica, en especial al MSc. Edgar Maya que gracias a su disposición con su orientación me permitió llegar a obtener con éxito y culminar esta investigación.

Gracias a mi familia y amigos que fueron un apoyo fundamental para lograr obtener este objetivo de mi vida.

Carolina

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN.....	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	IV
CERTIFICACIÓN	V
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVIII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XIX
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I.....	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.1.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3 ALCANCE.....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2.1 INTRODUCCIÓN	7
2.2 DEFINICIÓN DEL CLOUD COMPUTING	7
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL CLOUD COMPUTING.....	8
2.4 MODELO DE DESPLIEGUE EN EL CLOUD	9
2.4.1 <i>Cloud pública.</i>	10
2.4.2 <i>Cloud privada.</i>	10
2.4.3 <i>Cloud hibrida.</i>	10
2.4.4 <i>Cloud comunidad.</i>	11

2.5	MODELO DE SERVICIO EN EL CLOUD	11
2.5.1	<i>Software como servicio (SaaS)</i>	12
2.5.2	<i>Plataforma como servicio (PaaS)</i>	12
2.5.3	<i>Infraestructura como servicio (IaaS)</i>	12
2.6	ARQUITECTURA DEL CLOUD COMPUTING.....	13
2.7	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CLOUD COMPUTING.....	14
2.8	CONCEPTOS BÁSICOS DE VOIP	15
2.9	CARACTERÍSTICAS DE VOIP	16
2.10	PROTOCOLOS UTILIZADOS EN TELEFONÍA IP	16
2.10.1	<i>Protocolo IP</i>	17
2.10.1.1	Formato de la cabecera IP	18
2.10.2	<i>Protocolos de señalización</i>	19
2.10.2.1	SIP - Protocolo de Inicio de Sesión	20
2.10.2.1.1	Proceso de establecimiento de una llamada con protocolo SIP ...	21
2.10.2.1.2	Tipos de mensajes de respuesta SIP.....	22
2.10.2.2	IAX - Inter-Asterisk eXchange protocol	23
2.10.2.2.1	Proceso de establecimiento de una llamada con el protocolo IAX	
	23	
2.10.2.3	H.323	24
2.10.3	<i>Protocolos de transporte</i>	25
2.10.3.1	TCP - Transmission Control Protocol.....	25
2.10.3.1.1	Formato de la cabecera TCP	26
2.10.3.2	UDP - User Datagram Protocol	28
2.10.3.2.1	Formato del encabezado UDP.....	28
2.10.3.3	RTP - Real-Time Transport Protocol	29
2.10.3.3.1	Formato de la cabecera RTP	30
2.10.3.4	RTCP - Real-Time Control Protocol	32
2.10.4	<i>Codificación de la Voz para telefonía IP</i>	33
2.10.4.1	Codecs	33
2.10.4.1.1	G.711.....	34
2.10.4.1.2	G.722.....	34
2.10.4.1.3	G.723.....	35
2.10.4.1.4	G.726.....	35
2.10.4.1.5	G.729.....	36

2.10.4.1.6	GSM.....	36
2.11	DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS TELEFÓNICOS.....	37
2.11.1	<i>Factores que afectan el ancho de banda</i>	37
2.11.2	<i>Flujo de tráfico</i>	38
2.11.3	<i>Cálculo de troncales</i>	38
2.11.3.1	Grado de servicio (GoS).....	38
2.11.3.2	Erlang B.....	39
2.12	PROBLEMAS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA VOZ EN TELEFONÍA IP.....	39
2.12.1	<i>Jitter</i>	39
2.12.2	<i>Latencia o Retardo</i>	40
2.12.3	<i>Pérdida de paquetes</i>	40
2.12.4	<i>Ancho de banda insuficiente</i>	41
2.12.5	<i>ECO</i>	42
2.13	ELEMENTOS DE VOIP.....	42
2.13.1	<i>ATA (Adaptador de teléfonos analógicos)</i>	42
2.13.2	<i>Terminales</i>	42
2.13.3	<i>Gateway o pasarelas VoIP</i>	43
2.13.4	<i>Gatekeepers</i>	43
2.14	TIPOS DE SOFTWARE PARA TELEFONÍA IP.....	44
2.14.1	<i>Elastix</i>	44
2.14.1.1	Características de Elastix.....	45
2.14.1.1.1	VoIP PBX.....	45
2.14.1.2	Funcionalidades de Elastix.....	47
2.14.2	<i>Asteriks</i>	48
2.14.2.1	Características de Asteriks.....	49
2.14.2.2	Funcionalidad de Asteriks.....	50
2.14.3	<i>FreePBX</i>	51
2.14.3.1	Características de FreePBX.....	52
2.14.3.2	Funcionalidad de FreePBX.....	52
2.15	TIPOS DE PLATAFORMAS DE VIRTUALIZACIÓN.....	53
2.15.1	<i>OpenStack</i>	53
2.15.1.1	Características.....	53
2.15.2	<i>OpenNebula</i>	54
2.15.2.1	Características.....	55

2.15.2.2	Arquitectura	56
2.15.3	<i>Eucalyptus</i>	57
2.15.3.1	Características.....	57
2.16	TELEFONÍA IP EN EL CLOUD	58
2.16.1	<i>Ventajas de la telefonía IP en el cloud</i>	59
2.16.2	<i>Problemas de telefonía IP en el cloud</i>	59
2.16.3	<i>Tipos de diseño de telefonía IP en el cloud</i>	60
2.16.4	<i>Compatibilidad de plataforma de Cloud Computing con software de telefonía IP</i>	61
2.16.4.1	QEMU	61
2.16.4.2	KVM.....	62
2.16.4.3	Xen.....	62
2.16.4.4	VMware vSphere	63
CAPÍTULO III	66
3.1	INTRODUCCIÓN	66
3.2	ESTÁNDAR PARA SELECCIÓN DE SOFTWARE ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E)	66
3.2.1	<i>Propósito de la norma</i>	67
3.2.2	<i>Alcance</i>	67
3.2.3	<i>Perspectiva del servicio de telefonía IP en el Cloud</i>	67
3.2.4	<i>Características de los usuarios</i>	68
3.2.5	<i>Restricciones</i>	68
3.2.6	<i>Requerimientos específicos plataforma de Cloud Computing</i>	69
3.2.6.1	Interfaces del sistema.....	69
3.2.6.2	Interfaces de usuario	69
3.2.6.3	Interfaces de hardware	69
3.2.6.4	Interfaces de comunicación	70
3.2.6.5	Restricciones de memoria.....	70
3.2.6.6	Modo de operación	70
3.2.6.6.1	Requisitos no funcionales	71
3.2.7	<i>Requerimientos específicos software Telefonía IP</i>	71
3.2.7.1	Interfaces del sistema.....	71
3.2.7.2	Interfaces de usuario	72
3.2.7.3	Modo de operación	72

3.2.7.3.1	Requisitos no funcionales	72
3.2.7.4	Seguridad	73
3.2.7.5	Valoración de los requerimientos	73
3.2.7.5.1	Valoración plataforma de Cloud Computing	73
3.2.7.5.2	Valoración del software de telefonía IP	75
3.2.7.6	Calificación de la plataforma de virtualización de Cloud Computing y el de telefonía IP	75
3.2.8	<i>Selección de software para la plataforma soporte de Cloud Computing y de telefonía IP</i>	76
3.3	DISEÑO DE LA TELEFONÍA IP A TRAVÉS DEL CLOUD COMPUTING BAJO LA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX.....	77
3.3.1	<i>Requerimientos del sistema</i>	77
3.3.1.1	Requerimientos de administración	78
3.3.2	<i>Dimensionamiento del sistema de telefonía IP a través del Cloud Computing</i> 78	
3.3.2.1	Capacidad de la instancia en la plataforma de virtualización.....	79
3.3.2.2	Método de cálculo de ancho de banda para VoIP	80
3.3.2.2.1	Estadísticas de tráfico de llamada	84
3.3.2.3	Flujo de tráfico.....	87
3.3.2.4	Cálculo de troncales.....	87
3.3.3	<i>Plan de numeración de extensiones</i>	88
3.3.4	<i>Arquitectura de telefonía IP en el cloud</i>	93
3.3.1	<i>Diagrama de red del servicio</i>	95
3.3.2	<i>Descripción de equipos físicos del diagrama de red datacenter FICA</i>	96
3.4	CONFIGURACIÓN ELASTIX SOBRE OPENNEBULA	98
3.4.1	<i>Direccionamiento</i>	98
3.4.2	<i>Subida de imagen ISO de Elastix a OpenNebula</i>	99
3.4.3	<i>Despliegue de instancia de Elastix sobre OpenNebula</i>	100
3.4.4	<i>Instalación de Elastix sobre OpenNebula</i>	102
3.4.5	<i>Instalación de Elastix sobre una máquina virtual</i>	105
3.4.6	<i>Configuración de la telefonía IP</i>	107
3.4.6.1	Configuración de extensiones.....	107
3.4.6.2	Configuración de troncales	110
3.4.6.3	Configuración de las rutas de salida	113

3.4.6.4	Configuración de colas y conferencias	115
3.4.6.5	Configuración de IVR	116
3.4.6.6	Configuración de ruta de entrada.....	118
CAPÍTULO IV	120
4.1	INTRODUCCIÓN	120
4.2	PRUEBAS TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO.....	120
4.2.1	<i>Pruebas a nivel local</i>	121
4.2.2	<i>Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo SIP</i>	130
4.1.3	<i>Prueba entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVPMV protocolo SIP</i>	133
4.1.4	<i>Prueba entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo IAX</i>	136
4.2	PRUEBAS DE CONECTIVIDAD DEL SERVICIO.....	140
4.2.1	<i>Pruebas de conectividad a nivel local</i>	140
4.2.2	<i>Pruebas de conectividad entre servidor PBX-FICA – PBX-AHSVP protocolo SIP</i>	141
4.2.3	<i>Pruebas de conectividad entre servidor PBX-FICA y PBX-AHSVP-MV protocolo SIP</i>	144
4.2.4	<i>Pruebas de conectividad entre servidor PBX FICA PBX-AHSVP protocolo IAX</i>	146
4.2.5	<i>Prueba de conectividad entre el servidor PBX-FICA y servidor Elastix de la Universidad</i>	148
4.3	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS	150
4.3.1	<i>Pruebas técnicas</i>	150
4.3.2	<i>Pruebas de conectividad</i>	152
CAPÍTULO V	152
5.1	INTRODUCCIÓN	152
5.2	DEFINICIÓN.....	152
5.3	ETAPAS PARA LA EVALUACIÓN DEL COSTO-BENEFICIO	153
5.3.1	<i>Inversión</i>	153
5.3.2	<i>Costos y gastos</i>	154
5.3.3	<i>Beneficios de la inversión</i>	157
5.3.4	<i>Análisis de costos</i>	158
5.3.4.1	<i>Cálculo del flujo neto efectivo</i>	158
5.3.4.2	<i>Cálculo del VAN</i>	159

5.3.4.3	Cálculo del TIR	160
5.3.4.4	Relación Costo-beneficio	160
5.4	CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO	162
CAPÍTULO VI		164
6.1	CONCLUSIONES	164
6.2	RECOMENDACIONES	167
BIBLIOGRAFÍA		169
GLOSARIO DE TÉRMINOS		177

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Modelo de despliegue en la nube	11
<i>Figura 2.</i>	Modelo de despliegue y servicio en la nube	13
<i>Figura 3.</i>	Modelo de referencia conceptual	14
<i>Figura 4.</i>	Estructura de los protocolos de telefonía IP	17
<i>Figura 5.</i>	Formato de la cabecera IP IPv4	18
<i>Figura 6.</i>	Proceso de establecimiento de llamada con SIP	22
<i>Figura 7.</i>	Proceso de establecimiento de conexión IAX2	24
<i>Figura 8.</i>	Formato de la cabecera TCP	27
<i>Figura 9.</i>	Formato de la cabecera UDP	28
<i>Figura 10.</i>	Formato de la cabecera RTP	30
<i>Figura 11.</i>	Comunicaciones Unificadas Elastix	48
<i>Figura 12.</i>	Arquitectura de OpenStack	54
<i>Figura 13.</i>	Arquitectura de OpenNebula.	56
<i>Figura 14.</i>	Telefonía IP en el cloud	59
<i>Figura 15.</i>	Trama VoIP	82
<i>Figura 16.</i>	Ancho de banda servidor OpenNebula	84
<i>Figura 17.</i>	Muestra de llamadas de elastix ELX5000	86
<i>Figura 18.</i>	Número de troncales, modelo de Erlang B	88
<i>Figura 19.</i>	Arquitectura telefonía IP en el cloud	94
<i>Figura 20.</i>	Diagrama de red del servicio	95
<i>Figura 21.</i>	Switch Cisco 4506	96
<i>Figura 22.</i>	Switch Linkys	97

Figura 23. Servidor HP DL360 Gen9 E5-2630v3 Base SAS Svr	98
Figura 24. Interfaz web de configuraciones de OpenNebula	99
Figura 25. Proceso final de carga de imagen ISO de Elastix 2.5	100
Figura 26. Interfaz después de haber subido la imagen de Elastix 2.5	101
Figura 27. Administración por consola del servidor de Elastix 2.5 PBX-FICA.....	102
Figura 28. Administración web del servidor de Elastix	103
Figura 29. Proceso de inicio de instalación del servidor PBX-AHSVP	104
Figura 30. Administración por consola del servidor de Elastix 2.5 PBX-AHSVP.....	104
Figura 31. Interfaz de administración Web del servidor de Elastix 2.5 PBX-AHSVP	105
Figura 32. Proceso de inicio de instalación del servidor PBX-AHSVP MV	106
Figura 33. Interfaz de administración web del servidor PBX-AHSVP MV	106
Figura 34. Extensiones agregadas en el servidor PBX-FICA	108
Figura 35. Proceso de configuración en el servidor PBX-AHSVP.....	108
Figura 36. Proceso de configuración de una extensión IAX2 servidor PBX-FICA ...	109
Figura 37. Proceso de carga de extensiones por lotes	109
Figura 38. Configuración de troncal SIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP	111
Figura 39. Proceso de configuración de troncal servidor PBX-AHSVP.....	111
Figura 40. Verificación de establecimiento de troncal.....	112
Figura 41. Configuración del plan de marcación para alcanzar al otro servidor	113
Figura 42. Proceso de configuración de troncal IAX2.....	114
Figura 43. Proceso de establecimiento de troncal servidor PBX-FICA.....	114
Figura 44. Configuración de colas	115
Figura 45. Configuración de conferencia.....	116
Figura 46. Grabación de audio	117
Figura 47. Configuración de IVR.....	118
Figura 48. Configuración de ruta de entrada.....	119
Figura 49. Establecimiento de una llamada con SIP a nivel local	122
Figura 50. Gráfica del tráfico de VoIP a nivel local red DDTI.....	123
Figura 51. Número de llamadas detectadas a nivel local	124
Figura 52. Tráfico RTP a nivel local.....	125
Figura 53. Rendimiento del servidor de Elastix	126
Figura 54. Memoria RAM, buffer servidor Elastix.....	126
Figura 55. Tráfico de red Elastix PBX-FICA	127

Figura 56. Tráfico de entrada servidor Exinda.....	128
Figura 57. Tráfico de salida servidor Exinda	129
Figura 58. Panel principal de OpenNebula	129
Figura 59. Establecimiento de una llamada con SIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP	130
Figura 60. Gráfica del tráfico de VoIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP	131
Figura 61. Paquete RTP capturados entre PBX-FICA y PBX-AHSVP.....	131
Figura 62. Análisis de un paquete RTP capturado entre PBX-FICA y PBX-AHSVP	132
Figura 63. Establecimiento de una llamada con SIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV	133
Figura 64. Gráfica del tráfico de VoIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV	134
Figura 65. Número de llamadas detectadas entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV...	134
Figura 66. Paquete RTP capturados entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV	135
Figura 67. Análisis de un paquete RTP capturado entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV	136
Figura 68. Establecimiento de una llamada con IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP	137
Figura 69. Culminación de una llamada con IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP	138
Figura 70. Gráfica de tráfico IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP.....	139
Figura 71. Paquete IAX capturados entre PBX-FICA y PBX-AHSVP.....	139
Figura 72. Establecimiento de una llamada a nivel local.....	140
Figura 73. Llamada entre usuarios a nivel local.....	141
Figura 74. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP	142
Figura 75. Llamadas simultaneas entre usuarios a través de la troncal SIP servidor PBX- AHSVP.....	142
Figura 76. CLI de Asterisk, proceso de establecimiento de una llamada servidor PBX- FICA.....	143
Figura 77. CLI de Asterisk, proceso de establecimiento de una llamada servidor PBX- AHSVP.....	143
Figura 78. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP MV	144
Figura 79. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP MV	145
Figura 80. Llamadas simultaneas entre usuarios a través de la troncal SIP servidor PBX- AHSVP MV	145

Figura 81. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP con el protocolo IAX	146
Figura 82. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP con el protocolo IAX	147
Figura 83. Llamadas simultaneas entre usuarios a través de la troncal IAX2 servidor PBX-FICA	147
Figura 84. CLI de Asterisk, proceso de establecimiento de una llamada servidor PBX-FICA con el protocolo IAX2.....	148
Figura 85. Establecimiento de una llamada a través de la troncal con servidor UTN	149
Figura 86. Llamada desde servidor PBX-FICA al servidor Elastix de la UTN	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de cloud computing	9
Tabla 2. Componentes arquitectura Cloud	14
Tabla 3. Ventajas y desventajas del cloud computing	15
Tabla 4. Tipos de mensaje SIP	21
Tabla 5. Tipos de mensajes SIP	22
Tabla 6. Tipos de mensajes RTCP	32
Tabla 7. Códecs para telefonía IP	33
Tabla 8. Tipos de terminales IP	43
Tabla 9. Características de OpenNebula.....	55
Tabla 10. Tipos de diseño de telefonía IP en el cloud	60
Tabla 11. Requerimientos de plataforma de cloud	73
Tabla 12. Requerimientos de software de telefonía IP	75
Tabla 13. Codificación de requerimientos de plataforma de cloud	76
Tabla 14. Codificación de requerimientos de software de telefonía IP	76
Tabla 15. Comparación de códecs de telefonía IP	81
Tabla 16. Resumen de llamadas Elastix ELX5000.....	85
Tabla 17. Plan de numeración FICA y FACAE	89
Tabla 18. Extensiones FICA y FACAE.....	89
Tabla 19. Extensiones del plan de numeración FICA y AHSVP	90
Tabla 20. Plan de numeración de extensiones participantes proyecto del Cloud	90
Tabla 21. Plan de numeración de docentes.....	91

Tabla 22. Plan de numeración de prueba FICA y AHSVP.....	92
Tabla 23. Extensiones de plan de numeración de prueba FICA y AHSVP.....	92
Tabla 24. Resultados pruebas técnicas a nivel local.....	151
Tabla 25. Resultados prueba técnica entre servidores.....	151
Tabla 26. Resultados pruebas de conectividad.....	152
Tabla 27. Inversiones realizadas.....	154
Tabla 28. Costos.....	155
Tabla 29. Gastos.....	156
Tabla 30. Resumen de inversiones y costos totales.....	156
Tabla 31. Presupuesto de ingresos.....	158
Tabla 32. Flujo de caja.....	158
Tabla 33. Cálculo del VAN.....	159
Tabla 34. Cálculo del TIR.....	160
Tabla 35. Cálculo del valor actual de ingresos.....	161
Tabla 36. Cálculo del valor actual de egresos.....	161
Tabla 37. Resumen de indicadores financieros.....	162

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo del tamaño de trama.....	81
Ecuación 2. Tamaño de la trama en bits.....	82
Ecuación 3. Paquetes transmitidos por segundo.....	83
Ecuación 4. Cálculo ancho de banda.....	83
Ecuación 5. Número de llamadas simultaneas.....	83
Ecuación 6. Ancho de banda llamada simultaneas.....	86
Ecuación 7. Flujo de tráfico.....	87
Ecuación 8. Precio servidor según el número de núcleos.....	153
Ecuación 9. Costo oportunidad.....	157
Ecuación 10. Relación Beneficio-Costo.....	161

RESUMEN

El presente estudio involucra una nueva solución de las telecomunicaciones para el servicio de telefonía IP el cual es a través del Cloud Computing, con el que se permite obtener una opción de comunicaciones para la Universidad Técnica del Norte.

Para el inicio de la investigación, se comenzó con la fundamentación teórica de todo lo correspondiente al diseño, tanto los parámetros que implique la utilización de los servicios en el cloud como las bases teóricas para la telefonía IP.

Se efectuó el análisis en base a la norma IEEE 29148 para la selección de la plataforma de virtualización y el software de telefonía IP y posteriormente se diseñó la telefonía IP a través del cloud computing.

En el diseño de la telefonía IP se desarrolló el dimensionamiento a través del cloud, se consideró la capacidad de la instancia, ancho de banda, flujo de tráfico y el número de troncales. Para el análisis de estos parámetros se obtuvo información actualizada que proporcionó la Universidad sobre telefonía IP y se procedió a configurar en la plataforma de Cloud.

Se realizaron pruebas de funcionamiento del servicio para observar el comportamiento que este tiene a través de esta infraestructura y finalmente se verificó la factibilidad del proyecto con el análisis de costo beneficio.

ABSTRACT

The present study implicates a new solution of telecommunication for IP telephony service which is based on the Cloud Computing, which allows to get an option for communications for the “Universidad Técnica del Norte”.

For the initiation of this research, it was begun with the theoretical bases of all relevant to the designing, so the parameters that involve the use of services in the cloud as the theoretical basis for IP telephony.

The analysis was performed, based on the IEEE 29148 standard for selecting virtualization platform and IP telephony software and then the IP telephony was designed through cloud computing.

In the IP telephony design, the dimensioning of IP telephony was developed through the cloud, it considered the capacity instance, bandwidth, traffic flow and the number of trunks, for the analysis of these parameters the information updated of the University about telephony IP was obtained, then it was proceed to configure in the Cloud platform.

Then the service performance tests were made to observe the behavior that this has through this infrastructure and finally the viability of the project was verified with the analysis cost-benefit.

CAPÍTULO I

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEFONÍA IP EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.1 Problema

La Universidad Técnica del Norte se encuentra ubicada en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, con su campus en la ciudadela El Olivo. Actualmente maneja la telefonía IP bajo la plataforma de software libre GNU/LINUX con infraestructura física la cual se conecta con todas las facultades de estudios que se hallan en el campus de la Universidad FICA, FICAYA, FECYT, FCSS, FACAE, los diferentes edificios de Postgrados, Biblioteca, CAI, Bienestar Universitario, y las dependencias que se localizan fuera del campus Granja la Pradera, Yuyucocha, Colegio Universitario y Antiguo Hospital San Vicente de Paul.

La infraestructura de telefonía IP que se maneja en la Universidad tiene infraestructura física es decir los equipos de telefonía son físicos, además no da servicio al centro infantil universitario, para la planta textil ubicada en Azaya tiene habilitado el servicio pero no se encuentra habilitado ningún teléfono IP, asimismo no tiene un servicio secundario para la telefonía IP en el caso de algún fallo en los servidores, por lo tanto, es una razón por la cual se inicia la investigación para el desarrollo de este diseño a través de éste medio. También

se debe mencionar que entre los lineamientos de investigación de interés de la Universidad son los servicios en el cloud y uno de ellos es la telefonía IP a través de esta infraestructura.

Las tecnologías futuras que se encuentran desarrollando se están enfocando al cloud, ya que oferta diversos servicios como infraestructura, plataforma y software para ejecutarse a través de la nube, entonces la Universidad tiene el interés de participar en el despliegue de algunas aplicaciones en el Cloud Computing entre ellos es los servicios de telefonía IP a través de esta infraestructura. Se observa que la finalidad de los servicios en el cloud es reducir sus costos constantemente y otro es la ejecución en corto plazo.

Todas estas necesidades desarrollan innovaciones tecnológicas que es una opción al que la Universidad puede optar para disminuir costos y mejorar la eficiencia. Algunas empresas como: Amazon, Openstack IBM, Eucalyptus se están centrando en las ventajas de la nube y ofertan servicios para obtener un mejor beneficio, aumentar la rentabilidad y reducir sus gastos. La perspectiva de este diseño es brindar en la Universidad una prestación virtual para los servidores de telefonía IP a través de las herramientas tecnológicas que se ofertan en el cloud que además sean bajo licenciamiento libre, con lo cual aportará a los lineamientos de investigación de la Universidad.

1.2 **Objetivos**

1.1.1 **Objetivo General**

Diseñar la solución de la telefonía IP a través del Cloud Computing bajo una plataforma de software libre GNU/LINUX con el propósito de verificar si este servicio es realizable para la telefonía en la Universidad Técnica del Norte.

1.1.2 **Objetivos específicos**

- ✓ Determinar los antecedentes y situación actual en que se encuentra la telefonía IP en la UTN recopilando toda la información necesaria que ayudará a realizar el diseño.
- ✓ Recopilar toda la fundamentación teórica necesaria que se utilizará para el diseño de la telefonía IP a través del cloud bajo software libre mediante investigaciones en diferentes fuentes bibliográficas para realizar la estructuración del marco teórico.
- ✓ Seleccionar la plataforma que se utilizará bajo licenciamiento libre para montar el servicio de telefonía IP.
- ✓ Desarrollar el diseño de la telefonía IP en el cloud utilizando todas las herramientas tecnológicas necesarias para proveer el funcionamiento de la aplicación de telefonía IP.

- ✓ Establecer las respectivas pruebas de verificación del servicio, recopilando información de todos los resultados para observar el comportamiento del servicio.
- ✓ Efectuar un análisis de costo-beneficio en cuanto a la telefonía IP en el cloud con el propósito de verificar los costos de operatividad de la infraestructura de red con respecto a la que actualmente se mantiene en la Universidad.

1.3 Alcance

Los servicios que proporciona el cloud son bastante eficientes ya que la implementación de los servicios es en poco tiempo, el detalle principal al que se enfocan es en reducir costos. Este diseño se realizará con la finalidad de verificar si es realizable para la Universidad, con el propósito de involucrar en las tecnologías del futuro, ya que en la actualidad se observan grandes avances de las telecomunicaciones enfocados al cloud. Se desarrollará bajo una plataforma en el cloud con licenciamiento libre e igual manera el sistema operativo que se montará será de código abierto.

Para el desarrollo del diseño se buscaran todas las bases teóricas necesarias, donde se tendrá un análisis de cada uno de los puntos más importantes como ventajas y desventajas del Cloud Computing, proveedores de servicios de Cloud Computing, los protocolos de señalización y de transporte de la telefonía IP, los problemas que conlleva este servicio, toda esta información permitirá observar los requerimientos del diseño tales como, la plataforma que se utilizará para montar el servicio, la funcionalidad del diseño, las pruebas de funcionamiento, los costos de operatividad del mismo.

Otro aspecto que se tomará en cuenta es la selección de la plataforma de Cloud Computing y el software de telefonía IP, por lo tanto se realizará el análisis de selección del software. La cual permitirá escoger la que tenga las mejores características de operatividad.

Para efectuar el diseño del servicio se lo realizará en base a la información recopilada, donde se tomará consideración primeramente la plataforma bajo software libre que se haya escogido anteriormente, se escogerán todas las condiciones necesarias para realizar el levantamiento del servicio de telefonía IP, además es bastante importante detallar el manual de configuración del servicio, el mismo que servirá para el administrador.

Con el propósito de verificar el funcionamiento del servicio se realizarán las respectivas pruebas de funcionamiento, ya que es bastante necesario debido a que las instituciones requieren una administración adecuada, para lo cual se efectuarán las respectivas pruebas de disponibilidad del servicio en el cloud, en donde se realizará la prueba de verificación entre la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, y el antiguo Hospital San Vicente de Paul. Estas pruebas servirán para observar el comportamiento del servicio.

Los costos es otro aspecto que se verificará, ya que es necesario observar los costos que se asocian en iniciar este servicio bajo una plataforma en el cloud, por lo cual permitirá analizar si es recomendable emplear este servicio, por lo tanto se realizará el análisis de costo beneficio del servicio.

1.4 **Justificación**

El diseño de este servicio permitirá verificar si el servicio es recomendable implementar, ya que se analizará los costos que implica, la operatividad del mismo, y este es el detalle principal en que se enfoca el servicio en el cloud.

Además entre los lineamientos de investigación de la Universidad, son los servicios a través del cloud ya que es un tema bastante nuevo, con infraestructura virtual donde se observan varios beneficios como reducir costos, la implementación en un plazo corto de tiempo, entonces aportará como análisis de verificación de la funcionalidad del servicio.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Introducción

En este capítulo se describe todas las definiciones referentes a la telefonía IP a través del cloud, por lo cual se hace una descripción teórica de los parámetros más importantes que intervienen en este servicio. Lo que permitirá que el diseño cumpla con las necesidades planteadas sobre telefonía IP mediante esta infraestructura de cloud para la Universidad Técnica del Norte.

2.2 Definición del Cloud Computing

El Cloud Computing o computación en la nube es la forma de almacenar información digital en una herramienta intangible, todo esto se ha fortalecido gracias a los avances tecnológicos. Admite tener una mejor gestión de los contenidos (Joyanes A. L., 2012).

En otras palabras, la computación en la nube aprueba que los servicios de informática como software puedan moverse de un modelo tradicional es decir de una computadora personal hacia el internet, todo gracias a los cambios tecnológicos (Joyanes A. L., 2012).

Una definición expuesta por el National Institute of Standards and Technology (NIST): “Un modelo que permite el acceso bajo demanda a través de la red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables (p.e. redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar rápidamente con el mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor del servicios” (Joyanes A. L., 2012).

Se destaca que la computación en la nube es un modelo con el cual tiene acceso a recursos a través de internet en todas partes, donde se comparten diferentes recursos informáticos con la finalidad de acceder rápidamente sin ningún inconveniente (Joyanes A. L., 2012).

2.3 Características del Cloud Computing

Según la definición de la recomendación del instituto nacional de estándares y tecnología sobre la definición de cloud computing (NIST SP 800-145, The NIST Definition of Cloud Computing - SP800-145.pdf. (n.d.), 2015) se tienen las siguientes características en la tabla 1:

Tabla 1. Características de cloud computing

Características	Definición
Demanda de autoservicio.	Prestar servicios de computación según los requerimientos de consumo, tales como tiempo de servidor y almacenamiento en red y con la finalidad de generar de forma automáticamente el servicio.
Amplio acceso a la red.	Capacidad de acceder a la red desde cualquier lugar a través de cualquier dispositivo.
La puesta en común de recursos.	Reunión de recursos informáticos del proveedor para servir a múltiples clientes utilizando un modelo multi-tenant es decir que se inicie en el servidor una sola instancia pero esta sirva para varios usuarios.
Elasticidad rápida.	Proveer el servicio de manera inmediata, para obtener agilidad en la utilización del servicio.
Servicio medido.	Los sistemas basados en el cloud el uso de recursos puede ser supervisado, controlado, y generando informes. Los usuarios podrían adquirir lo que requieran en el momento que deseen

Referencia: (NIST SP 800-145, The NIST Definition of Cloud Computing - SP800-145.pdf. (n.d.), 2015)

2.4 Modelo de despliegue en el cloud

Según la definición de la recomendación del instituto nacional de estándares y tecnología sobre la arquitectura de referencia (Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao & Robert Bohn, 2011), existen cuatro tipos de infraestructura de nube las cuales básicamente se pueden utilizar esto, todo dependiendo de la necesidad de cada entidad (pública o privada) se observan a continuación:

2.4.1 Cloud pública.

Esta infraestructura está expuesta para el uso abierto para el público en general. Es administrado y manejado por una entidad, ya sea académica u organización gubernamental, o alguna combinación de ellos. Este tipo de nube es permitir extender simplemente los recursos necesitados, ya que son de gran tamaño en comparación con las nubes privadas. Este modelo de ejecución requiere la inyección de políticas de seguridad y protección de datos que puede ser de gran exigencia por parte del proveedor.

2.4.2 Cloud privada.

Esta infraestructura es dispuesta para el uso especial de una sola organización que alcanza múltiples clientes. Por lo general es de propiedad privada, la cual se administra y opera por la misma organización o alguien contratado que se encuentre ya sea fuera o dentro de las instalaciones. Entre las ventajas que posee es la fácil localización de los datos y la seguridad de los mismos por el contrario tiene una gran desventaja y es el elevado costo de despliegue.

2.4.3 Cloud híbrida.

La infraestructura de esta nube se encuentra compuesta de dos o más nubes de distinta infraestructura como puede ser privada, comunitaria o pública con la cual permite tener la portabilidad de los datos o aplicaciones entre ellas.

2.4.4 Cloud comunidad.

Esta infraestructura está orientada para el uso característico de una comunidad para que los clientes de la organización compartan información, ideas, preocupaciones por ejemplo, requisitos de seguridad, la estrategia y las consideraciones de cumplimiento. Podría estar conformada por una o más organizaciones, la cual es gestionada y manejada por una o más de las organizaciones en la comunidad, pueden encontrarse las instalaciones en un solo lugar o en varios. Se observa en la figura 1 el modelo de despliegue que maneja actualmente en el cloud.



Figura 1. Modelo de despliegue en la nube
Referencia: Elaboración propia (adaptación NIST)

2.5 Modelo de servicio en el cloud

Según el autor (Joyanes A. L., 2012) en el capítulo sobre “Arquitectura de la Nube: Modelos de servicio y despliegue”, muestra los tipos determinados de servicios que ofrece una plataforma de Cloud Computing, a continuación se muestra los diferentes despliegues de servicios:

2.5.1 Software como servicio (SaaS).

Este modelo es ofrecido hacia el consumidor, donde el carece de gestión y control sobre la infraestructura de red, servidores, sistemas operativos, almacenamiento. El usuario simplemente maneja una interfaz de programa o navega en una interfaz web (por ejemplo, el correo electrónico) que puede ser accesible desde varios dispositivos. El solo tiene acceso a las aplicaciones que el proveedor le conceda con la excepción de las posibles configuraciones que se le personalice y le sea permitido realizar.

2.5.2 Plataforma como servicio (PaaS).

En este modelo se ofrece la capacidad de generar aplicaciones por parte del usuario, pero el proveedor no admite la manipulación de servidores, sistemas operativos o de almacenamiento. Es como un hospedaje de aplicaciones sobre una plataforma. El desarrolla esto utilizando cualquier lenguaje de programación, librerías, servicios y herramientas generadas por el proveedor.

2.5.3 Infraestructura como servicio (IaaS).

Este modelo de servicio permite que el consumidor provea almacenamiento, procesamiento, redes y otros recursos esenciales de computación en el que el consumidor puede desplegar y ejecutar cualquier tipo de software, que además incluye diferentes tipos sistemas operativos o además aplicaciones que sean desarrolladas por el usuario, también

se debe destacar que el usuario no tiene permisos para gestionar o controlar la infraestructura de nube.

En la figura 2 se observa un resumen de los tipos y despliegues de nubes con sus características, en donde se observa la relación que existe entre ellos.

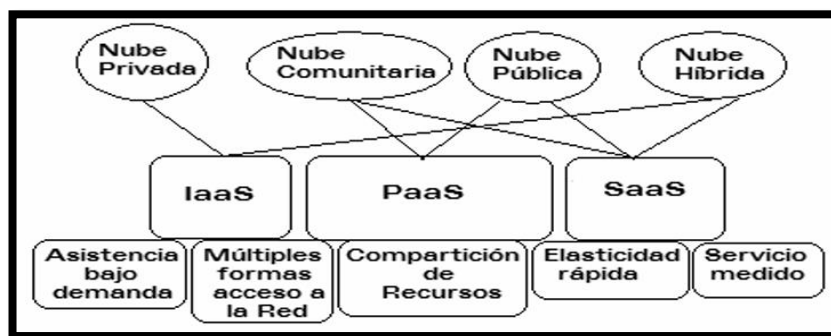


Figura 2. Modelo de despliegue y servicio en la nube
Referencia: (Joyanes A. L., 2012)

2.6 Arquitectura del Cloud Computing

La arquitectura de referencia de Cloud Computing NIST es un modelo conceptual de alto nivel genérico, donde se expresa las funciones que posee cada uno de los grupos que ponen a discusión las características, usos y normas que pueden servir para el proceso de desarrollo de arquitecturas de computación en la nube, en la tabla 3 se resume y muestra los diversos servicios que tiene la nube, el cual tiene por objeto mejorar la comprensión de los requerimientos, utilidad, características y todo lo referente a la computación en la nube, en la figura 3 se muestra un resumen de la arquitectura (Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao & Robert Bohn, 2011).

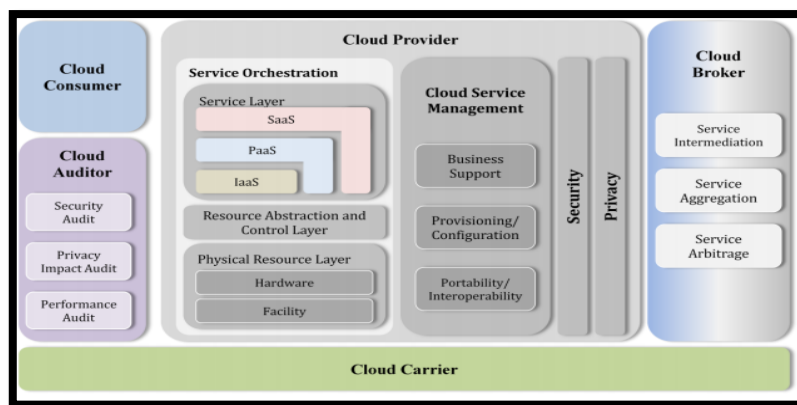


Figura 3. Modelo de referencia conceptual
Referencia: (Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao & Robert Bohn, 2011)

Tabla 2. Componentes arquitectura Cloud
Arquitectura según NIST

Cloud consumidor	Cloud proveedores	Cloud auditor	Cloud soporte	Cloud transporte
Persona u organización que conserva y maneja una relación comercial con el servicio de los proveedores de nube	Da un servicio de cloud a cualquier cliente interesado. Este considera los despliegues de nube como: IaaS, PaaS, SaaS.	Se encarga del cumplimiento de las normas, los procedimientos del sistema de información, el rendimiento y la seguridad de las diferentes aplicaciones de nube.	Realiza la gestión del uso de la nube, el rendimiento que mantiene, y la entrega de los servicios de la nube.	Brinda conectividad y transporte de nubes desde los proveedores de servicios hasta los consumidores. Ofrece acceso de desde cualquiera de dispositivos como ordenadores, portátiles, teléfonos móviles.

Referencia: (Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao & Robert Bohn, 2011).

2.7 Ventajas y desventajas del Cloud Computing

Según los autores (Jorge Lastras Hernansanz, Javier Lázaro Requejo & Jonatan David Mirón García, 2009) sobre los servicios en la nube muestran una serie de ventajas y desventajas, las cuales se detalla si esta solución a través del cloud se adapta mejor dentro de la organización, a continuación en la tabla 3 se detallan estas características:

Tabla 3. Ventajas y desventajas del cloud computing

Ventajas	Desventajas
Costos más bajos, maneja infraestructura virtual, por lo que se enfoca en reducir costos de infraestructura y de administración.	Gran dependencia por parte de los usuarios hacia los proveedores para obtener el almacenamiento masivo de la información en la nube.
Las políticas de backup son más ágiles ya que el uso es mediante máquinas virtuales.	Este servicio debe poseer internet.
Escalabilidad: El crecimiento se puede dar todo según los recursos físicos que se aporten para la virtualización.	Es susceptible a ataques de hackers que pueden ocasionar daños como robo de información.
Aplicaciones virtuales: Diferentes aplicaciones virtuales como servidores de correo, base de datos, centrales de VoIP.	Privacidad, dependiendo del modelo de despliegue, son susceptibles a ser observados por todos.
Facilidad de utilización para el usuario para que sea lo más sencillo de manipular.	Requieren un gran ancho de banda
Administración externalizada de Tecnologías de la Información (TI): La administración de la infraestructura no es visible para el usuario.	

Referencia: (Jorge Lastras Hernansanz, Javier Lázaro Requejo & Jonatan David Mirón García, 2009)

2.8 Conceptos básicos de VoIP

El concepto de voz sobre IP o VoIP radica en la transmisión de voz sobre protocolo IP. Las redes sobre IP fueron diseñadas principalmente para transmitir datos por lo que es una desventaja para la voz ya que tiene grandes problemas de sensibilidad y retardo en la transmisión de la voz y así sean los más mínimos generan problemas. Además en la telefonía IP, para que la transmisión funcione se encuentra involucrada con algunos protocolos de red y de transporte (TCP o UDP), así como algunos protocolos de señalización de la voz (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008).

2.9 Características de VoIP

Según el libro de (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008) muestra algunas características que son importantes conocer las cuales se indican a continuación:

- El tráfico de Voz sobre IP pasa por cualquier red IP, es decir las que se encuentren conectadas a Internet.
- Tiene la tendencia de ofertar bajos precios como proveedores hacia los clientes.
- Con técnicas de calidad de servicio se puede obtener la misma calidad que las llamadas realizadas por la PSTN.
- Se encuentra en expansión en las redes de datos.
- Permite la integración de varios servicios de comunicación.
- La inversión inicial es de bajo costo.
- Se oferta bajos precios a los clientes.

2.10 Protocolos utilizados en telefonía IP

Las redes de datos se rigen a ciertas arquitecturas que se encuentran conformados por capas y donde se encuentran los protocolos que permiten la comunicación. Por lo cual de la misma manera en la telefonía IP maneja un grupo de protocolos, los que se utilizan son protocolo IP, de señalización, de transporte. Se puede apreciar en la figura 4 esta distribución (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008).

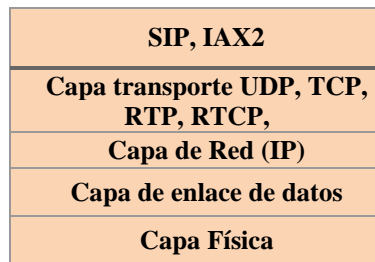


Figura 4. Estructura de los protocolos de telefonía IP
Referencia: (Qinxia, 2007)

2.10.1 Protocolo IP

El protocolo Internet (IP) es parte de la suite de protocolos TCP/IP, es uno de los más utilizados para la interconexión de redes de computadoras que permite la transmisión de datos. Según el modelo TCP/IP este protocolo pertenece a la capa Internet, donde el trabajo que proporciona es de mejor esfuerzo (es decir, es no confiable y no orientado a conexión) para el transporte de datagramas del origen al destino, sin tomar en cuenta el número de máquinas que se encuentran en la red o en otras (Tanebaum, 2003).

Cuando se transmiten datos por Internet estos se fragmentan en bloques de 1500 bytes (basado en Ethernet, todo depende del medio de transmisión) que son unidades más pequeñas que viajan a través del camino, cuando estos llegan al destino se vuelven a reensamblar (Tanebaum, 2003).

2.10.1.1 Formato de la cabecera IP

Versión	IHL	Tipo de Servicio	Longitud Total	
Identificador			Banderas	Desplazamiento del Fragmento
Tiempo de vida	Protocolo		Suma de verificación del encabezado	
Dirección IP Origen				
Dirección IP destino				
Opciones				
Datos				

Figura 5. Formato de la cabecera IP IPv4
Referencia: Elaboración propia adaptación (Tanebaum, 2003)

Según los autores (Tanebaum, 2003) (Stallings, 2004, pag. 611) indican una descripción de los parámetros que compone una cabecera IP, en la figura 5 se puede ver la distribución de los parámetros que la conforman, a continuación se muestra una definición de cada componente:

- **Versión:** Indica que tipo de datagrama IPv4 o IPv6.
- **Longitud de la cabecera Internet (IHL, Internet Header Length) (4 bits):** Es la longitud de la cabecera que tiene un tamaño de 32 bits. El mínimo valor a utilizar es de cinco.
- **Tipo de servicio (8 bits):** Muestra los parámetros de fiabilidad, prioridad, retardo y rendimiento.
- **Longitud total (16 bits):** Es la longitud total del datagrama.
- **Identificador (16 bits):** Es utilizado para identificar de manera única un datagrama. Por lo tanto, debe ser único para la dirección origen del datagrama, la dirección destino y el protocolo usuario durante el tiempo que el datagrama se encuentre en la red.
- **Banderas (3 bits):** El primer bit no se utiliza, luego tiene dos campos:

- **DF (Don't fragment)**, prohíbe la fragmentación cuando el destino es no puede re ensamblar el paquete.
- **MF (More fragment)**, indica que todos los fragmentos excepto el ultimo del datagrama han llegado.
- **Desplazamiento del fragmento (13 bits)**: Indica el lugar donde se asienta el fragmento dentro del datagrama original, con una medida de 64 bits.
- **Tiempo de vida (8 bits)**: Define el tiempo que el datagrama debe permanecer en la red.
- **Protocolo (8 bits)**: Identifica el protocolo de la capa de red inmediata superior lo cual corresponde a la cabecera que se empleará en el paquete luego de la cabecera IP.
- **Suma de comprobación de la cabecera (16 bits)**: Es un código de detección de errores aplicado a la cabecera.
- **Dirección de origen (32 bits)**: Es la dirección desde donde surge el paquete, que especifica la red y el sistema final conectado.
- **Dirección destino (32 bits)**: Similar al campo anterior.
- **Opciones (variable)**: Son opciones que el usuario solicita en él envió de datos.
- **Relleno (variable)**: Es para asegurar que la cabecera tenga un tamaño de 32 bits.
- **Datos (variable)**: Este campo debe tener una longitud múltiplo de 8 bits. La máxima longitud del datagrama más cabecera es de 65.535 octetos.

2.10.2 Protocolos de señalización

Estos protocolos en telefonía IP tienen la función igual que en la telefonía tradicional. Las tareas que realizan son establecer sesión, control de progreso de la llamada. En el modelo

OSI estos protocolos se encuentran en la capa de sesión (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008). Los protocolos de señalización han sido desarrollados por la ITU o el IETF, que se encuentran soportados por Asteriks. A continuación se pueden mencionar:

2.10.2.1 SIP - Protocolo de Inicio de Sesión

El protocolo SIP es una mejora al protocolo H.323 que fue diseñado por la ITU. Este protocolo ofrece una forma más simple y modular para la transmisión de la voz sobre IP, a diferencia del protocolo H.323 que es más complejo de utilizar. Esto se encuentra establecido en el RFC 3261 (Tanebaum, 2003).

Este protocolo es de control de capa aplicación donde realiza ciertas acciones como establecer, modificar y terminar sesiones multimedia (telefonía IP), además puede hacer conferencias multidifusión. Este protocolo funciona con el puerto TCP/UDP 5060. Además para que el proceso de comunicación trabaje se requiere los puertos RTP que van desde el 10000 al 20000 (Tanebaum, 2003) (RFC 3261, 2002).

Este protocolo tiene la función de describir la funcionalidad de cómo establecer llamadas telefónicas a Internet, videoconferencias y otras conexiones multimedia. Puede contener audio, video o datos, pero como anteriormente se dijo solo establece, maneja y termina sesiones. Para el transporte de los datos, se utilizan otros protocolos como TCP o UDP. Cuando se genera el proceso de establecimiento con este protocolo emite ciertos mensajes, en la tabla 4 se describe cada uno de estos (RFC 3261, 2002).

Tabla 4. Tipos de mensaje SIP

Tipo de mensaje	Trabajo que realiza
INVITE	Solicita el inicio de una sesión
ACK	Confirma que se ha iniciado una sesión
BYE	Solicita la terminación de una sesión
OPTIONS	Consulta a un <i>host</i> sobre sus capacidades
CANCEL	Cancela una solicitud pendiente
REGISTER	Informa a un servidor de re-direccionamiento sobre la ubicación actual del usuario

Referencia: (Tanebaum, 2003)

2.10.2.1.1 Proceso de establecimiento de una llamada con protocolo SIP

Según el autor (Anaya, Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix, 2013) indica el proceso de establecimiento de una llamada con el protocolo SIP, el cual se puede apreciar en la figura 6, a continuación se describe este proceso:

- a) El teléfono llamante envía un INVITE, que indica que se requiere que se establezca una llamada con el número de extensión destino. En esto interviene el protocolo TCP/UDP 5060
- b) El teléfono receptor envía una respuesta informativa 100-tratando.
- c) Después este teléfono receptor, empieza a sonar una respuesta 180-sonando.
- d) En el momento en que receptor levanta el teléfono, se envía una el teléfono al que una respuesta 200-OK al teléfono emisor.
- e) El teléfono emisor envía una respuesta con un ACK-confirmado.
- f) Después de haberse pasado este proceso los datos se empiezan a transmitir, utilizando el protocolo RTP que vas desde 10000 a 20000.
- g) Si el usuario receptor cuelga, se envía una solicitud de BYE al teléfono emisor.
- h) El teléfono emisor responde con 200-OK.

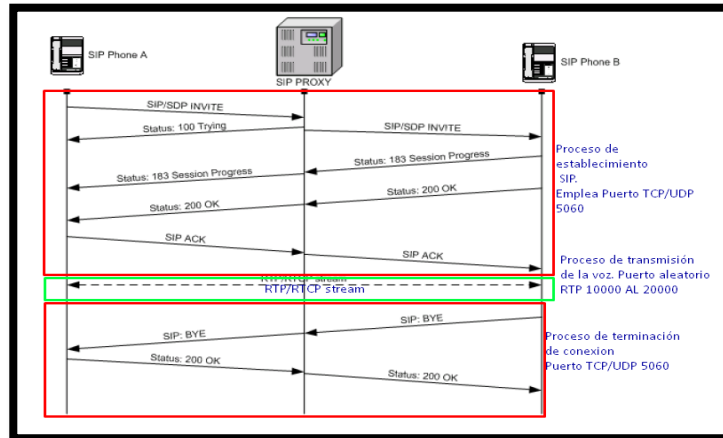


Figura 6. Proceso de establecimiento de llamada con SIP
Referencia: (Anaya, Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix, 2013)

2.10.2.1.2 Tipos de mensajes de respuesta SIP

Según los autores (Andreu, 2011) (Znaty, Dauphin, & Geldwerth, 2005), indica las respuestas conforme a las solicitudes que genera el servidor con respecto al protocolo SIP en lo cual se divide en 6 clases que a continuación en la tabla 5 se describe cada uno de estos:

Tabla 5. Tipos de mensajes SIP

TIPOS DE MENSAJES SIP					
1XX Información	2XX Éxito	3XX Redirección	4XX Error cliente	5XX Error de servidor	6XX Error global
Estos mensajes se reciben cuando la información se ha recibido y está en proceso de alguna acción.	Se recibe este mensaje cuando la petición ha sido recibida y aceptada.	La petición requiere otro proceso, para verificar si se puede realizar.	El requerimiento no puede ser ejecutado por el servidor.	El servidor no puede realizar ningún procesamiento.	El requerimiento no se puede ejecutar por ningún servidor
100 - Intentando	200 - OK- autorización	301 - Movido permanente	401 - No autorizado	500 - Error interno	600 - Ocupados
180 - Sonando		302 - Movido temporalmente	403 - Prohibido		
182 - En cola			404 - No encontrado (usuario)		
			405 - No permitido		
			407 - Requiere autenticación		

Referencia: Elaboración propia basado (Andreu, 2011) (Znaty, Dauphin, & Geldwerth, 2005)

2.10.2.2 IAX - Inter-Asterisk eXchange protocol

Es un protocolo simple robusto diseñado para Asteriks (servidor de telefonía IP), que se encarga del manejo de los flujos de medios más comunes. Este es diseñado en especial para el manejo de VoIP, con la finalidad de reducir los gastos del consumo de ancho de banda. Este protocolo se encarga de que la VoIP sea más eficiente, es decir los protocolos que intervienen consideren los detalles de descripción, transporte de un punto a otro. La versión que actualmente se emplea es la IAX2 (RFC 5456, 2010).

Este protocolo es de código abierto desarrollado por Asterisk Private Branch Exchange (PBX). IAX emplea un tipo de codificación que hace que se reduzca el consumo de ancho de banda lo cual es muy adecuado para el servicio de telefonía IP a través de internet, ya que realiza un tipo de multiplexación en un único puerto UDP que reduce el flujo de datos. Este protocolo tiene la gran ventaja de viajar la información de señalización y datos es más transparente a routers y firewalls, por lo que viaja la información sin ningún inconveniente (RFC 5456, 2010).

2.10.2.2.1 Proceso de establecimiento de una llamada con el protocolo IAX

Este protocolo utiliza un único puerto para la comunicación entre puntos finales que es 4569. El tráfico de voz es transmitido en in band, es decir que se va a realizar un control dentro de la misma banda por donde se transmite los datos, la ventaja de estos dispositivos es que es casi transparente para el cortafuego. Lo que lo hace eficaz para trabajar dentro de una red. Otra de las ventajas de este protocolo es que maneja trunking, donde por un simple

enlace se envía datos por múltiples canales por lo que puede generar múltiples llamadas sin generar latencia otro, en la figura 7 se puede observar este proceso de establecimiento de llamada (ElastixTech, s.f.).

- a) Se inicia el proceso de negociación de establecimiento de conexión entre el terminal A y B.
- b) Se empieza la transmisión de frame M y F en ambos sentidos. Las frames M son mini frames que tienen utilidad de reducir el ancho de banda, la cabecera es de 4 bytes. Las frames F en cambio contienen información de sincronización.
- c) Finalmente el terminal B empieza el cierre de conexión.

Para todo este proceso se emplea únicamente el puerto UDP 4569.

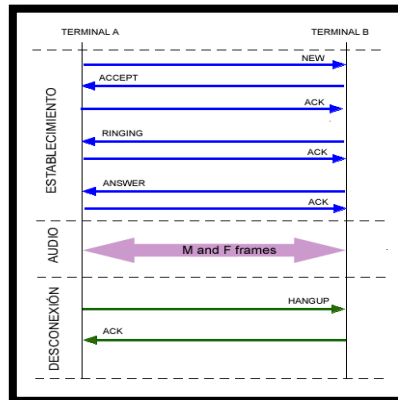


Figura 7. Proceso de establecimiento de conexión IAX2
Referencia: (ElastixTech, s.f.)

2.10.2.3 H.323

Es un conjunto de estándares determinado por ITU-T, la función es proveer una excelente comunicación en los servicios multimedia a través del internet. Este protocolo es

reemplazado por SIP. Los equipos antiguos manejaban este tipo de estándar. Este protocolo admite la transmisión de video y audio en tiempo real a través de una red de paquetes. Los primeros servicios de VoIP utilizaban este protocolo, y es de gran importancia conocer este protocolo (Servicios profesionales en Web, 2006).

Los aspectos que describe en esta recomendación son describir el tipo de componentes de un sistema H.323. En lo cual incluye equipos terminales para realizar las comunicaciones multimedia, los controladores multipunto, procesadores multipunto y control multipunto (Servicios profesionales en Web, 2006).

2.10.3 Protocolos de transporte

Los protocolos de transporte que intervienen en VoIP son TCP y UDP, en un aspecto general de la red de comunicación y mas no por el servicio que se esté transmitiendo, por lo cual se tiene el protocolo RTP y el RTCP que son propiamente diseñados para el transporte de la voz. Este protocolo tiene la función simple de realizar la transportación de la voz tratando de obtener el menor número de retardos posibles (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008).

2.10.3.1 TCP - Transmission Control Protocol

El protocolo TCP es orientado a conexión, altamente fiable para la comunicación de host a host. Este protocolo muestra un medio para abordar los TCP de origen y destino en

diferentes redes a través de los segmentos TCP con los cuales se logran el transporte y la de paquetes a través de múltiples redes y pasarelas de interconexión (RFC 793, 1981).

Actualmente la mayoría de aplicaciones usan este protocolo de transporte, provee una conexión fiable para realizar la transferencia de datos. La unidad de datos de protocolo (PDU) que maneja este protocolo se denomina segmento, el cual se encuentra estructurado por el puerto origen y destino. Este protocolo se encarga de que la comunicación tenga un flujo regular de segmentos y en el caso de algún fallo recuperarlos (Stallings, 2004).

2.10.3.1.1 Formato de la cabecera TCP

Según el autor (Stallings, 2004) indica que la unidad de datos del protocolo TCP se llama segmento. El cual tiene una longitud mínima de 20 octetos. En la figura 8 se indica la distribución de esta trama. Los campos de los que consta son:

- **Puerto origen:** longitud de 16 bits.
- **Puerto destino:** longitud de 16 bits.
- **Número de secuencia:** Es el número de secuencia del primer octeto de datos, tiene una longitud de 32 bits.
- **Número de confirmación:** Contiene el número de secuencia del consiguiente octeto que espera recibir la entidad TCP. Tiene una longitud de 32 bits.
- **Longitud de la cabecera:** Es el número de palabras de 32 bits de la cabecera.
- **Reservado:** Son bits reservados para casos futuros. Tiene una longitud de 6 bits.
- **Indicadores (6 bits):**

- **URG:** Campo de puntero urgente válido.
 - **ACK:** Campo de confirmación válido.
 - **PSH:** Función de forzado.
 - **RST:** Reiniciar la conexión.
 - **SYN:** Sincronización de los números de secuencia.
 - **FIN:** Fin del envío de datos.
- **Ventana:** Realiza el control de flujo, tiene una longitud de 16 bits. Contiene el número de octetos de datos, además incluye el número de secuencia que indica en el campo de confirmación que el emisor está preparado para recibir.
 - **Suma de comprobación:** Es la suma modular complemento de todas las palabras de 16 bits del segmento más una pseudocabecera, que sirve de comprobación, tiene una longitud de 16 bits.
 - **Puntero urgente:** Contiene el último número de secuencia del octeto de datos urgentes con el que se suma al número de secuencia del segmento. Tiene la función de indicar al receptor la cantidad de datos urgentes que llegan. Tamaño de 16 bits.
 - **Opciones (Variable):** Especifica la longitud máxima de segmento que será aceptada.

Puerto Origen								Puerto destino														
Nº de acuse de recibo																						
Nº de secuencia																						
Posición de Datos	Re	U	A	P	R	S	F	Ventana														
	serva	R	C	S	S	Y	Y															
do	G	K	H	T	N	N	Suma de control								Puntero Urgente							
Opciones								Relleno														
Datos																						

Figura 8. Formato de la cabecera TCP
Referencia: Adaptación propia (Stallings, 2004)

2.10.3.2 UDP - User Datagram Protocol

Es un protocolo no confiable que permite la comunicación entre un entorno conjunto de computadores para una comunicación no orientada a conexión para las aplicaciones que no deseen una secuencia de flujo. Este se orienta a la entrega de la información y más no a garantizar que todos los paquetes lleguen a diferencia del protocolo TCP que requiere que una entrega fiable y ordenada de los paquetes (Tanenbaum, 2003).

Este realiza consultas únicas de solicitud/respuesta del tipo cliente/servidor, lo cual las aplicaciones que se emplean son las que hacen la entrega precisa como la transmisión de voz y video. Además proporciona una forma en la cual las aplicaciones realicen el envío de datagramas IP encapsulados sin tener que establecer una conexión. Este protocolo se describe en el RFC 768, en la figura 9 indica el formato del encabezado UDP (Tanenbaum, 2003).

2.10.3.2.1 Formato del encabezado UDP

Puerto de Origen	Puerto de Destino
Longitud UDP	Suma de verificación de UDP

Figura 9. Formato de la cabecera UDP
Referencia: (Tanenbaum, 2003)

- **Puerto de Origen:** Indica el puerto del emisor. Es opcional si no se impone este valor se asigna con un valor igual a cero.
- **Puerto de Destino:** Enseña el puerto del destino.

- **Longitud UDP:** Representa el tamaño en octetos de este datagrama de usuario, donde además incluye la cabecera y los datos. El valor mínimo es 8 bytes.
- **Suma de verificación (Checksum):** Tiene un tamaño de 16 bits que corresponde a la suma de los complementos. Es la combinación de una pseudo-cabecera que contiene datos de la cabecera IP, dirección IP origen y destino, protocolo UDP y los datos, donde además al final es rellenada con valores de octetos de cero (RFC-768, 1980).

2.10.3.3 RTP - Real-Time Transport Protocol

Este protocolo de transporte que es empleado para las transmisiones en tiempo real conjuntamente con el protocolo UDP/IP, se utiliza para el manejo de servicios en tiempo real, donde realiza la identificación del payload, numeración de secuencia, permite monitoreo, entre otros. Asimismo trabaja con el protocolo RTCP para entregar un reporte del rendimiento de la calidad de la transmisión. También posee funciones de sincronización entre los extremos origen y destino con la finalidad de reducir los retardos (Servicios profesionales en Web, 2006).

El encabezado de este protocolo se puede emplear para comprimir archivo que viajen a través de la red. El principal objetivo de este protocolo es de garantizar QoS para los servicios que se utilizan en tiempo real. Este protocolo se encuentra definido en el RFC-1889. Asimismo este protocolo trabaja también conjuntamente con los protocolos de aplicación para video y voz H.320/323 para las comunicaciones multimedia. Igualmente

trabaja con RSVP para hacer una administración del ancho de banda (Servicios profesionales en Web, 2006).

Las técnicas que utiliza para la priorización de tráfico, como el mecanismo para la recepción de paquetes para que el destino identifique el tipo de *Payload* o carga útil. Otro mecanismo de identificación de priorización de tráfico es el uso de algoritmos como el WFQ, el cual emplea un modelo de multiplexación TDM para realizar la distribución del ancho de banda entre clientes. Los clientes tienen un intervalo de tiempo asignado a cada uno en un Round-Robin, que consiste en seguir un orden específico en el cual deben esperar cada uno el turno que le corresponde. En la figura 10 se encuentra el formato de la cabecera RTP (Servicios profesionales en Web, 2006).

2.10.3.3.1 Formato de la cabecera RTP

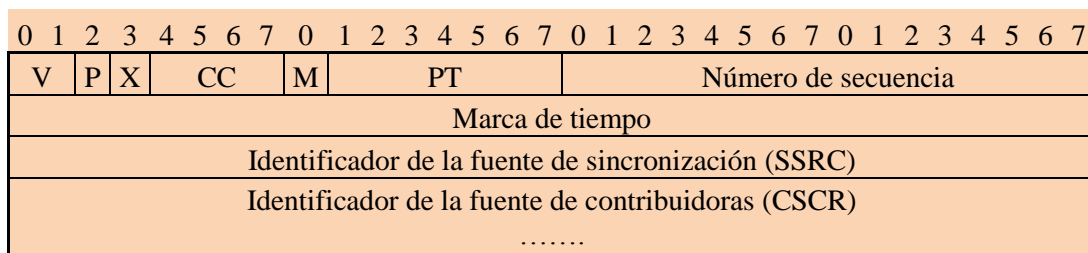


Figura 10. Formato de la cabecera RTP
Referencia: (Boquera, Servicios avanzados de telecomunicaciones, 2003)

- **Versión (V):** Muestra la versión RTP. La versión actual es la 2. El tamaño es de 2 bits.

- **Relleno (P):** Sirve para identificar si el paquete contiene o no rellenos adicionales a los datos. Este tamaño puede ser de gran utilidad para los algoritmos que requieren la identificación del tamaño fijo del bloque. Con un tamaño de 1 bit
- **Extensión (X):** Tiene un tamaño de 1 bit. Si se encuentra activado indica que solo se debe llevar una extensión.
- **Identificador de las fuentes contribuidoras CSRC (CC):** Tiene un tamaño de 4 bits. Este campo contiene el número de identificadores de fuentes.
- **Marcador (M):** La identificación de este depende del perfil.
- **Tipo de carga útil (Payload):** Identifica el formato de la carga útil que se están enviando por RTP. Tiene un tamaño de 7 bits.
- **Número de secuencia:** Este número se incrementa con forme se va transmitiendo paquetes RTP, el cual aprueba al receptor identificar paquetes perdidos, y llevar la secuencia sin desordenes. El valor inicial no tiene orden específico para evitar ataques de los paquetes cifrados. Tiene un tamaño de 16 bits (Boquera, Servicios Avanzados de Telecomunicaciones, 2003).
- **Marca de tiempo:** Tiene un tamaño de 32 bits. Indica el muestreo del primer octeto de los datos que se transporta en RTP. Para el muestreo se deriva de un reloj que se incrementa en el tiempo, para lo cual permite cálculos de sincronización y fluctuaciones entre intervalos de llegada de los paquetes.
- **Identificador de la fuente de sincronización (SSRC):** Este se utiliza de manera aleatoria para que las dos fuentes de sincronización no tengan el mismo identificador en una sesión RTP. Tiene un tamaño de 32 bits.
- **Lista de fuentes contribuidoras (CSRC):** Indica las fuentes de sincronización que han contribuido a la carga útil del paquete. Puede ser de 0 a 15 elementos. Tiene un tamaño de 32 bits (Ordinas, y otros, 2008).

2.10.3.4 RTCP - Real-Time Control Protocol

El protocolo RTCP es un complemento de RTP, el cual envía datos de control en la comunicación entre dispositivos finales para intercambiar datos y además al mismo tiempo monitorea la calidad de servicio, con lo cual se consigue información acerca de los participantes que se encuentran en la sesión (Ordinas, y otros, 2008).

RTCP básicamente transmite periódicamente paquetes de control entre el emisor y receptor empleando el mismo mecanismo RTP de distribución de paquetes de datos. La función fundamental de RTCP es de dar realimentación de la calidad de servicio, es algo similar a un control de congestión y flujo de datos, pero no transporta ningún tipo de datos. Los tipos de información que puede transportar un paquete RTCP se describe a continuación en la tabla 6 (Ordinas, y otros, 2008):

Tabla 6. Tipos de mensajes RTCP

Tipos de mensajes RTCP	Definición
Send report (SR)	Para emisión y recepción estadísticas desde los emisores que son activos.
Receiver Report (RR)	Para recibir estadísticas de los emisores no activos.
Source Description (SDES)	Indica un identificador de nivel de transporte denominado CNAME (Canonical Name).
Bye	Indica el final de la participación.
Application (APP)	Indica aplicaciones específicas.

Referencia: Adaptación propia (Ordinas, y otros, 2008)

2.10.4 Codificación de la Voz para telefonía IP

Para la comunicación por VoIP se pudo observar que se requieren algunos protocolos como SIP, IAX y otros como RTP o RTCP. Los códecs ayudan a que la información se transmita de manera óptima y no se desperdicien recursos de red. (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008).

2.10.4.1 Codecs

El significado de *códec* proviene de abreviar las palabras **C**odificación y **D**ecodificación. La función principal que desempeñan es de adaptar la información analógica en información digital de la voz para obtener algún beneficio. Algunos de los beneficios que ofrece es la comprensión de la voz con lo cual se utiliza menos ancho de banda (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008). Los códecs que soporta Asteriks y que se utilizan usualmente para las comunicaciones de VoIP, se pueden apreciar en la tabla 7 algunos códecs:

Tabla 7. Códecs para telefonía IP

Códec	Ancho de Banda	Codificación	Requiere Licencia
G.711	64 Kbps	Mediante PCM (Modulación por Impulsos Codificados)	No
G.722	64 Kbps	Codificador de audio.	No
G.723	5.3 o 6.3 Kbps	Codificador de velocidad dual para archivos multimedia	No
G.726	16,24,32 o 40 Kbps	Mediante variante de PCM	No
G.729A	8 Kbps	Mediante código algebraico	Sí
GSM	13 Kbps	GSMK	No

Referencia: (José & Eduardo, 2014) (Pérez, 2014)

2.10.4.1.1 G.711

- Este es uno de los códecs más utilizados proviene de un estándar ITU-T fue desarrollado en el año de 1972.
- Para este estándar vienen dos métodos principales el u-law, utilizado en Estados Unidos y Japón y a-law utilizado en Europa y el resto del mundo (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008).
- Utiliza mayor ancho de banda. Realiza un muestreo de 8 bits a 8Khz por lo cual utiliza un flujo de datos de 64kbit/s.
- Este es el *códec más* recomendado para redes LAN.
- Este códec no realiza la compresión del paquete.
- Elastix si tiene habilitado el soporte para este códec.
- No requiere licencia, por lo que es utilizado por los dispositivos de VoIP.
- El tipo de codificación que efectúa es mediante la conversión analógica digital o modulación por impulsos codificados (PCM). Esto lo realiza en tres pasos: Muestreo, cuantificación, codificación

2.10.4.1.2 G.722

- Es un códec estándar de IUT-T desarrollado en 1998.
- Produce una mejor calidad de la voz, similar al códec G.711.
- La patente de este códec es de libre acceso.
- Si los dispositivos admiten este tipo de códec, ofrece gran calidad de audio.
- Tiene velocidades binarias de 64Kbps.

- No requiere licencia para su utilización (Pérez, 2014).

2.10.4.1.3 G.723

- Se puede utilizar para comprimir la voz u otras señales audio componentes de servicios multimedia a velocidad binaria muy baja.
- La principal aplicación considerada fue la telefonía visual a velocidad binaria muy baja como parte de la familia general de normas H.324.
- Tiene una velocidad binaria de 5,3 y 6,3 kbit/s. La velocidad más alta tiene mucha mejor calidad. La velocidad más baja da una buena calidad y proporciona a los diseñadores de sistema más flexibilidad.
- Tiene un retardo de compresión de la trama en ambas velocidades de 30 ms.
- El códec se optimizó de forma que represente la voz con gran calidad a las velocidades mencionadas y con una complejidad restringida.
- Con este códec se pueden comprimir y descomprimir, aunque la música y otras señales audio no tienen la misma calidad.
- Este códec no es recomendado para VoIP (UIT, 2005).

2.10.4.1.4 G.726

- Este códec reemplazo al obsoleto G.721, por lo que es uno de los códecs comprimidos originales.
- Conocido como Adaptive Differential Pulse-Code Modulation (ADPCM), puede correr con diferentes velocidades como: 16 Kbps, 24Kbps y 32 Kbps.

- Es similar a G.711, la diferencia que utiliza la mitad del ancho de banda. (Pérez, 2014).

2.10.4.1.5 G.729

- Esta es una recomendación ITU, es un algoritmo de compresión de voz y video con una alta compresión.
- Tiene un bajo consumo de ancho de banda y es por eso que es atractivo para comunicaciones por Internet.
- Su alta compresión no deteriora la calidad de voz, es por eso que es ampliamente utilizado por los fabricantes de productos de VoIP (Telecommunication Standardization Sector of ITU, 2012).
- Comprime audio de voz en tramas de voz de 10 ms que corresponde a 80 muestras a una tasa de muestreo de 8000 muestras por segundo. Es decir utiliza 8kbit/s por cada canal.
- En comparación con el otro códec G.711 se observa que tiene un consume 8 veces menos ancho de banda, por lo cual es un ahorro significativo de recursos.
- En Elastix para utilizar este códec se requiere comprar una licencia por cada canal.

2.10.4.1.6 GSM

- Este códec tiene relación con el estándar de comunicaciones de celulares, lo define la tecnología celular GSM (Global System for Mobile communications).

- Una de las grandes ventajas de este códec es su compresión. GSM comprime aproximadamente a 13kbit/s y ya viene habilitado en Elastix (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008).
- No requiere licencia.
- Usa el tipo de compresión RPE-LTP.
- Ofrece un buen rendimiento con respecto al uso del CPU.
- Usa una técnica de transmisión TDMA y modulación GSMK.

2.11 Dimensionamiento de sistemas telefónicos

2.11.1 Factores que afectan el ancho de banda

Los factores que influyen en el ancho de banda surgen por algunos problemas que radican como la mala distribución del ancho de banda, saturación de tráfico, velocidad del paquete, tamaño del empaquetamiento, sobre carga de la cabecera IP y la capa de enlace. Por lo que se generan ciertos problemas cuando se configuran los equipos, como consecuencia se observa que tienen un recurso limitado de ancho de banda, por lo tanto los resultados son bajas velocidades de transmisión (Gerometta, s.f.).

Este problema agudiza las comunicaciones a través de internet. Lo recomendable es utilizar diferentes técnicas para ayudar a la distribución del ancho de banda como calidad de servicio (QoS), teoría de colas, prioridad y marcaje, para que la calidad de la voz sea más eficiente. Por lo que es recomendable realizar el cálculo del ancho de banda para cada

llamada, con el número de llamadas concurrentes y el códec de compresión (Gerometta, s.f.).

2.11.2 Flujo de tráfico

En las comunicaciones que se emplean las redes Voz sobre IP, se tienen herramientas que ayudan a dimensionar estos sistemas de telefonía IP, y es bastante importante para asignar recursos de una manera adecuada. La unidad que ayuda a medir la intensidad de tráfico es el Erlang, que se encarga de informar cuando está o no ocupado un recurso de red (Marcano, s.f.).

2.11.3 Cálculo de troncales

En telefonía IP es necesario efectuar el cálculo del número de troncales con la finalidad de transportar un número específico de llamadas en un periodo de tiempo. Para realizar el cálculo del número de troncales para qué soporte el tráfico la telefonía IP se realizará a través del modelo de Erlang B, ya que estos cálculos son complejos y en el cual ya se tienen establecidos estos valores (Marcano, s.f.).

2.11.3.1 Grado de servicio (GoS)

Es un valor de optimización en las redes telefónicas para ver la probabilidad de bloqueo, es decir ver cuando llega una llamada o si todas las líneas de troncales están ocupadas. El

valor del grado de servicio aceptable debe ser menor a 1% de bloqueo en hora pico (Marcano, s.f.).

2.11.3.2 Erlang B

Este modelo Erlang B es ampliamente usado en el diseño de redes, sus resultados se encuentran resaltados en sus tablas ya tabuladas, estos valores permiten conocer el tráfico en Erlangs y el grado de servicio o la probabilidad de bloqueo de una llamada. El cálculo es a través de la probabilidad de Poisson (Marcano, s.f.).

2.12 Problemas que afectan la calidad de la voz en telefonía IP

2.12.1 Jitter

Es un efecto producido en las redes de datos cuando se llegan a un destino en diferentes tiempos y se producen retardos, lo cual afecta la calidad de las llamadas tanto para audio como video. Es uno de los factores muy críticos que afectan las comunicaciones en tiempo real (como VoIP). Básicamente es definida como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, la cual es causada por tráfico de red o también por los diferentes caminos que siguen los paquetes para llegar al destino (Lechtaler & Ricardo, 2013).

Este efecto es producido técnicamente en las redes no orientadas a conexión. Los valores que se recomienda que se deben tener son inferiores a 100 ms. Lo cual indica que es un valor que puede ser compensado (José & Eduardo, 2014).

2.12.2 Latencia o Retardo

Este problema es generado cuando se generan largos periodos de tiempo en llegar los paquetes al destino, este es un problema de las redes de telecomunicaciones, no en general de las comunicaciones de VoIP. La latencia en VoIP se define básicamente como el tiempo que tarda el paquete en llegar al destino. Las comunicaciones que son en tiempo real, son susceptibles a este efecto (José & Eduardo, 2014).

Los valores que se recomiendan que debe tener un retardo es de 150 ms. Las soluciones para corregir esto pueden ser los equipos, por tal motivo se podría optar por un equipo con mejores características de funcionalidad. Otro método que se utilizaría es asignar un mayor ancho de banda para estas comunicaciones, establecer políticas de QoS o dar prioridad de tráfico (José & Eduardo, 2014).

2.12.3 Pérdida de paquetes

Las aplicaciones de tiempo real se encuentran basadas en el protocolo de transporte UDP, lo cual indica que se encuentran no orientadas a conexión, por lo que si produce una pérdida de un paquete este no se reenvía. En el caso de la voz esta es bastante predictiva y si se

pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. El problema surge cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas. Por lo tanto se debe considerar el tipo de códec para obtener un nivel de comprensión óptimo (José & Eduardo, 2014).

El valor recomendable es de 1% de pérdida de paquetes en una comunicación. Este nivel de pérdida se produce por el tipo de códec que se utilice. Las posibles soluciones para evitar la pérdida de paquetes, es evitar transmitir los silencios, debido a que en una conversación el nivel de silencios se dan a cada momento. Con lo cual se evitará la congestión (José & Eduardo, 2014).

2.12.4 Ancho de banda insuficiente

En las comunicaciones el ancho de banda es limitado por lo cual se debe optimizar y conseguir que sea constante con independencia del estado de otras conexiones, ya que para el uso de las aplicaciones y servicios web. El ancho de banda se define técnicamente como la cantidad de datos que pueden ser transmitidos por un medio de transmisión. Este se encuentra en bits por segundo (José & Eduardo, 2014).

En el caso de las aplicaciones de VoIP se optaría por aumentar el ancho de banda, realizar una clasificación del tráfico de red o utilizar un códec que emplee menos ancho de banda (José & Eduardo, 2014).

2.12.5 ECO

Este efecto se produce cuando se escuchan retardos de la señal original y se refleja hacia el oído humano, el retardo que el eco produce con respecto a la señal original es equivalente o superior a 10 milisegundos, por lo que el oído humano es capaz de detectarlo. Para solucionarlo se pueden utilizar dispositivos canceladores de eco que aumentan el tiempo de procesamiento de las señales (José & Eduardo, 2014).

2.13 Elementos de VoIP

2.13.1 ATA (Adaptador de teléfonos analógicos)

Este dispositivo permite la adaptación de los teléfonos tradicionales a la red de datos. En el cual tiene el comportamiento como de un equipo terminal.

2.13.2 Terminales

Estos son los dispositivos que se emplean para que los usuarios puedan comunicarse. Los cuales realizan las funciones de teléfonos tradicionales. En la tabla 8 se destacan algunos de estos.

Tabla 8. Tipos de terminales IP

Tipos de terminales		
USB	IP	Software
Estos requieren la conexión a un puerto USB, el cual debe estar conectado a una red de datos. En el ordenador se debe instalar el controlador del dispositivo.	Se conectan directamente a la red de datos, disponen de un conector RJ45. Estos terminales requieren de alimentación eléctrica o también puede mediante la red Ethernet que emplean la tecnología PoE (Power Over Ethernet), que son dispositivos que proveen suministro eléctrico a los dispositivos.	Desarrollados para ser instalados sobre ordenadores o dispositivos móviles, los cuales simulan ser un terminal IP. Hay algunos tipos como los softphone, diseñados para ser instalado en el dispositivo. La mayoría son software de libre distribución

Referencia: (José & Eduardo, 2014)

2.13.3 Gateway o pasarelas VoIP

La función de un Gateway radica en permitir conectarse con otras redes, generalmente que sean de uso público. De manera transparente se encargan de conectar las redes VoIP con las redes de telefonía tradicional (Gil, 2007).

2.13.4 Gatekeepers

Estas son centralizadas en las redes VoIP, debido a que efectúan algunas tareas para los servicios de VoIP los cuales se realiza un control mediante autenticación y control de ingreso o el verificar el uso del ancho de banda para tomar un control de los usuarios, entre otros servicios como facturación y temporización (Gil, 2007).

2.14 Tipos de software para telefonía IP

2.14.1 Elastix

Elastix es un software de código abierto que se ha establecido para las comunicaciones unificadas. El objetivo que se han establecido es brindar alternativas de comunicación, para nivel empresarial como una solución única. El inicio de esto proyecto se dio como una interfaz de informe de llamadas de Asteriks el cual fue lanzado en marzo de 2006 por la empresa Ecuatoriana PaloSanto Solutions (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, 2008).

Este software tiene la solución de instalar Asterisk iniciando desde la instalación del sistema operativo sobre un servidor donde después se puede agregar otras funcionalidades, otra característica que tiene es administrar a través de la interfaz gráfica que permite una manera más fácil de hacer las configuraciones básicas (Anaya, Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix, 2013).

Actualmente en su portal de descarga tiene las versiones Elastix 2.5.0, Elastix MT y la Elastix 4.0.0. Además maneja una versión para micro dispositivos Elastix para ARM versión estable 2.4.0. Elastix, ofrece una alternativa para comunicaciones para que las comunicaciones en un entorno empresarial sean más eficientes y productivas.

2.14.1.1 Características de Elastix

Según el autor (Anaya, Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix, 2013) indica que Elastix ofrece un entorno eficiente en las organizaciones para centralizar su negocio, entre las características básicas de Elastix se tiene:

- Correo de voz
- Fax a correo electrónico
- Soporte para softphones
- Interfaz de configuración Web
- Salas de conferencias virtuales
- Grabación de llamadas
- Interconexión de PBX
- Identificador de llamadas
- Licenciamiento en Elastix de código abierto distribuida bajo licencia GPLv2.
- Elastix no tiene costo con relación al licenciamiento o funcionalidad.

2.14.1.1.1 VoIP PBX

Según el autor (Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix, 2008), indica las características más relevantes del servicio de VoIP en el que indica que tiene varias funciones como las que se puede observar a continuación:

- Grabación de llamadas con interface vía Web

- Voicemails con soporte para notificaciones por email
- IVR configurable y bastante flexible
- Soporte para sintetización de voz
- Herramienta para crear lotes de extensiones lo cual facilita instalaciones nuevas
- Cancelador de eco integrado
- Provisionador de teléfonos vía Web. Esto permite instalar numerosos teléfonos en muy corto tiempo.
- Soporte para Video-fonos
- Interface de detección de hardware de telefonía
- Servidor DHCP para asignación dinámica de IPs a IP-Phones
- Panel de operador. Desde donde el operador puede ver toda la actividad telefónica de manera gráfica y realizar sencillas acciones drag-n-drop como transferencias, parqueos, etc.
- Parqueo de llamadas
- Reporte de detalle de llamadas (CDRs) con soporte para búsquedas por fecha, extensión y otros criterios.
- Tarifación con reportación de consumo por destino
- Reporte de uso de canales por tecnología (SIP, IAX, Local, H323)
- Soporte para colas de llamadas
- Centro de conferencias. Desde donde se puede programar conferencias estáticas o temporales.
- Soporta protocolo SIP, IAX, H323, MGCP, SKINNY entre otros.
- Codecs soportados: ADPCM, G.711 (A-Law & μ -Law), G.722, G.723.1 (pass through), G.726, G.729 (si se compra licencia comercial), GSM, iLBC.
- Soporte para interfaces análogas FXS/FXO

- Soporte para interfaces digitales E1/T1/J1 a través de protocolos PRI/BRI/R2
- Soporte para interfaces bluetooth para celulares (canal chan_mobile)
- Identificación de llamadas
- Troncalización
- Rutas entrantes y salientes las cuales se pueden configurar por coincidencia de patrones de marcado lo cual da mucha flexibilidad.
- Soporte para *follow-me*
- Soporte para grupos de ringado
- Soporte para *paging* e *intercom*. El modelo de teléfono debe soportar también esta característica
- Soporte para condiciones de tiempo. Es decir que la central se comporte de un modo diferente dependiendo del horario.
- Soporte para PINes de seguridad
- Soporte *Callback*
- Editor Web de archivos de configuración de Asterisk
- Acceso interactivo desde el Web a la consola de Asterisk.

2.14.1.2 Funcionalidades de Elastix

Elastix corre sobre CentOS como sistema operativo y actualmente su versión más estable es Elastix 2.5.0. Tiene la funcionalidad de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un solo paquete los siguientes servicios los cuales son: Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea,

Correo electrónico. En la figura 11 se observa cómo se encuentran relacionados estos servicios (Anaya, Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix, 2013)

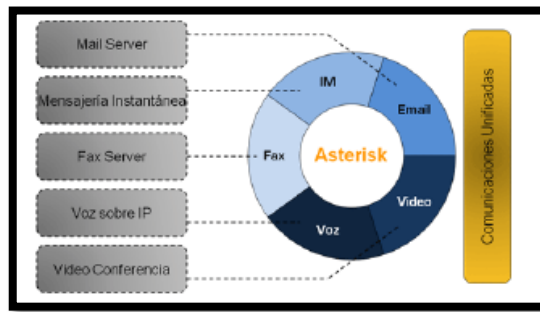


Figura 11. Comunicaciones Unificadas Elastix
(Anaya, Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix, 2013)

2.14.2 Asteriks

Asteriks es un software de central telefónica bajo licencia libre para voz sobre IP de Dominio Público (Open Software). Fue desarrollado por Mark Spencer en el año de 1999 por parte de la empresa Digium, empresa dedicada al desarrollo de software para comunicaciones y telefonía. Fue entregada a la comunidad bajo licenciamiento libre después lo cual ha recibido varias colaboraciones de parte de otros desarrolladores y empresas (Comunidad de usuarios de Asterisk en español, 2015).

Es una central telefónica que tiene bastantes características óptimas para el desarrollo de centrales telefónicas (PBXs). Asterisk es una aplicación para controlar y gestionar comunicaciones de cualquier tipo, ya sean analógicas, digitales o VoIP mediante todos los protocolos VoIP que implementa.

Uno de los software más importante que han usado las funcionalidades de Asteriks es Elastix quien ofrece la mayoría de hardware telefónico compatible con Asteriks. En la actualidad tienen más de un millón de sistemas de comunicaciones basados en Asterisk, en más de 170 países (Comunidad de usuarios de Asterisk en español, 2015).

2.14.2.1 Características de Asteriks

Según el auto (Casanova, 2007) indica las características que tiene el software Asterisk para el servicio de telefonía IP, entre las que se indican a continuación:

- Asterisk es un integrador de servicios de telefonía.
- Soporta protocolos SIP, IAX, H.323 y MGCP, y soporta los estándares de telefonía de Europa y Estados Unidos.
- Permite disponer de mensajes de bienvenida, buzones de voz para mensajes, colas de espera, menús interactivos a través del teclado del teléfono (IVR), multiconferencia, parking de llamadas, y mucho más (Anaya, Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix, 2013).
- Es una plataforma basada en Open Source.
- Es un proyecto de plataforma abierta el cual se encuentra está diseñado para la integración y unificación de los sistemas de comunicaciones.
- Tiene característica de buzón de voz, también tiene conferencia de llamadas.
- Para conectar los teléfonos tradicionales a las centrales de Linux ejecutando Asterisk se emplean las tarjetas PCI que ofrece la firma Digium, que ofrece conectar teléfonos analógicos o digitales a las centrales.

2.14.2.2 Funcionalidad de Asteriks

Según el autor (Anaya, Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix, 2013) indica que tiene las siguientes funcionalidades para el servicio de telefonía IP entre las que se puede observar:

- Contestación Automática de llamadas
- Transferencia de Llamadas
- Opción de No Molestar
- Parqueo de Llamadas
- Contestación de una llamada a una extensión remota
- Monitoreo y Grabación de Llamadas
- Voicemail
- Conferencias
- Reportación de Llamadas
- Colas de atención
- Llamada en espera
- Identificador de Llamante
- Bloqueo por llamante identificado
- Recepción de Fax
- Listado Interactivo del directorio de extensiones
- Interactive Voice Response (IVR)
- Música en espera
- Manejo de comportamiento por tiempo (Time Conditions)
- Follow me

2.14.3 FreePBX

FreePBX es software de código abierto que se basa en interfaz gráfica de usuario (GUI), con el cual controla y gestiona Asterisk (PBX). Se encuentra licenciado bajo software libre (licencia de código abierto). Este software se lo puede instalar de manera manual ya que el Sistema Operativo cuenta con las configuraciones ya establecidas donde incluye Asterisk, la interfaz gráfica de FreePBX (Schmooze Com, 2013).

El inicio de este proyecto fue en el año 2008 con la empresa Schmooze Com, Inc, dedicada al desarrollo de servicios de comunicaciones. En febrero de 2013 se establece la formación de FreePBX Distro, que fue adquirido por la empresa Schmooze Com Inc, debido a la asociación entre FreePBX y Schmooze se obtuvieron grandes progresos en comunicaciones (Schmooze Com, 2013).

Esta comunidad se dedica a realizar trabajos en software de telefonía para realizar la administración de una manera más fácil. Este proyecto se encuentra desplegado en más de 200 países. Se encuentra patrocinado por Sangoma Technologies, empresa dedicada a la innovación tecnológica en comunicaciones IP. El objetivo de esta empresa es proporcionar a las personas un potente sistema de teléfono, que se fácil de utilizar (FreePBX, 2014).

2.14.3.1 Características de FreePBX

Según la plataforma (FreePBX, 2009) muestra las principales características más importantes del servicio de telefonía IP, se puede observar a continuación:

- Las rutas de salida permiten comunicación de los puntos finales específicos, de larga distancia local o rutas costosas
- Tiene la función de colas el cual consiente gestionar un gran número de las llamadas entrantes de manera organizada.
- Posee salones para conferencias los cuales establecen un destino que admite tener varias sesiones de conferencia.
- Tiene el grupo de correo de voz ráfaga, el cual aprueba enviar una ráfaga de correo de voz a varios usuarios al mismo tiempo.
- FreePBX investiga los servicios de trunking SIP y para que sean fiables para el proyecto FreePBX y obtener una fuente de ingresos, con lo que se obtiene la activación rápida y sencilla para que pueda estar en funcionamiento en cuestión de minutos.

2.14.3.2 Funcionalidad de FreePBX

Posee el módulo SIPStation que permite tener ilimitadas Troncales SIP, con lo que puede hacer simultaneas llamadas en tan sólo minutos. SIPstation Troncales SIP brindan servicios de telefonía utilizando la conexión a Internet de alta velocidad. Los servicios funcionan con su sistema telefónico y son compatibles con la mayoría de las PBX IP. Sipstation se puede utilizar con casi cualquier PBX VoIP, Softphone (FreePBX, 2014).

2.15 Tipos de plataformas de virtualización

2.15.1 OpenStack

OpenStack es una plataforma con tecnología OpenSource que provee un software para el desarrollo de servicios de Cloud Computing. El servicio que ofrece es de Infraestructura como Servicio (IaaS). El inicio de este proyecto se dio en el año 2010 por parte de la empresa *Rackspace Cloud* y por la agencia espacial norteamericana, NASA. En la actualidad se han incorporado más de 150 empresas a este proyecto, como las empresas tan importantes como AMD, Intel, Canonical, SUSE Linux, Red Hat, IBM, Dell, HP, Cisco (Barba, y otros, 2012).

OpenStack se encuentra basada bajo los términos de la licencia Apache que es de software libre. Esta plataforma puede ser utilizada por las organizaciones que requieran o busquen desplegar un cloud de gran escala ya sea para el uso privado o público (Barba, y otros, 2012).

2.15.1.1 Características

Según los autores (Barba, y otros, 2012), indica las siguientes características más importantes de esta plataforma de virtualización que describen como a continuación:

- Este software es básicamente OpenSource que se emplea para la construcción de cloud privados y públicos.

- Es un proyecto de software libre, que se encuentra a disposición de cualquier organización para que puedan ejecutar sus propias plataformas de cloud o almacenamiento virtual.
- Maneja hipervisores QUEMU, KVM, Xen Server
- Incluye varios componentes que permiten que la administración y gestión de la plataforma, en la figura 12 se indica cómo se encuentra estructurada su arquitectura:
 - OpenStack Compute, con nombre en clave **Nova**. Es el encargado de generar las máquinas virtuales.
 - OpenStack Object Storage, con nombre en clave **Swift**. Este componente sirve para almacenar objetos
 - OpenStack Image Service, con nombre en clave **Glance**.
 - OpenStack neutrón, este componente genera redes virtuales.

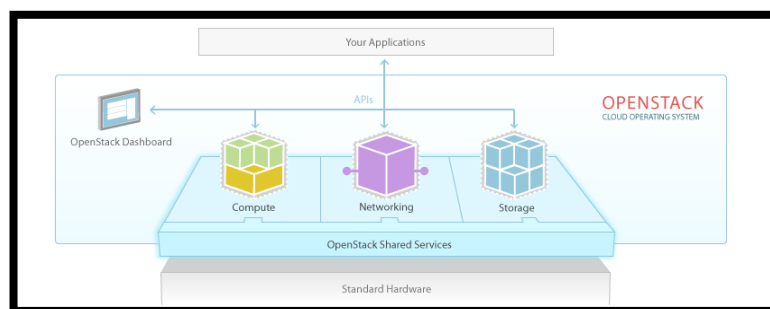


Figura 12. Arquitectura de OpenStack
 Referencia: <https://www.openstack.org/software/>

2.15.2 OpenNebula

OpenNebula es una plataforma que pertenece a la industria de código abierto enfocada a la virtualización de centro de datos, con lo que ofrece una gran cantidad de características ya que tienen una solución flexible para construir y gestionar nubes empresariales y centros de datos virtualizados (OpenNebula, 2014).

El inicio de este proyecto se dio como un proyecto de investigación en el año de 2005 por Ignacio M. Llorente y Rubén S. Montero. OpenNebula es el resultado de muchos años de investigación y desarrollo en la gestión eficiente y escalable de máquinas virtuales en infraestructuras distribuidas a gran escala para cloud computing. Es una de las organizaciones líderes en todo el mundo.

2.15.2.1 Características

Según la página oficial de OpenNebula se puede observar las principales características con las cuales se describe para la gestión completa de los centros de datos virtualizados, en la tabla 9 se efectúa un resumen de sus características más importantes:

Tabla 9. Características de OpenNebula

Característica	Definición
Gestión de seguridad	Pares de claves RSA, ssh, certificados X509 y LDAP.
Gestión Monitorización	Control avanzado y monitoreo de Infraestructura Virtual.
Gestión de Recursos	Tamaño de la memoria. Los discos. Tipo de tarjeta de red (NIC). Gestión del volumen.
Gestión de red virtual	Analiza el tráfico que cursa en los grupos de instancias conectadas
Sistemas Operativos	Microsoft Windows y Linux
Gestión de host	Crear, borrar, activar, desactivar
Hipervisores	Xen, KVM y VMware.
Almacenamiento de datos	LVM, vmdk que es de VMware.
Gestión de red	Manipula un router virtual que provee NAT, DHCP, DNS.
Interfaz de administración Web	Gestiona los recursos de usuarios, imágenes de máquinas virtuales, plantillas de VM, instancias de VM, redes virtuales, zonas, hosts físicos, contabilidad, autenticación, autorización.

Referencia: <http://opennebula.org/about/key-features/>

2.15.2.2 Arquitectura

La arquitectura física que asume OpenNebula es de cluster como clásico, ya que las máquinas virtuales (VM) generadas se encuentran en único servidor, y que tiene por lo menos una red física para que todos estos host se unan. Se puede observar en la figura 13. la arquitectura de OpenNebula.

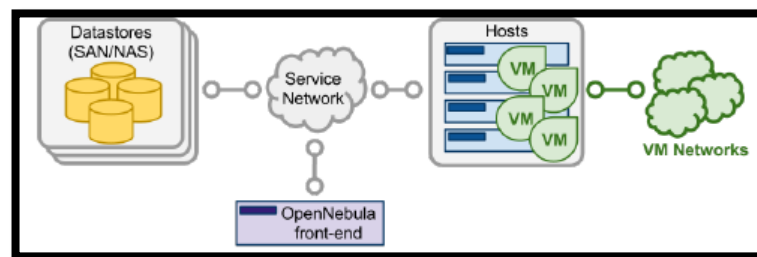


Figura 13. Arquitectura de OpenNebula.
Referencia: (OpenNebula.org, 2014)

Los componentes básicos de un sistema de OpenNebula según el autor (Toraldó, 2012) se describen a continuación:

- **Front-end**

Es el que se encarga de ejecutar los servicios OpenNebula. Las máquinas que se ejecutan en OpenNebula se llaman frontend. Incluye los siguientes componentes: Daemon de gestión, planificador de máquinas virtuales, servidor de interfaz web (Sunstone).

- **Host**

Estos son los nodos de hipervisores habilitados que corren físicamente la infraestructura. Son físicamente las máquinas virtuales que corren sobre OpenNebula.

- **Repositorios de imágenes y almacenamiento**

Este es el que mantiene la base las imágenes de las máquinas virtuales. OpenNebula tiene sus propios repositorios para gestionar los archivos de imagen de las máquinas virtuales.

- **Servicio de red**

OpenNebula ofrece una fácil adaptabilidad y personalización para el subsistema de red, con el fin de mejorar la integración de la red privada interna de OpenNebula a la red institucional y además tiene una conexión a internet.

2.15.3 Eucalyptus

El Eucalyptus es un software disponible bajo licencia GPL, licencia de software libre que ayuda en la creación y la gestión de una empresa de cloud computing privada o pública. Fue desarrollado inicialmente en la Universidad de California en Santa Bárbara. Eucalyptus permite configurar y operar una infraestructura de nube IaaS independiente. Esta plataforma de computación en la nube es compatible con EC2 y almacenamiento en la nube compatible con S3 plataforma (D, Murari, Raju, RB, & Girikumar, 2010).

2.15.3.1 Características

Según los autores (Baun, Kunze, Nimis, & Tai, Cloud Computing. Web-Based Dynamic IT Services, 2011) indica las características más apreciables de la plataforma de Eucalyptus entre las que se tienen:

- Eucalyptus es la abreviatura de Utilidad Elastic Computing (UEC) arquitectura para la vinculación de sus programas para sistemas útiles.
- Eucalyptus permite configurar y operar una infraestructura de nube IaaS independiente.

- La API es compatible Eucalyptus con Amazon EC2, S3 y EBS que permiten diferentes acciones en esta plataforma de cloud.
- Para el desarrollo de software se maneja con licencia de código abierto.
- Eucalyptus coopera con Xen and KVM (Kernel-based Virtual Máquina).
- Un requisito previo para el uso de KVM es una CPU que es compatible con el hardware virtualización, es decir, AMD-V (Pacific) o Intel VT-x (Vanderpool).
- El sistema Eucalyptus es compatible con VMware vSphere / ESX / ESXi, el cual son servidores que admiten la instalación directamente en el servidor físico. Pero no está previsto integrar soporte VMware en la versión gratuita de eucalipto.
- El eucalipto es compatible con otros hipervisores como Xen aparte de KVM, pero esta plataforma ha elegido como el hipervisor KVM recomendado UEC.

2.16 Telefonía IP en el cloud

La telefonía IP a través del cloud tiene como objetivos ser un servicio completo con el cual permita comunicaciones corporativas, que además tenga la compatibilidad de las aplicaciones (correo de voz, mensajería instantánea, audio conferencia, aplicaciones web para PC) que se encuentren en la nube, en la figura 14 se indica una distribución de los servicios en la nube (Prosodie Capgemini, 2013).

En la actualidad hay un gran crecimiento de servicio y opciones de equipamiento. Donde en el entorno competitivo actual, las empresas se encuentran buscando maneras de reducir los gastos. Una de las ventajas que tiene es que pueden acceder a los servicios que provee desde cualquier lugar. Además este servicio en países desarrollados ya se está

implementando como una solución opcional para telefonía basada en la nube. Según la empresa polycom, dedicada a proveer servicios de comunicaciones unificadas. Se prevé obtener una rentabilidad de 82 millones de dólares hasta el año 2017 (Polycom, s.f.).

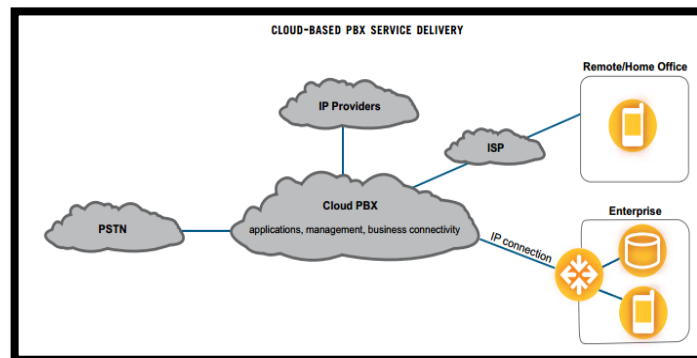


Figura 14. Telefonía IP en el cloud
Referencia: (Myers D. , 2010)

2.16.1 Ventajas de la telefonía IP en el cloud

- Los equipos son virtuales por lo cual, ya no se requiere una gestión centralizada.
- Es flexible a la necesidad de crecimiento.
- Tiene una fácil implementación y administración.
- Característica fiable y altamente disponible.
- Bajos costos de implementación, ya que no se requiere la compra de equipos costosos (Polycom, s.f.).

2.16.2 Problemas de telefonía IP en el cloud

La telefonía IP a través del cloud es una nueva tecnología en telecomunicaciones la cual es susceptible a tener varios problemas, como los de:

- Compatibilidad de software: Existen varias plataformas de virtualización las cuales se debe analizar para verificar que exista compatibilidad con el software de telefonía IP.
- Calidad de la voz sobre IP, como jitter, latencia, pérdida de paquetes.
- Ancho de banda insuficiente: Es una problemática a la que se enfrenta este servicio ya que para el correcto funcionamiento como requerimiento esencial ya que el servicio es virtual, en la nube, se debe tener un buen ancho de banda.
- Seguridad: Es una problemática a la que se enfrenta ya que es más susceptible a ataques de hackers.

2.16.3 Tipos de diseño de telefonía IP en el cloud

Como se pudo analizar existen varios despliegues de nube, por lo que en telefonía IP se da el caso de existir varios tipos, como se plantean en la tabla 10:

Tabla 10. Tipos de diseño de telefonía IP en el cloud

Tipos de diseño de telefonía IP en el cloud		
VoIP sobre Nube Pública	VoIP sobre Nube Privada	VoIP sobre Nube Hibrida
Los usuarios se pueden conectar al servicio a través de una VPN, desde cualquier lugar. Para mantener la seguridad de este servicio deben implementar un firewall para tener la confidencialidad en caso de accesos de los usuarios a la red.	Servicio para un solo establecimiento para su uso interno, con lo que permite que los usuarios se conecten a internet en la institución es para brindar servicios a los usuarios internos.	Combinación entre nube privada y pública, en donde la entidad tiene una WAN para interconectar sucursales y la otra debe conectarse al proveedor de servicios en el cloud.

Referencia: (Orellana & Escalante, 2015)

2.16.4 Compatibilidad de plataforma de Cloud Computing con software de telefonía IP

Para que se pueda efectuar la telefonía IP a través del cloud es gracias a los hipervisores, que es un software que cumple con ciertas características que permiten tener servidores de virtualización que son similares a un servidor físico, a continuación se muestran algunos hipervisores:

2.16.4.1 QEMU

QEMU es un software open source que albergan las máquinas virtuales sobre un hipervisor KVM. Este software se encarga de gestionar y monitorizar las máquinas virtuales y observar el rendimiento de las siguientes operaciones básicas:

- Crear imágenes de disco virtual.
- Cambiar el estado de una máquina virtual como: iniciar, detener, tomar una imagen para restaurar o eliminar la máquina virtual.
- Maneja las entradas y salidas entre los invitados y el hipervisor.

En si se puede especificar de una manera más simple, el QEMU se debe considerar como el espacio de herramienta del usuario para manejar la virtualización es decir es el emulador de virtualización y KVM es el espacio del módulo kernel. QEMU monitor, provee un máquina virtual monitor que ayuda a controlar la máquina virtual y el rendimiento. Esta fuente genérica de virtualización permite obtener casi un rendimiento

nativo, es decir similar a una máquina física (Cascardo, Folco, Leitao, Valeev, & Redbooks, 2014).

2.16.4.2 KVM

Un kernel-basado en máquina virtual (KVM) es una parte de infraestructura de virtualización que convierte el kernel de Linux en un hipervisor. QEMU es otra parte de esta infraestructura, y KVM es generalmente referido como QEMU y KVM como pila de software (KVM, s.f.). Además KVM provee formas de virtualización INTEL VT o AMD-V, donde estas técnicas de virtualización están permitiendo a los usuarios tener una eficiencia operativa mediante la virtualización, donde además se puede ejecutar múltiples máquinas virtuales, donde cada máquina tiene su propio hardware privado como tarjeta de red, disco, adaptador gráfico (KVM, s.f.).

2.16.4.3 Xen

El hipervisor es desarrollado por una gran comunidad de desarrolladores, que siguen el proyecto XEN, tiene una extensión de virtualización con procesadores ARM, el apoyo que se rige es para los nuevos servidores. Este hipervisor es bajo licencia de software libre (XenProject, 2013).

2.16.4.4 VMware vSphere

Es un hipervisor libre que tiene la función de virtualizar servidores para que las aplicaciones se puedan correr en menos tiempo. Este permite albergar múltiples máquinas virtuales, y correr cada una independientemente, y a la vez compartir recursos. Además con una única maquina física se puede dividir en múltiples maquinas lógicas que podrían correr distintos sistemas operativos (Cascardo, Folco, Leitao, Valeev, & Redbooks, 2014).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE TELEFONÍA IP

3.1 Introducción

En este capítulo se efectuarán todos los procedimientos para el diseño de la telefonía IP a través del cloud computing, inicialmente se realiza la selección de la plataforma de virtualización y el software de telefonía IP. Posteriormente se especifican los requerimientos del sistema y se desarrolla el dimensionamiento, por lo que se considera la capacidad de la instancia, ancho de banda, flujo de tráfico y número de troncales. Finalmente se realiza la configuración de la telefonía IP a través del cloud para ofrecer este servicio a través de esta infraestructura.

3.2 Estándar para selección de software ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E)

Esta Norma Internacional provee un procedimiento reunido de todos los procesos y productos que se encuentran involucrados en los requisitos de ingeniería y que se deben cumplir en todo el ciclo de vida del diseño de sistemas y software. El que permitirá elegir la plataforma de virtualización y el software de telefonía IP, con la evaluación de ciertos parámetros y requisitos para el diseño. La norma se adjunta en el anexo A.

3.2.1 Propósito de la norma

El propósito de utilizar la norma es de brindar un servicio que cumpla los requerimientos establecidos en el alcance del proyecto, para realizar la transmisión de la Voz sobre IP a través del Cloud Computing para la Universidad Técnica del Norte y las características se acoplen a las necesidades del proyecto.

3.2.2 Alcance

- Establecer la plataforma de virtualización de Cloud Computing el cual debe cumplir los requisitos que se adapten mejor a los requerimientos del proyecto.
- Establecer el software de telefonía IP para obtener el servicio y permitir la comunicación a través de este servidor virtual, con el que brinde la comunicación entre usuarios finales.

3.2.3 Perspectiva del servicio de telefonía IP en el Cloud

El software tanto para la plataforma de virtualización de Cloud Computing como para el de telefonía IP debe ser de software libre. Las plataformas que son de software libre y que se emplean para la instalación de estos servidores deben ser basadas en Centos y Ubuntu los cuales son los más utilizados.

La plataforma de virtualización de Cloud Computing debe ser compatible con el software de telefonía IP. Esta debe tener una interfaz gráfica fácil de utilizar que sea amigable con el usuario. Debe tener todas las funciones necesarias para la instalación del software de telefonía IP en esta plataforma.

Por otro lado el software de telefonía IP debe cumplir las características para la comunicación de VoIP, con el que se pueda realizar llamadas entre usuarios finales. Se debe hacer una correcta elección ya que el servidor estará en el cloud, es decir será virtual y la finalidad es que provea el servicio.

3.2.4 Características de los usuarios

Las características de la plataforma de Cloud Computing y telefonía IP son de un nivel medio y alto, por lo que se debe tener en cuenta que los usuarios que van a utilizar este sistema tienen un nivel alto de educación que tienen experiencia en manejo de este tipo de software.

3.2.5 Restricciones

Las restricciones que se encuentra sometido el diseño son:

- El servicio tiene un limitado ancho de banda.
- Los recursos de la instancia virtual tendrá recursos para realizar pruebas de funcionamiento.

- El servicio de telefonía IP no se comunicará con la PSTN.

3.2.6 Requerimientos específicos plataforma de Cloud Computing

3.2.6.1 Interfaces del sistema

REQ1: Compatibilidad: El software de Cloud Computing debe ser compatible con el de telefonía IP.

3.2.6.2 Interfaces de usuario

REQ2: Administración: El software de Cloud Computing debe tener una interfaz gráfica y líneas de comando que provea una fácil administración de los recursos. El cual proveerá una fácil asignación de los recursos de virtualización como disco, memoria RAM, procesador, las opciones de la configuración de red.

3.2.6.3 Interfaces de hardware

REQ3: Accesibilidad: Debe tener la facilidad de acceso desde cualquier ubicación. Se podrán comunicar en el entorno de la LAN de la Universidad entre usuarios finales.

3.2.6.4 Interfaces de comunicación

REQ4: Interfaz de red: La comunicación desde la plataforma virtual donde se va encontrar alojado el servidor de telefonía IP se comunicará al exterior con la red física de la Universidad. Deberá tener la función de NAT de red.

3.2.6.5 Restricciones de memoria

REQ5: Memoria RAM: La plataforma de virtualización debe proveer una memoria mínima aceptable, para el software de telefonía IP, ya que se encuentra alojado en el cloud, y tiene restricciones de ancho de banda.

3.2.6.6 Modo de operación

REQ6: Gestión de usuarios: La plataforma debe permitir crear, modificar, eliminar, autenticar, modificar contraseñas de usuarios.

REQ7: Gestión de roles de usuario: Deberá aprobar gestionar los roles de administrador y un usuario convencional.

REQ8: Gestión de imágenes: La plataforma admitirá el registro, modificación, activación y desactivación de imágenes ISO compatibles con la plataforma, como la telefonía IP.

REQ9: Gestión de máquinas virtuales: Permitirá el inicio, despliegue, apagado, reinicio y eliminación de una máquina virtual de manera rápida.

REQ10: Gestión de redes virtuales: Concederá crear, eliminar y mostrar las redes virtuales.

REQ11: Soporte hipervisores QUEMU-KVM: La plataforma debe soportar este tipo de hipervisores ya que ayudan a que existan compatibilidad la imagen ISO del servidor de telefonía IP con la plataforma de virtualización.

REQ12: Gestión de monitorización: Permitirá monitorizar las redes, las máquinas virtuales, y los servicios que preste la plataforma de virtualización.

3.2.6.6.1 *Requisitos no funcionales*

REQ13: Versión: La versión de plataforma de virtualización de Cloud Computing debe ser la más estable para su instalación y que cumpla los requerimientos específicos.

REQ14: Licencia: El software para la plataforma de virtualización de cloud debe ser de licenciamiento libre.

REQ15: Seguridad: La plataforma de virtualización de cloud deberán tener características que permitan garantizar la seguridad del sistema.

3.2.7 Requerimientos específicos software Telefonía IP

3.2.7.1 *Interfaces del sistema*

REQ1: Compatibilidad: El software de telefonía Cloud Computing debe ser compatible con el de telefonía IP.

3.2.7.2 Interfaces de usuario

REQ2: Administración: El software debe tener una interfaz gráfica y líneas de comando que provea una fácil administración de los recursos. Deberá tener una fácil configuración de los usuarios, las extensiones. Mostrará una interfaz gráfica del uso de recursos de telefonía IP.

3.2.7.3 Modo de operación

REQ3: Soporte de protocolos: El software debe soportar los protocolos que permitan la comunicación a través de los paquetes IP, tales como SIP, IAX, H.323, MGCP.

REQ4: Soporte de Códecs: Debe soportar todos los códecs que sean de software libre, que permitan una mejor compresión de la voz, y de una mejor calidad de voz.

REQ5: Llamadas VoIP: Esta característica es necesaria para ver las estadísticas de tráfico de telefonía.

3.2.7.3.1 Requisitos no funcionales

REQ6: Versión: La versión del software de telefonía IP debe ser el más estable para su instalación y que cumpla los requerimientos específicos.

REQ7: Licencia: El software de telefonía IP debe ser de licenciamiento libre.

3.2.7.4 Seguridad

REQ8: Seguridad: El software de telefonía IP deberán tener características que permitan garantizar la seguridad del sistema.

3.2.7.5 Valoración de los requerimientos

Después de hacer un análisis de los requerimientos de la norma, se detalla a continuación en la tabla 11 y 12 cada uno de los puntajes, para escoger el que se adapte mejor a las exigencias del proyecto.

3.2.7.5.1 Valoración plataforma de Cloud Computing

Tabla 11. Requerimientos de plataforma de cloud

REQUERIMIENTOS	VALOR	CARACTERÍSTICAS
REQ1: Compatibilidad	0	Software de Cloud Computing no es compatible con el de telefonía IP
	1	Software de Cloud Computing es compatible con el de telefonía IP
REQ2: Administración	0	No poseen interfaz gráfica para administración de recursos, solo administración por consola
	1	Si poseen interfaz gráfica para administración de recursos, y por consola
REQ3: Accesibilidad	0	No tiene acceso desde todas las ubicaciones de la Universidad
	1	Si tiene acceso desde todas las ubicaciones de la Universidad
REQ4: Interfaz de red	0	No posee conexión desde la interfaz interna del servidor al exterior
	1	Si posee conexión desde la interfaz interna del servidor al exterior
REQ5: Memoria RAM	0	Provee una memoria mínima aceptable para el software de telefonía IP

	1	Si provee una memoria mínima aceptable para el software de telefonía IP
REQ6: Gestión de usuarios	0	La plataforma no permite todas las funcionalidades como: crear, modificar, eliminar, autenticar, modificar contraseñas de usuarios.
	1	La plataforma debe permitir crear, modificar, eliminar, autenticar, modificar contraseñas de usuarios.
REQ7: Gestión de roles de usuario	0	No permite los roles como administrador y un usuario convencional
	1	Permite los roles como administrador y un usuario convencional
REQ8: Gestión de imágenes	0	No tiene todas las funcionalidades de las a continuación: registro, modificación, activación y desactivación de imágenes ISO compatibles del software de telefonía IP.
	1	Permitir el registro, modificación, activación y desactivación de imágenes ISO compatibles del software de telefonía IP.
REQ9: Gestión de máquinas virtuales	0	No cumple todas las funcionalidades como el inicio, despliegue, apagado, reinicio y eliminación de una máquina virtual de manera rápida.
	1	Cumple con pocas de estas funcionalidades como: inicio, despliegue, apagado, reinicio y eliminación de una máquina virtual de manera rápida.
	2	Admitirá el inicio, despliegue, apagado, reinicio y eliminación de una máquina virtual de manera rápida.
REQ10: Gestión de redes virtuales	0	No permite crear, eliminar y mostrar las redes virtuales.
	1	Permite crear, eliminar y mostrar las redes virtuales.
REQ11: Soporte hipervisores QUEMU-KVM	0	No soporta este hipervisor
	1	Si soporta este hipervisor
REQ12: Gestión de monitorización	0	No cumple con todos los requisitos de los que se nombra a continuación: monitorizar las redes, las máquinas virtuales, y los servicios que preste la plataforma de virtualización.
	1	Permitirá monitorizar las redes, las máquinas virtuales, y los servicios que preste la plataforma de virtualización.
REQ13: Versión	0	La versión es obsoleta
	1	La versión es actual y beta
	2	La versión actual y estable
REQ14: Licencia	0	No tiene licencia de software libre
	1	Tiene licencia de software libre
REQ15: Seguridad	0	No garantiza la seguridad del sistema
	1	Si garantiza la seguridad del sistema

Referencia: Elaboración propia

3.2.7.5.2 Valoración del software de telefonía IP

Tabla 12. Requerimientos de software de telefonía IP

REQUERIMIENTOS	VALOR	CARACTERÍSTICAS
REQ1: Compatibilidad	0	Software de telefonía IP no es compatible con el de Cloud Computing
	1	Software de telefonía IP si es compatible con el de Cloud Computing
REQ2: Administración	0	No poseen interfaz gráfica para administración de recursos, solo administración por consola
	1	Si poseen interfaz gráfica para administración de recursos, y por consola
REQ3: Soporte de protocolos	0	Soporta los protocolos SIP, IAX, H.323, MGCP
	1	Soporta los protocolos SIP, IAX, H.323, MGCP, SCCP, FXS, FXO, DTMF, PRI.
REQ4: Soporte de Códecs	0	Soporta los códecs G.711, G.729, GSM, iLBC
	1	Soporta los códecs G.711, G.722, G.726, G.729, G.723.1, GSM, G.726
REQ5: Llamadas VoIP	0	No permite ver las estadísticas de trafico de red
	1	Si permite ver las estadísticas de trafico de red
REQ6: Versión	0	La versión es obsoleta
	1	La versión es actual y beta
	2	La versión actual y estable
REQ7: Licencia	0	No tiene licencia de software libre
	1	Tiene licencia de software libre
REQ8: Seguridad	0	No garantiza la seguridad del sistema
	1	Si garantiza la seguridad del sistema

Referencia: Elaboración propia

3.2.7.6 Calificación de la plataforma de virtualización de Cloud Computing y el de telefonía IP

En base al estándar IEEE-29148 se valoró cada uno de los requerimientos específicos que se necesitan para el proyecto y que cumplan con todos los requisitos establecidos, en las siguientes tablas 13 y 14 se tiene los valores obtenidos.

Tabla 13. Codificación de requerimientos de plataforma de cloud

REQUERIMIENTO	OpenStack	OpenNebula	Eucalyptus
REQ1	1	1	0
REQ2	1	1	1
REQ3	0	1	0
REQ4	0	1	0
REQ5	1	1	0
REQ6	1	1	1
REQ7	1	1	1
REQ8	1	1	0
REQ9	1	2	1
REQ10	1	1	1
REQ11	1	1	1
REQ12	1	1	1
REQ13	1	2	2
REQ14	1	1	1
REQ15	0	1	1
TOTAL	12	17	11

Referencia: Elaboración propia

Tabla 14. Codificación de requerimientos de software de telefonía IP

REQUERIMIENTO	Elastix	Asteriks	FreePBX
REQ1	1	1	0
REQ2	1	0	1
REQ3	1	1	1
REQ4	1	1	1
REQ5	1	0	1
REQ6	2	1	1
REQ7	1	1	1
REQ8	1	1	1
TOTAL	9	6	7

Referencia: Elaboración propia

3.2.8 Selección de software para la plataforma soporte de Cloud Computing y de telefonía IP

Los requerimientos que más se adaptan a la plataforma de virtualización de Cloud Computing es la de OpenNebula ya que muestra tener mejores características que permiten

cumplir todas las necesidades del diseño. La cual admite establecer el servicio de telefonía IP, con el que se obtendrá un servidor de telefonía alojado en el cloud.

En cambio para el software de telefonía IP, el que cumple con todos los requisitos para ser instalado en el servidor de Cloud Computing es el Elastix, este tiene todos los requisitos necesarios para alojarlo sobre el servidor de cloud.

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

3.3.1 Requerimientos del sistema

El sistema de telefonía IP en el cloud, es una innovación tecnológica que está surgiendo en las telecomunicaciones, por lo que se realizará el dimensionamiento del sistema en donde se especifican todos los requerimientos que sean necesarios para este servicio debido a que el servidor se alojara en el cloud.

En el análisis del dimensionamiento se tendrá en cuenta cada uno de los factores que intervengan en la telefonía IP en el cloud, como los requerimientos de ancho de banda, tráfico que soporta, número de usuarios, creación de troncales y garantizar que exista comunicación entre la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y el Antiguo Hospital San Vicente de Paul.

Además se realizará la configuración de una troncal entre un servidor en el cloud con uno alojado en una máquina virtual física, con la finalidad de hacer una prueba de funcionamiento para verificar si existe la posibilidad de efectuar una llamada hacia la PSTN, ya que está alojado en el cloud y no tiene interfaces compatibles FXS y FXO con las que se puede comunicar con la PSTN, por lo que se desarrollará esta configuración para troncalizar y obtener una salida al exterior.

3.3.1.1 Requerimientos de administración

Según los requerimientos que se estipulan para esta investigación el sistema debe tener las siguientes características:

- Se debe proveer el servicio de telefonía IP en la red de comunicación de la Universidad, donde se cumplirá las pruebas de funcionamiento entre la FICA y el Antiguo Hospital San Vicente de Paul.
- Para las pruebas de funcionamiento se va a utilizar software softphones para computadoras y teléfonos inteligentes como el Zoiper para los usuarios en la red de la Universidad, debido a que este tiene las características más relevantes en cuanto a soporte de protocolos de telefonía IP.

3.3.2 Dimensionamiento del sistema de telefonía IP a través del Cloud Computing

Para el dimensionamiento del sistema se tomará en cuenta ciertos parámetros que van a servir para el diseño del sistema, se los enlista a continuación:

- Capacidad de la instancia en la plataforma de virtualización.
- Ancho de Banda
- Flujo de tráfico
- Cálculo de troncales

3.3.2.1 Capacidad de la instancia en la plataforma de virtualización.

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

- Memoria RAM de 4GB
- Disco duro de 10 GB
- Procesador de 2 core (2.4 GHz)

Estas características permitirán probar la funcionalidad del servidor alojado en el cloud, no se requieren más recursos debido a que este servicio es una investigación, en el que se observará todo el comportamiento que tiene este sistema.

Si se efectúa una comparación con las características de un servidor físico el Elastix ELX5000G2 publicado en la página oficial de ELASTIX se requería las siguientes

características ya que soportaría un total de 1000 extensiones y un total de 500 llamadas concurrentes.

- Memoria RAM de 8 GB
- Disco duro de 500 GB
- Procesador Quad core 2.4 GHz (4 núcleos)

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, se indica los requerimientos mínimos que debería tener el servidor para que soporte un total de 1000 extensiones y 500 llamadas concurrentes. Además el servidor que en la Universidad se tiene es un ELX5000.

3.3.2.2 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 se encuentra descrito en el libro Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1, asimismo 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. En la tabla 15 se muestra una comparación de los diferentes códecs donde indica la velocidad de transmisión y el tamaño de carga útil y el periodo de empaquetamiento:

Tabla 15. Comparación de códecs de telefonía IP

Tipo de códec	Velocidad de transmisión (Kbps)	Tamaño carga útil de voz (payload) (bytes)	Tamaño carga útil de voz (payload) (ms)	Paquetes por segundo (PPS)
G.711	64	160	20	50
G.723	6.3	24	30	33.3
G.729	8	20	20	50
GSM	13.2	33	20	50

Referencia: (CISCO, 2008)

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.

Véase en la **Ecuación 1**. Cálculo del tamaño de trama (CISCO, 2008).

$$\begin{aligned}
 \text{Tamaño de trama} = & \text{Payload} + \text{Cabecera capa transporte} + \\
 & \text{cabecera capa de red} + \text{Cabecera capa enlace de datos} \quad (1)
 \end{aligned}$$

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, en la figura 15 se efectúa un resumen de la sumatoria de la trama (Salcedo, López, & Hernández, 2011).

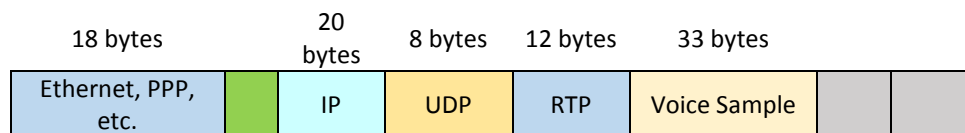


Figura 15. Trama VoIP

Referencia: Adaptación (Salcedo, López, & Hernández, 2011) (Young, 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 con la **Ecuación 2**. Tamaño de la trama en bits (Salcedo, López, & Hernández, 2011).

$$\text{Tamaño de trama en bits} = \text{Número de bytes} * 8 \quad (2)$$

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

- c) Después se procede a calcular el número de paquetes que se transmiten por segundo (PPS) con la **Ecuación 3**. Paquetes transmitidos por segundo (CISCO, 2008).

$$PPS(\text{Número de paquetes tx/seg}) = (\text{Velocidad de transmisión del codec}) / (\text{payload}) \quad (3)$$

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

- d) Ahora se procede a calcular el ancho de banda con la **Ecuación 4**. Cálculo ancho de banda (CISCO, 2008).

$$\text{Ancho de banda} = (\text{tamaño de paquete total}) * (PPS) \quad (4)$$

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

- e) Si se requiere conocer el número de llamadas que se puede realizar simultáneamente se realiza mediante el ancho de banda del proveedor de servicios que se asigna a la dirección IP del servidor y el ancho de banda calculado anteriormente. El cual se utiliza la **Ecuación 5**. Número de llamadas simultaneas (Martínez M. A., 2010). Este valor se lo tomo referencia por parte de un medidor de velocidad de Telconet, como se indica en la figura 16.



Figura 16. Ancho de banda servidor OpenNebula
Referencia: Medidor de velocidad Telconet

$$\text{Llamadas simultaneas} = \frac{\text{AB proveedor}}{\text{AB codec}} \quad (5)$$

$$\text{Llamadas simultaneas} = \frac{43.4 \text{ Mbps}}{36.4 \text{ kbps}} = 1192 \text{ llamadas}$$

3.3.2.2.1 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 que actualmente se tiene en la institución. La fecha de la cual se analizarán los datos es del 17 de Febrero de 2016, debido a que en estas fechas es donde se generan más concurrencias de llamadas ya que fue para culminar el semestre, por lo que se efectuó un análisis de los datos más relevantes que se requieren para realizar el cálculo del tráfico de red.

Efectuando un análisis de los datos se tiene como resumen en la tabla 16, donde se observa algunos valores que son bastante importantes conocer para el análisis del tráfico de red.

Tabla 16. Resumen de llamadas Elastix ELX5000

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	

Referencia: 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 fue desde las 11h00 hasta las 12h00 con un total de 283 llamadas. En el anexo B. se tienen un extracto de los reportes de llamadas de este día. En la figura 17 se observa algunas llamadas registradas en el servidor en este periodo de tiempo, el reporte que otorga el servidor es en formato .csv.

2/17/2016 11:59	7407	7403 SIP/7407-00005864	SIP/7403-00005865	ANSWERED	136s (2m 16s)
2/17/2016 11:57	7032	7601 SIP/7032-00005862	SIP/SIP-CallManager-00005863	ANSWERED	105s (1m 45s)
2/17/2016 11:57	7670	7202 SIP/SIP-CallManager-00005860	SIP/7202-00005861	ANSWERED	41s
2/17/2016 11:57	23988100	7255 Local/7497@from-internal-00000883;2	SIP/7255-0000585f	ANSWERED	207s (3m 27s)
2/17/2016 11:57	23988100	7498 SIP/SIP-Gateway-0000585e	Local/7497@from-internal-00000883;1	ANSWERED	245s (4m 5s)
2/17/2016 11:56	2834455	7498 SIP/SIP-Gateway-0000585b	Local/7497@from-internal-00000882;1	ANSWERED	35s
2/17/2016 11:56	2834455	7499 Local/7497@from-internal-00000882;2		ANSWERED	35s
2/17/2016 11:56	7670	7200 SIP/SIP-CallManager-00005859	SIP/7200-0000585a	ANSWERED	7s
2/17/2016 11:56	62923290	7498 SIP/SIP-Gateway-00005858	Local/7497@from-internal-00000881;1	ANSWERED	390s (6m 30s)
2/17/2016 11:56	62923290	7513 Local/7497@from-internal-00000881;2	SIP/SIP-CallManager-0000585c	ANSWERED	380s (6m 20s)
2/17/2016 11:56	2983780	7581 Local/7497@from-internal-00000880;2	SIP/SIP-CallManager-0000585d	ANSWERED	7s
2/17/2016 11:56	2983780	7498 SIP/SIP-Gateway-00005857	Local/7497@from-internal-00000880;1	ANSWERED	31s
2/17/2016 11:56	7670	7202 SIP/SIP-CallManager-00005855	SIP/7202-00005856	ANSWERED	4s
2/17/2016 11:55	62915286	7264 Local/7497@from-internal-0000087f;2	SIP/7264-00005854	ANSWERED	58s
2/17/2016 11:55	62915286	7498 SIP/SIP-Gateway-00005853	Local/7497@from-internal-0000087f;1	ANSWERED	68s (1m 8s)

Figura 17. Muestra de llamadas de elastix ELX5000
Referencia: Servidor Elastix ELX5000 UTN

Para efectuar los cálculos se toma como referencia los datos de las llamadas de 11h00 a 12h00, estos se realizaron en Excel, posteriormente se utiliza la **Ecuación 6**. Ancho de banda llamadas simultaneas (Salcedo, López, & Hernández, 2011).

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

$$\text{Ancho de banda llamadas simultaneas} = AB * n * 2 \quad (6)$$

AB= ancho de banda
n=número de conversaciones Full dúplex

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

$$\text{Ancho de banda llamadas simultaneas} = 20.60 \text{ Mbps}$$

3.3.2.3 Flujo de tráfico

Para efectuar una demostración de los cálculos se toma como referencia el número de llamadas simultáneas del reporte de llamadas del Elastix ELX5000 que es de 283 llamadas y el tiempo de duración promedio de llamada es de 68.09 segundos. Para calcular esta intensidad de tráfico (A) se lo puede realizar mediante la **Ecuación 7**. Flujo de tráfico (Marcano, s.f.).

$$A = \text{Cantidad de llamadas durante una hora} * \text{duración de llamadas (seg)} \quad (7)$$

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

3.3.2.4 Cálculo de troncales

En los valores anteriormente obtenidos se obtuvo un valor a 5.35 Erlangs, con el cual se calcula el número de troncales que se requieren, esto se realizará a través del modelo de Erlang B. Este modelo se encuentra en el anexo C.

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 figura 18 se muestra un número de 12 troncales necesarias para el flujo de tráfico. La tabla de Erlang B se encuentra en el anexo C.

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
14	5.45	5.92	6.66	7.35
15	6.08	6.58	7.38	8.11

Figura 18. Número de troncales, modelo de Erlang B
Referencia: Modelo Erlang B

3.3.3 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, además está estructurado por facultades, el cual servirá para realizar las pruebas correspondientes, para verificar la funcionalidad del servicio.

Para este plan de numeración se tomará en cuenta el correspondiente a las dos facultades FICA y FACAE a la cual pertenece el Antiguo Hospital San Vicente de Paúl, debido a que las pruebas de funcionamiento se estableció entre la FICA y el antiguo Hospital. Además 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 he indicar los usos en los cuales se puede aplicar este servicio y es el servicio a la comunidad.

Este plan de numeración consta de cuatro dígitos, en la tabla 17 se describe esta estructura:

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

Tabla 17. Plan de numeración FICA y FACAE

Número	Dependencia
[2]	Facultad FICA
[4]	Facultad FACAE

Referencia: Directorio telefónico UTN

- El tercer número y el cuarto se encuentran numerados según la dependencia, se muestra en la tabla 18 la estructura:

Tabla 18. Extensiones FICA y FACAE

1er. Dígito	2do. Dígito	3er. Dígito	4to. Dígito
Número General	Dígito	Dependencias	Dependencias-dígito
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	7	FICA	00 – 14
			05
		FACAE	00 - 10

Referencia: Directorio telefónico UTN

A continuación se detalla en la tabla 19 el plan de numeración con su respectiva unidad:

Tabla 19. Extensiones del plan de numeración FICA y AHSVP

FICA		
Nº	Unidad	Extensión
1	DECANO	7200
2	SUBDECANO	7201
3	SECRETARIA DECANATO	7202
4	SECRETARIA SUBDECANATO	7203
5	CARRERA TEXTIL-INDUSTRIAL	7204
6	CARRERA CIERCOM	7205
7	SECRETAROA CISIC	7206
8	DIRECTOR CISIC	7207
9	CARRERA CIME	7208
10	SECRETARIA ABOGADA	7209
11	JEFE LAB. COMPUTACION	7211
12	LABORATORIO DE COMPUTACION	7213
13	LABORATORIO CIME - CIERCOM	7214
14	CARRERA CIMANELE Y CIMANAU	7505
FACAE-AHSVP		
1	CARRERA GASTRONOMIA, DERECHO Y TURIS.	7410
2	PRUEBA	7415

Referencia: Directorio telefónico UTN

En la tabla 20 se detalla el plan de numeración de los participantes del proyecto del cloud.

Tabla 20. Plan de numeración de extensiones participantes proyecto del Cloud

PARTICIPANTES PROYECTO CLOUD

Nº	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

Referencia: Elaboración propia

A continuación se detallan estas extensiones se las va a asignar a los docentes en la tabla 21 para efectuar las pruebas de funcionamiento.

Tabla 21. 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	MAYA OLALLA EDGAR ALBERTO	7290
13	MAYORGA ZAMBRANO JUAN	7291
14	MEDIAVILLA VALVERDE MARIO MARCELO	7292
15	NARVAEZ PUPIALES SANDRA KARINA	7293
16	OÑA ROCHA OMAR RICARDO	7294
17	PUPIALES YEPEZ CARLOS HERNAN	7295
18	RAMIREZ GALÁRRAGA MARCIA CATALINA	7296
19	ROSERO MONTALVO PAUL DAVID	7297
20	SUAREZ ZAMBRANO LUIS EDILBERTO	7298
21	MICHILENA JAIME	7269
22	FERNANDO GARRIDO	7288

Referencia: Elaboración propia

Además para el plan de numeración que se empleará en las pruebas con el protocolo IAX2 se plantea un nuevo plan de marcación y quedaría de la siguiente forma en la tabla 22:

Tabla 22. Plan de numeración de prueba FICA y AHSVP

1er. Dígito		2do. Dígito		3er. Dígito	4to. Dígito
Número General	Dígito	Dependencias	Dígito	Dependencias-dígito	
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	7	FICA	8	00 – 15	
		FACE	9	00 - 10	

Referencia: Adaptación directorio telefónico UTN

A continuación en la tabla 23 se detalla el plan de numeración de prueba con su respectiva unidad:

Tabla 23. Extensiones de plan de numeración de prueba FICA y AHSVP

FICA		
Nº	Unidad	Extensión
1	DECANO	7800
2	SUBDECANO	7801
3	SECRETARIA DECANATO	7802
4	SECRETARIA SUBDECANATO	7803
5	CARRERA TEXTIL-INDUSTRIAL	7804
6	CARRERA CIERCOM	7805
7	SECRETARIA CISIC	7806
8	DIRECTOR CISIC	7807
9	CARRERA CIME	7808
10	SECRETARIA ABOGADA	7809
11	JEFE LAB. COMPUTACION	7810
12	LABORATORIO DE COMPUTACION	7811
13	LABORATORIO CIME - CIERCOM	7812
14	CARRERA CIMANELE Y CIMANAU	7813
FACAE-AHSVP		
1	CARRERA GASTRONOMIA, DERECHO Y TURIS.	7910
2	PRUEBA	7915

Referencia: Elaboración propia. Adaptación directorio telefónico de la UTN

3.3.4 Arquitectura de telefonía IP en el cloud

La arquitectura de red que se plantea para la telefonía IP a través del Cloud Computing se encuentra conformada por dos centrales virtuales que se comunicarán a través de una troncal entre la FICA (PBX-FICA) y el Antiguo Hospital San Vicente de Paul (PBX-AHSVP). Los usuarios deberán conectarse con el software de computadora o de dispositivo móvil Zoiper a la red cableada o inalámbrica de la FICA y se autenticarán con la extensión que se le asigne y la IP del servidor PBX-FICA. De igual manera en la red inalámbrica del Antiguo Hospital se deben autenticar los usuarios con la extensión y la IP del servidor PBX-AHSVP, para efectuar las llamadas.

Además se creará una tercera central física que se localizará en una máquina virtual la cual simulará ser el servidor de la Universidad el cual se le asigna al Antiguo Hospital San Vicente de Paúl (PBX-AHSVP MV) y que además se comunicará a través de una troncal con la central virtual alojada en el cloud de la FICA (PBX-FICA), con esto se pretende encontrar una manera de comunicarse con la PSTN, ya que no existen interfaces compatibles.

Los usuarios de la FICA deberán conectarse con el software de computadora o de dispositivo móvil Zoiper a la red cableada o inalámbrica de la facultad y autenticarse con la extensión asignada y la IP del servidor PBX-FICA. El otro servidor se conectará un punto de red otorgado en el datacenter por el administrador de la red de la Universidad, por tanto los usuarios deben conectarse a la red la facultad para efectuar las pruebas. En la figura 19 se observa lo detallado.

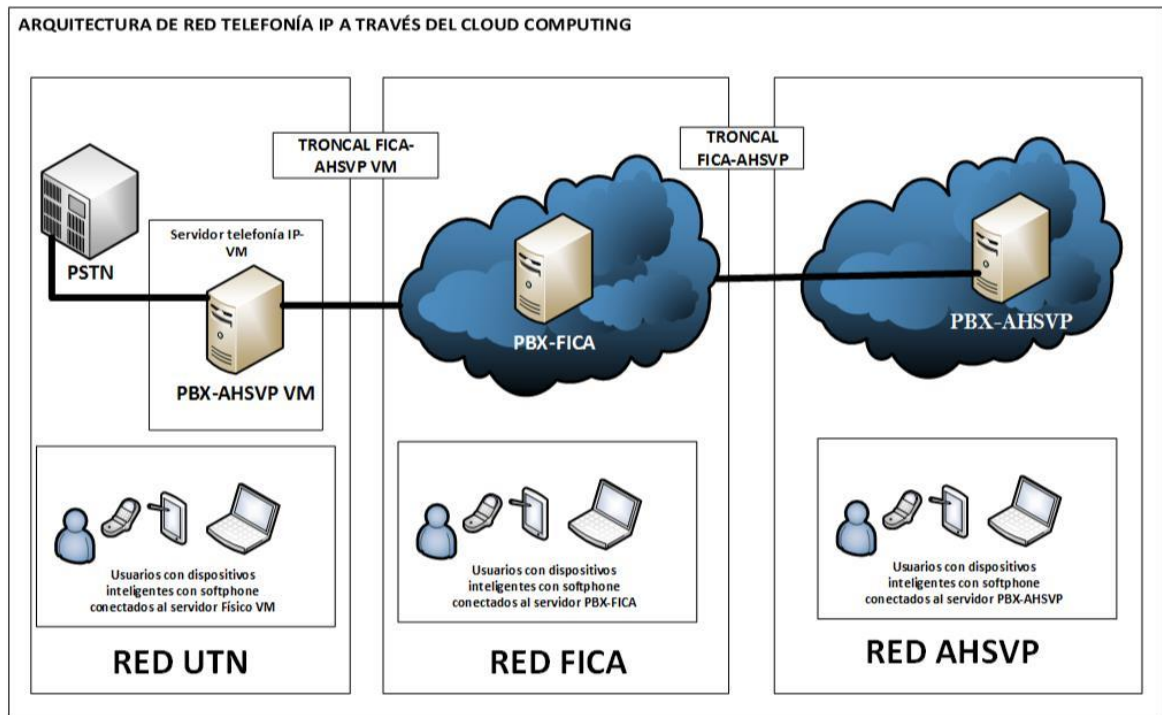


Figura 19. Arquitectura telefonía IP en el cloud
Referencia: Elaboración propia

3.3.1 Diagrama de red del servicio

Este diagrama de red del servicio es una adaptación del que se mantiene actualmente en la Universidad, en la figura 20 se puede observar lo planteado.

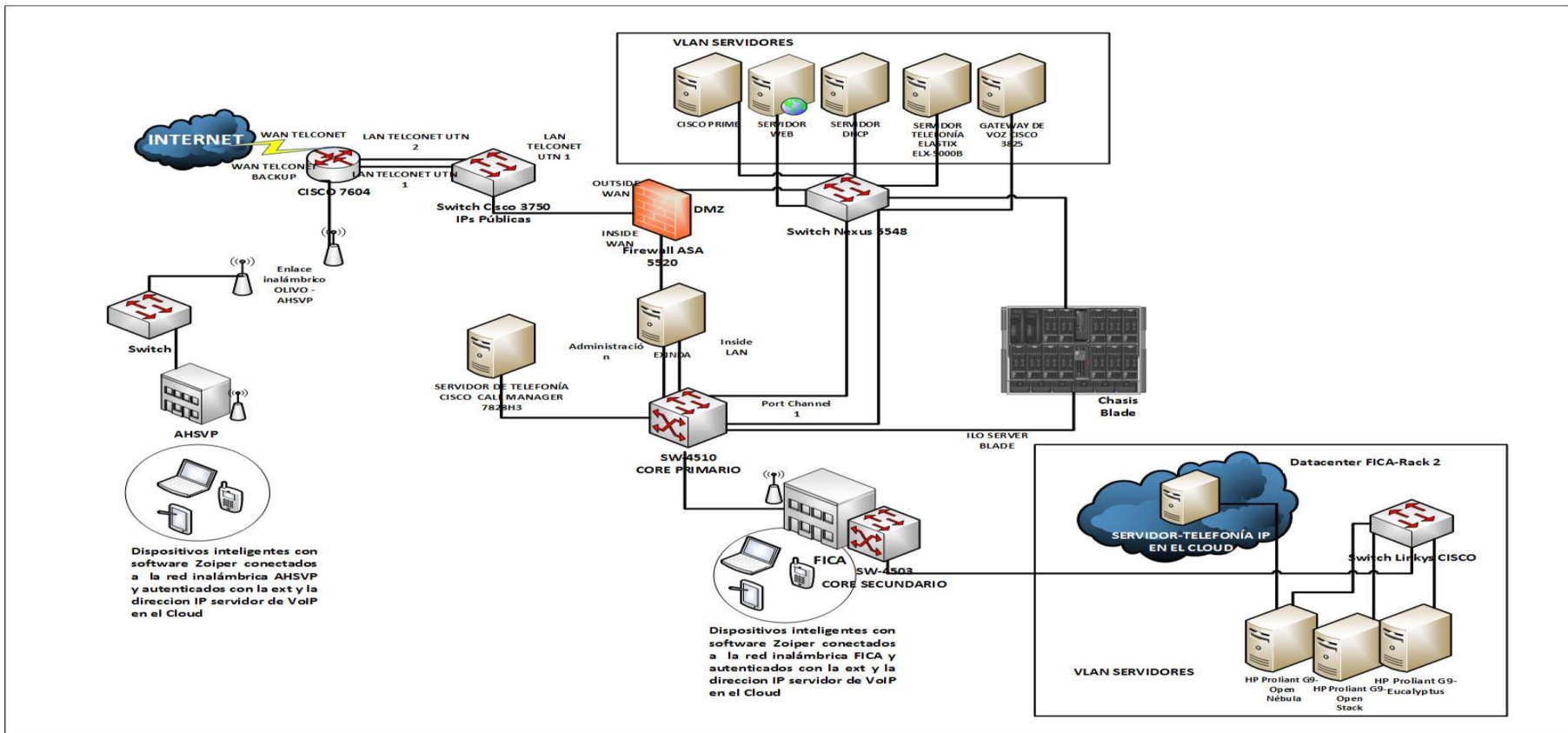


Figura 20. Diagrama de red del servicio
Referencia: Adaptación diagrama de red DDTI

3.3.2 Descripción de equipos físicos del diagrama de red datacenter FICA

- Switch Cisco 4506

Se puede apreciar en la figura 21 el equipo Switch Cisco 4506 que se encuentra en el datacenter de la FICA en el primer rack, el cual es el core secundario para la distribución de la red de toda la Universidad que además conectará a cada uno de los servidores de cloud ubicados en el segundo rack. Las características del equipo se encuentran en el anexo D.

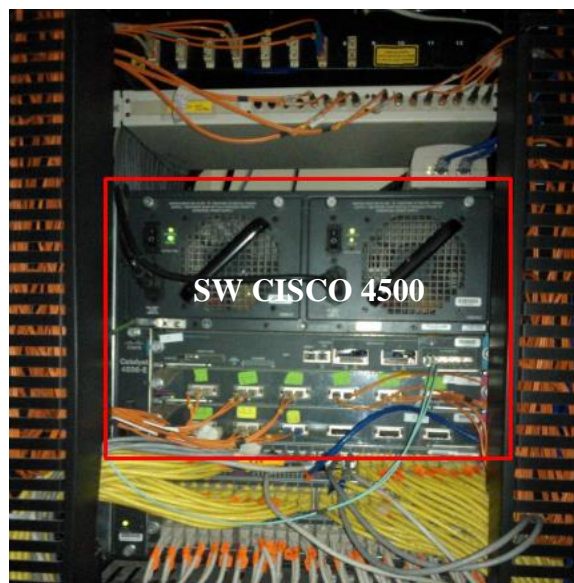


Figura 21. Switch Cisco 4506
Referencia: Datacenter FICA

- Switch Linkys SR224G

Se puede observar en la figura 22 el switch de distribución de red Linkys de 24 puertos que se encuentra conectado al core secundario, está ubicado en el segundo rack, al que se

conectan todos los servidores de cloud, como se indica en la parte señalada. Este equipo se encarga de conectar a todos los servidores a la red principal de la Universidad, ya que estos equipos se encuentran en la VLAN DE SERVIDORES. Las características del equipo se encuentran en el anexo D.

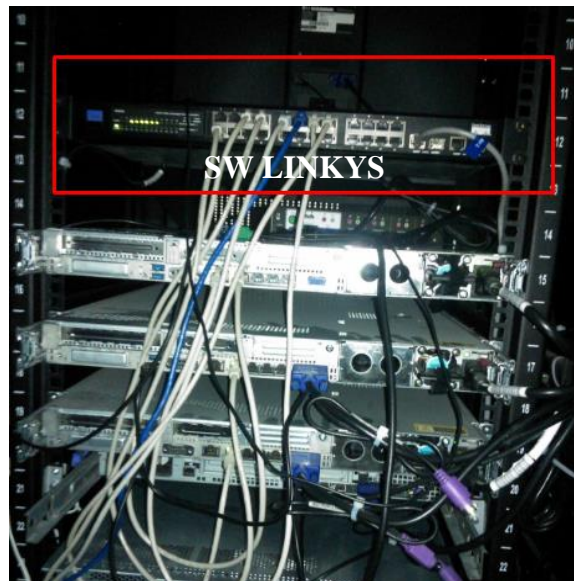


Figura 22. Switch Linkys
Referencia: Datacenter FICA

- Servidor HP DL360 Gen9 E5-2630v3 Base SAS Svr

Se puede ver en la figura 23 los servidores que se están empleando para la infraestructura de cloud, en el cual se señala el servidor donde se encuentra alojada la plataforma de OpenNebula y donde se alojará el servidor virtual de telefonía IP. Las características del equipo se encuentran en el anexo D.



Figura 23. Servidor HP DL360 Gen9 E5-2630v3 Base SAS Svr
Referencia: Datacenter FICA

3.4 Configuración Elastix sobre OpenNebula

3.4.1 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
- Servidor PBX-AHSVP: 172.16.3.168
- Servidor PBX-AHSVP-MV: 172.16.44.242

3.4.2 Subida de imagen ISO de Elastix a OpenNebula

Para proceder a realizar la instalación del PBX-FICA de telefonía IP en la plataforma de Cloud Computing OpenNebula, primero se accede a la administración web del servidor a través de la dirección *cloudfica.utn.edu.ec:9869*, para luego autenticarse con los datos de la cuenta. En la figura 24 se aprecia la pantalla principal de OpenNebula. Para efectuar la instalación se requiere tener permisos el cual otorga el administrador de la plataforma.

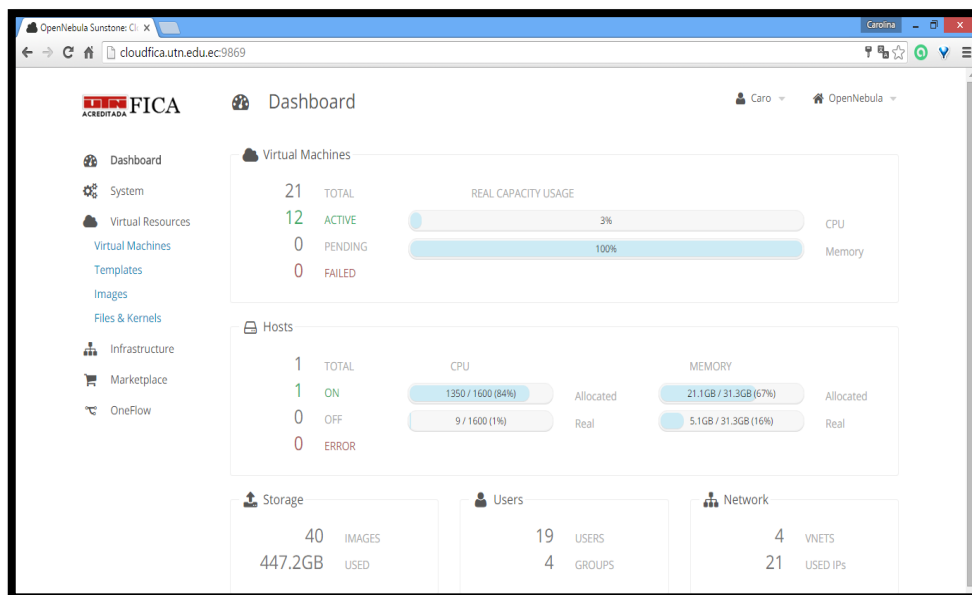


Figura 24. Interfaz web de configuraciones de OpenNebula
Referencia: Elaboración propia plataforma de OpenNebula

Luego la plataforma mostrara cada una de las características de administración que posee, como crear máquinas virtuales (instancias), ver el número de instancias que tiene desplegada la cuenta, subir nuevas imágenes ISO, ver detalles de la cuenta como cambio de contraseñas, las claves ssh para acceder remotamente a la plataforma.

Después se crea la imagen ISO del software de Elastix 2.5 en la plataforma ya que es la versión compatible con OpenNebula y es la más estable, se configuran todos los parámetros necesarios para realizar la carga, este proceso se puede apreciar en el anexo E sobre el proceso de carga de imagen ISO de Elastix a OpenNebula. Además para realizar esta acción como anteriormente se mencionó se requiere tener los permisos de administrador. En la figura 25 se observa la ISO de Elastix 2.5 cargada en la plataforma de OpenNebula.

ID	Owner	Group	Name	Datastore	Type
37	Joseph	oneadmin	Windows XP (OS)	default	OS
36	oneadmin	oneadmin	Windows8.1(cd)	default	CDROM
35	oneadmin	oneadmin	WindowsXP(cd)	default	CDROM
34	Joseph	oneadmin	Windows 7 os	default	DATABLOCK
33	Caro	users	Elastix 2.5 new	default	OS
31	Joseph	oneadmin	Linux Mint (OS)	default	OS
29	Joseph	oneadmin	W_Server2012(Grupo4)	default	OS

Figura 25. Proceso final de carga de imagen ISO de Elastix 2.5
Referencia: Elaboración propia plataforma de OpenNebula

3.4.3 Despliegue de instancia de Elastix sobre OpenNebula

Se crea la instancia con las respectivas características que se especificaron en la capacidad de la instancia en la plataforma de virtualización, donde indica que el tamaño del disco duro para asignarse es de 10 GB y el de la memoria RAM es de 4 GB el cual es para efectuar las pruebas de funcionamiento.

En la plataforma para efectuar esta configuración se realiza primero la creación de una plantilla que sirve para crear o cargar la consola de una manera más eficiente. Se especifican los requerimientos de recursos de CPU, tipo de disco para la instalación, RAM, red, almacenamiento entre los más relevantes. Después de haber creado la plantilla se crea la máquina virtual, que es la instancia. En el cual se escoge la configuración de la plantilla creada anteriormente. Después se instala el software de Elastix, que se explica más adelante.

El proceso de desarrollo de la instancia de Elastix PBX-FICA se puede apreciar en el Anexo F sobre el proceso de despliegue de la instancia de Elastix sobre OpenNebula. En la figura 26 se observa la instancia correspondiente a PBX-FICA.

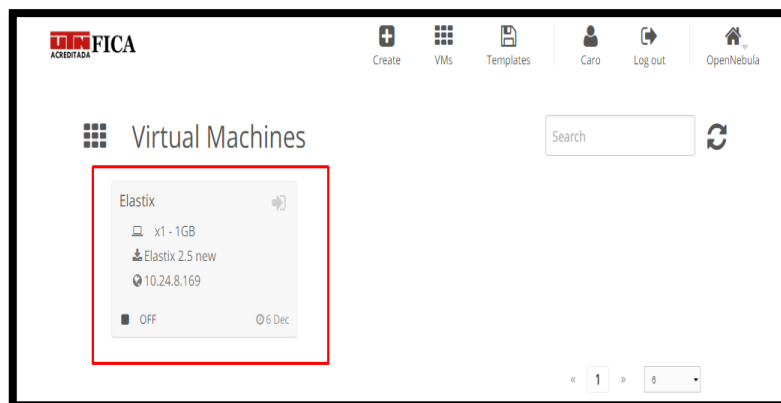


Figura 26. Interfaz después de haber subido la imagen de Elastix 2.5
Referencia: Elaboración propia plataforma de OpenNebula

Para cumplir con la arquitectura de red planteada, se emplean dos instancias en el cloud, que servirán para realizar las respectivas pruebas de funcionamiento. Por lo que, para la segunda instancia PBX-AHSVP se efectúa la misma configuración. Las respectivas configuraciones se encuentran en el mismo anexo.

3.4.4 Instalación de Elastix sobre OpenNebula

Para la instalación del software de telefonía IP, se configuran cada uno de los parámetros, esto se lleva a cabo en un periodo de tiempo. Finalizada la instalación antes de proceder a configurar las contraseñas de acceso al usuario root y a la administración web se retira la imagen de disco de instalación, ya que este proceso es similar a uno realizado en un servidor físico. El proceso de instalación del software de telefonía IP, se puede apreciar en el Anexo G sobre instalación del Elastix 2.5 sobre OpenNebula, este es para el caso del servidor PBX-FICA.

Posteriormente se accede al administrador root a través de la consola del servidor con la respectiva dirección IP que se configuró, con el que se tendrá acceso en toda la LAN de la Universidad para gestionar el servicio. En la figura 27 se observa la pantalla de inicio de la consola del servidor de Elastix PBX-FICA.

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

ELASTIX 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://10.24.8.169

[root@ELASTIX ~]# _
```

Figura 27. Administración por consola del servidor de Elastix 2.5 PBX-FICA
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA plataforma OpenNebula

Finalizado el proceso de instalación se observa la interfaz web del servidor de telefonía IP, en el que se accede con el respectivo nombre de usuario y contraseña. Se observa en la figura 28 la interfaz web de administración del servidor.

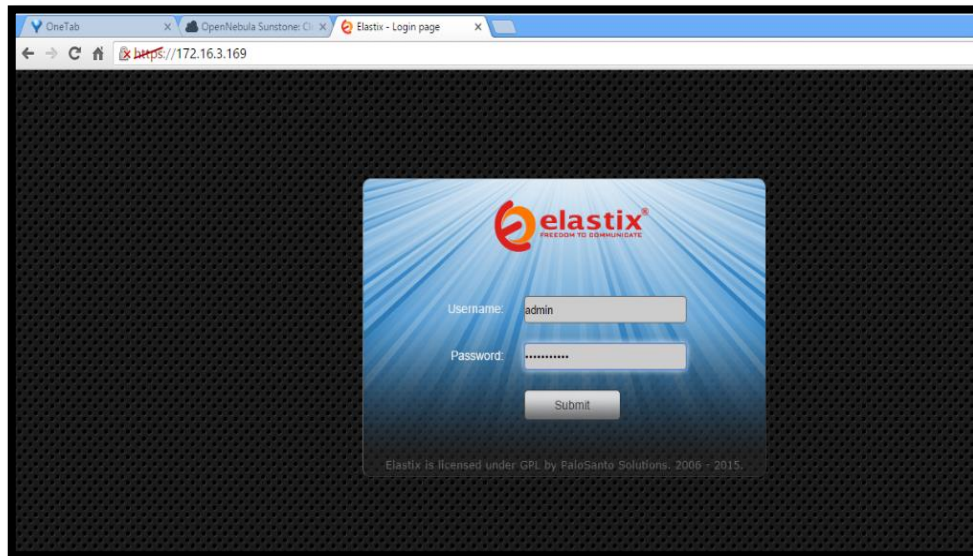


Figura 28. Administración web del servidor de Elastix
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

Luego de haber realizado la instalación del primer servidor PBX-FICA se procede a instalar el segundo servidor PBX-AHSVP, el cual tendrá el mismo proceso que el anterior servidor, este proceso se encontrará detallado en el anexo F sobre la instalación de Elastix 2.5 sobre OpenNebula, el cual tiene las mismas configuraciones. En la figura 29 se observa el proceso inicial de instalación de la Elastix.

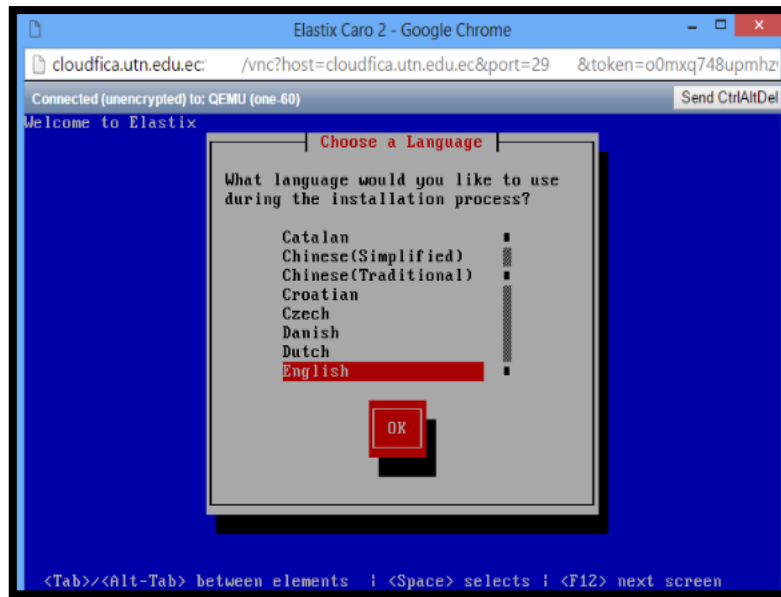


Figura 29. Proceso de inicio de instalación del servidor PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia plataforma de OpenNebula

Posteriormente se efectúa el mismo proceso como anteriormente se explicó, sobre retirar el disco de instalación para después configurar la contraseña de root y mysql.

Finalmente se accede a la consola del servidor con usuario: root y la contraseña que se haya configurado. En la figura 30 se observa la consola del servidor PBX-AHSVP.

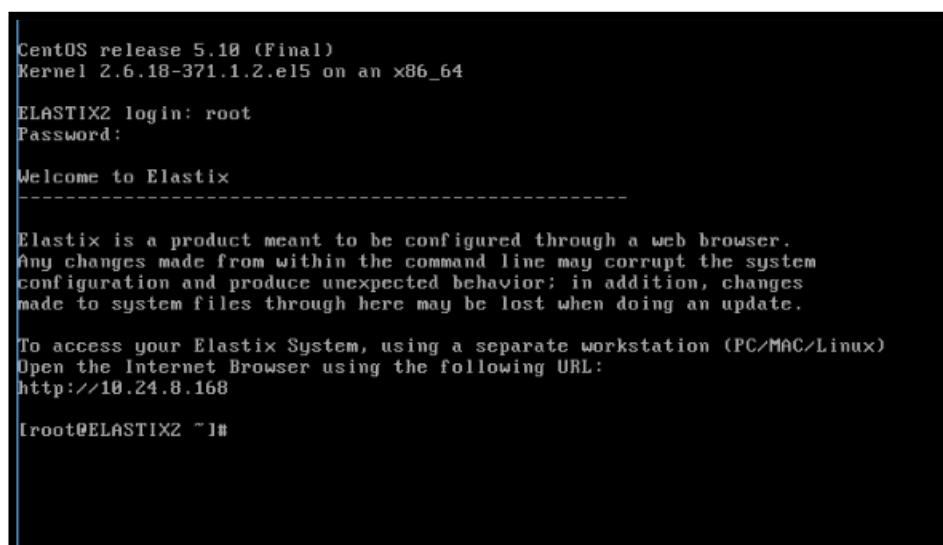


Figura 30. Administración por consola del servidor de Elastix 2.5 PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-AHSVP

Para acceder a la interfaz de administración web se realiza el mismo proceso que anteriormente se realizó, en la figura 31 se muestra la interfaz de administración web del servidor PBX-AHSVP.

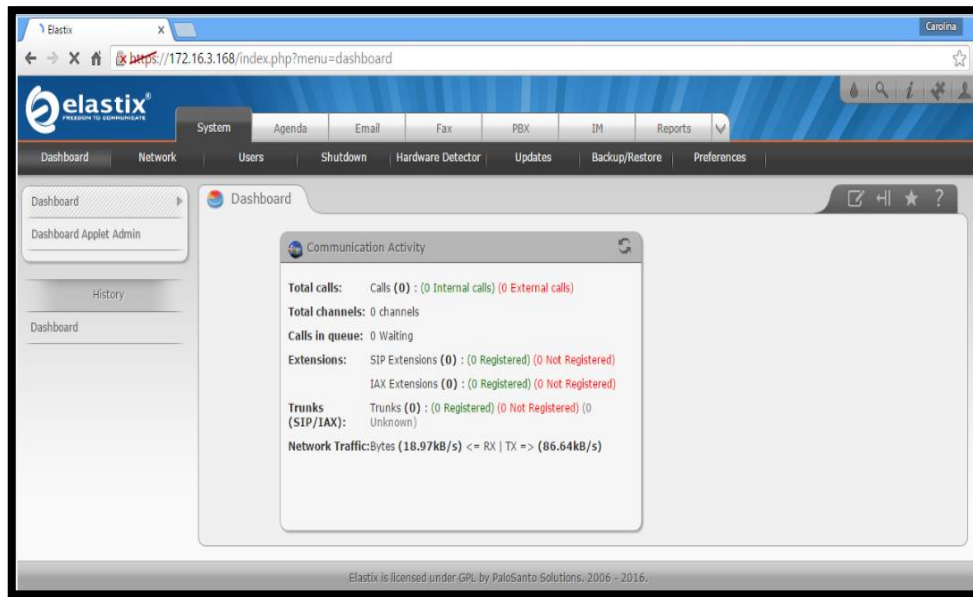


Figura 31. Interfaz de administración Web del servidor de Elastix 2.5 PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-AHSVP

3.4.5 Instalación de Elastix sobre una máquina virtual

Para efectuar la estructura de la arquitectura de red que se planteó, para las pruebas de funcionamiento se utiliza un servidor alojado en una máquina virtual, el cual va a simular se el Antiguo Hospital San Vicente de Paul. El software para la virtualización que se utilizará es VMware, este proceso de instalación se detallará en el anexo H. El cual consiste en la creación de la máquina virtual, y la instalación de Elastix. En la figura 32 se observa el proceso de inicio de instalación del servidor PBX-AHSVP MV

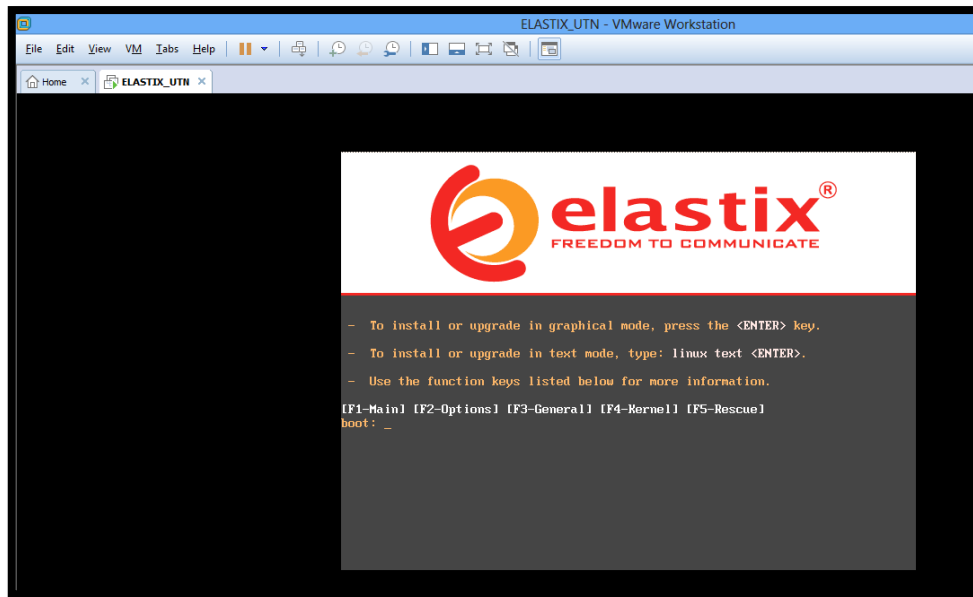


Figura 32. Proceso de inicio de instalación del servidor PBX-AHSVP MV
Referencia: Elaboración propia software vmware

Finalizado el proceso de instalación del mismo modo que los anteriores servidores se accede a la consola con el usuario: root y la contraseña. Luego de haber realizado esto se accede a la interfaz de administración web con la dirección IP. En la figura 33 se aprecia la interfaz de administración web.

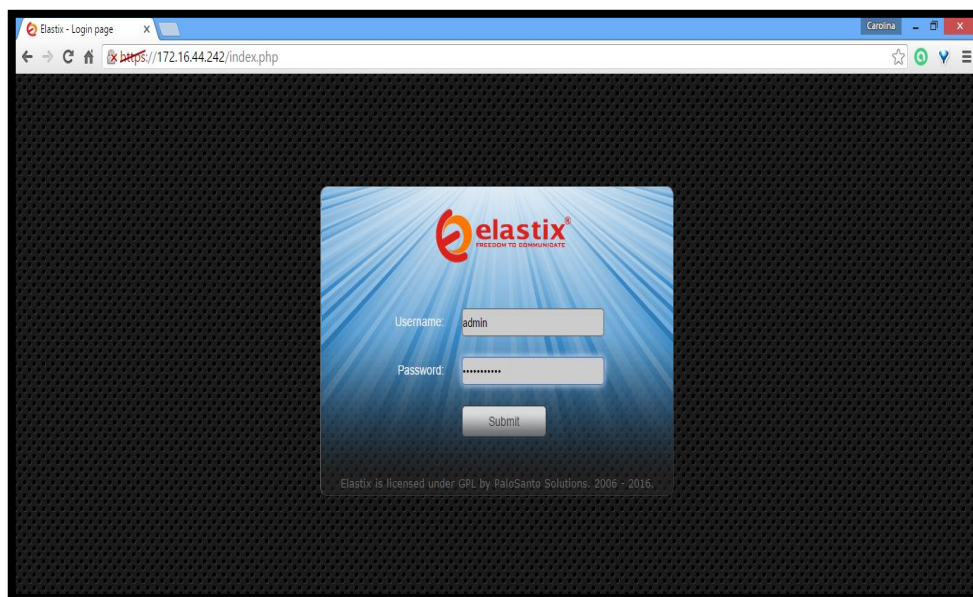


Figura 33. Interfaz de administración web del servidor PBX-AHSVP MV
Referencia: Elaboración propia software vmware

3.4.6 Configuración de la telefonía IP

La arquitectura de red que se encuentra presentada en este diseño se encuentra compuesto por tres servidores, dos virtuales y uno en una máquina virtual, lo primero que se configura son las extensiones de cada servidor tanto de los que se encuentran alojados en OpenNebula como de la máquina virtual. Después se establece las troncales para que se comuniquen entre servidores para posteriormente efectuar las respectivas pruebas de funcionamiento del servicio de telefonía IP.

3.4.6.1 Configuración de extensiones

Las extensiones de prueba que se tomará en cuenta son las que se obtuvo del directorio telefónico de la Universidad, se utilizó como referencia las de la FICA, y las de Antiguo Hospital San Vicente de Paul, asimismo se configuraron las nuevas extensiones para los estudiantes participantes en el proyecto del cloud y los docentes de la carrera CIERCOM.

Para empezar la configuración de las extensiones primero se escoge el protocolo con el que se encuentra trabajando, en este caso se utiliza SIP, después se configura el nombre, número de la extensión, clave y el códec de audio que se escogió en el dimensionamiento. Todo este proceso se encuentra en el anexo I. En la figura 34 se observa las extensiones en el servidor PBX-FICA.

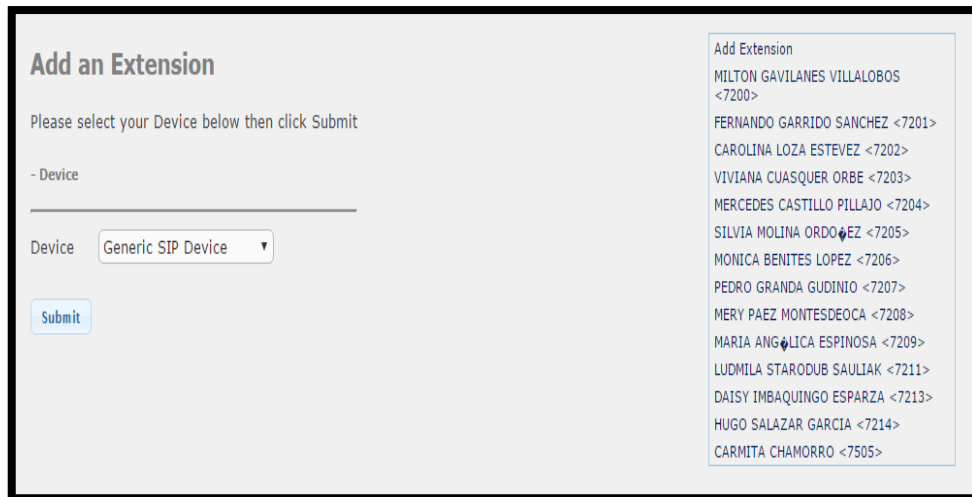


Figura 34. Extensiones agregadas en el servidor PBX-FICA
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

En la figura 35 se observan los primeros parámetros de configuración de las extensiones en el servidor PBX-AHSVP MV.

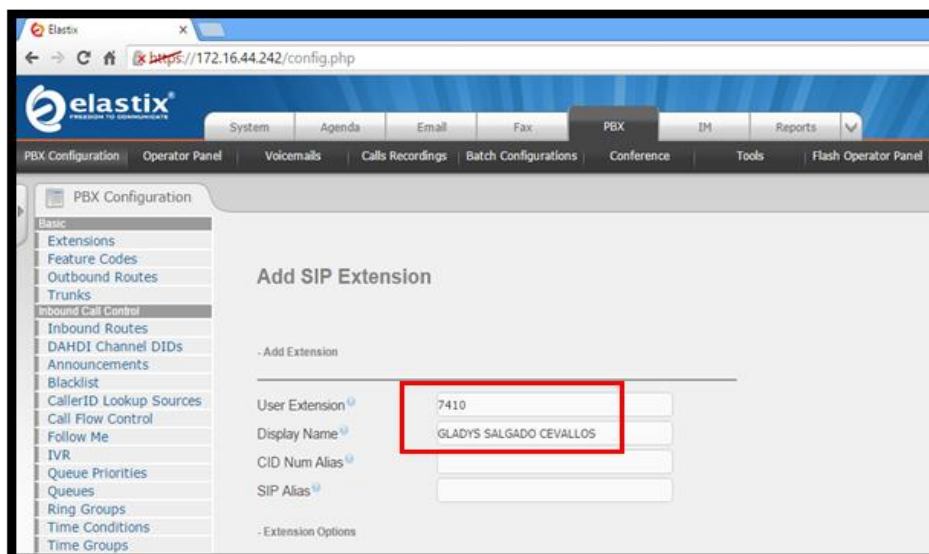


Figura 35. Proceso de configuración en el servidor PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia servidor AHSVP-MV

Además también se configuraron extensiones IAX2 para lo cual se utiliza el nuevo plan de marcado, en la figura 36 se aprecia el proceso de agregar una extensión IAX2.

Figura 36. Proceso de configuración de una extensión IAX2 servidor PBX-FICA
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

Para el caso de grandes grupos de extensiones Elastix, tiene la función de configurar por lotes, el cual debe estar en un documento de Excel en formato .csv y se procede a agregar extensiones. Esta configuración ayuda a efectuarla en menos tiempo. En la figura 37 se aprecia que se cargaron 15 extensiones al servidor.

Figura 37. Proceso de carga de extensiones por lotes
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

Todo el proceso de configuración de las extensiones se encuentra en el anexo I, con detalle de cada uno de los pasos que se deben seguir.

3.4.6.2 Configuración de troncales

El objetivo de realizar esta configuración de las troncales es para verificar la conectividad entre dos servidores que se encuentran en el cloud PBX-FICA y PBX-AHSVP, y la otra es para verificar que se pueda conectar un servidor en el cloud con uno alojado en una máquina virtual física PBX-FICA y PBX-AHSVP MV, además otra configuración que se efectuó es fue de una troncal entre el servidor PBX-FICA y el servidor de la Universidad, para comprobar la funcionalidad de la troncal con un servidor real.

Para las configuraciones se utilizará el protocolo SIP y IAX2, que son los más conocidos y soportados de los equipos. Todo este proceso se encuentra en el anexo I.

Primeramente se configura la troncal entre PBX-FICA y PBX-AHSVP, donde se establece los parámetros de como el nombre de la troncal, el caller ID, los términos peer, la cadena de registro, y los detalles a donde se quiere dirigir la llamada.

En la figura 38 se puede observar el proceso de agregar una troncal con el protocolo de señalización SIP en el servidor PBX-FICA, el mismo proceso se efectúa para el otro servidor PBX-AHSVP y con los mismos parámetros. Todos los pasos se encuentran en el anexo I.

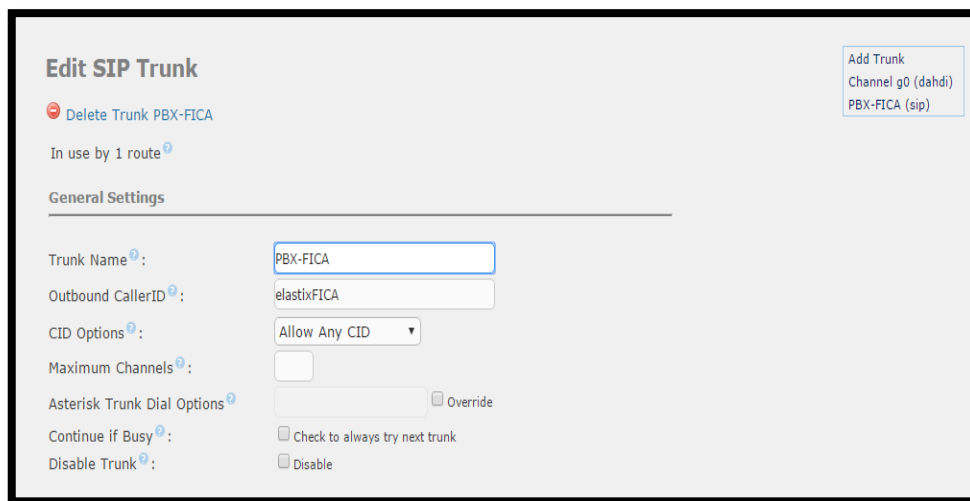


Figura 38. Configuración de troncal SIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

Para verificar el registro de las troncales después de realizar la configuración es a través de la consola de Elastix con el comando “sip show peers”. En la figura 39 se observa el registro de la troncal en el cual se indica a través de la consola del servidor PBX-AHSVP el estado de registro.

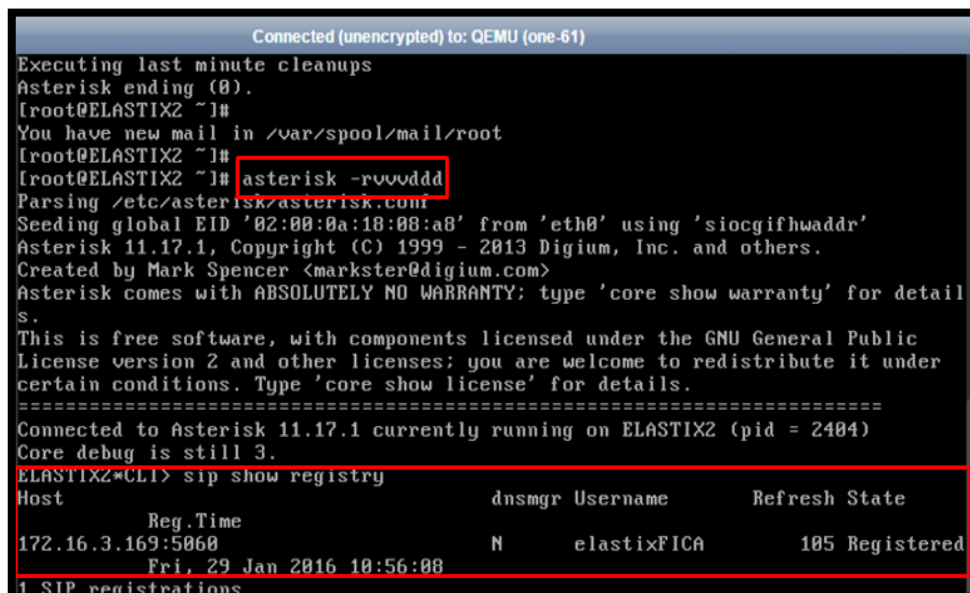


Figura 39. Proceso de configuración de troncal servidor PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

Las configuraciones de las troncales entre la PBX-FICA y PBX-AHSVP MV con el protocolo SIP tienen las mismas características del anterior. Además se estableció la troncal entre el servidor PBX-FICA y el servidor Elastix de la Universidad. Todo el detalle de este proceso se encuentra en el anexo I. En la figura 40 se puede apreciar el proceso de establecimiento de la troncal con el servidor de la institución donde se aprecia el nombre de la troncal, la dirección IP y el proceso de establecimiento de la troncal.

Connected (unencrypted) to: QEMU (one-29)				
Yes	A	45307	OK (120 ms)	
7274/7274			(Unspecified)	D Yes
Yes	A	0	UNKNOWN	
7275/7275			172.17.42.12	D Yes
Yes	A	50219	OK (80 ms)	
7276/7276			172.17.42.12	D Yes
Yes	A	49012	UNREACHABLE	
7277/7277			(Unspecified)	D Yes
Yes	A	0	UNKNOWN	
7278/7278			(Unspecified)	D No
No	A	0	UNKNOWN	
7450/7450			172.23.196.165	D No
No	A	39142	OK (1605 ms)	
7505			(Unspecified)	D Yes
Yes	A	0	UNKNOWN	
SIP-UTN			172.16.8.10	Auto (No)
No	A	5060	OK (14 ms)	
contextFICA			172.16.3.168	Auto (No)
No	A	5060	Unmonitored	
contextFICAn			172.16.44.242	Auto (No)
No	A	5060	Unmonitored	
elastixFICA/s			172.16.3.168	D Auto (No)
No	A	5060	Unmonitored	
32 sip peers [Monitored: 8 online, 21 offline Unmonitored: 3 online, 0 offline]				
ELASTIX*CLI>				

Figura 40. Verificación de establecimiento de troncal
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

Del mismo modo se configuro las troncales con el protocolo IAX2 entre el servidor PBX-FICA y PBX-AHSVP. Donde de igual manera se especificó cada uno de los parámetros que requiere el único que detalle que varía es el protocolo que se utiliza que es el IAX2, este proceso se detalla en el anexo I.

3.4.6.3 Configuración de las rutas de salida

Después de realizar la configuración de las troncales se efectúa las rutas de salida. Para que se pueda comunicar entre servidores, se establecen todos los parámetros para que pueda tener una salida hacia el otro servidor, el nombre de la ruta de salida, los dígitos para la salida hacia el otro servidor, se agrega la troncal por donde se desea salir.

En la figura 41 se observa la configuración de los dígitos del plan de marcación hacia el otro servidor en el servidor PBX-FICA. Este proceso se realiza para los dos servidores. En el caso para PBX-FICA y PBX-AHSVP.



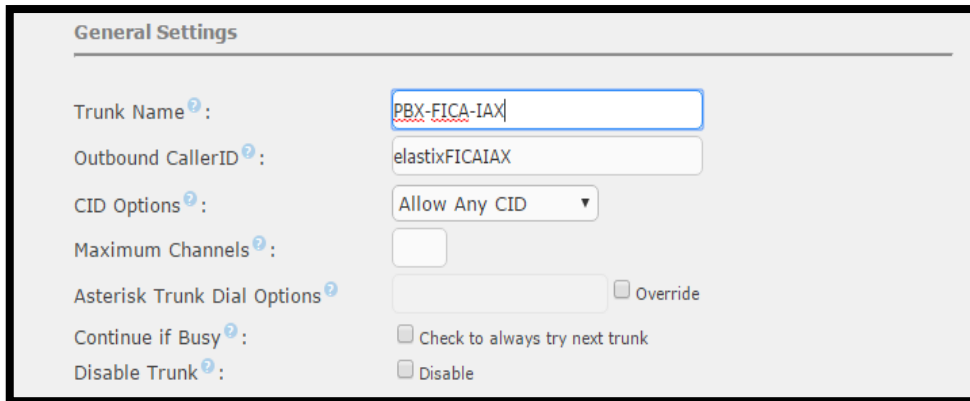
The screenshot shows a configuration interface for dial plans. It features a form with two rows of input fields. The first row contains a field with a red box around the text '[74XX'. Below the form is a blue button labeled '+ Add More Dial Pattern Fields'. At the bottom, there is a dropdown menu labeled 'Dial patterns wizards' with '(pick one)' selected, and a button labeled 'Export Dialplans as CSV' with an 'Export' button next to it.

Figura 41. Configuración del plan de marcación para alcanzar al otro servidor
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

Para la configuración de la troncal entre la PBX-FICA y la PBX-AHSVP MV se realiza el mismo procedimiento, que anteriormente se mencionó, todo este proceso describe en el anexo I.

También se configuro la ruta de salida para el caso de las troncales con el protocolo IAX2, entre el servidor PBX-FICA y el servidor PBX-AHSVP, la finalidad de esta

configuración, es el de verificar el soporte de compatibilidad con los dos protocolos de telefonía IP más utilizados, el proceso es el mismo que anteriormente se configuró. En la figura 42, se muestra el proceso inicial de configuración de la ruta de salida con el protocolo IAX2. Todo ese proceso se realiza en el anexo I.



The screenshot shows the 'General Settings' page for an IAX2 trunk. The fields are as follows:

Field	Value
Trunk Name	PBX-FICA-IAX
Outbound CallerID	elastixFICAIAAX
CID Options	Allow Any CID
Maximum Channels	
Asterisk Trunk Dial Options	<input type="checkbox"/> Override
Continue if Busy	<input type="checkbox"/> Check to always try next trunk
Disable Trunk	<input type="checkbox"/> Disable

Figura 42. Proceso de configuración de troncal IAX2.
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

Para ver el registro de la troncal con el protocolo IAX2 se efectúa a través del comando “iax2 show peers” a través de la consola donde se verifica el registro. En la figura 43 se observa el proceso de establecimiento de la troncal con el protocolo de señalización IAX2.

```
[root@ELASTIX ~]# asterisk -rvvv
Asterisk 11.17.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.17.1 currently running on ELASTIX (pid = 2461)
ELASTIX*CLI> iax2 show registry
host                dnsmgr  Username      Perceived      Refresh  State
172.16.3.168:4569   N       elastixAHS    172.16.3.169:4569  60      Register
IAAX2 registrations.
ELASTIX*CLI> _
```

Figura 43. Proceso de establecimiento de troncal servidor PBX-FICA
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

3.4.6.4 Configuración de colas y conferencias

Se realizó la configuración de una cola en el servidor PBX-FICA para verificar la funcionalidad de este servicio, se asignó un número y nombre a la cola, la estrategia de marcado, y los diferentes tiempos de espera de la cola. En la figura 44 se observa la configuración de la cola de espera.

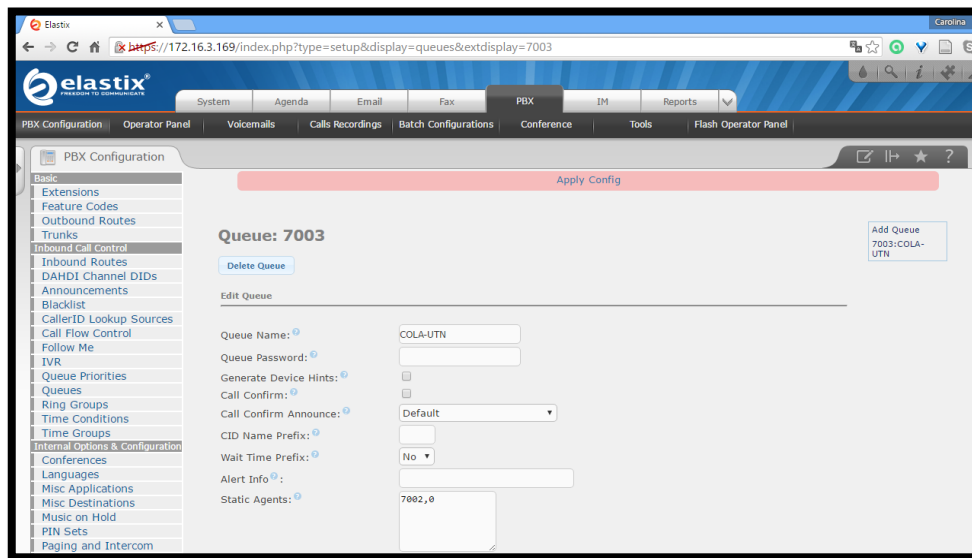


Figura 44. Configuración de colas
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

Con esta configuración se obtiene una llamada entre varios usuarios, los requerimientos que se deben establecer son el número de conferencia, nombre y una contraseña para conectarse a la conferencia. En la figura 45 se muestra los parámetros de configuración de la conferencia.

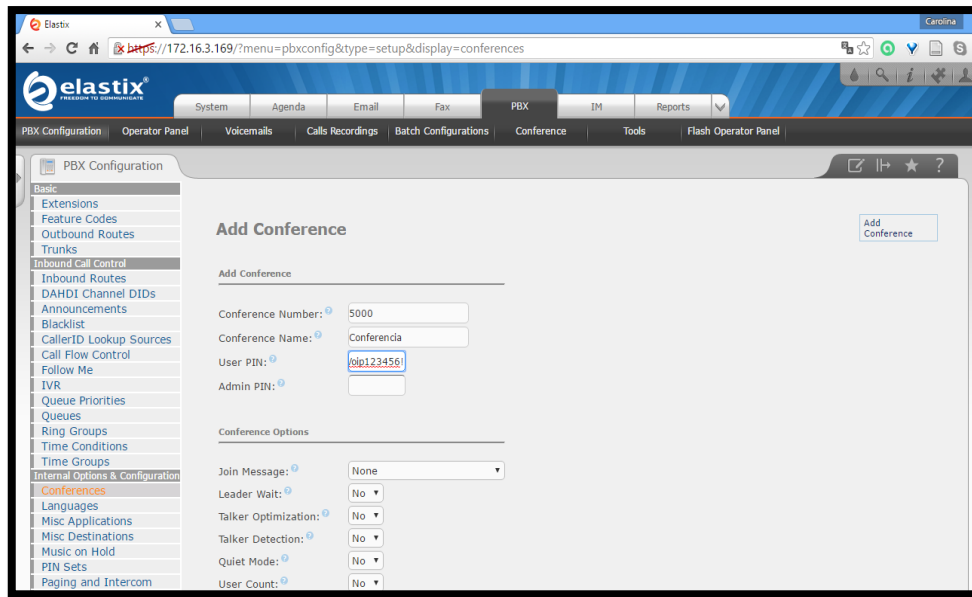


Figura 45. Configuración de conferencia
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

3.4.6.5 Configuración de IVR

El objetivo de efectuar esta configuración es en el caso de que un usuario no conozca la extensión a la que requiere llamar y el reconocimiento de voz interactivo le genera una recepción digital y si es el caso obtener la ayuda de un operador para encontrar la extensión destino.

Para desarrollar esta configuración primero se graba o sube un sonido de audio para el anuncio en el IVR. Se debe conocer que el software permite tener todos los IVR que desee, todo según sean los requerimientos. En el caso que se requiera el acceso desde una troncal se establece las rutas entrantes.

Para grabar el sonido en este caso se empleó el software Audacity el cual graba o convierte en formato .wav y con la codificación PCM Encoded, 16 bits, a 8000Hz, es necesario recalcar esto, ya que si no se tiene en este formato la grabación no va a obtener un buen funcionamiento. En la figura 46 se puede apreciar la grabación ya cargada al servidor, esta configuración se encontrara en el anexo I.

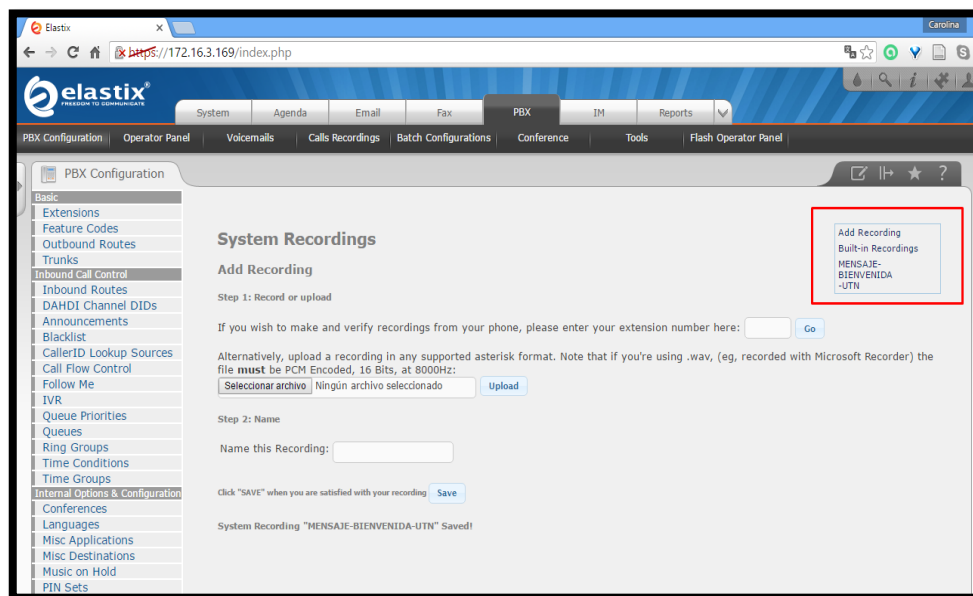


Figura 46. Grabación de audio
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

Después se procede a configurar el IVR, en donde se especifica el nombre, se escoge la grabación, el periodo de tiempo que se demorará la grabación y luego se agregan las entradas, es decir las opciones que conmutará el IVR, donde además dentro de este IVR se establece la cola de espera como una opción más de las entradas. En la figura 47 se observa la configuración de las entradas del IVR.

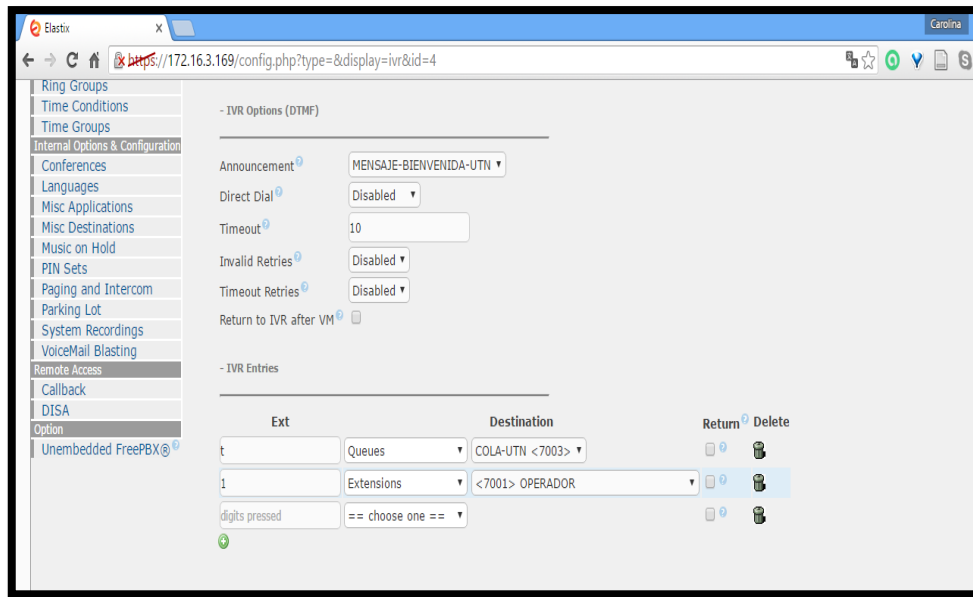


Figura 47. Configuración de IVR
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA.

3.4.6.6 Configuración de ruta de entrada

La finalidad de este proceso es para comprobar el funcionamiento del IVR entre troncales, por lo que es necesaria para permitir que ingrese la petición por la troncal. Los parámetros que se deben agregar son el nombre de la ruta, el DID number que es el formato del número de entrada y también se el destino de la ruta, que este caso es el IVR anteriormente establecido. Se puede apreciar en la figura 48 el IVR. Toda esta configuración se encuentra en el anexo I.

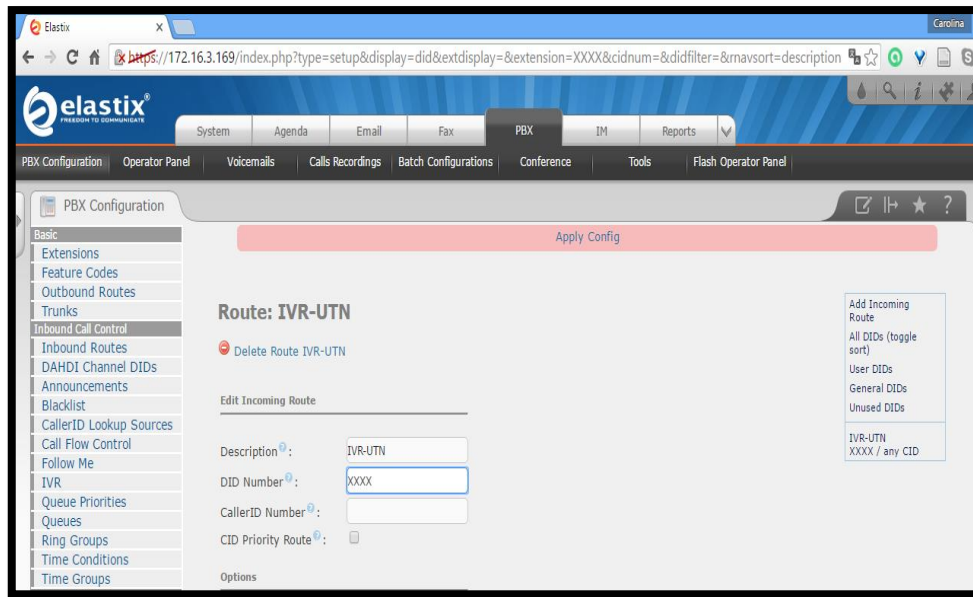


Figura 48. Configuración de ruta de entrada
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Introducción

En este capítulo se realiza las pruebas de funcionamiento del servicio, tanto técnicas como las de conectividad. En las técnicas se analiza el flujo de tráfico, jitter, pérdida de paquetes, rendimiento del servidor y consumo de ancho de banda. En las de conectividad se verifica la disponibilidad del servicio a nivel local, el soporte de los diferentes protocolos, tanto SIP como IAX2, la conectividad entre servidores como la conexión a través de un trocal con el servidor Elastix de la Universidad. Estas pruebas servirán para verificar el comportamiento del servicio.

4.2 Pruebas técnicas de funcionamiento del servicio.

Las pruebas técnicas de funcionamiento de servicio se realizarán a través de la herramienta de Wireshark. La cual permite el análisis de los paquetes capturados para observar el comportamiento del servicio. Además se obtendrán muestras del tráfico que circula por el servidor según reportes del equipo Exinda de la universidad, servidor Elastix en el cloud, y de la plataforma de OpenNebula. Para observar el rendimiento de la plataforma.

Las llamadas simultáneas que se realizaran primeramente serán entre extensiones a nivel local. En donde se observará el comportamiento que atraviesa por el servidor de telefonía IP y así ver el tipo de paquetes que circula y los respectivos niveles de pérdida de paquetes, el jitter y el retardo que se tiene.

4.2.1 Pruebas a nivel local

En esta prueba de funcionamiento se utilizó la red del DDTI, en el cual se tiene una asignación de un buen ancho de banda, por lo que se pueden obtener estos resultados.

Se puede observar el proceso de captura de paquetes a través de la herramienta de wireshark, donde se indica el establecimiento de la llamada.

En esta parte se genera el flujo de datos para una llamada, en la figura 49 se inicia el proceso de establecimiento de una llamada con el protocolo SIP, en donde se observa los mensajes que se generan con el protocolo de señalización:

- Inicialmente se genera el mensaje INVITE que indica el establecimiento de la llamada con el códec GSM desde la dirección IP 172.16.3.168.
- En seguida el teléfono a donde se está llamando con la IP que se muestra 172.17.97.222, envía una respuesta con un valor de 100-Trying, este mensaje es de información, que es un tipo de mensajes del protocolo SIP.
- Posteriormente se muestra que se envía una respuesta de esta misma dirección IP 180-Ringing, es un mensaje de información.

- Después el teléfono receptor no responde y vuelve a realizar el mismo proceso nuevamente.
- En el segundo intento ya se estableció la llamada y envía un mensaje 200-OK y la transmisión con el protocolo RTP inicia y desde la IP 172.16.3.168 se envía un mensaje con ACK de confirmación. Este mensaje es de éxito.
- Se encuentra transmitiendo la voz a través del protocolo RTP.
- Finalmente se envía una solicitud de BYE desde la IP 172.16.3.168 y envía una confirmación de 200-OK y se culmina la llamada.

Además se observa en los comentarios los números de las extensiones que intervienen en el proceso de llamada, el número de paquetes transmitidos y el tiempo de duración.

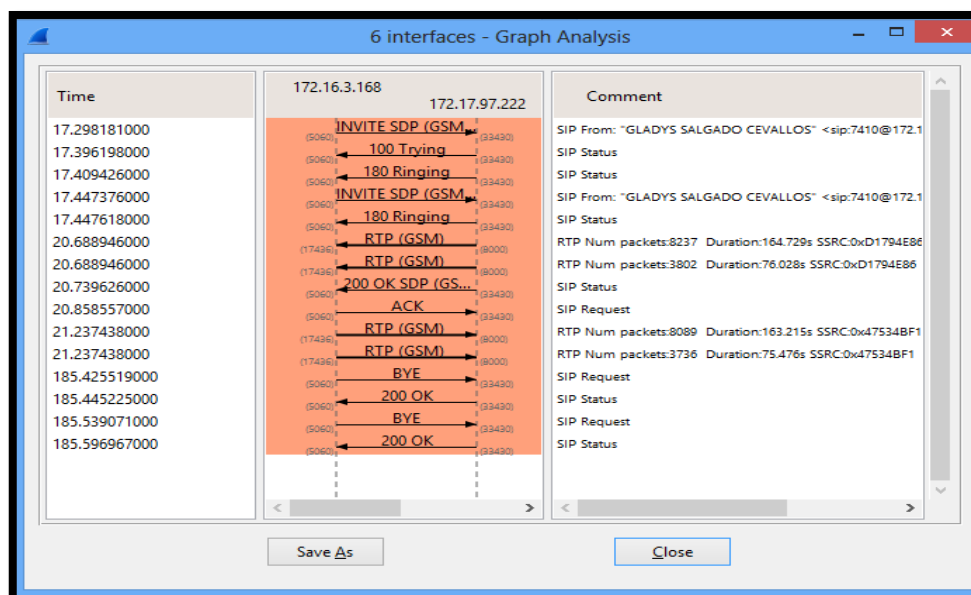


Figura 49. Establecimiento de una llamada con SIP a nivel local
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

Se encuentra la gráfica que se forma cuando se establece una llamada a nivel local en la figura 50. En el software se filtra la dirección IP 172.16.3.169, donde se observa dos gráficas que corresponde al tráfico entrante y saliente que corresponde al 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”. Lo que finalmente tiene un consumo de un ancho de banda pico de 666.66 bps. En el tráfico saliente en cambio 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 tiene un consumo de un ancho de banda pico de 360 bps. Estos valores obtenidos representan el consumo de ancho de banda y la perdida de paquetes en diferentes periodos que se tiene, con el tráfico que se está generando.

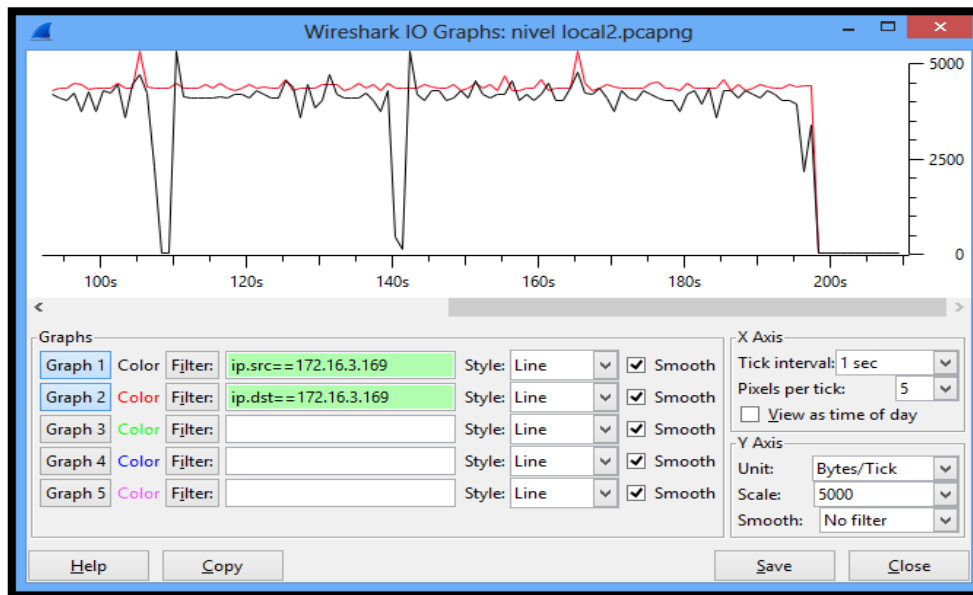


Figura 50. Gráfica del tráfico de VoIP a nivel local red DDTI
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

Esta otra prueba se la efectuó con la red wifi de la FICA entre los ocho participantes del cloud. En los cuales se efectuaron llamadas simultaneas entre varios usuarios. En esta parte se distingue que se han detectado siete llamadas de las cuales tres han sido rechazadas y las restantes si se completaron. En la figura 51 se observa los datos que muestra el software entre los que están:

- 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 51. Número de llamadas detectadas a nivel local
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

En la figura 52 se interpreta los resultados obtenidos del protocolo RTP de uno de los paquetes capturados, en el cual se muestran ciertos valores:

- La dirección IP desde donde se genera la llamada el cual es del servidor 192.168.3.168 desde el puerto 10712.
- Los puertos del 10000 al 20000 y en este caso se observa la utilización de un puerto aleatorio en este rango.
- El total de paquetes RTP transmitidos son de 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 lo cual representa que se encuentra en un nivel aceptable según se menciona en la definición de latencia o retardo y un Mean jitter de 10.24ms.

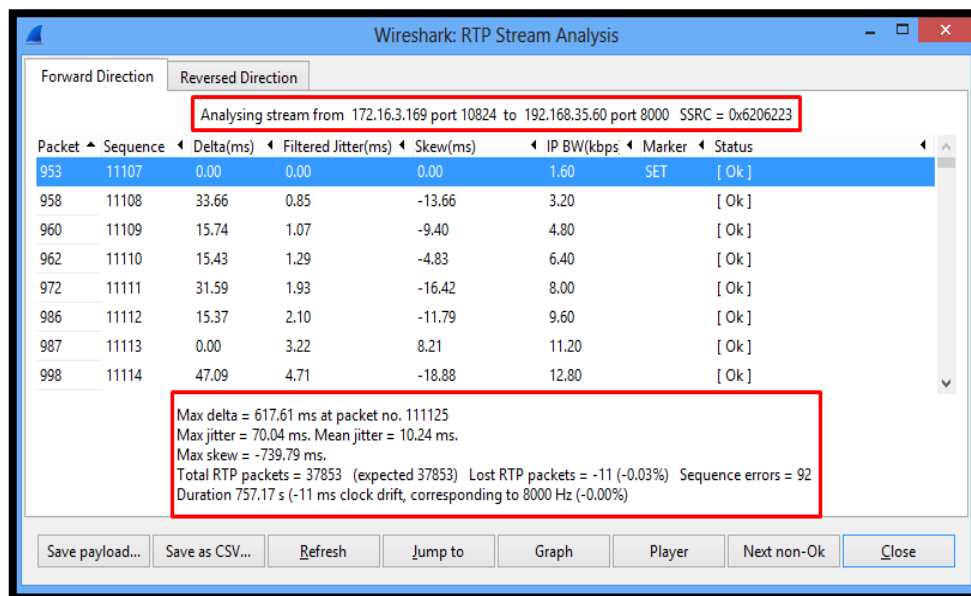


Figura 52. Tráfico RTP a nivel local
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

En esta otra prueba se extrajo ciertos datos importantes del rendimiento del servidor de Elastix PBX-FICA.

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

Los valores que muestran en la figura 53 representan el rendimiento del servidor en el cual se puede afirmar no existe un gran consumo, pero esto es debido a que son solo pruebas que se están efectuando para ver el comportamiento del servicio.

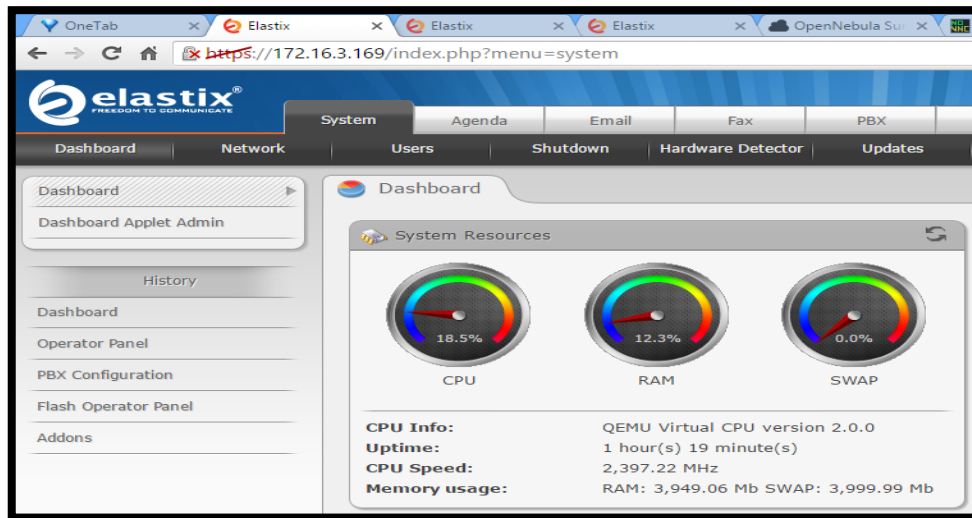


Figura 53. Rendimiento del servidor de Elastix
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

De igual manera el buffer de memoria libre del servidor tiene un valor admisible con respecto al valor total de la memoria RAM, como se observa en la figura 54. Este buffer es el que permite que el servidor no se sature.

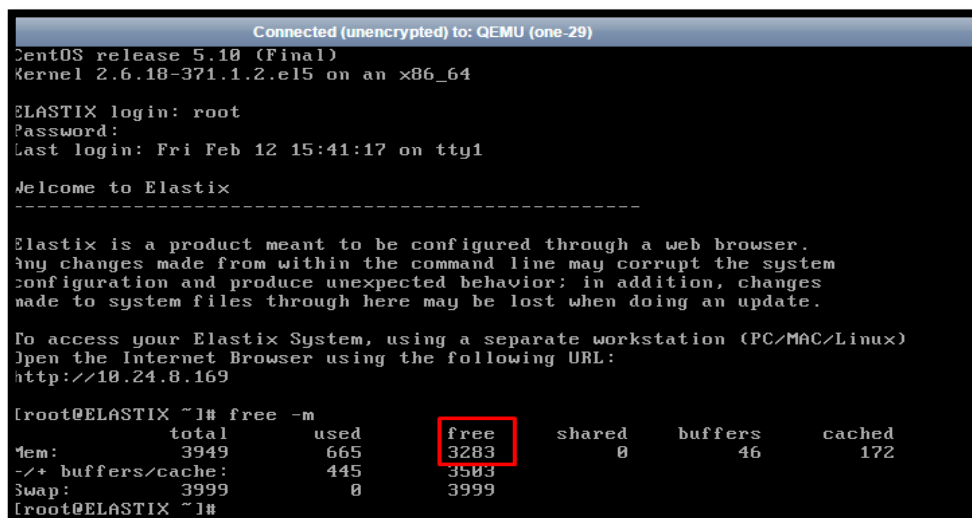


Figura 54. Memoria RAM, buffer servidor Elastix
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

En cuanto al tráfico de red que circulo por el servidor muestra los siguientes valores en la figura 55:

- Recepción: 27.48Kbps
- Transmisión: 31.57Kbps.

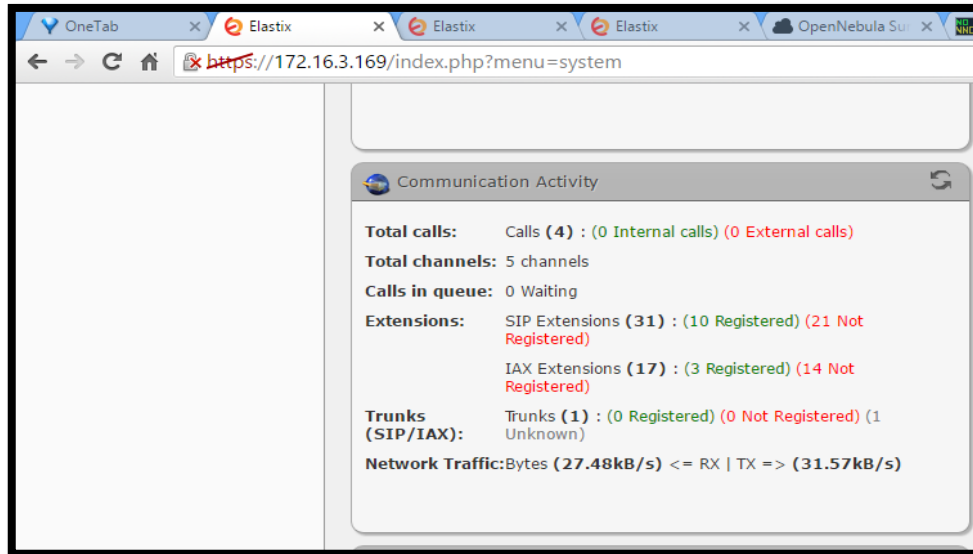


Figura 55. Tráfico de red Elastix PBX-FICA
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

En esta siguiente prueba se observa el tráfico que circula a través de la dirección IP según el reporte que otorga el servidor Exinda de la Universidad. Los datos que se asimilan con respecto a la conversación de entrada en la figura 56 se observa a detalle lo que se describe a continuación:

- Protocolos de comunicación que están circulando a través del 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 56. Tráfico de entrada servidor Exinda
Referencia: Elaboración propia servidor Exinda UTN

Los datos que se asimilan con respecto a la conversación de salida se observa en la figura 57:

- 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.
- Total paquetes transmitidos por segundo de 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 57. Tráfico de salida servidor Exinda
Referencia: Elaboración propia servidor Exinda

En esta siguiente prueba se observa el rendimiento del servidor de OpenNebula, se obtienen los siguientes datos de la figura 58:

- En la plataforma de OpenNebula se aprecia el consumo del recurso total fue de un 2%.
- El total del consumo de la memoria RAM utilizada fue de 2.9 GB.

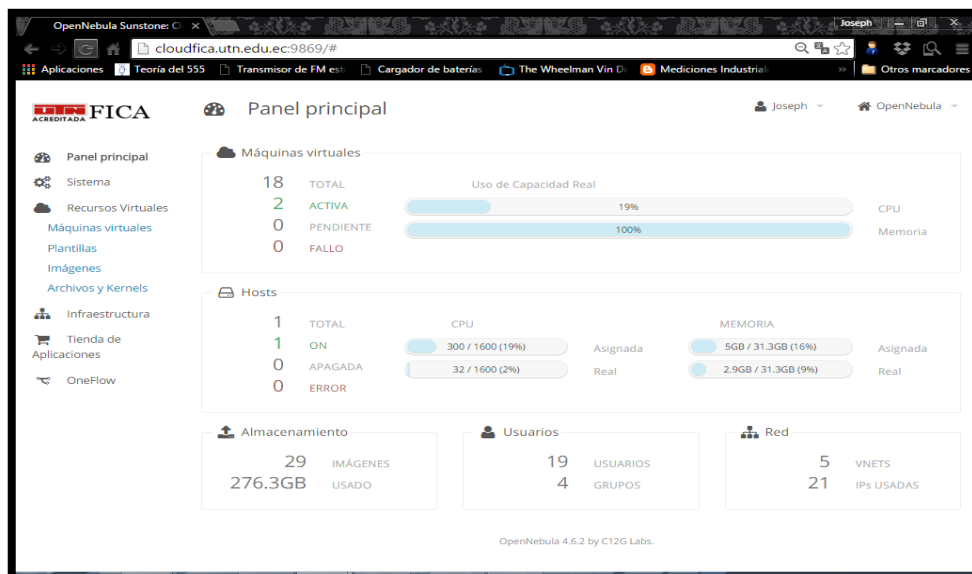


Figura 58. Panel principal de OpenNebula
Referencia: Elaboración propia plataforma OpenNebula

4.2.2 Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo SIP

En esta prueba que 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 59 se inicia el proceso de establecimiento de una llamada con el protocolo SIP, en el cual se observa los mensajes que se generan para establecer una llamada.

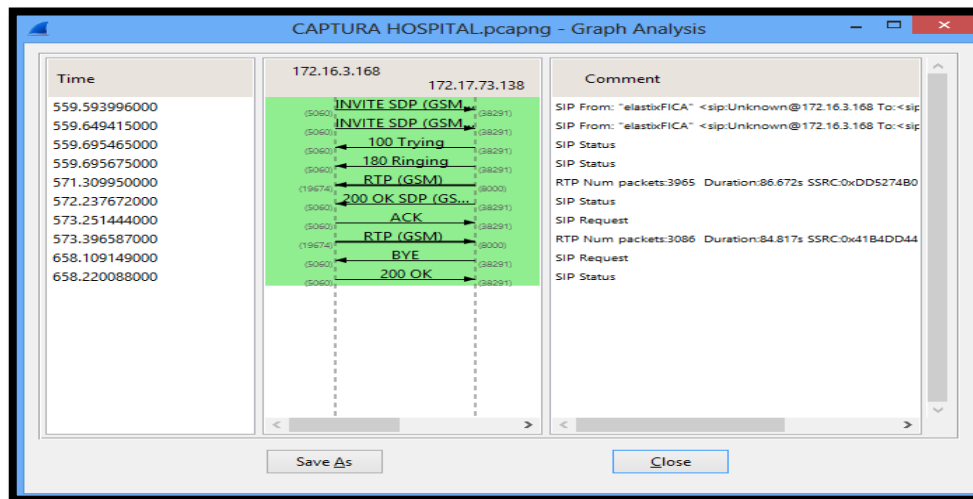


Figura 59. Establecimiento de una llamada con SIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

En la figura 60 se encuentra la gráfica que se forma cuando se establece una llamada a través de la troncal con el otro servidor, se está filtrando a través de la dirección IP 172.16.3.168, se observa el consumo las llamadas que el máximo pico para el tráfico saliente llega a de 10000 bytes en el eje "Y" y de 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.

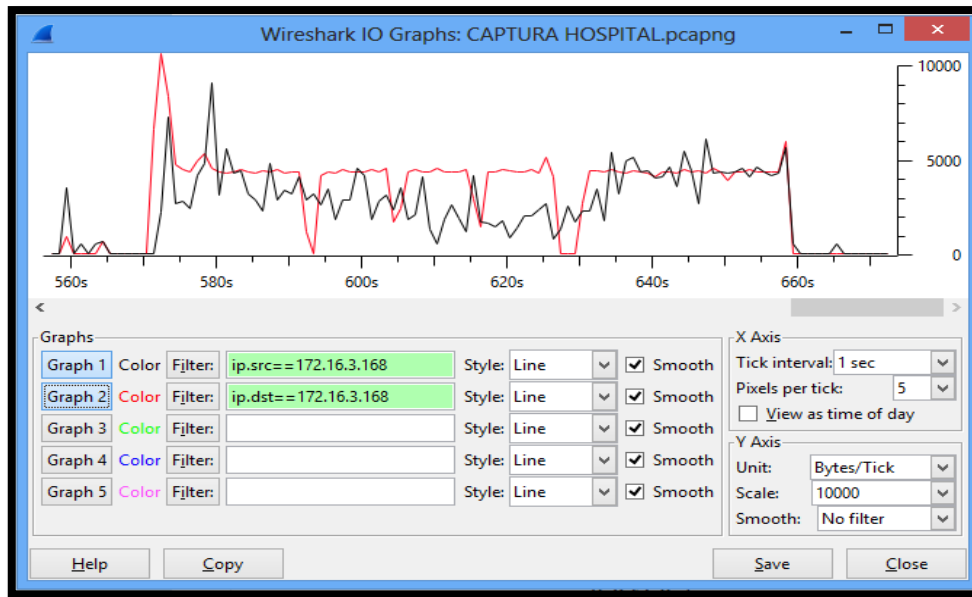


Figura 60. Gráfica del tráfico de VoIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

En la figura 61 se muestran los resultados de la captura de los paquetes RTP que indica que ha capturado un total de diez paquetes de tipo stream, en donde se analiza uno de los paquetes, se muestra:

- La dirección IP origen es la 172.16.3.168 con el puerto 19674,
- La dirección IP destino es la 172.17.73.138 con el puerto destino 8000,
- El códec utilizado es el GSM.
- El número de paquetes capturados 1186 y con un total de perdidos de 27.8%.

Src addr	Src port	Dst addr	Dst port	SSRC	Payload	Packets	Lost
172.16.3.168	19674	172.17.73.138	8000	0x41B4DD44	GSM	3086	1186 (27.8%)
172.17.73.138	8000	172.16.3.168	19674	0xDD5274B0	GSM	3965	371 (8.6%)

Figura 61. Paquete RTP capturados entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

En la figura 62 se puede interpretar los resultados obtenidos del protocolo RTP de uno de los paquetes capturados, en el cual se muestra:

- La dirección IP desde donde se genera la llamada es 172.16.3.168 desde el puerto 19674. Los puertos del 10000 al 20000 por lo cual se observa la utilización de un puerto aleatorio en este rango.
- El total de paquetes RTP transmitidos son de 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 pobre 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 33.11 ms.

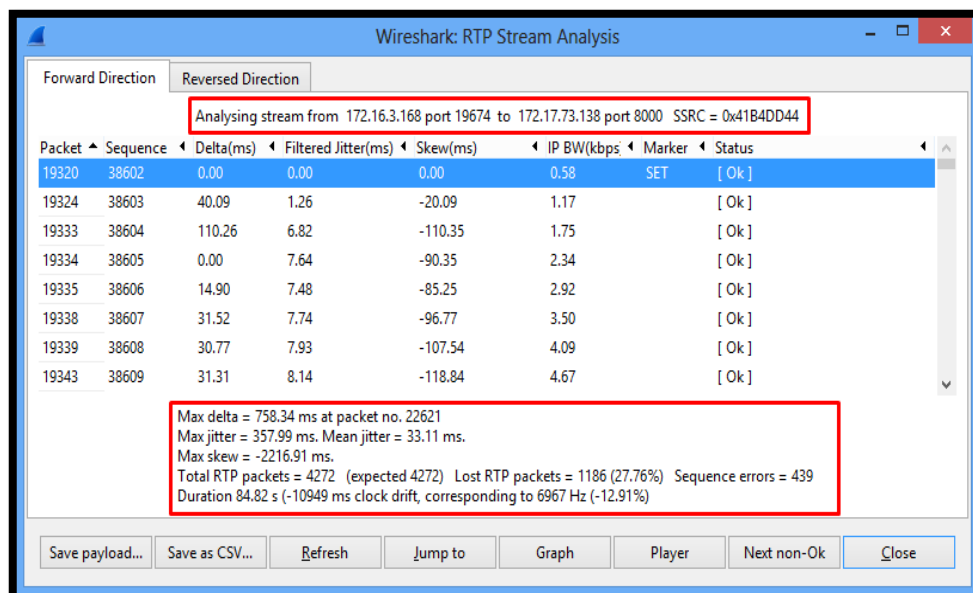


Figura 62. Análisis de un paquete RTP capturado entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

4.1.3 Prueba entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVPMV protocolo SIP

Se analiza el flujo de datos para una llamada entre el servidor en el cloud PBX-FICA y el servidor de la máquina virtual PBX-AHSVP MV, se observa en la figura 63. En el que inicia el proceso de establecimiento de una llamada con el protocolo de señalización SIP, en el cual muestra los mensajes que se generan para establecer una llamada. Asimismo muestra el códec con el que está trabajando.

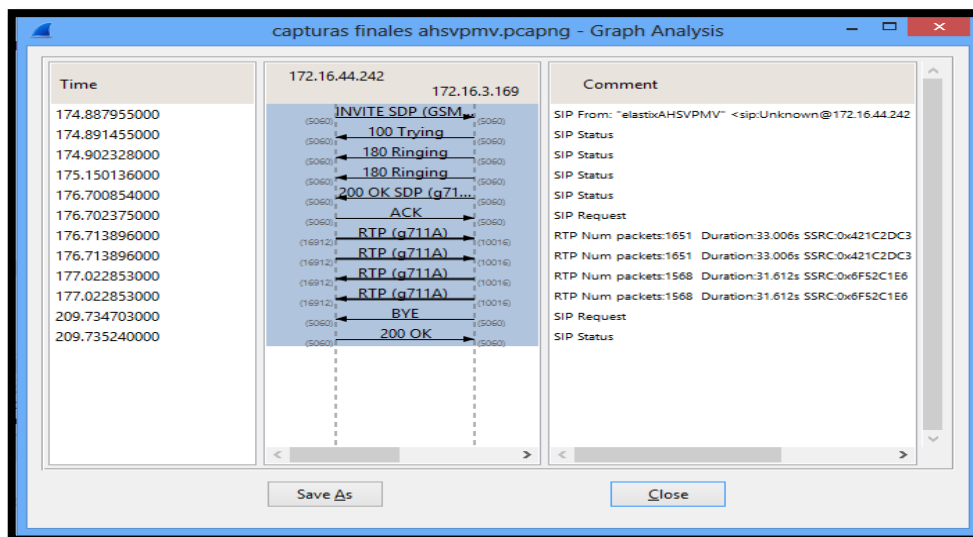


Figura 63. Establecimiento de una llamada con SIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

En la figura 64 se encuentra la gráfica que se produce 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.

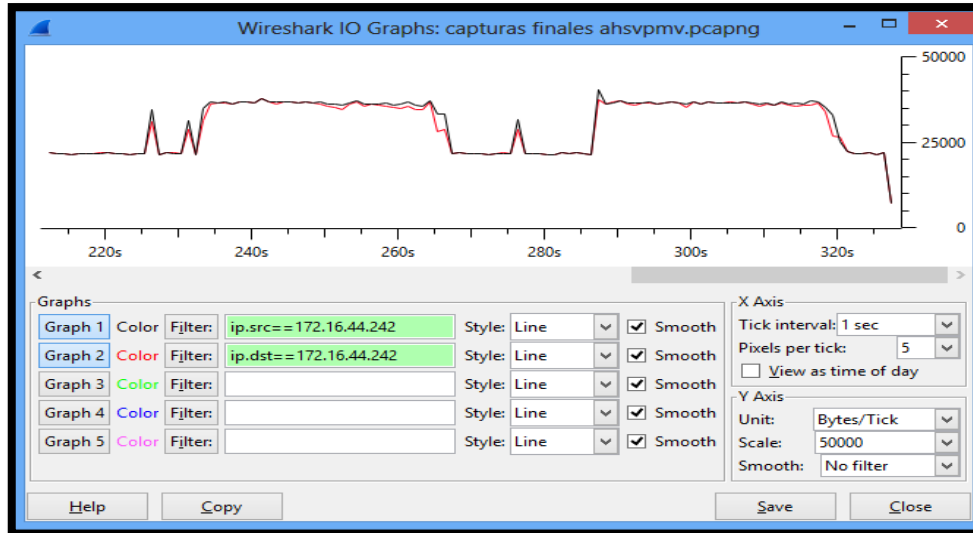


Figura 64. Gráfica del tráfico de VoIP entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

A continuación se resalta que se han detectado 14 llamadas. En la parte resaltada de la figura 65 se indica el nombre de la troncal de donde se está originando y la extensión hacia donde se está dirigiendo.

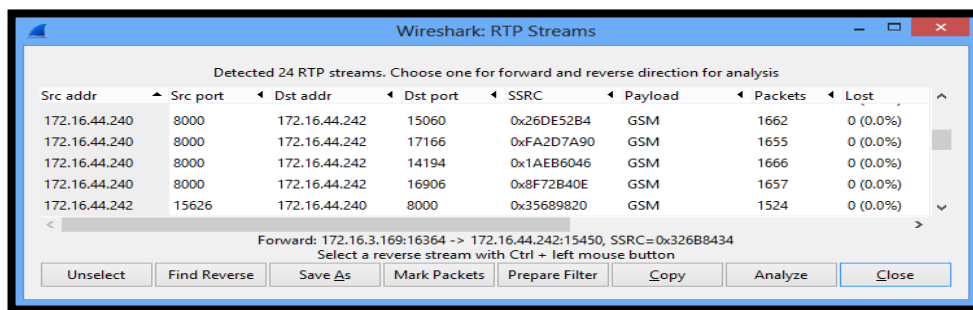
Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
95.659977	102.850767	172.16.44.240	<sip:7410@172.16.44.242;t	<sip:7200@172.16.44.242;t	SIP	10	CANCELLED	
95.676807	102.844991	172.16.44.242	"elastixAHSVPMV" <sip:Ur	<sip:7200@172.16.3.169:5 SIP	SIP	8	CANCELLED	
128.904432	166.869744	172.16.44.242	"elastixAHSVPMV" <sip:Ur	<sip:7201@172.16.3.169:5 SIP	SIP	8	COMPLETED	
128.929634	166.869744	172.16.44.242	"elastixAHSVPMV" <sip:Ur	<sip:7201@172.16.3.169:5 SIP	SIP	8	COMPLETED	
143.670543	154.897977	172.16.3.169	elastixFICA <sip:Unknov	<sip:7415@172.16.44.242;t	SIP	6	IN CALL	
143.688404	154.894297	172.16.44.242	"elastixFICA" <sip:Unknov	<sip:7415@172.16.44.87:4;t	SIP	7	IN CALL	
174.860739	209.840885	172.16.44.240	<sip:7410@172.16.44.242;t	<sip:7201@172.16.44.242;t	SIP	10	COMPLETED	
174.887955	209.735240	172.16.44.242	"elastixAHSVPMV" <sip:Ur	<sip:7201@172.16.3.169:5 SIP	SIP	8	COMPLETED	
226.203263	226.257026	172.16.44.240	<sip:7410@172.16.44.242;t	<sip:7200@172.16.44.242;t	SIP	7	REJECTED	

Total Calls: 14 Start packets: 0 Completed calls: 8 Rejected calls: 8

Figura 65. Número de llamadas detectadas entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

Igualmente en la figura 66 se muestran los resultados de la captura de los paquetes RTP que indica la captura de un total de 24 paquetes de este tipo stream. Se analiza un paquete capturado:

- La dirección IP origen es la 172.16.44.240 con el puerto 8000,
- La dirección IP destino es la 172.16.44.242 con el puerto destino 15060,
- El tipo de códec es el GSM
- El número de paquetes capturados 1662 y con un total de perdidos de 0%.



The screenshot shows the 'Wireshark: RTP Streams' dialog box. It contains a table with the following data:

Src addr	Src port	Dst addr	Dst port	SSRC	Payload	Packets	Lost
172.16.44.240	8000	172.16.44.242	15060	0x26DE52B4	GSM	1662	0 (0.0%)
172.16.44.240	8000	172.16.44.242	17166	0xFA2D7A90	GSM	1655	0 (0.0%)
172.16.44.240	8000	172.16.44.242	14194	0x1AEB6046	GSM	1666	0 (0.0%)
172.16.44.240	8000	172.16.44.242	16906	0x8F72B40E	GSM	1657	0 (0.0%)
172.16.44.242	15626	172.16.44.240	8000	0x35689820	GSM	1524	0 (0.0%)

Below the table, it says: 'Forward: 172.16.3.169:16364 -> 172.16.44.242:15450, SSRC=0x326B8434' and 'Select a reverse stream with Ctrl + left mouse button'. At the bottom, there are buttons: Unselect, Find Reverse, Save As, Mark Packets, Prepare Filter, Copy, Analyze, and Close.

Figura 66. Paquete RTP capturados entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

En la siguiente figura 67 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 y en este caso se nota que se utiliza un puerto aleatorio en este rango.
- El total de paquetes RTP transmitidos son de 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 lo cual 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.

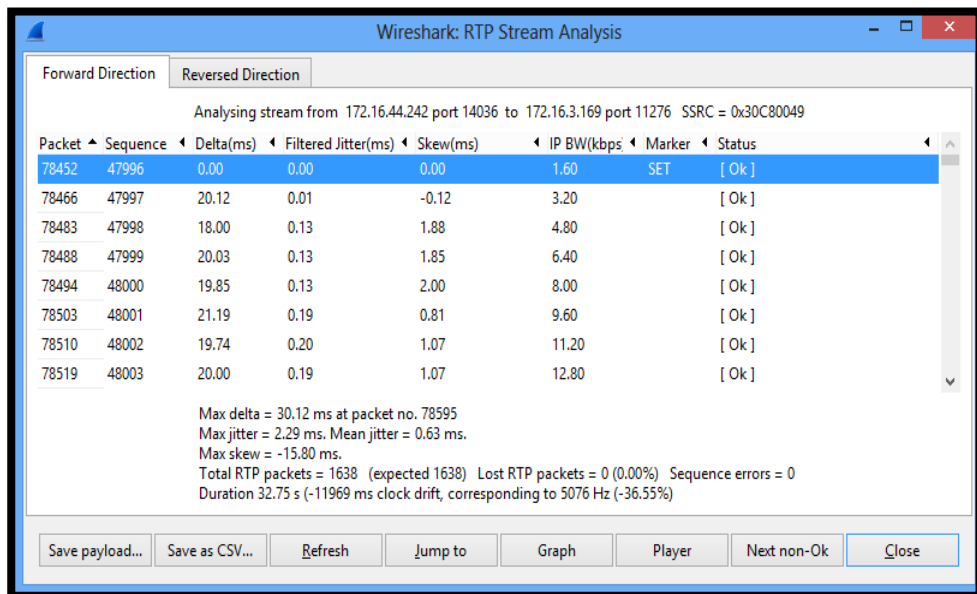


Figura 67. Análisis de un paquete RTP capturado entre PBX-FICA y PBX-AHSVP MV
 Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

4.1.4 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. En la figura 68 se observa este proceso.

- 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 nuevamente desde el emisor se emite el mensaje de ACK y así se genera 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 receptor responde con ANSWER e inicia la transmisión de la voz.

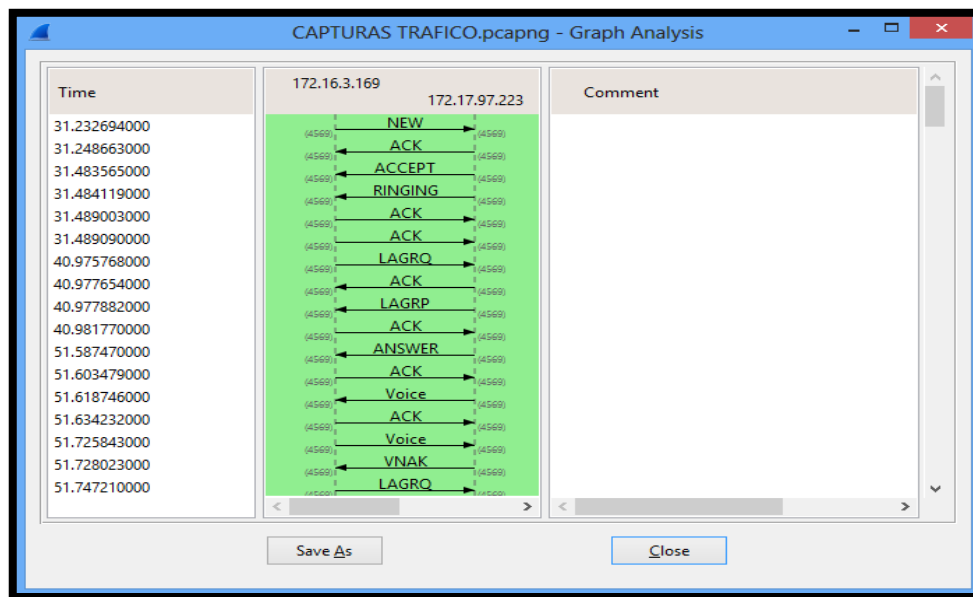


Figura 68. Establecimiento de una llamada con IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

Finalmente para terminar el proceso de fin de conexión se observa en la figura 69 que se emite desde la dirección IP 172.17.97.223 un mensaje de HANGUP y la dirección IP emite un mensaje de confirmación ACK.

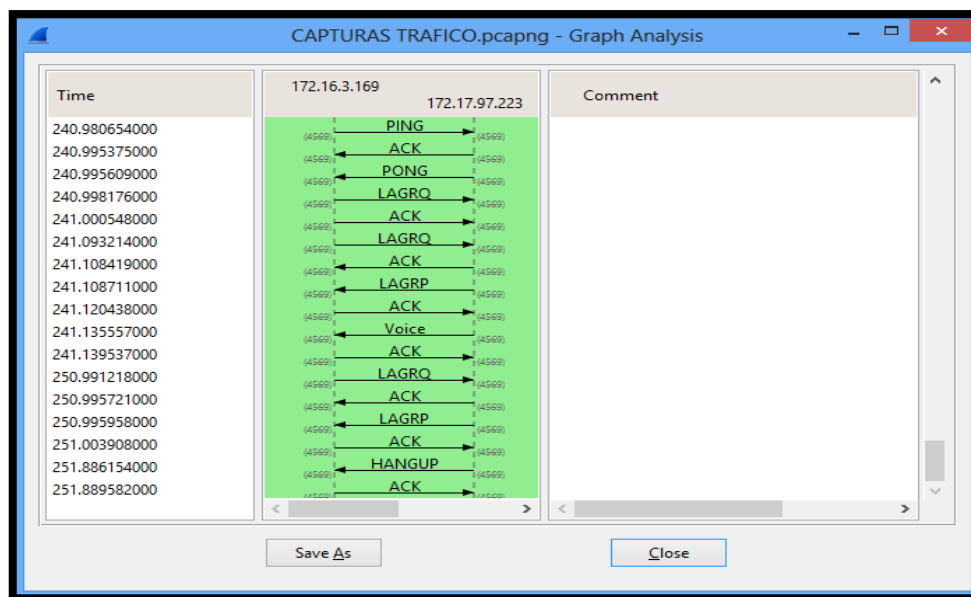


Figura 69. Culminación de una llamada con IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

En la siguiente prueba que se realiza se observa en la figura 70 la gráfica que se forma cuando se establece una llamada entre servidores, a través de la dirección IP 172.16.3.169 pero con el protocolo IAX2.

Se generan periodos de tiempo no continuos es decir tiempos muertos entre 257 y 265 segundos, se indica que el consumo de las llamadas con respecto al tráfico de entrada con un promedio de 12000 bytes en el eje “Y” y de 90 segundos en el eje “X”. Lo que finalmente tiene un consumo de un ancho de banda de 10.66 kbps. Además también se produce que en el periodo de 239 a 252 segundos, mayor transmisión de paquetes hasta 12000 bytes en el eje “Y”. En cuanto al tráfico saliente es estable no tiene variaciones con un promedio de 12000 bytes en el eje “Y” y de 100 segundos en el eje “X”. Lo que finalmente tiene un consumo de un ancho de banda de 960 bps.

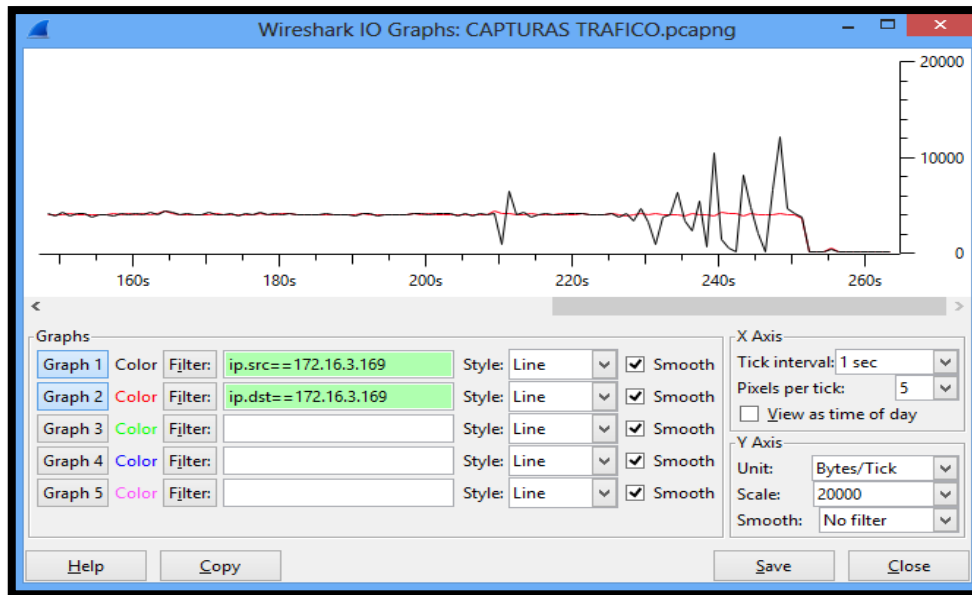


Figura 70. Gráfica de tráfico IAX entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

En esta parte se puede resaltar en la figura 71 que se ha detectado una llamada. Se muestra el tiempo de inicio de una llamada (start time), el tiempo de terminación de la llamada (stop time), la IP de donde se originó la llamada (initial speaker) la cual es 172.16.3.169.

Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
31.232694	251.889582	172.16.3.169		s	IAX2	155	COMPLETED	

Total: Calls: 1 Start packets: 0 Completed calls: 0 Rejected calls: 0

Figura 71. Paquete IAX capturados entre PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia captura de Wireshark

4.2 Pruebas de conectividad del servicio

4.2.1 Pruebas de conectividad a nivel local

Se procede a realizar las pruebas de conectividad a nivel local en el servidor FICA que tiene la dirección IP 172.16.3.169 en donde se han utilizado el software softphone Zoiper para computadores y dispositivos móviles. Se han configurado con las respectivas extensiones y se observa en la figura 72 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.

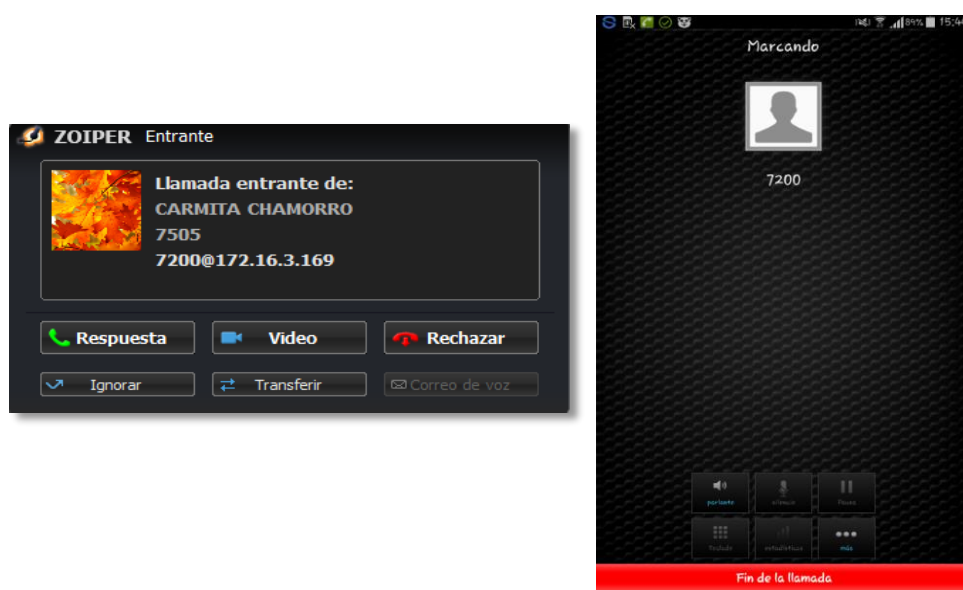


Figura 72. Establecimiento de una llamada a nivel local
Referencia: Elaboración propia

En la figura 73 se observa el proceso de llamada entre varios usuarios a nivel local, esto se consigue a través de la función del panel de operador del servidor. Además se indica que todos los usuarios que se encuentren registrados están con color naranja.



Figura 73. Llamada entre usuarios a nivel local
 Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

4.2.2 Pruebas de conectividad entre servidor PBX-FICA – PBX-AHSVP protocolo SIP

La siguiente prueba que se efectuó fue entre los dos servidores virtuales con la finalidad de verificar la comunicación de los dos a través de la configuración de una troncal. Para lo cual se puede ver que desde el servidor FICA que tiene la dirección IP 172.16.3.169 se realiza una llamada hacia el servidor Antiguo Hospital San Vicente de Paul (AHSVP) con la dirección IP 172.16.3.168, esto se realiza a través de la troncal. Igualmente para las respectivas pruebas se realizó a través de dos llamadas simultáneas.

En la figura 74 se encuentra el proceso de establecimiento de la primera llamada se da entre la ext. 7410 que corresponde al usuario Gladys Salgado Cevallos y la ext. 7211 que corresponde al usuario Ludmila Starodub Sauliak.

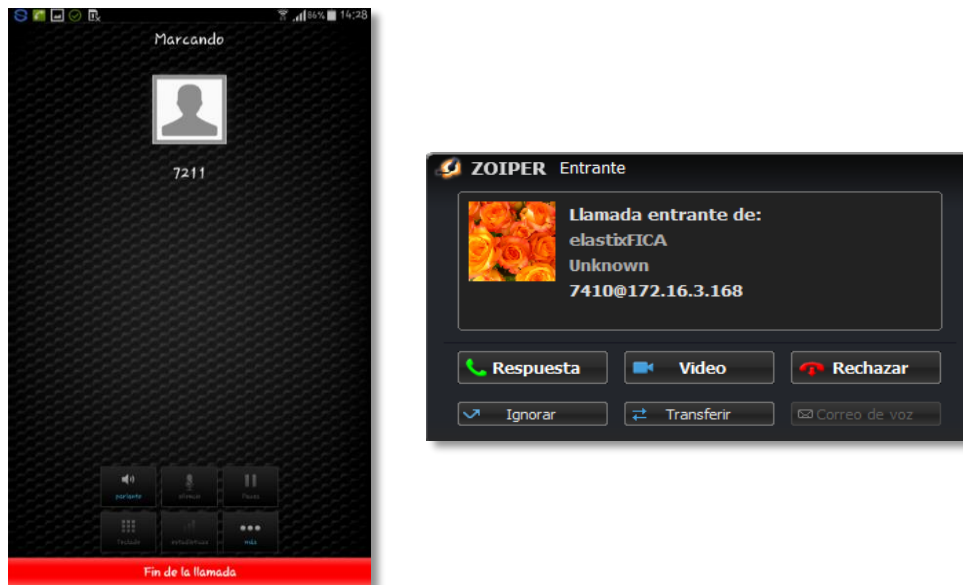


Figura 74. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia

En la figura 75 se muestra el servidor con la dirección IP 172.16.3.168 que tiene las extensiones del Antiguo Hospital San Vicente de Paul se encuentra establecido dos llamadas al mismo tiempo a través de la troncal SIP.

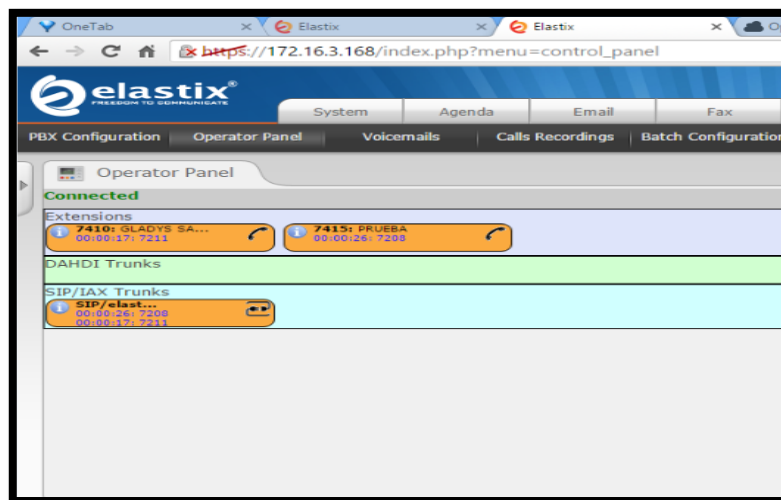
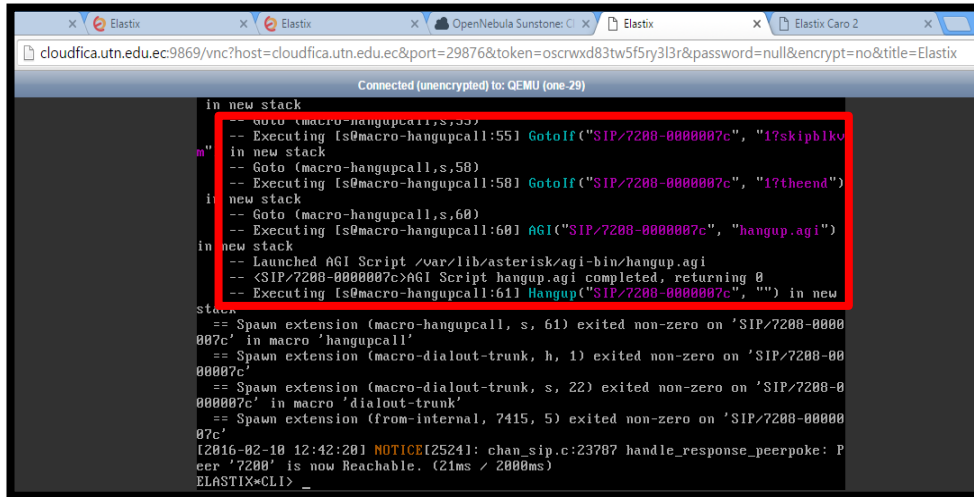


Figura 75. Llamadas simultaneas entre usuarios a través de la troncal SIP servidor PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-AHSVP

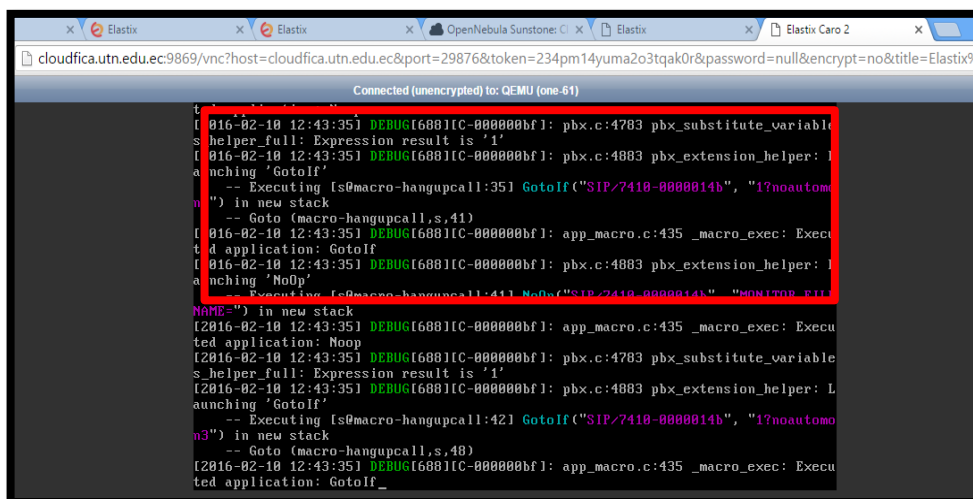
En la figura 76 se observa en la parte señalada la ext. 7208 que se encuentra actualmente estableciendo una llamada, esto es desde el servidor FICA a través de CLI de Asterisk.



```
in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,55)
-- Executing [s@macro-hangupcall:55] GotoIf("SIP/7208-000007c", "1?skipblkv
m"
in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,58)
-- Executing [s@macro-hangupcall:58] GotoIf("SIP/7208-000007c", "1?theend")
in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,60)
-- Executing [s@macro-hangupcall:60] AGI("SIP/7208-000007c", "hangup.agi")
in new stack
-- Launched AGI Script /var/lib/asterisk/agi-bin/hangup.agi
-- <SIP/7208-000007c>AGI Script hangup.agi completed, returning 0
-- Executing [s@macro-hangupcall:61] Hangup("SIP/7208-000007c", "") in new
stack
== Spawn extension (macro-hangupcall, s, 61) exited non-zero on 'SIP/7208-000
007c' in macro 'hangupcall'
== Spawn extension (macro-dialout-trunk, h, 1) exited non-zero on 'SIP/7208-00
0007c'
== Spawn extension (macro-dialout-trunk, s, 22) exited non-zero on 'SIP/7208-0
00007c' in macro 'dialout-trunk'
== Spawn extension (from-internal, 7415, 5) exited non-zero on 'SIP/7208-00000
07c'
[2016-02-10 12:42:20] NOTICE[2524]: chan_sip.c:23787 handle_response_peerpoke: P
eer '7208' is now Reachable. (21ms / 2000ms)
ELASTIX>CLI> _
```

Figura 76. CLI de Asterisk, proceso de establecimiento de una llamada servidor PBX-FICA
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-FICA

En la figura 77 que corresponde al servidor AHSVP se observa que se encuentra estableciendo una llamada a través de la ext. 7410.



```
[2016-02-10 12:43:35] DEBUG[688]C-000000bf]: pbx.c:4783 pbx_substitute_variable
s helper_full: Expression result is '1'
[2016-02-10 12:43:35] DEBUG[688]C-000000bf]: pbx.c:4883 pbx_extension_helper: L
aunching 'GotoIf'
-- Executing [s@macro-hangupcall:35] GotoIf("SIP/7410-0000014b", "1?noautom
n") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,41)
[2016-02-10 12:43:35] DEBUG[688]C-000000bf]: app_macro.c:435 _macro_exec: Execu
ted application: GotoIf
[2016-02-10 12:43:35] DEBUG[688]C-000000bf]: pbx.c:4883 pbx_extension_helper: L
aunching 'NoOp'
-- Executing [s@macro-hangupcall:41] NoOp("SIP/7410-0000014b", "NOOPTOP_EFF
NAME=") in new stack
[2016-02-10 12:43:35] DEBUG[688]C-000000bf]: app_macro.c:435 _macro_exec: Execu
ted application: Noop
[2016-02-10 12:43:35] DEBUG[688]C-000000bf]: pbx.c:4783 pbx_substitute_variable
s helper_full: Expression result is '1'
[2016-02-10 12:43:35] DEBUG[688]C-000000bf]: pbx.c:4883 pbx_extension_helper: L
aunching 'GotoIf'
-- Executing [s@macro-hangupcall:42] GotoIf("SIP/7410-0000014b", "1?noautom
n3") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,48)
[2016-02-10 12:43:35] DEBUG[688]C-000000bf]: app_macro.c:435 _macro_exec: Execu
ted application: GotoIf_
```

Figura 77. CLI de Asterisk, proceso de establecimiento de una llamada servidor PBX-AHSVP
Referencia: Elaboración propia servidor PBX-AHSVP

4.2.3 Pruebas de conectividad entre servidor PBX-FICA y PBX-AHSVP-MV protocolo SIP

En esta prueba se efectuó para verificar si es posible que se puedan comunicar entre una central PBX virtual y una física a través una troncal, se configuro entre el servidor FICA con la dirección IP 172.16.3.169 que está alojado en el cloud y un físico, en este caso para realizar las respectivas pruebas se realizó una máquina virtual con la dirección IP 172.16.44.242 que corresponde al Antiguo Hospital San Vicente de Paul Máquina Virtual (AHSVP MV), esta dirección IP fue asignada por el administrador de la red de la Universidad y se encuentra en un punto de red del datacenter.

En la primera llamada, se indica en la figura 78 el proceso de establecimiento de la llamada se da entre la ext. 7200 que corresponde al usuario Milton Gavilanes Villalobos y la ext. 7415 que corresponde a una configurada de prueba.

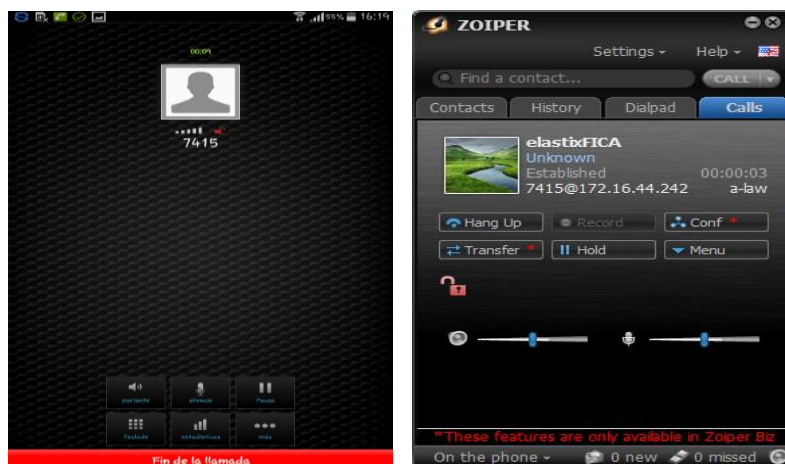


Figura 78. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP MV
Referencia: Elaboración propia

En la segunda llamada que corresponde a la figura 79, para que se generen llamadas simultaneas se estableció entre la ext. 7201 que corresponde al usuario Fernando Garrido Sánchez y la ext. 7410 que corresponde al usuario Gladys Salgado Cevallos.

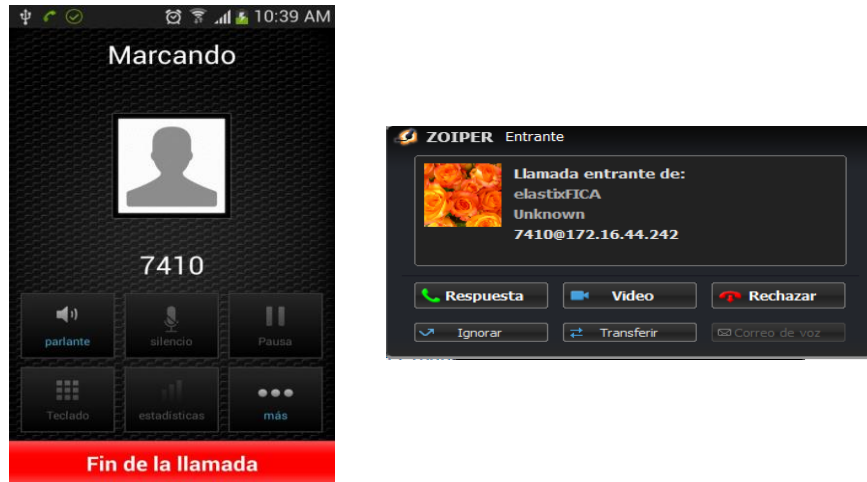


Figura 79. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP MV
Referencia: Elaboración propia

En esta parte se encuentra la figura 80, que es el panel de operador del servidor AHSVP MV, donde se muestra el establecimiento de dos llamadas al mismo tiempo a través de la troncal SIP.

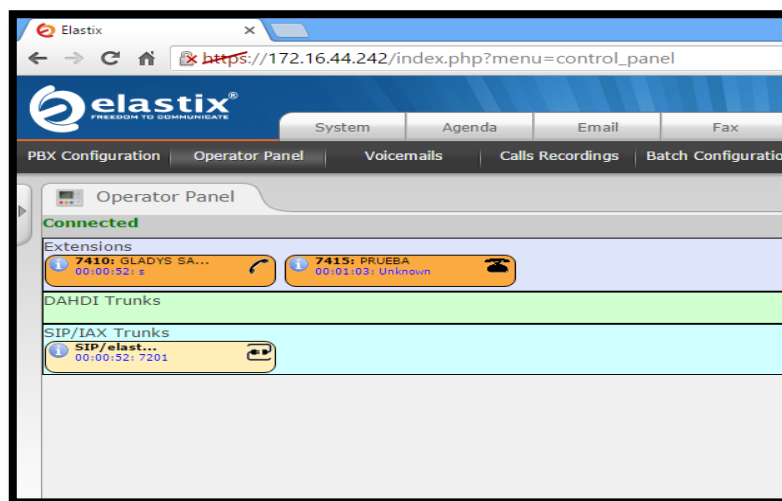


Figura 80. Llamadas simultaneas entre usuarios a través de la troncal SIP servidor PBX-AHSVP MV
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-AHSVPM MV

4.2.4 Pruebas de conectividad entre servidor PBX FICA PBX-AHSVP protocolo IAX

Esta prueba se la efectúa con el fin de verificar si existe compatibilidad con los dos protocolos que se manejan más en telefonía IP como es IAX y SIP pero en este caso, la prueba se la está realizando a través del protocolo IAX. Se verifica que exista comunicación entre el servidor FICA y el AHSVP con el protocolo IAX a través de dos llamadas simultaneas.

En la figura 81 indica que se estableció una comunicación entre la ext. 7915 que corresponde a una extensión de prueba y la ext. 7801 a Fernando Garrido Sánchez. El plan de numeración para esta sección se encuentra establecido en el plan de numeración de extensiones.

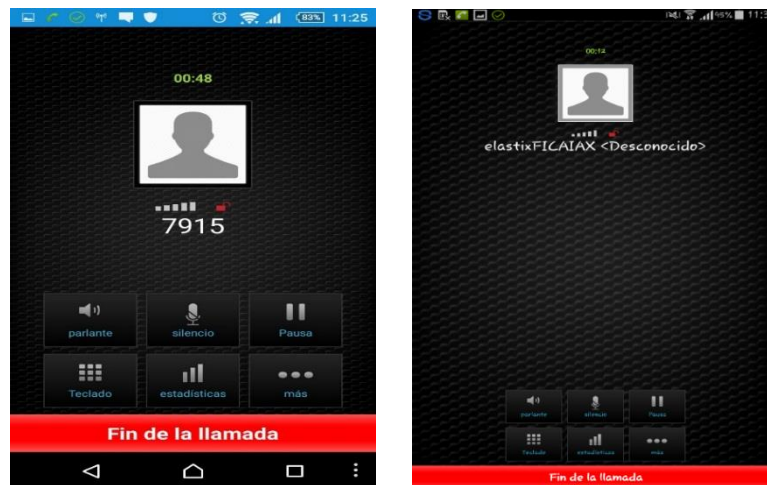


Figura 81. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP con el protocolo IAX
Referencia: Elaboración propia

En esta parte se encuentra establecida una llamada entre la ext. 7910 que corresponde al usuario Gladys Salgado Cevallos y la ext. 7800 que pertenece al usuario Milton Gavilanes Villalobos. Se puede observar este proceso en la figura 82.

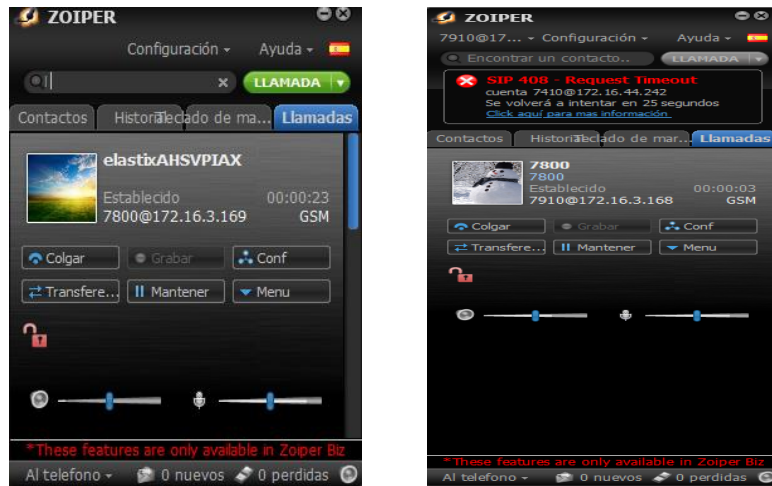


Figura 82. Llamada entre usuario de PBX-FICA y PBX-AHSVP con el protocolo IAX
Referencia: Elaboración propia

En esta siguiente prueba está la figura 83, donde se encuentra el panel de operador del servidor FICA, que muestra las extensiones que actualmente están registradas de color naranja. Además indica el establecimiento de dos llamadas a través de la troncal IAX2.

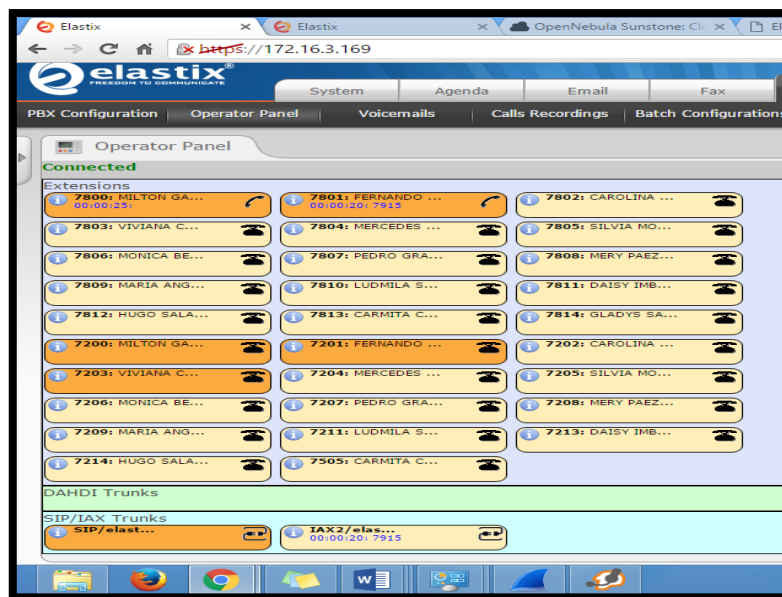
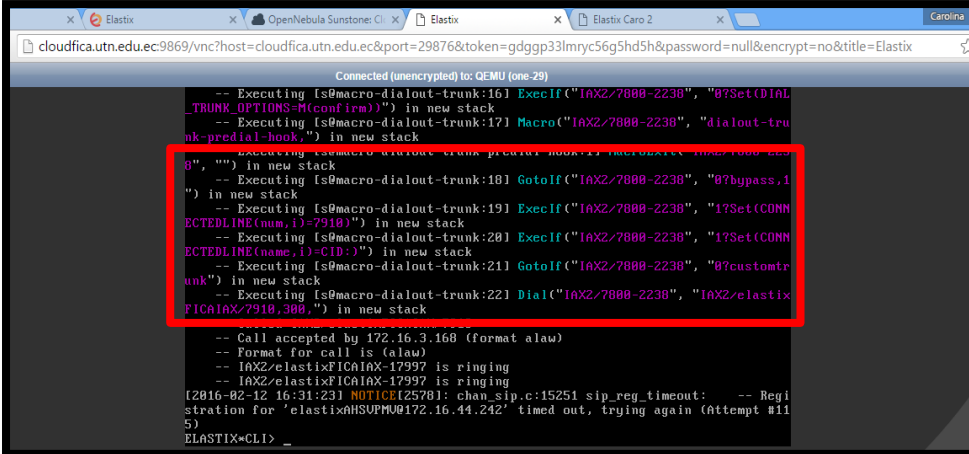


Figura 83. Llamadas simultaneas entre usuarios a través de la troncal IAX2 servidor PBX-FICA
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

En esta parte se realizó una prueba de verificación del establecimiento de la llamada a través del CLI de Asterisk donde se ve la extensión 7800 y el protocolo IAX2 en el servidor FICA y el proceso de establecimiento de llamada con la troncal con la ext. 7910. Este proceso se observa en la figura 84.



```
Connected (unencrypted) to: QEMU (one-29)
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:16] ExecIf("IAX2/7800-2238", "0?Set(DIAL
_TRUNK_OPTIONS=M(confirm)") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:17] Macro("IAX2/7800-2238", "dialout-tru
nk-pre-dial-hook,") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:18] Macro("IAX2/7800-2238", "dialout-tru
nk-hook,") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:19] GotoIf("IAX2/7800-2238", "0?bypass,1
") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:20] ExecIf("IAX2/7800-2238", "1?Set(CONN
ECTEDLINE(num,i)=7910)") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:21] ExecIf("IAX2/7800-2238", "1?Set(CONN
ECTEDLINE(name,i)=CID:)") in new stack
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:22] Dial("IAX2/7800-2238", "IAX2/elastic
FICA/7910,300,") in new stack
-- Call accepted by 172.16.3.168 (Format alaw)
-- Format for call is (alaw)
-- IAX2/elasticFICA/17997 is ringing
-- IAX2/elasticFICA/17997 is ringing
[2016-02-12 16:31:23] NOTICE[25781]: chan_sip.c:15251 sip_reg_timeout: -- Regi
stration for 'elasticAHSUPM@172.16.44.242' timed out, trying again (attempt #11
5)
ELASTIX*CLI> _
```

Figura 84. CLI de Asterisk, proceso de establecimiento de una llamada servidor PBX-FICA con el protocolo IAX2
Referencia: Elaboración propia

4.2.5 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 como se indica en la figura 85.



Figura 85. Establecimiento de una llamada a través de la troncal con servidor UTN
Referencia: Elaboración propia servidor Elastix PBX-FICA

En la figura 86 se aprecia que se tuvo una llamada hacia el teléfono IP correspondiente al administrador de la red de la Universidad Ing. Vinicio Guerra.

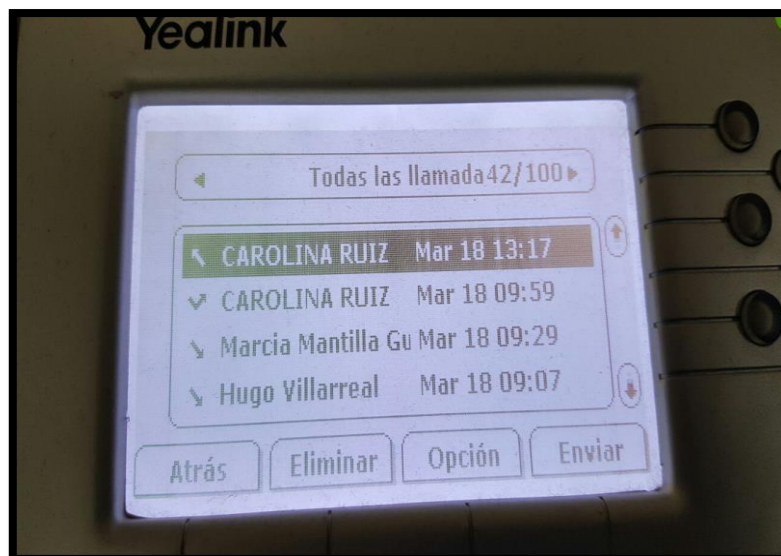


Figura 86. Llamada desde servidor PBX-FICA al servidor Elastix de la UTN
Referencia: Elaboración propia teléfono IP Yealink correspondiente al Ing. Vinicio Guerra

4.3 Resultados de las pruebas

4.3.1 Pruebas técnicas

Los resultados de estas pruebas reflejan distintos comportamientos, en el caso de las a nivel local se toman muestras de la efectuada en la FICA en donde se observa que la calidad de las llamadas no es tan buena, si tiene problema de perdida de paquetes y de jitter, pero son valores aceptables según lo que se describe en los niveles permitidos ya que no sobrepasa estos valores. Este se encuentra en la tabla 24.

Para el caso de las pruebas entre servidores se efectuó entre la FICA y el AHSVP se observa otro resultado en el que se puede concluir que la llamada es deficiente, no está en los niveles aceptables, tiene grandes problemas de jitter y perdida de paquetes. Además estas pruebas se efectuaron con diferentes redes en las que cambian los valores de problemas. La recopilación de estos valores se encuentra en la tabla 25.

Para el funcionamiento se requiere que se asigne el ancho de banda que se menciona en el dimensionamiento y además aplicar técnicas para mejorar la disponibilidad del servicio para disminuir los efectos de retardo, perdida de paquetes y jitter.

En cuanto al rendimiento del servidor se verifico que el trabajo que realiza es bastante eficiente ya que no se produjo saturación, pero este servidor solo esta efectuado para

pruebas de verificación del comportamiento del servicio, si se lo llegará a implementar se debe configurar con los requisitos especificados en el dimensionamiento.

Tabla 24. Resultados pruebas técnicas a nivel local

Parámetros	Resultado
RED	FICA
Jitter	70.04 ms
Perdida de paquetes	11 paquetes -0.03%
Secuencia de error	92
Procesador	18.50%
RAM	12.30%
Reporte Entrada	Exinda Tráfico 244.285 Kbps
Reporte salida	Exinda Tráfico 244.285 Kbps
Procesador OpenNebula	19%
RAM OpenNebula	2.9 GB
Observaciones	Se genera flujo de tráfico en una llamada

Referencia: Elaboración Propia

Tabla 25. Resultados prueba técnica entre servidores

Pruebas	Red	Jitter	Perdida de paquetes	Secuencia de error	Observaciones
Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo SIP	AHSVP	357.99 ms	1186 paquetes - 27.67%	439	Flujo de tráfico normal con el protocolo SIP
Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP MV protocolo SIP	DDTI	11.96 ms	Perdida de 0 paquetes - 0%	0	Flujo de tráfico normal con el protocolo SIP
Pruebas entre servidores PBX-FICA y PBX-AHSVP protocolo IAX	DDTI	-	-	-	Flujo de tráfico normal con el protocolo IAX2

Referencia: Elaboración propia

4.3.2 Pruebas de conectividad

Estas pruebas permitieron verificar el funcionamiento del servicio, se observa de manera resumida en la tabla 26 que se efectuaron en diferentes estados, como a nivel local, comunicación entre servidores virtuales a través una troncal, de un servidor virtual alojado en el cloud con uno físico, y el servidor de telefonía IP de la Universidad a través de una troncal. El resultado que se obtuvo fue bastante exitoso, las configuraciones funcionaron correctamente.

Tabla 26. 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	✓

Referencia: Elaboración propia

CAPÍTULO V

5 ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO

5.1 Introducción

El método de análisis de costo beneficio de un proyecto permite verificar que tan factible es la ejecución del mismo, por lo cual se aplican técnicas para medir estos costos y obtener beneficios. En el que se observará los costos y gastos generados en cuanto a la telefonía IP en el cloud para la Universidad Técnica del Norte.

En este capítulo se muestra un monto referencial del presupuesto que se invirtió en el diseño de este proyecto con el que se realiza una comparación con la telefonía IP de la Universidad, es decir se efectúa una comparativa del equipo que se utiliza en la institución actualmente con el que se utilizó en cloud.

5.2 Definición

Es el proceso que se efectúa para marcar en cifras los costos y beneficios que asocia el desarrollo de un proyecto, y con esto se puede tener un impacto general de las posibles situaciones a las que se somete el proyecto y así tomar la mejor decisión ante la posible evaluación (Rodríguez & Martínez, 2006).

5.3 Etapas para la evaluación del Costo-Beneficio

Para el proceso de inicio de la evaluación del costo-beneficio se recomienda seguir las siguientes etapas para la Universidad Técnica del Norte:

- Inversión.
- Costos y gastos.
- Beneficios de la inversión.
- Análisis de costos

5.3.1 Inversión

En la inversión efectuada por la Universidad Técnica del Norte adquirió nuevos equipos este detalle se describe en el anexo J, en la tabla 26 se describe los valores que se necesita para esta investigación, los cálculos se efectuaron en base al uso de los recursos del servidor debido a los requerimientos de la capacidad de la instancia en la plataforma de virtualización, por lo que se dedujo la *Ecuación 8*. Precio servidor según el número de núcleos.

Datos:

Precio del Servidor HP DL360 Gen9 E5-2630v3 Base SAS Svr: \$ 9119.33

Numero de núcleos: 16

$$\text{Precio por nucleo} = \frac{\text{Precio servidor}}{\text{Numero de núcleos}} \quad (8)$$

$$\text{Precio por núcleo} = \frac{\$ 9119.33}{16} = \$ 569.96$$

Después de haber obtenido este resultado según los requerimientos de la capacidad de la instancia en la plataforma de virtualización se efectuó el análisis conforme al número de núcleos que se necesitaran en este caso son 4, y en la tabla 27 se refleja el resultado.

Tabla 27. Inversiones realizadas

Descripción	Cantidad	Valor	Valor total
Núcleos de servidor HP DL360 Gen9 E5-2630v3 Base SAS Svr	4	569.96	\$ 2,279.84
Laptop HP Core i5 6ta 6200U+ 1tb+dvd+ Tec Ilu+ W10	1	\$ 830.00	\$ 830.00
		Subtotal	\$ 3,109.84
		IVA 12 %	\$ 373.18
		Total	\$ 3,483.02

Referencia: Elaboración propia cálculos hoja de Excel

5.3.2 Costos y gastos

En la tabla 28 se describe los valores de pago por el talento humano que se utiliza para el diseño de este proyecto, pero se debe mencionar que este valor es un estimado, y es en el caso de que un técnico diseñaría este proyecto de investigación. El valor de la

remuneración básica se referencio de la página oficial del ministerio de trabajo de la tabla de salarios mínimos sectoriales el cual se encuentra en el anexo J.

Tabla 28. Costos

COSTOS MANO DE OBRA DIRECTA					
RUBRO	Descripción	N° de horas	N° meses	Costo por hora	Valor Mensual
Talento Humano	Técnico de redes tiempo completo	160	6	\$ 2.45	\$ 2,352.00
TOTAL					\$ 2,352.00

Referencia: Elaboración propia cálculos hoja de Excel.

En cuanto a los gastos y servicios se detallan la tabla 29, se tomó como referencia el ancho de banda calculado en el método de cálculo de ancho de banda para VoIP que es de 20.60 Mbps, por lo que se utilizó como referencia los precios que provee la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en sus planes corporativos el que más se acercaba a este requerimiento de ancho de banda, el resumen de planes se encuentra en el anexo K. Además se establecen los suministros de oficina como otro gasto.

Finalmente en la tabla 30 se obtiene un resumen total de los valores de inversiones, costos y gastos que asocia la realización del proyecto.

Tabla 29. Gastos

GASTOS SERVICIOS				
RUBRO	Descripción	N° meses	Valor mensual	Valor
Servicio de Internet corporativo	Servicio mensual de internet	6	\$80.00	\$480.00
			Subtotal	\$480.00
			IVA 12 %	\$57.60
			Total	\$537.60

GASTOS SUMINISTROS DE OFICINA

RUBRO	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Valor
Papel	Resma de 500 hojas	2	3.5	\$7.00
Esferos	Caja de 24 esferos	1	6.5	\$6.50
Impresiones	Blanco, negro y color	1000	0.05	\$50.00
			Subtotal	\$63.50
			IVA 12 %	\$7.62
			Total	\$71.12

Referencia: Elaboración propia hoja de cálculos Excel

Tabla 30. Resumen de inversiones y costos totales

Resumen	Total
INVERSIONES	\$ 3,483.02
COSTOS	\$ 2,352.00
GASTOS	\$ 608.72
Total	\$ 6,443.74

Referencia: Elaboración propia hoja de cálculos Excel.

5.3.3 Beneficios de la inversión

Para el cálculo de los beneficios que se obtendrán, se utilizará el criterio costo de oportunidad conforme al número de usuarios que el servidor de telefonía IP en el cloud ofertaría. El costo que debería cancelar cada usuario si el servicio se compara con un particular en este caso la empresa PaloSanto Solutions Elastix, la cual ofrece este servicio por una suscripción mensual de 6 dólares por cada usuario. Entonces se calculará lo que se deja de pagar si este servicio se oferta en la Universidad y esto se determina como el beneficio.

Entonces para analizar todo estos valores se lo realizará con una vida útil de 3 años del servidor según el Reglamento de Aplicación de la Ley de Régimen Tributario en el art. 28- Gastos generales deducibles punto 6, que indica que la depreciación de equipos de cómputo y de software es 33% anual, esto se detalla en la tabla 31 y además se deduce la **Ecuación 9**. Costo oportunidad cálculos de beneficios.

$$\text{Costo oportunidad} = N^{\circ}\text{usuarios} * \text{valor de pago c/usuario} \quad (9)$$

$$\text{Costo oportunidad} = 1000 * \$ 6 = \$ 6000$$

Tabla 31. Presupuesto de ingresos

HORIZONTE DEL PROYECTO			
RUBRO	1	2	3
CANTIDAD	1000	1000	1000
PRECIO	\$ 6.00	\$ 6.00	\$ 6.00
TOTAL	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00

Referencia: Elaboración propia hoja de cálculos Excel

5.3.4 Análisis de costos

5.3.4.1 Cálculo del flujo neto efectivo

Son los movimientos que se realizan con la finalidad de calcular estos valores ingresos y egresos y verificar resultados para ver si se tienen ganancias o pérdidas y esto se utiliza en la evaluación económica de un proyecto. En la tabla 32 se indica el flujo de caja obtenido (Urbina, 2001).

Tabla 32. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA				
RUBRO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
INGRESOS		\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00
EGRESOS				
Inversiones	\$ 3,483.02			
Costos		\$ 2,352.00	\$ 2,352.00	\$ 2,352.00
Gastos		\$ 608.72	\$ 608.72	\$ 608.72
TOTAL EGRESOS	\$ 3,483.02	\$ 2,960.72	\$ 2,960.72	\$ 2,960.72
FLUJO NETO	\$ (3,483.02)	\$ 3,039.28	\$ 3,039.28	\$ 3,039.28

Referencia: Elaboración propia hoja de cálculos Excel

5.3.4.2 Cálculo del VAN

El VAN, Valor Actual Neto es el valor económico que resulta de restar la suma del flujo neto descontados a la inversión inicial (Urbina, 2001). Donde es claro que los valores de las ganancias deben ser mayores a los desembolsos. Por lo que el valor para que el proyecto sea aceptable debe ser mayor que cero.

TMAR, Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento es la tasa de crecimiento real de la empresa por encima de la inflación es decir la ganancia que se genera anualmente (Urbina, 2001). El valor del TMAR que se toma para efectuar los cálculos es el de la tasa de interés que otorga el Banco central del Ecuador con un valor de 11.83% en las estadísticas mensuales de febrero 2016. Este valor sirve para realizar el cálculo del VAN, TIR y la relación Beneficio-Costo.

En la tabla 33 se observa los valores requeridos para efectuar el cálculo del VAN, en donde primero se encuentra el tiempo en años para el horizonte del proyecto, el flujo neto y el cálculo final del VAN, que indica que tiene un valor mayor que cero, por lo que es un indicador que se obtienen ganancias monetarias y el proyecto se aceptable.

Tabla 33. Cálculo del VAN

TMAR	11.83%
HORIZONTE DEL PROYECTO (Años)	FLUJO NETO
0	\$ (3,483.02)
1	\$ 3,039.28
2	\$ 3,039.28
3	\$ 3,039.28
VAN	\$ 3,838.19

Referencia: Elaboración propia cálculo hoja de Excel

5.3.4.3 Cálculo del TIR

El TIR, Tasa Interna de Rendimiento, es la tasa que iguala la suma del flujo neto restado a la inversión inicial (Urbina, 2001). El cual es un indicador más para verificar la rentabilidad del proyecto.

En la tabla 34 se describe los valores que se emplean para efectuar el cálculo del TIR en la hoja de Excel, se observa el valor obtenido del TIR tiene un porcentaje de 69%, que indica que tiene un criterio de aceptación, ya que es mayor que el valor del TMAR, es decir, si es aceptable la inversión ya que el rendimiento del proyecto es mayor que el fijado como aceptable. Por tanto la inversión económica y el proyecto si es aceptable.

Tabla 34. Cálculo del TIR

TMAR	11.83%
HORIZONTE DEL PROYECTO (Años)	FLUJO NETO
0	\$ (3,483.02)
1	\$ 3,039.28
2	\$ 3,039.28
3	\$ 3,039.28
TIR	69%

Referencia: Elaboración propia hoja de cálculos Excel

5.3.4.4 Relación Costo-beneficio

Para realizar el cálculo del Valor Actual de Ingresos se requiere el valor del TMAR, y los ingresos obtenidos, por lo que se observa en la tabla 35 el valor de ingresos obtenidos, este valor se requiere para el cálculo de la relación costo-beneficio.

Tabla 35. Cálculo del valor actual de ingresos

TMAR	11.83%
HORIZONTE DE PROYECTO (Años)	INGRESOS
1	\$ 6,000.00
2	\$ 6,000.00
3	\$ 6,000.00
VA INGRESOS	\$ 14,453.19

Referencia: Elaboración propia hoja de cálculos Excel

Para efectuar el cálculo del Valor Actual de Egresos se necesita al igual que en la anterior tabla el valor del TMAR y los egresos generados, por lo que se observa en la tabla 36 el valor de egresos, el cual sirve para el cálculo de relación Costo-Beneficio.

Tabla 36. Cálculo del valor actual de egresos

TMAR	11.83%
HORIZONTE DEL PROYECTO (Años)	EGRESOS
0	\$ 3,483.02
1	\$ 2,960.72
2	\$ 2,960.72
3	\$ 2,960.72
VA EGRESOS	\$ 10,615.00

Referencia: Elaboración propia hoja de cálculos de Excel

Para efectuar la relación costo-beneficio se emplea la siguiente **Ecuación 10**. Relación Beneficio-Costo (Martínez J. A., 2014).

$$\text{Relacion Beneficio} - \text{Costo} = \frac{\text{Beneficio (VA INGRESOS)}}{\text{Costos (VA EGRESOS)}} \quad (10)$$

$$\text{Relacion Beneficio} - \text{Costo} = \frac{\$ 14,453.19}{\$ 10,615.00}$$

$$\text{Relacion Beneficio} - \text{Costo} = 1.36$$

Se puede observar que la relación Costo-Beneficio indica que el proyecto si es factible, ya que la relación es mayor que 1 por lo tanto el indicador financiero es positivo.

5.4 Conclusión del análisis de costo – beneficio

Para el criterio de evaluación de este proyecto se demostró con cantidades monetarias que es viable, debido a estos indicadores financieros que se muestra en la tabla 37 un resumen de los valores calculados anteriormente.

Tabla 37. Resumen de indicadores financieros

TMAR	11.83%
VAN	\$ 3,838.19
TIR	69%
VA INGRESOS	\$ 14,453.19
VA EGRESOS	\$ 10,615.00
RELACION COSTO-BENEFICIO	\$ 1.36

Referencia: Elaboración propia hoja de cálculos Excel

El valor del VAN indica que el proyecto si es viable ya que es positivo y es mayor que el monto de la inversión con lo cual se obtienen beneficios económicos e indica un valor en ganancias monetarias, por tanto es aceptable. Para obtener este valor se calcula en base al Flujo neto obtenido y la tasa de rendimiento mínimo aceptable, la cual es la que proporciona el Banco Central del Ecuador con un valor de 11.83%.

El valor del TIR es la máxima tasa de retorno que el proyecto puede tener para que sea rentable, muestra un porcentaje bastante elevado en comparación de la tasa mínima de rendimiento que se escogió según los valores de la tasa de interés del Banco Central, lo que significa que el proyecto es admisible y sostenible. Debido a que tiene un rango de tasa admisible bastante grande para trabajar y obtener rentabilidad es decir obtener dinero.

Además en la relación beneficio-costos el valor es mayor que uno, por lo que indica que el valor es aceptable para el proyecto debido a que el valor actual de ingresos es mayor que el valor actual de egresos. Por lo tanto en todos estos indicadores menciona la factibilidad de del proyecto.

Si en la Universidad se ofertara este servicio, se obtendría un beneficio social más no económico debido a que no habrá retorno de la inversión, en el cual toda la comunidad universitaria se podría favorecer con esta infraestructura evitando el pago del valor de suscripción con el que se efectuó el análisis.

Un beneficio que la universidad podría obtener es una alternativa de comunicaciones para el personal administrativo, ya que utilizarían los diferentes servicios como las llamadas grupales de ser el caso. Otra opción que se podría asignar es a las dependencias de la universidad que aún no tienen habilitado el servicio de telefonía IP que permitan tener comunicación, lo que se lograría es ser pioneros en proyectos tecnológicos de este ámbito.

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En esta investigación se ha definido el diseño de telefonía IP a través de la plataforma de cloud computing la que se encuentra implementada en el datacenter de la FICA en la Universidad Técnica del Norte, consecuentemente se obtuvo el resultado planteado con la verificación exitosa de funcionamiento del servicio en donde tanto la plataforma como el software de telefonía IP están bajo una solución de software libre GNU/LINUX.

En el análisis de la situación actual de la telefonía IP en la universidad se evidencio que la propuesta de este servicio tiene viabilidad por lo que se puede otorgar a diferentes áreas del campus universitario, las cuales fueron premisas para para efectuar el dimensionamiento del diseño debido a que se recopilo información como el tipo de servidor que tiene actualmente la universidad, estadísticas de tráfico de llamadas entre las más relevantes.

En el proceso de escoger la plataforma de cloud y el software de telefonía IP se utilizó la norma ISO/IEC/IEEE 29148 en el que se obtuvo a OpenNebula y Elastix como el software más acorde para cumplir la propuesta de investigación ya que presentan las mejores características.

La importancia de considerar la capacidad de la instancia en la plataforma de virtualización es para evitar inconvenientes de saturación con respecto al número de usuarios que se maneja ya que se debe asignar los recursos que se especifican en el dimensionamiento.

Tomando en cuenta las estadísticas del tráfico de llamadas que se presentan en el servicio en una hora pico es necesario efectuar una buena distribución del recurso de ancho de banda para el servicio de telefonía IP ya que para su correcto funcionamiento requiere un valor de 20.60 Mbps.

En esta primera fase de implementación del servicio, las pruebas se efectuaron dentro la red del campus universitario y aún no se comunica con la red externa PSTN pero si hay la posibilidad de troncalizar un servidor virtual con uno físico debido a que el servidor no tiene interfaces compatibles FXS y FXO el cual si fue exitoso.

La comunicación fue favorable con los dos protocolos de señalización SIP e IAX2 con el que se obtuvo la comunicación tanto a nivel local como a través de troncales. Para observar su comportamiento se emplearon ciertas herramientas como Wireshark, los reportes del servidor Exinda de la Universidad y el software Zoiper.

Los resultados de las pruebas del rendimiento del servidor fueron eficientes ya que no surgieron problemas de saturación y no se presentó ningún inconveniente, pero esto es debido a la configuración que actualmente mantiene, que es dedicada solo a pruebas de

funcionamiento, por lo cual si la Universidad llegará a implementar se requieren los recursos que se indican en el dimensionamiento con lo que se lograría dar apertura a este servicio en el campus universitario.

En las pruebas de flujo de tráfico los resultados obtenidos fueron exitosos, el servicio funciona correctamente, pero se presentan ciertos inconvenientes cuando se utilizan diferentes redes del campus universitario ya que reflejan algunos problemas como niveles no permitidos de jitter, retardos y pérdida de paquetes, en lo que se concluye que el servicio es deficiente por lo que se debe aplicar una solución para mejorar su prestación.

El proyecto es factible desde el punto de vista económico debido a que los indicadores de evaluación de proyectos son positivos por lo tanto se evidencia que esta investigación puede ofrecer la prestación de un nuevo servicio para la comunicad universitaria, pero se debe recalcar que para efectuar este análisis se lo realizó con el criterio costo de oportunidad que es el posible beneficio que obtendría ya que no se va a recuperar la inversión.

Los beneficios que la institución obtiene en esta investigación, es promover el aprendizaje de los estudiantes con nuevas tecnologías con lo que está cumpliendo la misión de la Universidad. Y si el enfoque se lo promueve por otro nivel la Universidad podría asignar el servicio a diferentes áreas como puede ser los docentes, para obtener comunicación a través de la red dentro del campus universitario con todo el personal que labora dentro de la institución.

6.2 Recomendaciones

Para la instalación del servidor de Elastix sobre la plataforma de OpenNebula se requieren tener permisos del administrador de la plataforma, ya que con los permisos de usuario no es posible efectuar la instalación.

Para efectuar las pruebas de verificación se deben tener habilitados los puertos para la comunicación, si se utiliza el protocolo SIP los puertos TCP/UDP 5060 y los puertos RTP desde el 10000 al 20000. Y si se utiliza el protocolo IAX el puerto UDP 4569.

Se recomienda utilizar algún método para obtener una conexión directa con la PSTN ya que actualmente no se tiene interfaces FXS y FXO compatibles debido a que el servidor es virtual.

Para solucionar los problemas de calidad de servicio que se evidenciaron en las llamadas como jitter, retardos, pérdida de paquetes y eco por lo que se recomienda emplear técnicas como la teoría de colas para disminuir estos efectos, el cual utiliza métodos de asignación de tiempos de esperas, prioridad de tráfico y marcaje de paquetes que permite mejorar la prestación del servicio. Se hace énfasis de que en la Universidad no se aplica ninguna técnica de calidad de servicio en la red.

Se debe tener un ancho de banda dedicado solo para este servicio. En las pruebas se evidencio que si se utiliza una red con menor tráfico, las llamadas no tienen problemas.

Se recomienda utilizar la versión del software de telefonía de Elastix 2.5.0 ya que es la más estable y no presento ningún inconveniente en todo el diseño del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

3CX. (s.f.). Obtenido de <http://www.3cx.es/voip-sip/h323/>

Anaya, N. (2013). *Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix*. Obtenido de <http://www.elastixtech.com/>

Anaya, N. (2013). *Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix*. Obtenido de <http://www.elastixtech.com/>

Andreu, J. (2011). *Voz IP (Servicio en red)*. EDITEX.

Barba, C. Á., Mompeán, M. Á., Coballes, A. M., León, J. M., Rodríguez, J. D., Capilla, J. P., . . . Alhama, A. R. (2012). *Administración de OpenStack Essex*. Sevilla: Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0 License.

Baun, C., Kunze, M., Nimis, J., & Tai, S. (2011). *Cloud computing Web-based Dynamic IT Services*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag is part of Springer Science+Business Media.

Baun, C., Kunze, M., Nimis, J., & Tai, S. (2011). *Cloud Computing. Web-Based Dynamic IT Services*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Boquera, M. C. (2003). *Servicios avanzados de telecomunicaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

Boquera, M. C. (2003). *Servicios Avanzados de Telecomunicaciones*. Madrid: Díaz de Santos S.A.

- Casanova, A. C. (22 de Febrero de 2007). *Instalación de una IP PBX en el Departamento de Telemática de E.S.I de Sevilla*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11379/fichero/memoria%252F4.pdf>
- Cascardo, T., Folco, R., Leitao, B., Valeev, D., & Redbooks, I. (2014). *IBM PowerKVM Configuration and Use*. IBM Redbooks.
- CESGA. (10 de Mayo de 2011). *FORMIGACLOUD*. Obtenido de Instalación y evaluación de OpenNebula: <https://www.cesga.es/es/biblioteca/downloadAsset/id/602>
- CISCO. (19 de Mayo de 2008). *Voz sobre IP - Consumo de ancho de banda por llamada*. Obtenido de http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/102/1024/1024085_7934-bwidth-consume.html
- Comunidad de usuarios de Asterisk en español. (2015). *Asterisk-ES*. Obtenido de Introducción a Asterisk: http://comunidad.asterisk-es.org/index.php?title=Introduccion_a_Asterisk
- D, J., Murari, K., Raju, M., RB, S., & Girikumar, Y. (2010). *Eucalyptus Beginner's Guide - UEC Edition*. CSS, CSS Corp., and the CSS Corp logos are registered trademarks of CSS Corp. Pvt. Ltd.
- elastixtech. (2015). *Protocolo SIP*. Obtenido de QoS-Calidad de Servicio para VoIP: <http://elastixtech.com/qos-calidad-de-servicio-para-voip/>
- ElastixTech. (s.f.). *Aprenda Telefonía IP con Asterisk-Elastix*. Obtenido de <http://elastixtech.com/puertos-tcp-udp-utilizados-en-elastix/>
- ElastixTech. (s.f.). *Elastix*. Obtenido de Aprenda Telefonía IP con Asterisk-Elastix: <http://elastixtech.com/>

- ETSI. (2016). *Mobile technologies GSM*. Obtenido de <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/mobile/gsm>
- Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao & Robert Bohn. (September de 2011). *NIST Cloud Computing*. Obtenido de Recommendations of the National: http://www.nist.gov/customcf/get_pdf.cfm?pub_id=909505
- FreePBX. (9 de Junio de 2009). *FreePBX Offers SIP Service*. Obtenido de <https://www.freepbx.org/freepbx-offers-sip-service/>
- FreePBX. (2014). *FreePBX*. Obtenido de <https://www.freepbx.org/>
- FreePBX. (2014). *SIPstation*. Obtenido de <https://www.freepbx.org/voip-services/>
- GARCÍA, E. R. (2013). "*COMPUTACIÓN EN LA NUBE. (Spanish)*". Propiedad Inmaterial no. 17: 223-245. Fuente Académica Premier, EBSCOhost. Recuperado el 5 de Septiembre de 2015
- Garduño, F. (25 de Mayo de 2007). *UDLAP BIBLIOTECAS*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2014, de Colección de Tesis Digitales Universidad de las Americas Puebla: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/garduno_a_f/portada.html
- Gerometta, O. (s.f.). *Calculo del ancho de banda para VoIP*. Obtenido de <http://elastixtech.com/calculo-de-ancho-de-banda-para-voip/>
- Gil, R. G. (2007). *Seguridad en VoIP: Ataques, Amenazas y Riesgos*. . Obtenido de <http://www.uv.es/montanan/ampliacion/trabajos/Seguridad%20VoIP.pdf>
- ITU Telecommunication Standardization Sector . (Diciembre de 2009). *H.323-Sistemas de comunicación multimedia basados en paquetes*. Obtenido de <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.323-200912-I/es>

- Jorge Lastras Hernansanz, Javier Lázaro Requejo & Jonatan David Mirón García. (2009). *Arquitecturas de red para servicios en Cloud Computing*. Obtenido de http://eprints.ucm.es/9452/1/Arquitectura_de_red_para_servicios_en_Cloud_Computing-_Jorge_Lastras_Hernansanz,_Javier_L%C3%A1zaro_Re.pdf
- Jose Ignacio Moreno, Ignacio Soto & David Larrabeiti. (s.f.). *Protocolos de Señalización para el transporte de Voz sobre redes IPI*. Obtenido de <http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/articulos/protocolssenalizacion.pdf>
- José, M. R., & Eduardo, P. O. (2014). *Servicios en red*. España: RA-MA Editorial. ProQuest ebrary.
- Joyanes, A. L. (2012). *Computación en la Nube: estrategias de Cloud Computing en las empresas*. México: Alfaomega Grupo Editor. Retrieved from <http://www.ebrary.com>.
- Joyanes, L. (2012). *Computación en la Nube: estrategias de Cloud Computing en las empresas*. México: Alfaomega Grupo Editor. Retrieved from <http://www.ebrary.com>.
- KVM. (s.f.). *Kernel Virtual Machine*. Obtenido de http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page
- Landivar, E. (2006). *Elastix*. Obtenido de <http://www.elastix.com/>
- Landívar, E. (2008). *Comunicaciones Unificadas con Elastix*. Quito: no definido.
- Landívar, E. (2008). *Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1*. Copyright. GNU Free Documentation License, Versión 1.3.
- Lechtaler, C., & Ricardo, A. (e de December de 2013). *Comunicaciones: Una introducción a las redes digitales de transmisión de datos y señales isócronas*. México:

Alfaomega Grupo Editor, 2013. ProQuest ebrary. Web. Obtenido de Castro Lechtaler, Antonio Ricardo. Comunicaciones: una introducción a las redes digitales de transmisión de datos y señales isócronas. México: Alfaomega Grupo Editor, 2013. ProQuest ebrary. Web. 5 December 2015.

Marcano, D. (s.f.). *Conceptos y elementos básicos de tráfico en telecomunicaciones*. Obtenido de http://departamento.pucp.edu.pe/ingenieria/images/documentos/seccion_telecomunicaciones/Capitulo%205%20Modelos%20de%20Trafico.pdf

Martínez, J. A. (28 de Febrero de 2014). *Análisis de costo beneficio*. Obtenido de Ejemplos de análisis sector privado: http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf

Martínez, M. A. (Octubre de 2010). *Dimensionamiento de una central telefónica IP utilizando estándares abiertos y software libre para la empresa conectividad global*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2497/1/CD-3199.pdf>

Myers, D. (2010). *The benefict of Cloud-based Telephony*. Obtenido de <https://www.infonetics.com/whitepapers/2010-Infonetics-Research-The-Benefits-of-Cloud-Telephony-09010.pdf>

Myers, D. (September de 2010). *The Benefits of Cloud-based Telephony*. Obtenido de <https://www.infonetics.com/whitepapers/2010-Infonetics-Research-The-Benefits-of-Cloud-Telephony-09010.pdf>

NIST SP 800-145, The NIST Definition of Cloud Computing - SP800-145.pdf. (n.d.). (5 de September de 2015). Obtenido de <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>

- OpenNebula. (2014). *OpenNebula 4.4 Design and installation Guide*. February: Copyright ©2013 OpenNebula Project, C12G Labs. All rights reserved.
- OpenNebula. (2015). *Opennebula Key Features*. Obtenido de <http://opennebula.org/about/key-features/>
- Openstack CLA*. (s.f.). Obtenido de <https://www.openstack.org/software/>
- Ordinas, J. M., Griera, J. I., Viejo, S. L., Puig, J. M., Escalé, R. M., Olivé, E. P., & Tornil, X. P. (2008). *Protocolos y Aplicaciones de Internet*. Barcelona: UOC.
- Orellana, A. M., & Escalante, C. F. (2015). *Análisis, Diseño e implementación de Cloud Computing para una red de Voz sobre IP*. Cuenca.
- Pérez, B. (2014). *Asterisk Instalación, Configuración y Puesta en marcha: Cree y Diseñe soluciones de telefonía VoIP*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=LWINBgAAQBAJ>
- Polycom. (s.f.). *Is cloud telephony right for you?* Obtenido de <http://www.polycom.com/content/dam/polycom/common/documents/infographics/cloud-telephony-infographic-enus.pdf>
- Prosodie Capgemini. (2013). *The new IP telephony solution, 100% cloud*. Obtenido de <http://www.prosodie.com/wp-content/uploads/2013/10/Fiche-produit-comUnity-UK-V2.pdf>
- Proyecto Open Source para Atlassian Confluence. (2010). *Asterisk Project*. Obtenido de <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Asterisk+12+Documentation>
- Qinxia, A. (July de 2007). *Analysing the Characteristics of VoIP Traffic*. Obtenido de <http://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk3/SSU/TC-SSU-07132007120004.pdf>

RFC 3261. (June de 2002). Obtenido de SIP: Session Initiation Protocol:
<https://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>

RFC 3545. (2003). RFC 3545. Obtenido de <https://tools.ietf.org/html/rfc3545>

RFC 5456. (February de 2010). Obtenido de
<https://tools.ietf.org/html/rfc5456>

RFC 793. (September de 1981). Obtenido de TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL:
<https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc793.txt>

RFC-768. (28 de Agosto de 1980). RFC-768. Obtenido de PROTOCOLO DE
DATAGRAMAS DE USUARIO: <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0768-es.txt>

Rodríguez, N., & Martínez, W. (2006). *Planificación Y Evaluación de Proyectos
Informático*. Costa Rica: EUNED.

Salcedo, O., López, D., & Hernández, C. (13 de Noviembre de 2011). *Estudio comparativo
de la utilización de ancho de banda con los protocolos SIP e IAX*. Obtenido de
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2012000400013&script=sci_arttext

Schmooze Com. (22 de Febrero de 2013). *Schmooze Com Acquires FreePBX &
SIPSTATION*. Obtenido de
<http://blog.schmoozecom.com/post/43758468959/schmooze-com-acquires-freepbx-sipstation>

Servicios profesionales en Web. (8 de Octubre de 2006). *IP-TELEPHONY (protocolos)*.
Obtenido de http://www.spw.cl/08oct06_ra/doc/REDES%20WAN%20IP-ATM/ProtocolosparatelefoniasobreIP.pdf

- Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y Redes de Computadores 7ma Edición*. Mexico: PEARSON Prentice Hall.
- Tanebaum, A. S. (2003). *REDES DE COMPUTADORAS cuarta edición*. Mexico: PEARSON Prentice Hall.
- Telecommunication Standardization Sector of ITU. (Junio de 2012). *Recommendation ITU-T G.729*. Obtenido de G.729 : Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction (CS-ACELP): <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.729-201206-I/en>
- Toraldo, G. (2012). *OpenNebula 3 Cloud Computing*. Packt Publishing.
- UIT. (Mayo de 2005). *Códec de voz de doble velocidad para la transmisión en comunicaciones multimedia*. Obtenido de <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.723.1-200605-I/es>
- Urbina, G. B. (2001). *Evaluación de proyectos*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. .
- XenProject. (2013). *El hipervisor*. Obtenido de <http://www.xenproject.org/developers/teams/hypervisor.html>
- Young, S. (2008). *Simulation 1: Calculate the total bandwidth required for a VoIP call This simulation calculates the total bandwidth required for a VoIP call in five (5)*. Obtenido de <http://slideplayer.com/slide/4624925/>
- Znaty, S., Dauphin, J.-L., & Geldwerth, R. (2005). *SIP : Session Initiation Protocol*. Obtenido de http://www.efort.com/media_pdf/SIP_ESP.pdf

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ADPCM, codificador de onda basado en PCM que incluye ciertas funcionalidades extras.

a-Law (Ley A), algoritmo de compresión utilizado en Europa y el resto del mundo para los sistemas digitales de telecomunicaciones.

AMD-V, permite la virtualización para mejorar el rendimiento de los recursos de virtualización.

API, es la interfaz de programación de aplicaciones.

ARM, arquitectura de un microprocesador.

CloudWatch, es un servicio de Amazon para monitorización los recursos de la nube.

CNAME, nombre canónico utilizado en el servidor DNS para asociar un nombre alias con un dominio autentico.

Division Multiple Access (TDMA) señalización a través de portadoras de frecuencia dúplex por división (FDD) (ETSI, 2016).

DHCP (Protocolo de configuración dinámica de host), permite que un equipo conectado a la red obtenga de forma automáticamente una dirección IP.

DNS (Sistema de nombre de dominios), sirve para asignar un nombre de dominio a una dirección IP.

EBS (Elastic Block Store), proporciona el almacenamiento de volúmenes en forma de bloques de manera persistente.

EC2 (Amazon Elastic Compute Cloud), es un servicio que permite el desarrollo web de ya que permite el cálculo de la computación en la nube.

E1/T1/J1, Es la jerarquía digital plesiócrona que permite enviar sobre un mismo canal varias comunicaciones a través de la multiplexación.

FXS/FXO, son los nombres de los conectores para conectarse una central PBX con una compañía de teléfono.

GSMK, técnica de modulación mínimo gaussiano Keying dentro de las redes GSM para la conmutación de paquetes, que es la modulación de una variante de desplazamiento de fase (PSK) con Time

GPLv2 (Licencia Publica General versión 2), es la licencia para de los software bajo licencia libre basados en sistema operativo GNU.

INTEL VT, Tecnología de virtualización Intel.

ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones), Es el organismo de las naciones unidas (ONU) que se encarga de regular las tecnologías de la información y comunicación.

iLBC (internet Low Bitrate Codec), es un códec de voz de licencia libre.

IVR, es la respuesta de voz interactiva.

IETF (Internet Engineering Task Force), organización de normalización encargada de realizar estándares que contribuyan a dar mejora al internet.

LAN, es una red de área local.

LDAP (Protocolo Ligero/simplificado de acceso remoto), permite la administración de directorios.

MGCP, es un protocolo de control de dispositivos que provee señalización al protocolo SIP.

NAT, traducción de direcciones de red.

OCCI (Open Cloud Computing Interface), es un protocolo para generar aplicaciones para gestionar.

PBX (Central Secundaria primaria automática), central conectada a la red pública por medio de troncales.

PCM (Modulación de pulsos codificados), convierte una señal analógica en digital.

PSTN (Red de telefonía pública conmutada), es la red de telefonía clásica, para la comunicación de la voz en tiempo real.

RFC 1889, recomendación de la IETF para el protocolo RTP.

RFC 3261, estándar generado por la IETF para el Protocolo de inicio de sesión (SIP).

RFC 3445, Es una recomendación de la IETF para el protocolo MGCP.

RFC 5456, recomendación de la IETF para el protocolo IAX2.

RFC 768, recomendación de la IETF para el protocolo UDP.

RSA (Rivest, Shamir, Adleman), Es un algoritmo asimétrico para encriptar claves.

RSVP (Protocolo de Reservación de recursos), recomendación de la IETF donde permite que varios emisores transmitan a varios receptores, optimiza el uso del ancho de banda y reduce la congestión.

RPE-LTP (Regular Pulse Excitation Long – Term Prediction), esquema de comprensión utilizado para reducir la carga entre la estación móvil y estación base.

RTCP (Real-Time Control Protocol), envía periódicamente mensajes de control en una sesión RTP.

RTP (Real-time Transport Protocol), es una recomendación de la IETF, que se utiliza para la transferencia en diferentes formatos de video, y q además es complementario para VoIP.

S3 plataforma, almacenamiento de Amazon que ofrece servicios para desarrolladores y profesionales de tecnología de la información.

SKINNY, es un protocolo propietario perteneciente a Cisco.

Softphone, es software que se utiliza para simular teléfonos IP dispositivos móviles y PC.

SSH (Secure shell), permite el acceso remoto seguro.

TCP (Protocolo de control de transmisión), emplea mecanismos para intercambiar datos entre sistemas finales.

TDM (Multiplexación por división de tiempo), los usuarios esperan su turno pero tienen toda la banda durante ese tiempo.

TDMA, multiplexación por división de tiempo.

u-Law (Ley U), algoritmo de compresión utilizado en Estados Unidos y Japón para los sistemas digitales de telecomunicaciones.

UDP (Protocolo de datagrama de usuario), es un protocolo no orientado a conexión es decir no garantiza la entrega.

UEC (Utilidad Elastic Computing) arquitectura para la vinculación de sus programas para sistemas útiles de Eucalyptus.

USB (Bus Universal de Serie), utilizado para comunicar, conectar y otorga energía eléctrica entre dispositivos electrónicos.

VNC (Virtual Network Computing), computación virtual en red con el que se puede acceder a los recursos de máquinas virtuales desde cualquier lugar.

VoIP (Voz sobre IP), conjunto de recursos que permiten envío de la señal de la voz a través del internet con la utilidad del protocolo IP.

WFQ (Weighted Fair Queuing), analiza los patrones de tráfico, basándose en tamaño del paquete y la naturaleza del tráfico.

X509, es un estándar de la UIT-T para claves públicas.

ANEXOS

ANEXO A: Norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E)

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO/IEC/
IEEE
29148

First edition
2011-12-01

**Systems and software engineering —
Life cycle processes — Requirements
engineering**

*Ingénierie des systèmes et du logiciel — Processus du cycle de vie —
Ingénierie des exigences*



Reference number
ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E)

© ISO/IEC 2011
© IEEE 2011

ANEXO B: Reporte de llamadas Elastix elx5000 de la Universidad Técnica del Norte

Fecha	Fuente	Destino	Canal origen	Account Cod	Canal destin	Estado	Duración
2/17/2016 19:05	7351	7251	SIP/7351-00005db3		SIP/7251-000	ANSWERED	19s
2/17/2016 19:04	7251	7351	SIP/7251-00005db1		SIP/7351-000	ANSWERED	5s
2/17/2016 19:01	2585881	7250	Local/7497@from-interna		SIP/7250-000	ANSWERED	24s
2/17/2016 19:01	2585881	7498	SIP/SIP-Gateway-00005da		Local/7497@	ANSWERED	45s
2/17/2016 18:52	42590060	7498	SIP/SIP-Gateway-00005da		Local/7497@	ANSWERED	62s (1m 2s)
2/17/2016 18:52	42590060 t		Local/7497@from-interna		SIP/7000-000	NO ANSWER	62s (1m 2s)
2/17/2016 18:25	7109	92903647	SIP/7109-000	8932	SIP/SIP-Gate	ANSWERED	40s
2/17/2016 18:20	7251	7351	SIP/7251-00005da9		SIP/7351-000	ANSWERED	65s (1m 5s)
2/17/2016 18:06	7351	7602	SIP/7351-00005da7		SIP/SIP-CallM	NO ANSWER	0s
2/17/2016 18:06	7109	92920858	SIP/7109-000	8932	SIP/SIP-Gate	ANSWERED	254s (4m 14s)
2/17/2016 18:01	7202	9022291125	SIP/7202-000	4549	SIP/SIP-Gate	ANSWERED	104s (1m 44s)
2/17/2016 17:59	7109	92920858	SIP/7109-000	8932	SIP/SIP-Gate	ANSWERED	55s
2/17/2016 17:55	7202	92612014	SIP/7202-000	4549	SIP/SIP-Gate	ANSWERED	24s
2/17/2016 17:50	7355	92615641	SIP/7355-000	1974	SIP/SIP-Gate	BUSY	0s
2/17/2016 17:42	7534	7356	SIP/SIP-CallManager-0000		SIP/7356-000	ANSWERED	4s
2/17/2016 17:41	7607	7261	SIP/SIP-CallManager-0000		SIP/7261-000	ANSWERED	309s (5m 9s)
2/17/2016 17:39	7410	92641280	SIP/7410-000	5417	SIP/SIP-Gate	ANSWERED	120s (2m 0s)
2/17/2016 17:37	7530	7012	SIP/SIP-CallManager-0000		SIP/7012-000	ANSWERED	16s
2/17/2016 17:34	2615599	7216	Local/7497@from-interna		SIP/7216-000	ANSWERED	448s (7m 28s)
2/17/2016 17:34	2615599	7498	SIP/SIP-Gateway-00005d9		Local/7497@	ANSWERED	517s (8m 37s)
2/17/2016 17:33	2615599	7498	SIP/SIP-Gateway-00005d9		Local/7497@	ANSWERED	15s
2/17/2016 17:33	2615599 i		Local/7497@from-internal-000008fe;2			ANSWERED	15s
2/17/2016 17:33	7407	7405	SIP/7407-00005d90		SIP/7405-000	ANSWERED	7s
2/17/2016 17:31	7407	7403	SIP/7407-00005d8e		SIP/7403-000	ANSWERED	142s (2m 22s)
2/17/2016 17:29	7012	7250	SIP/7012-00005d8c		SIP/7250-000	ANSWERED	25s
2/17/2016 17:29	7202	9022648241	SIP/7202-000	4549	SIP/SIP-Gate	ANSWERED	603s (10m 3s)

Fecha	Fuente	Destino	Canal origen	Account Cod	Canal destin	Estado	Duraci3n
2/17/2016 11:59	7407	7403	SIP/7407-00005864		SIP/7403-00C	ANSWERED	136s (2m 16s)
2/17/2016 11:57	7032	7601	SIP/7032-00005862		SIP/SIP-CallM	ANSWERED	105s (1m 45s)
2/17/2016 11:57	7670	7202	SIP/SIP-CallManager-000C		SIP/7202-00C	ANSWERED	41s
2/17/2016 11:57	23988100	7255	Local/7497@from-interna		SIP/7255-00C	ANSWERED	207s (3m 27s)
2/17/2016 11:57	23988100	7498	SIP/SIP-Gateway-0000585		Local/7497@	ANSWERED	245s (4m 5s)
2/17/2016 11:56	2834455	7498	SIP/SIP-Gateway-0000585		Local/7497@	ANSWERED	35s
2/17/2016 11:56	2834455	7499	Local/7497@from-internal-00000882;2			ANSWERED	35s
2/17/2016 11:56	7670	7200	SIP/SIP-CallManager-000C		SIP/7200-00C	ANSWERED	7s
2/17/2016 11:56	62923290	7498	SIP/SIP-Gateway-0000585		Local/7497@	ANSWERED	390s (6m 30s)
2/17/2016 11:56	62923290	7513	Local/7497@from-interna		SIP/SIP-CallM	ANSWERED	380s (6m 20s)
2/17/2016 11:56	2983780	7581	Local/7497@from-interna		SIP/SIP-CallM	ANSWERED	7s
2/17/2016 11:56	2983780	7498	SIP/SIP-Gateway-0000585		Local/7497@	ANSWERED	31s
2/17/2016 11:56	7670	7202	SIP/SIP-CallManager-000C		SIP/7202-00C	ANSWERED	4s
2/17/2016 11:55	62915286	7264	Local/7497@from-interna		SIP/7264-00C	ANSWERED	58s
2/17/2016 11:55	62915286	7498	SIP/SIP-Gateway-0000585		Local/7497@	ANSWERED	68s (1m 8s)
2/17/2016 11:55	7670	7202	SIP/SIP-CallManager-000C		SIP/7202-00C	ANSWERED	3s
2/17/2016 11:54	7202	9022648241	SIP/7202-00C	4549	SIP/SIP-Gate	ANSWERED	114s (1m 54s)
2/17/2016 11:54	7670	7202	SIP/SIP-CallManager-000C		SIP/7202-00C	ANSWERED	14s
2/17/2016 11:54	22997400	7498	SIP/SIP-Gateway-0000584		Local/7497@	ANSWERED	21s
2/17/2016 11:54	22997400	7409	Local/7497@from-interna		SIP/7409-00C	NO ANSWER	21s
2/17/2016 11:54	22820307	7498	SIP/SIP-Gateway-0000584		Local/7497@	ANSWERED	89s (1m 29s)
2/17/2016 11:54	22820307	7405	Local/7497@from-interna		SIP/7405-00C	NO ANSWER	89s (1m 29s)
2/17/2016 11:52	7533	7032	SIP/SIP-CallManager-000C		SIP/7032-00C	ANSWERED	15s
2/17/2016 11:52	7530	7303	SIP/SIP-CallManager-000C		SIP/7303-00C	ANSWERED	121s (2m 1s)
2/17/2016 11:51	7109	7125	SIP/7109-00005843		SIP/7125-00C	ANSWERED	9s
2/17/2016 11:51	7530	7302	SIP/SIP-CallManager-000C		SIP/7302-00C	ANSWERED	2s

ANEXO C: Tabla de Erlangs B

Erlang B (Blocked Calls Cleared)

$$P = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{x=0}^N \frac{A^x}{x!}}$$

No. of Trunks (N)	Traffic (A) in erlangs for P =																
	0.1%	0.2%	0.5%	1%	1.2%	1.3%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%
1	0.001	0.002	0.005	0.010	0.012	0.013	0.02	0.020	0.031	0.053	0.075	0.111	0.176	0.250	0.429	0.667	1.00
2	0.046	0.065	0.105	0.153	0.168	0.176	0.19	0.223	0.282	0.381	0.470	0.595	0.796	1.00	1.45	2.00	2.73
3	0.194	0.249	0.349	0.455	0.489	0.505	0.53	0.602	0.715	0.899	1.06	1.27	1.60	1.93	2.63	3.48	4.59
4	0.439	0.535	0.701	0.869	0.922	0.946	0.99	1.09	1.26	1.52	1.75	2.05	2.50	2.95	3.89	5.02	6.50
5	0.762	0.900	1.13	1.36	1.43	1.46	1.52	1.66	1.88	2.22	2.50	2.88	3.45	4.01	5.19	6.60	8.44
6	1.15	1.33	1.62	1.91	2.00	2.04	2.11	2.28	2.54	2.96	3.30	3.76	4.44	5.11	6.51	8.19	10.4
7	1.58	1.80	2.16	2.50	2.60	2.65	2.73	2.94	3.25	3.74	4.14	4.67	5.46	6.23	7.86	9.80	12.4
8	2.05	2.31	2.73	3.13	3.25	3.30	3.40	3.63	3.99	4.54	5.00	5.60	6.50	7.37	9.21	11.4	14.3
9	2.56	2.85	3.33	3.78	3.92	3.98	4.08	4.34	4.75	5.37	5.88	6.55	7.55	8.52	10.6	13.0	16.3
10	3.09	3.43	3.96	4.46	4.61	4.68	4.80	5.08	5.53	6.22	6.78	7.51	8.62	9.68	12.0	14.7	18.3
11	3.65	4.02	4.61	5.16	5.32	5.40	5.53	5.84	6.33	7.08	7.69	8.49	9.69	10.9	13.3	16.3	20.3
12	4.23	4.64	5.28	5.88	6.05	6.14	6.27	6.61	7.14	7.95	8.61	9.47	10.8	12.0	14.7	18.0	22.2
13	4.83	5.27	5.96	6.61	6.80	6.89	7.03	7.40	7.97	8.83	9.54	10.5	11.9	13.2	16.1	19.6	24.2
14	5.45	5.92	6.66	7.35	7.56	7.65	7.81	8.20	8.80	9.73	10.5	11.5	13.0	14.4	17.5	21.2	26.2
15	6.08	6.58	7.38	8.11	8.33	8.43	8.59	9.01	9.65	10.6	11.4	12.5	14.1	15.6	18.9	22.9	28.2
16	6.72	7.26	8.10	8.88	9.11	9.21	9.39	9.83	10.5	11.5	12.4	13.5	15.2	16.8	20.3	24.5	30.2
17	7.38	7.95	8.83	9.65	9.89	10.0	10.19	10.7	11.4	12.5	13.4	14.5	16.3	18.0	21.7	26.2	32.2
18	8.05	8.64	9.58	10.4	10.7	10.8	11.00	11.5	12.2	13.4	14.3	15.5	17.4	19.2	23.1	27.8	34.2
19	8.72	9.35	10.3	11.2	11.5	11.6	11.82	12.3	13.1	14.3	15.3	16.6	18.5	20.4	24.5	29.5	36.2
20	9.41	10.1	11.1	12.0	12.3	12.4	12.65	13.2	14.0	15.2	16.3	17.6	19.6	21.6	25.9	31.2	38.2
21	10.1	10.8	11.9	12.8	13.1	13.3	13.48	14.0	14.9	16.2	17.3	18.7	20.8	22.8	27.3	32.8	40.2
22	10.8	11.5	12.6	13.7	14.0	14.1	14.32	14.9	15.8	17.1	18.2	19.7	21.9	24.1	28.7	34.5	42.1
23	11.5	12.3	13.4	14.5	14.8	14.9	15.16	15.8	16.7	18.1	19.2	20.7	23.0	25.3	30.1	36.1	44.1
24	12.2	13.0	14.2	15.3	15.6	15.8	16.01	16.6	17.6	19.0	20.2	21.8	24.2	26.5	31.6	37.8	46.1
25	13.0	13.8	15.0	16.1	16.5	16.6	16.87	17.5	18.5	20.0	21.2	22.8	25.3	27.7	33.0	39.4	48.1
26	13.7	14.5	15.8	17.0	17.3	17.5	17.72	18.4	19.4	20.9	22.2	23.9	26.4	28.9	34.4	41.1	50.1
27	14.4	15.3	16.6	17.8	18.2	18.3	18.59	19.3	20.3	21.9	23.2	24.9	27.6	30.2	35.8	42.8	52.1
28	15.2	16.1	17.4	18.6	19.0	19.2	19.45	20.2	21.2	22.9	24.2	26.0	28.7	31.4	37.2	44.4	54.1
29	15.9	16.8	18.2	19.5	19.9	20.0	20.32	21.0	22.1	23.8	25.2	27.1	29.9	32.6	38.6	46.1	56.1
30	16.7	17.6	19.0	20.3	20.7	20.9	21.19	21.9	23.1	24.8	26.2	28.1	31.0	33.8	40.0	47.7	58.1

ANEXO D: Especificaciones de equipos de datacenter FICA

SWITCH CISCO 4506

Datasheet Cisco Catalyst 4500 Series Line cards

Permiten a las redes cableadas e inalámbricas alto rendimiento, móvil, y experiencias de usuario seguras a través de la capa de conmutación 2-4. Habilidad de la seguridad, la movilidad, rendimiento de las aplicaciones, vídeo y ahorro de energía como su infraestructura de red. Es compatible con la virtualización y la automatización, mejorando aún más la facilidad de uso de la red. Tiene calidad (QoS) de las para ofrecer capacidades de servicio y flexibilidad de configuración para el despliegue de redes. Garantizar una migración sin problemas a velocidad de cable IPv6 y 10 Gigabit Ethernet (GE).

- 6 puertos 10/100/1000 y SFP 6 puertos (cualquier combinación de hasta 6 puertos pueden estar activos al mismo tiempo)
- 10/100/1000 RJ-45 PoE y 1000BASE-X (SFP)
- Cisco IOS Software Release 12.2 (20) EWA
- IEEE 802.3af PoE y Cisco norma previa (sólo RJ45)
- Proporciona a velocidad de línea completa de conmutación Gigabit en todos los puertos
- Jumbo Frame L2-4 (hasta 9216 bytes)
- Diseñado para dar a los clientes la opción de RJ-45 con o sin PoE y SFP, sin incurrir en costes adicionales
- Empresarial y comercial: las granjas de conectividad de escritorio de alto rendimiento y servidores; diseñado para teléfonos IP, las estaciones base inalámbricas, cámaras de vídeo y otros dispositivos compatibles con IEEE.

- Proveedor de servicios: GE pequeña agregación de DSLAM / PON backhaul de datos / teléfono móvil

SWITCH LINKYS SR224G

Guía de usuario Linkys Modelo: SR224G

- Ideal para la integración de su hardware de red a 10 Mbps y 100 Mbps.
- 24 puertos 10/100 proporcionan ancho de banda dedicado en los modos Half o Full-Duplex.
- 2 puertos Gigabit Ethernet y 2 ranuras mini-GBIC compartidas para la expansión de la fibra Gigabit.
- Cada puerto soporta detección de cable Auto MDI / MDI-X.
- Compatible con todos los principales sistemas operativos de red.
- Almacenamiento y reenvío de conmutación de paquetes avanzado para la óptima transferencia de datos.
- Particionamiento automático protege los PCs de las líneas de las caídas red.
- Regeneración de señal garantiza la integridad de la transferencia de datos

SERVIDOR HP DL360 GEN9 E5-2630V3 BASE SAS SVR

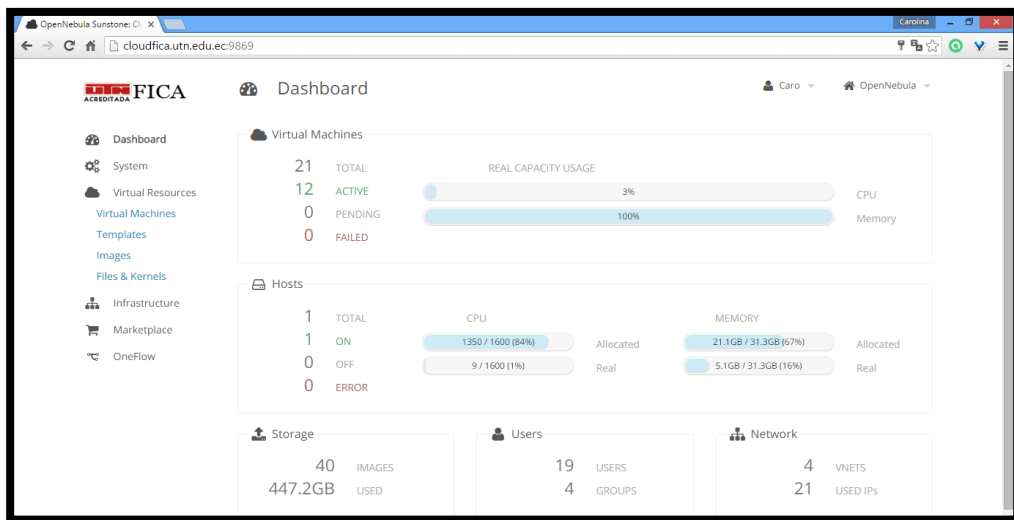
Especificaciones HP DL320 Gen9

- Procesador
 - Intel® Xeon® E5-2630 v3 (8 núcleos, 2,4 GHz, 20 MB, 85 W)
- Número de procesadores
 - 1
- Núcleo de procesador disponible
 - 8
- Form factor (totalmente configurado)

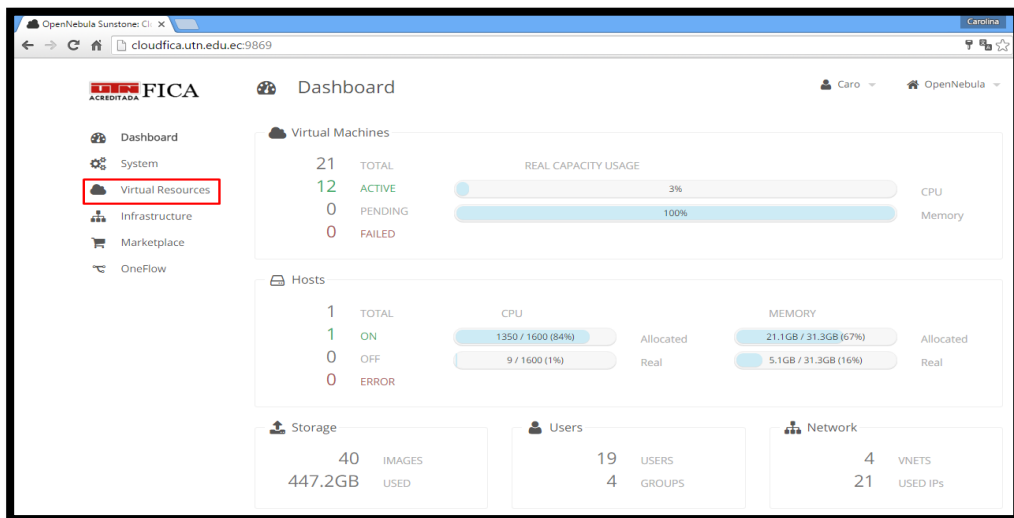
- 1U
- Tipo de fuente de alimentación
 - Fuente de alimentación de conexión dinámica Platinum de ranura flexible de 500 W
- Ranuras de expansión
 - PCIe
- Memoria, estándar
 - RDIMM de 16 GB (2 x 16 GB)
- Ranuras de memoria
 - 24 ranuras DIMM
- Tipo de memoria
 - 2R x4 PC4-2133P-R
- Ventiladores Hot Plug Redundantes

ANEXO E: Proceso de carga de imagen ISO de Elastix a OpenNebula

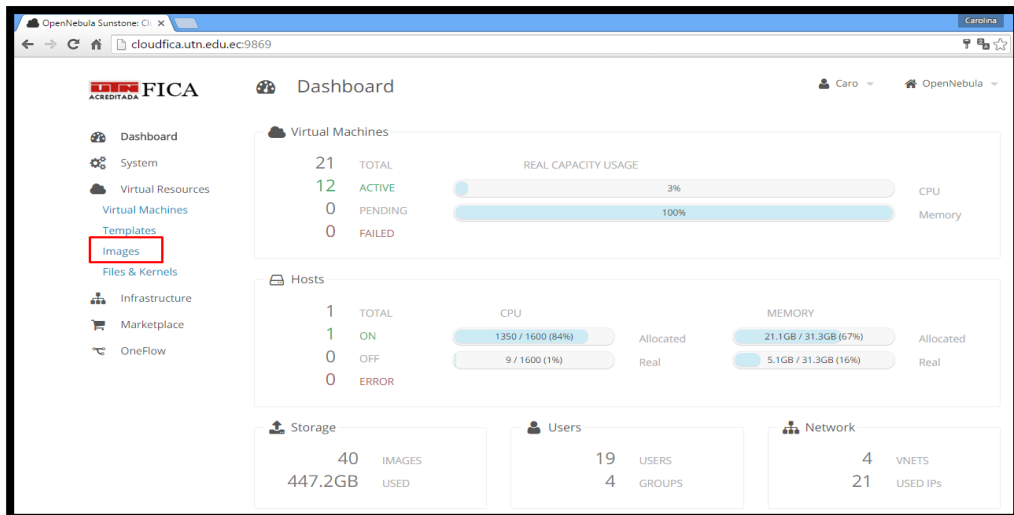
- 1) Se accede a la página oficial de la plataforma de OpenNebula a través de la dirección *cloudfica.utn.edu.ec:port* dentro del campus de la universidad y si no nos encontramos dentro del campus con la IP que se le haya asignado, donde se procede a crear la imagen ISO valida del software de Elastix 2.5. Para realizar esta acción se requieren permisos del administrador de la plataforma.



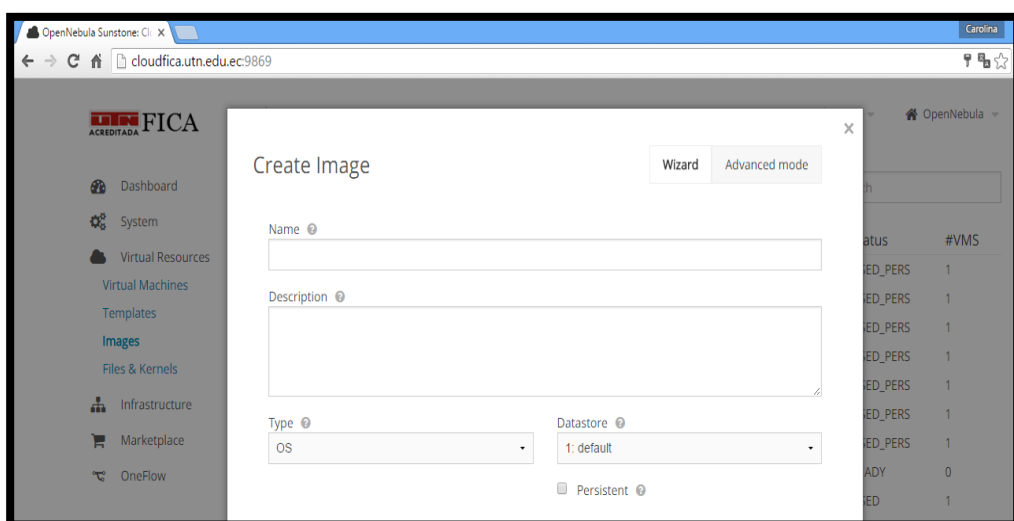
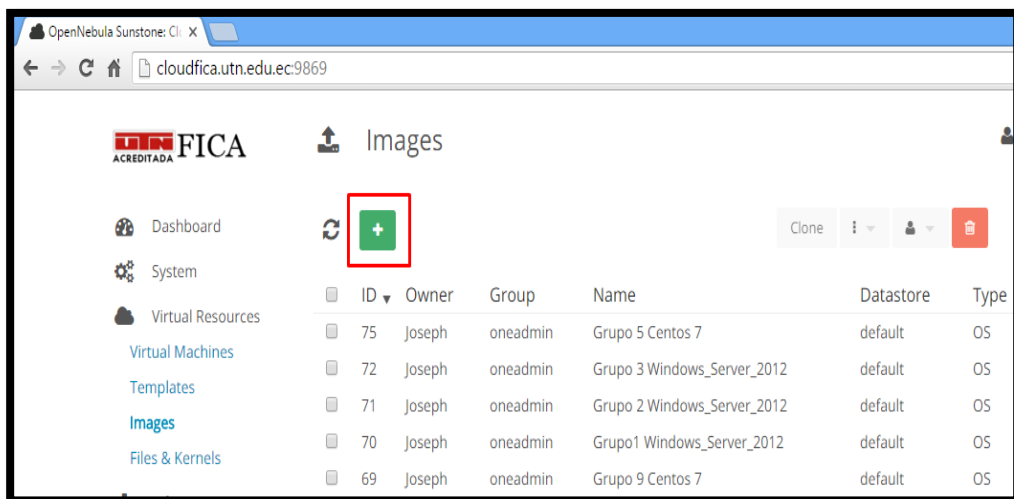
- 2) Luego se da clic en “Virtual Resources”.



- 3) Luego se procede a dar clic en “Images”.



4) Después se procede a dar clic en el símbolo “(+)”.

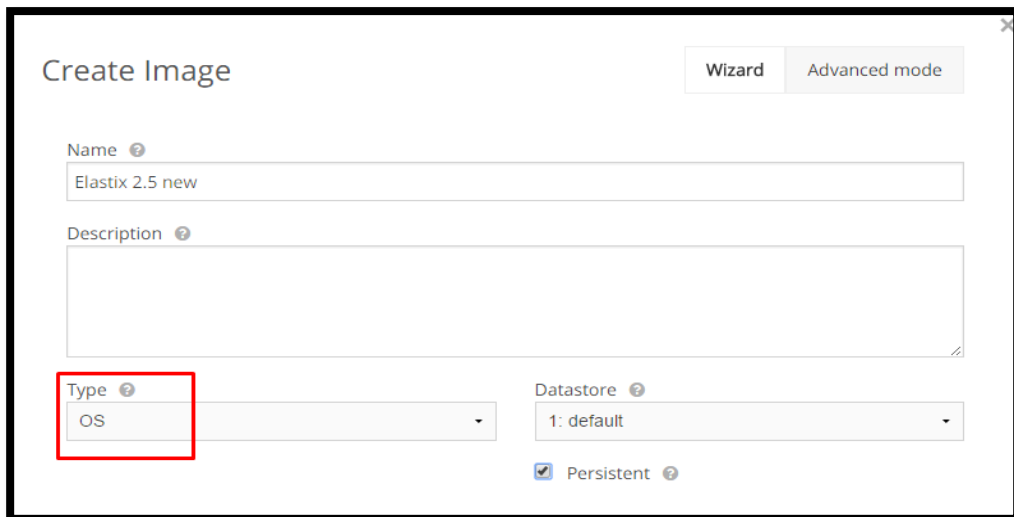


- 5) Se procede a asignar un nombre a la imagen ISO, en este caso se le asigno con el nombre “Elastix 2.5 new”.



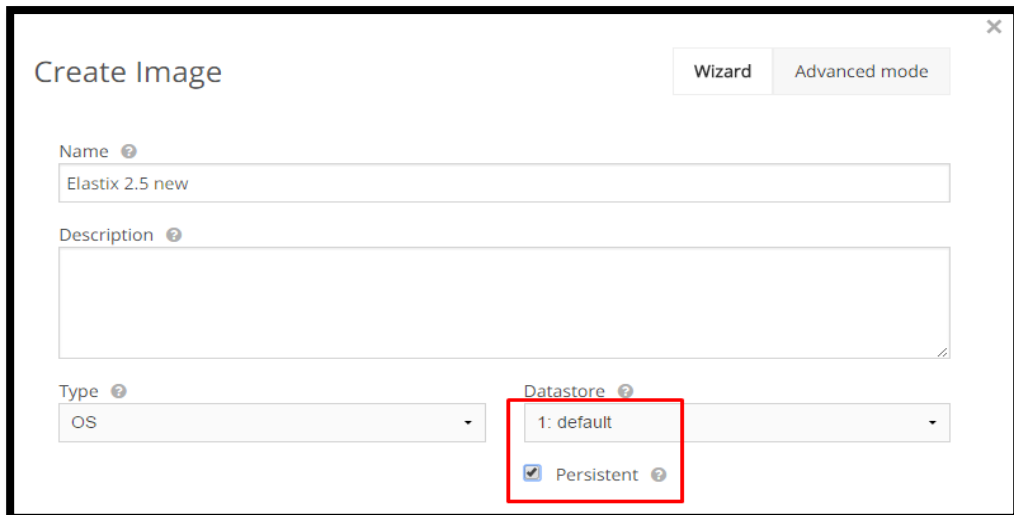
The screenshot shows a 'Create Image' dialog box with two tabs: 'Wizard' (selected) and 'Advanced mode'. The 'Name' field is filled with 'Elastix 2.5 new'. The 'Description' field is empty. There are help icons next to the field labels.

- 6) 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.

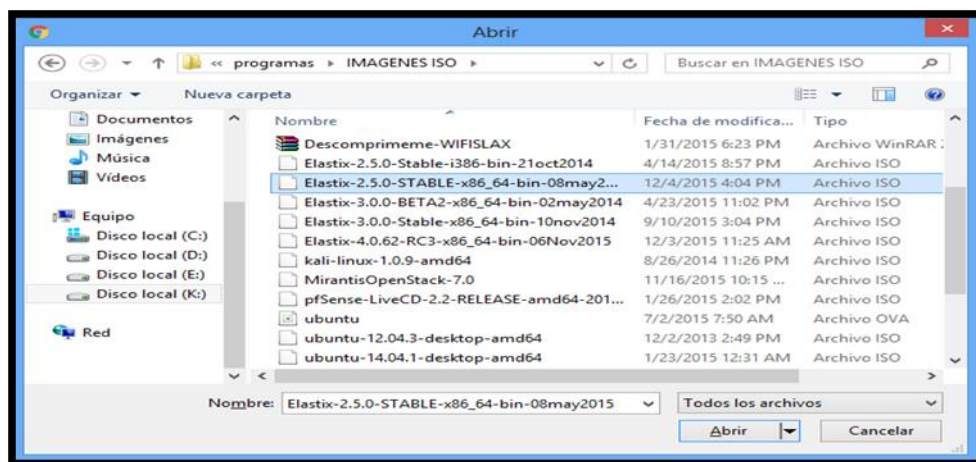
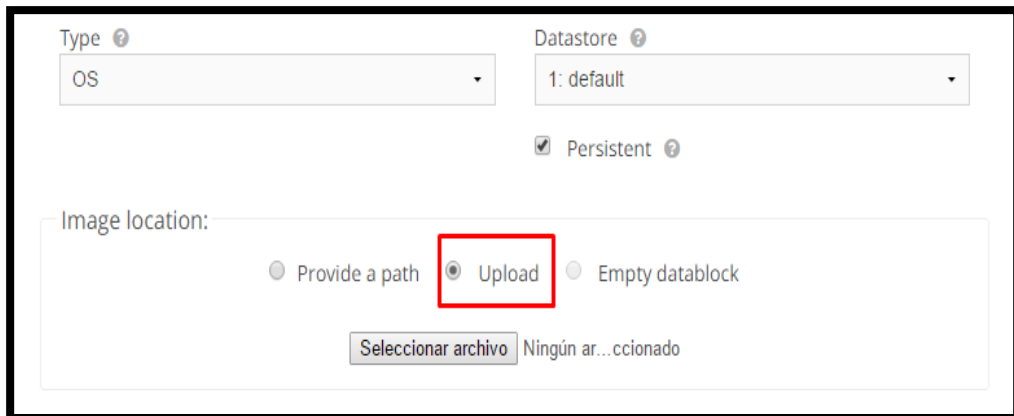


The screenshot shows the 'Create Image' dialog box with the 'Type' dropdown menu set to 'OS', which is highlighted with a red box. The 'Datastore' dropdown is set to '1: default'. The 'Persistent' checkbox is checked. The 'Name' field still contains 'Elastix 2.5 new'.

- 7) 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.



- 8) Luego se da clic en “Upload” y se procede a seleccionar la ISO de la dirección en donde se encuentre alojada.



9) Se escoge la ubicación de donde la ISO se encuentre alojada.

Type ? OS

Datastore ? 1: default

Persistent ?

Image location:

Provide a path Upload Empty datablock

Elastix-2....t2014.iso

10) Después se procede a escoger las opciones avanzadas “Advanced options”.

Persistent ?

Image location:

Provide a path Upload Empty datablock

Elastix-2....t2014.iso

11) 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.

▼ Advanced options

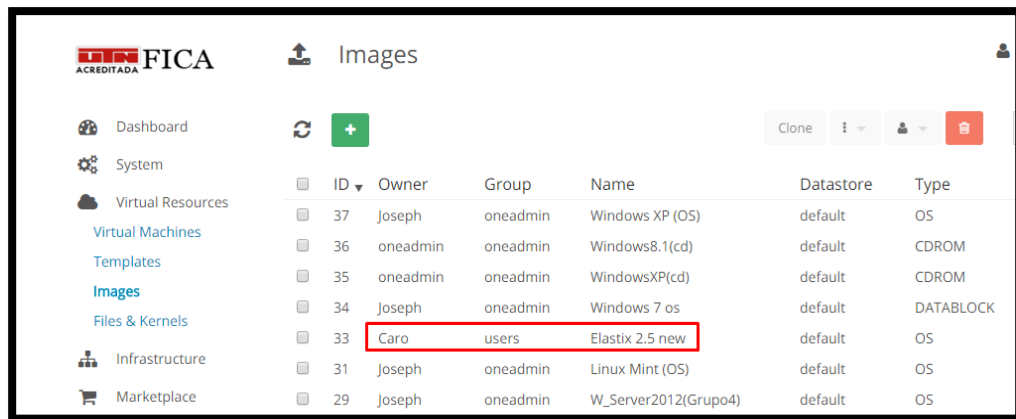
Device prefix ? sd

Target ? sdb

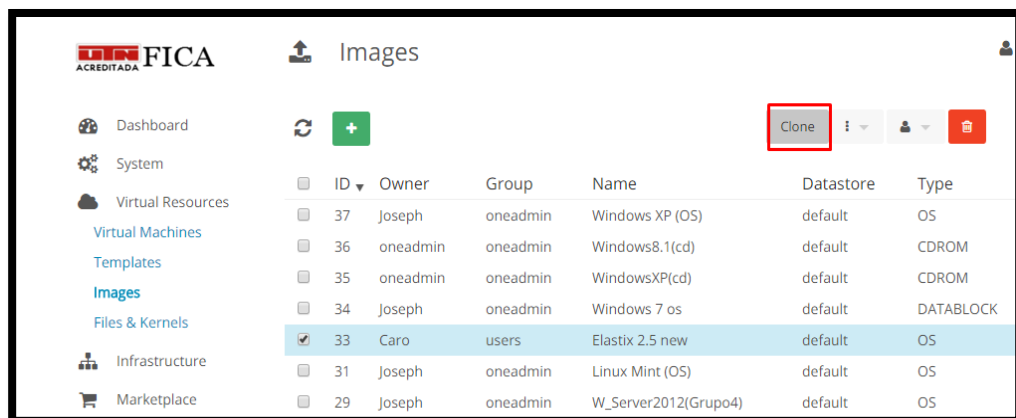
Driver ? iso

12) Posteriormente se da clic en “Create”, y se debe esperar un periodo de tiempo hasta que la ISO se cargue.

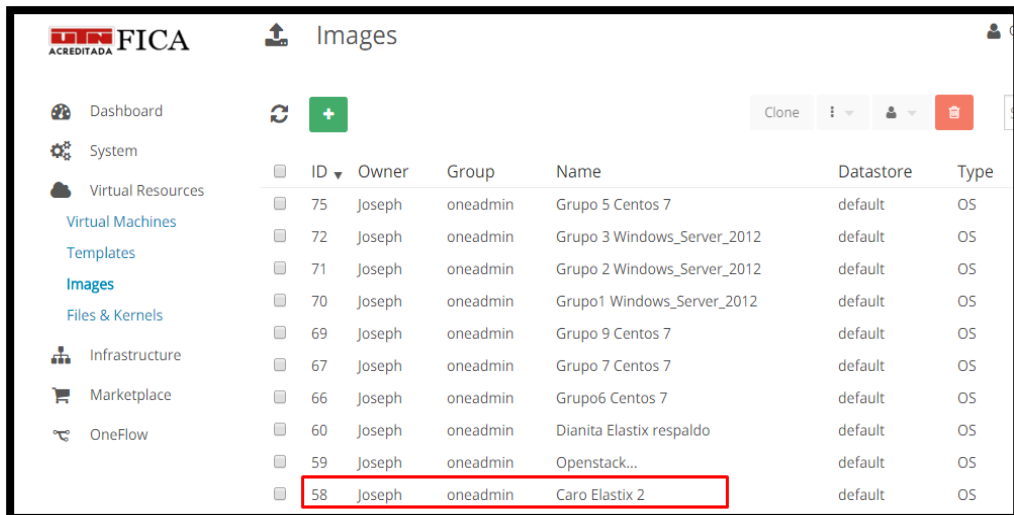
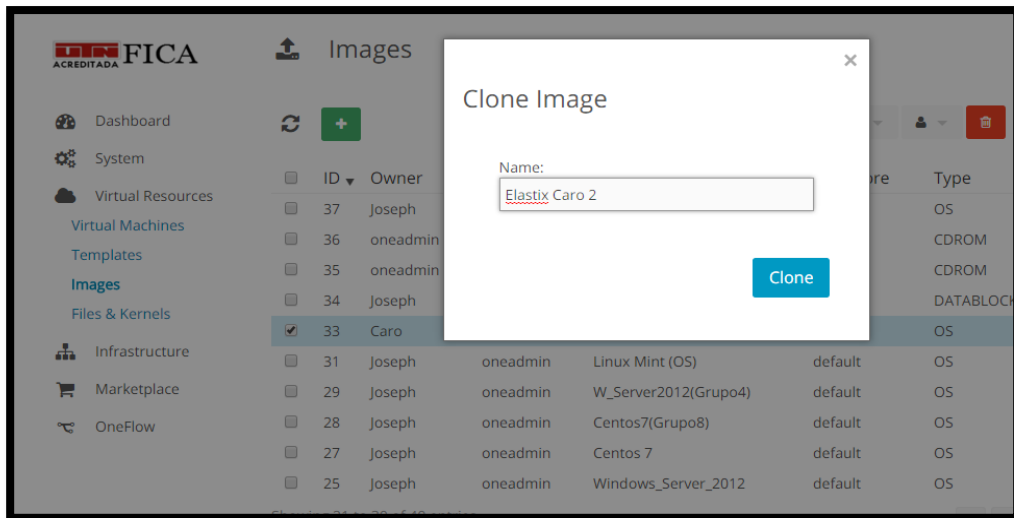
13) Finalmente se observa la ISO cargada a la plataforma.



14) Para el proceso de la siguiente ISO se escogió la opción clone que permite obtener una copia rápida la ISO. Se da clic en la ISO subida, y luego clic en “Clone”.



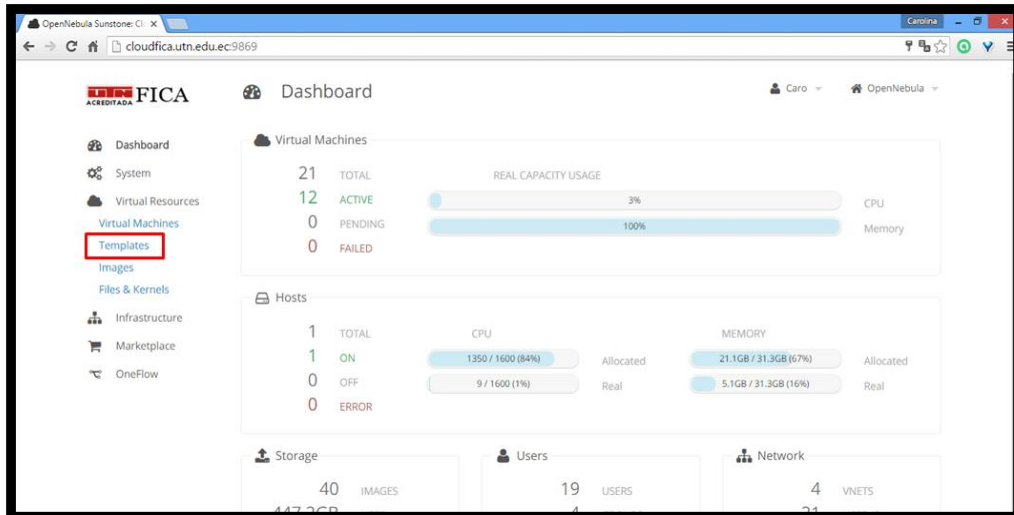
15) Finalmente se escribe el nombre de la nueva imagen y se clic en “clone”.



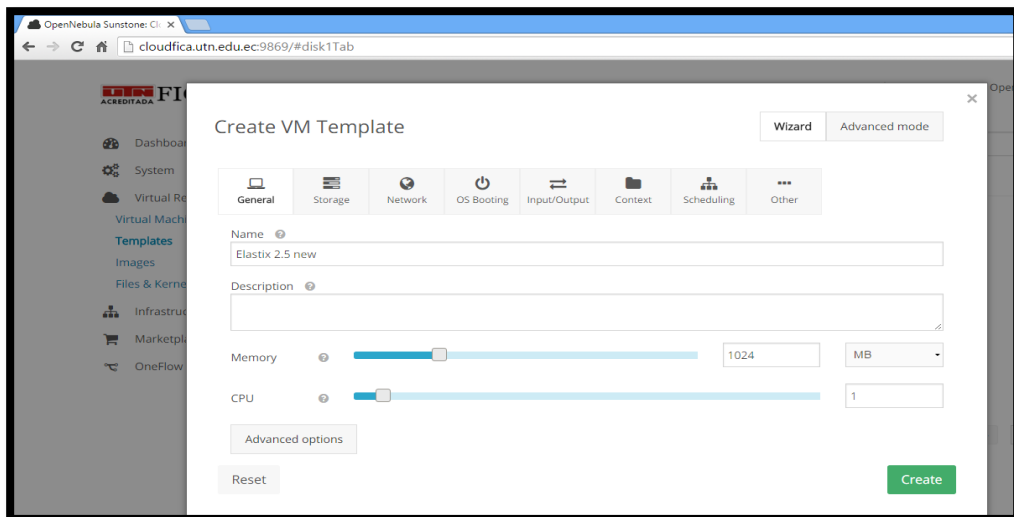
ANEXO F: Despliegue de la instancia de Elastix sobre OpenNebula

CREACIÓN DE INSTANCIA ELASTIX 2.5 PBX-FICA

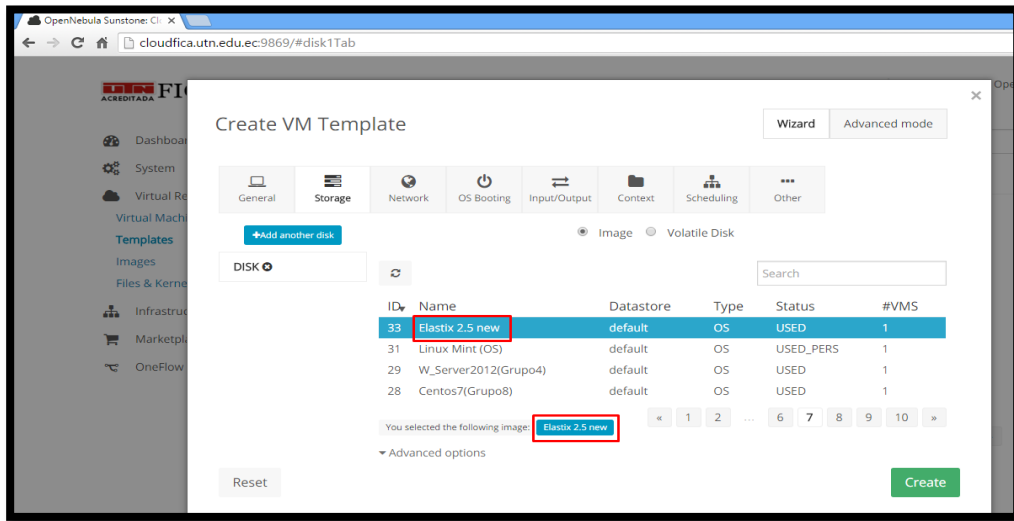
- 1) Se procede a ir a “Templates”, para crear la plantilla para crear o cargar en la consola de una manera más eficaz las configuraciones de asignación de recursos como CPU, RAM, red, almacenamiento entre otros.



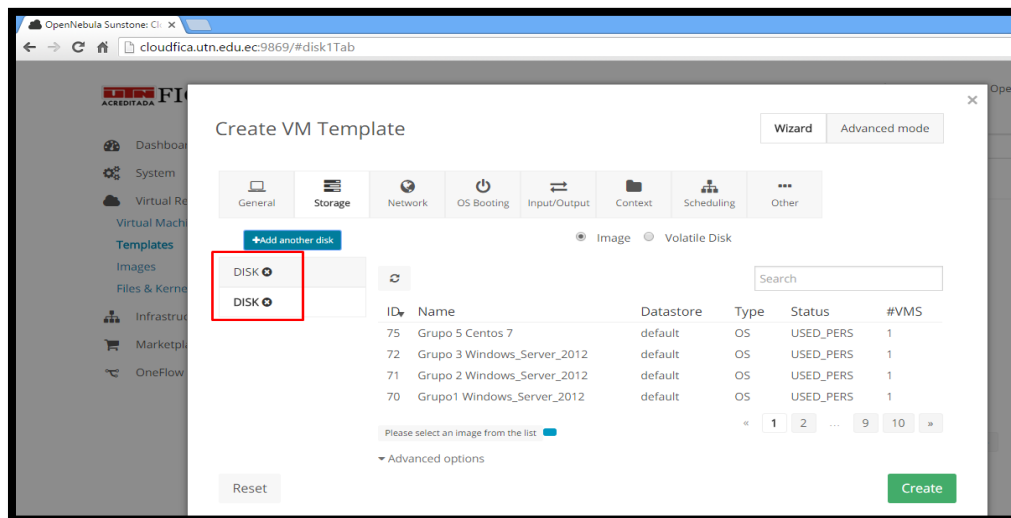
- 2) Se procede a crear la plantilla, con el nombre y los detalles de la memoria RAM y CPU que se van a asignar a la instancia.



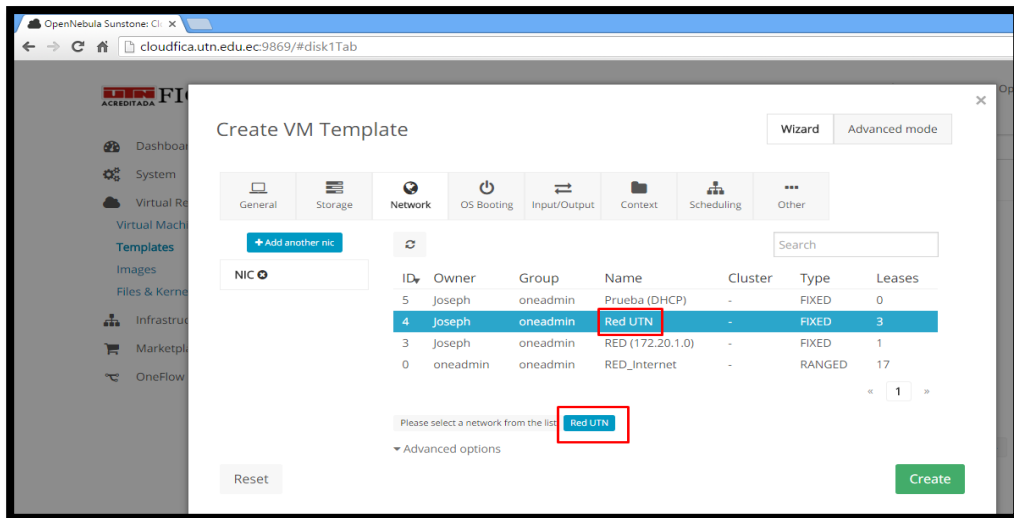
3) Se procede a seleccionar la imagen que se va utilizar en el proceso de instalación.



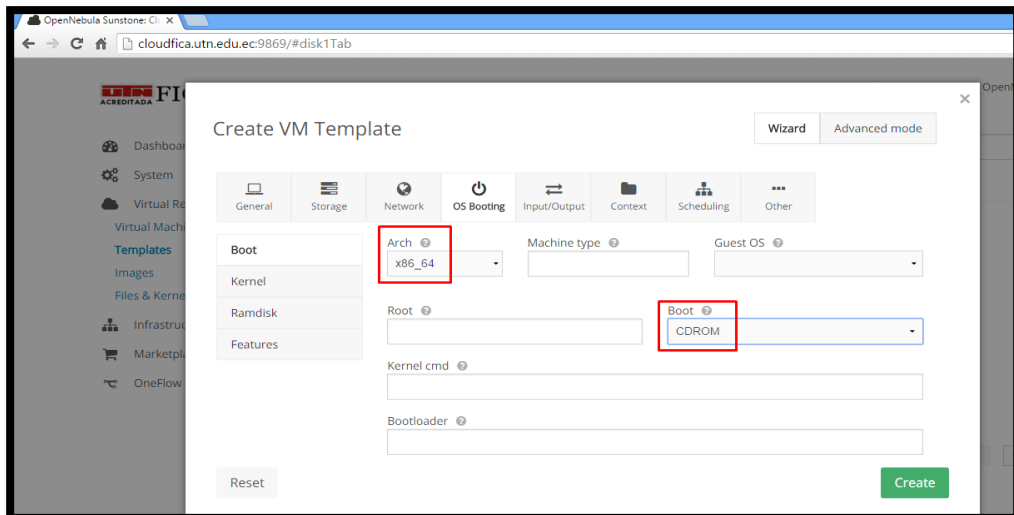
4) Además se crea un disco extra para la instalación de la imagen ISO de Elastix.



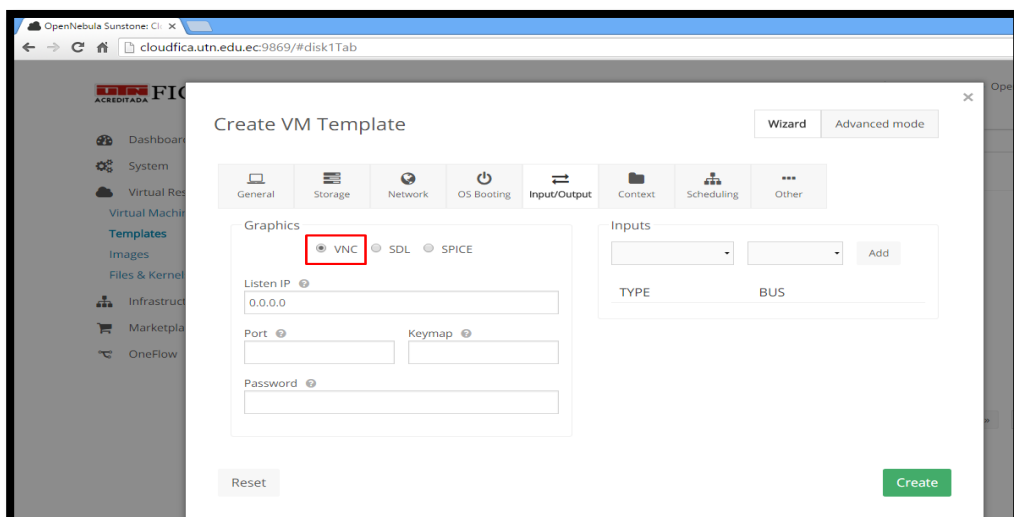
5) Se debe seleccionar la red a la que va a pertenecer la instancia.



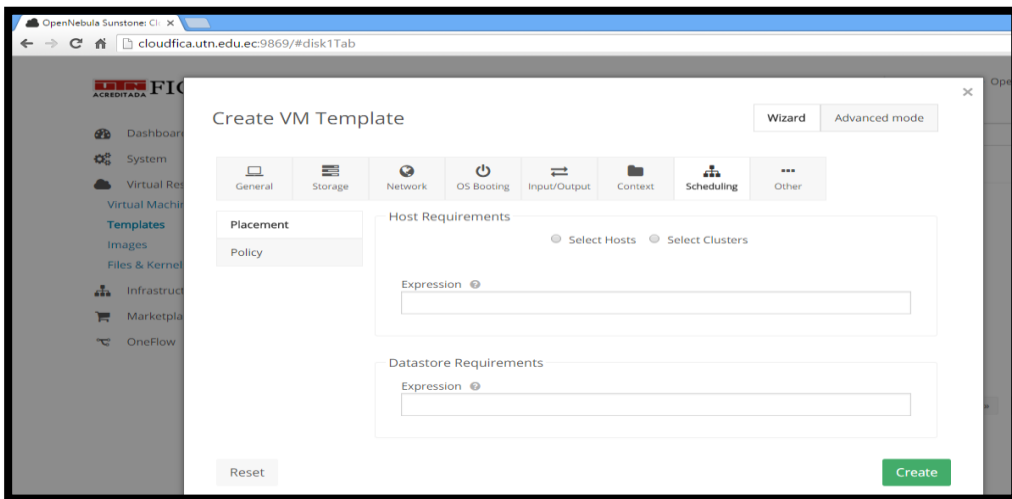
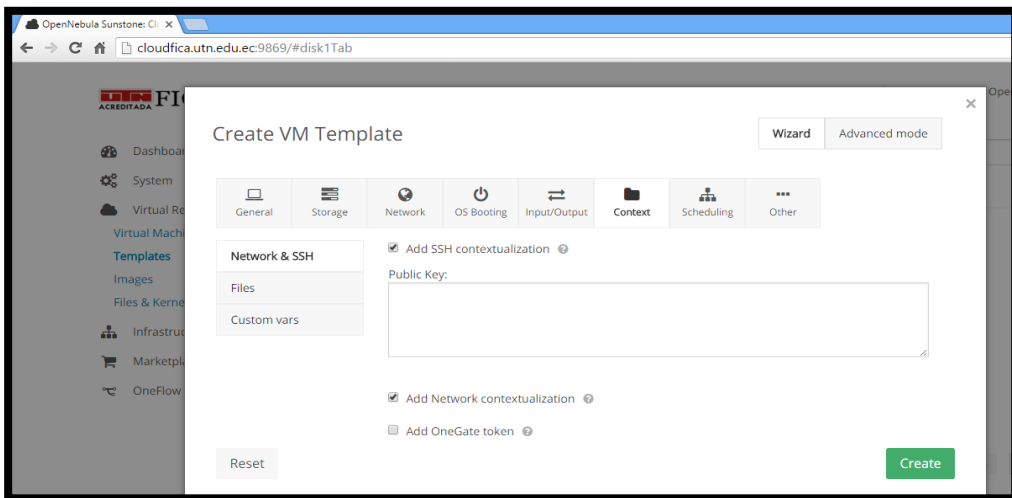
- 6) Se selecciona el formato de la imagen que se va a instalar y el tipo de booteable que es, en este caso se escoge desde el CDROM.



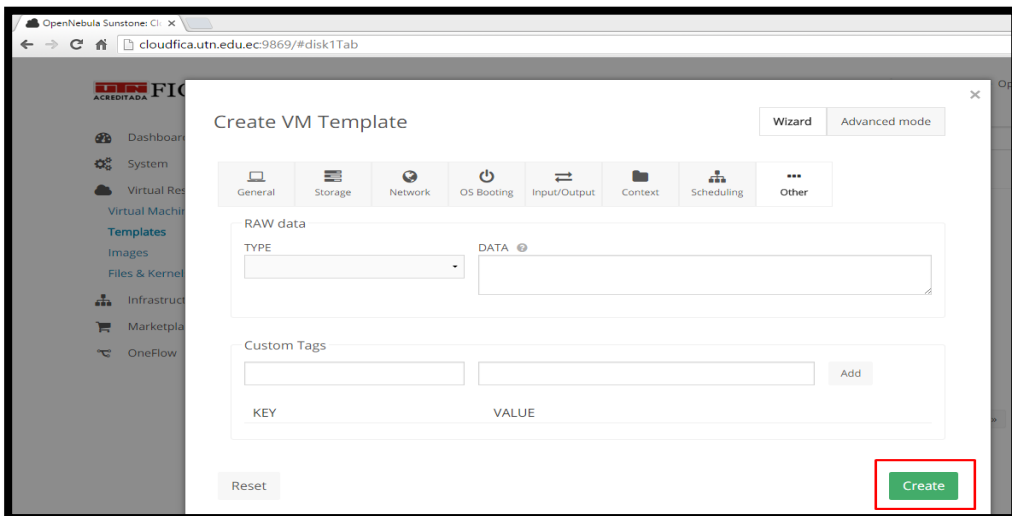
- 7) Se escoge el tipo de interfaz gráfica, en el cual se escoge el "VNC".



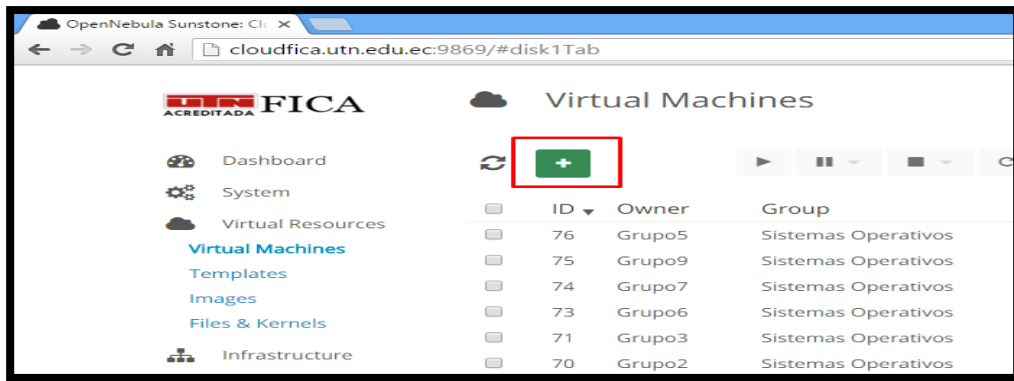
8) En estas configuraciones no se realiza ningún cambio.



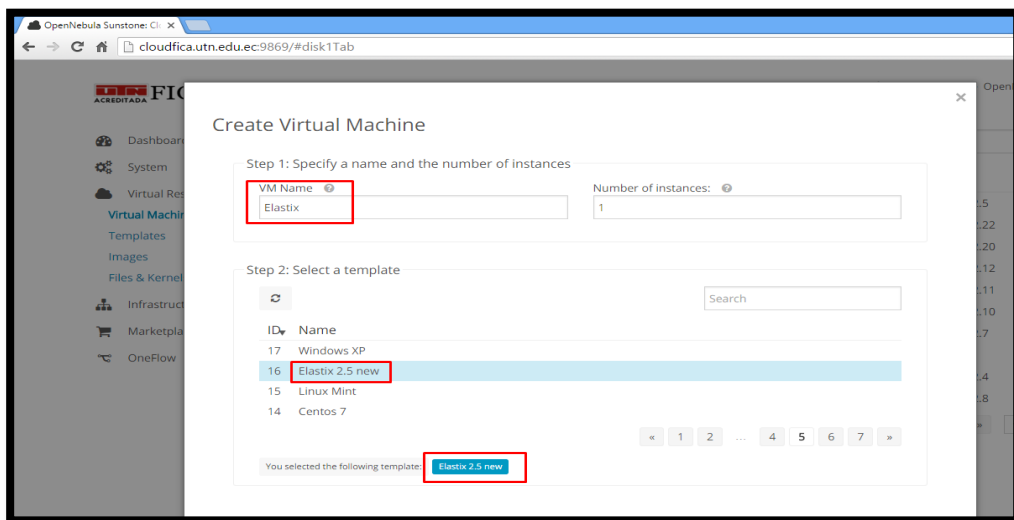
9) Finalmente se procede a crear la plantilla y se da clic en “Create”.



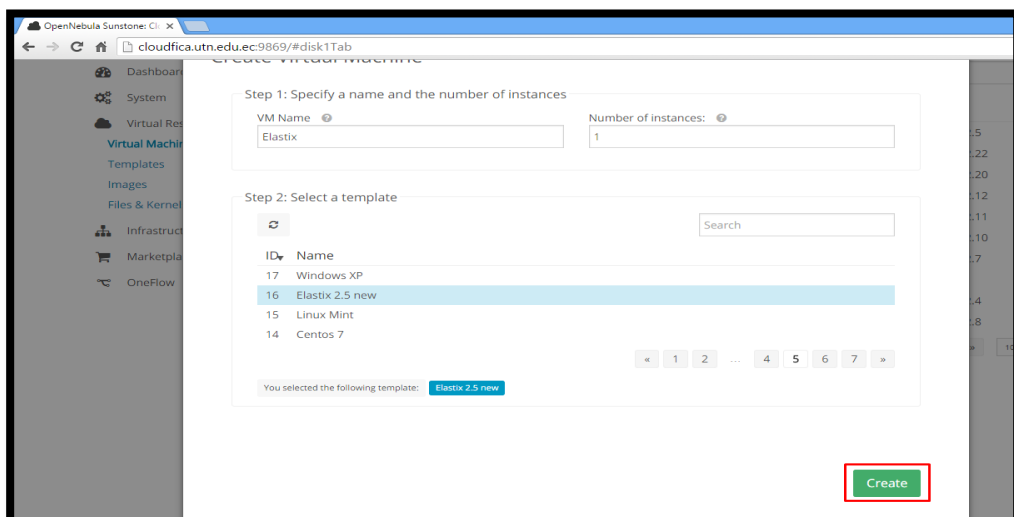
10) Ahora se dirige hacia “Virtual Machine” y se da clic en el icono (+).



11) Se configura el nombre de la instancia, y se escoge la ISO que se va a instalar.



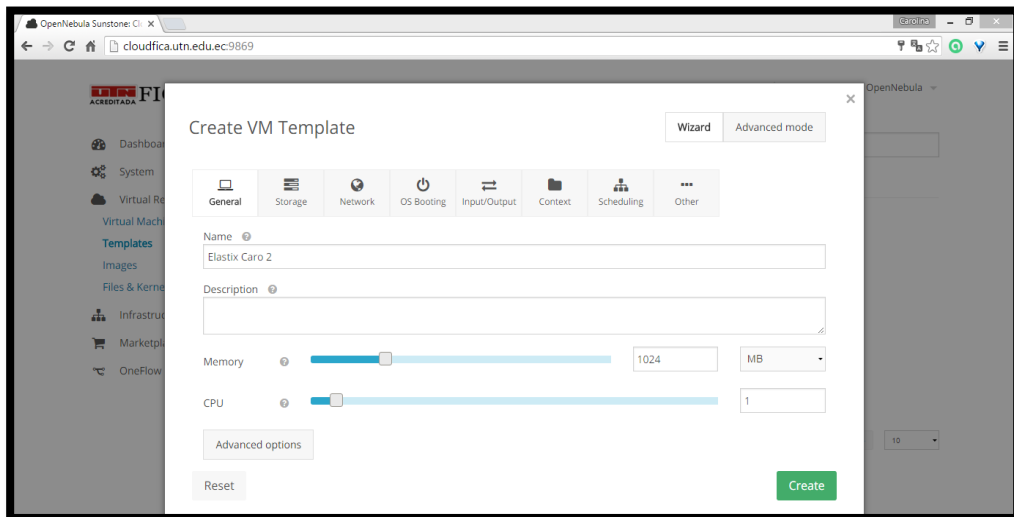
12) Posteriormente se da clic en "Create".



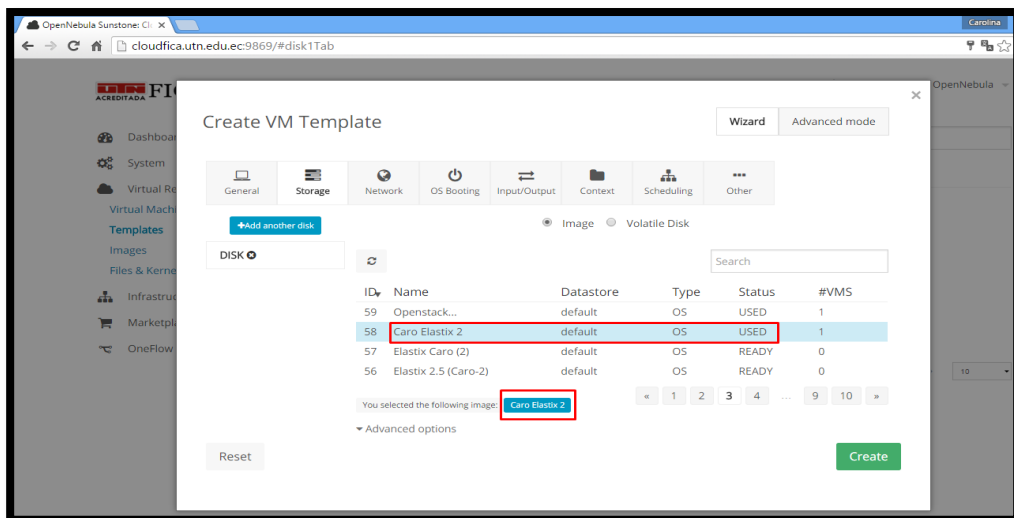
13) Ahora inicia el proceso del anexo G.

CREACIÓN DE INSTANCIA ELASTIX 2.5 PBX-AHSVP

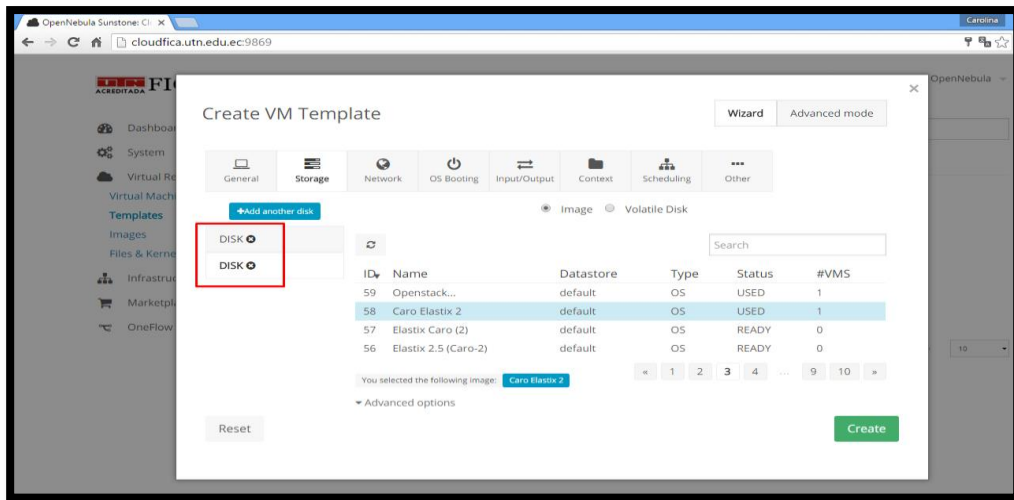
- 1) Se procede a ir a “Templates”, para crear la plantilla para crear o cargar en la consola de una manera más eficaz las configuraciones de asignación de recursos como CPU, RAM, red, almacenamiento entre otros.
- 2) Se procede a crear la plantilla, con el nombre y los detalles de la memoria RAM y CPU que se van a asignar a la instancia.



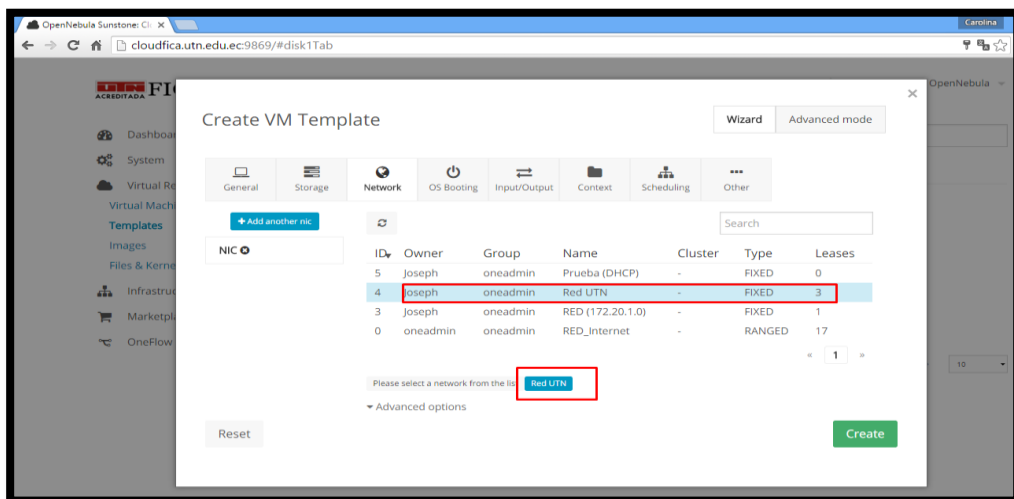
- 3) Se procede a seleccionar la imagen que se va utilizar en el proceso de instalación.



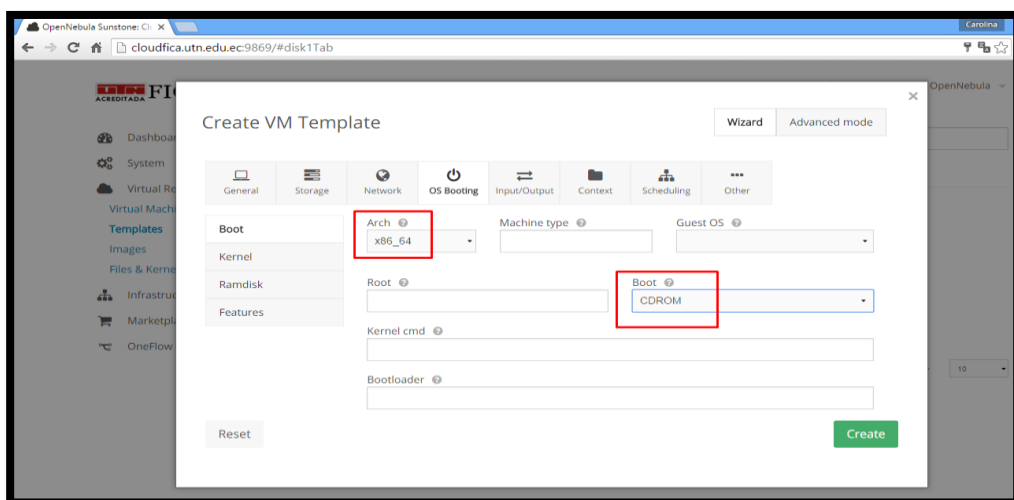
- 4) Además se crea un disco extra para la instalación de la imagen ISO de Elastix.



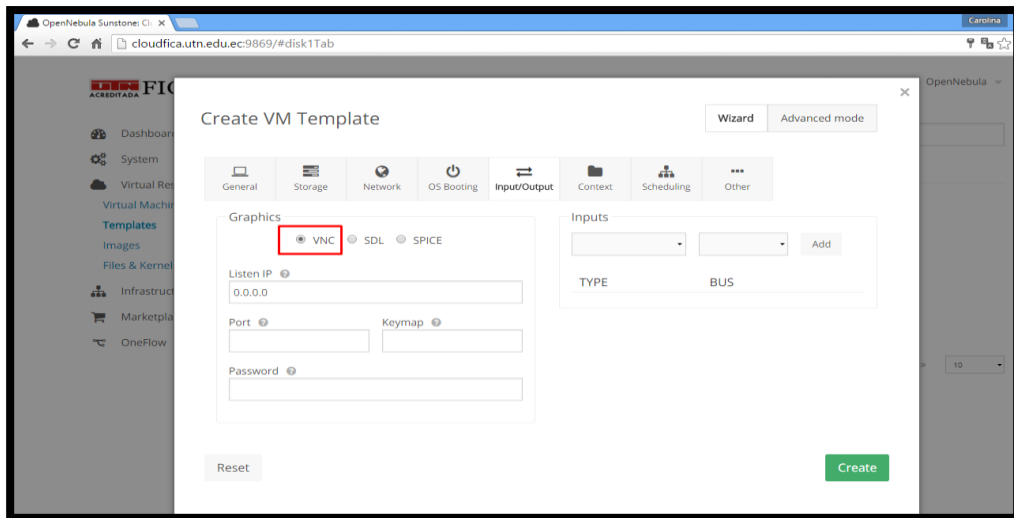
5) Se debe seleccionar la red a la que va a pertenecer la instancia.



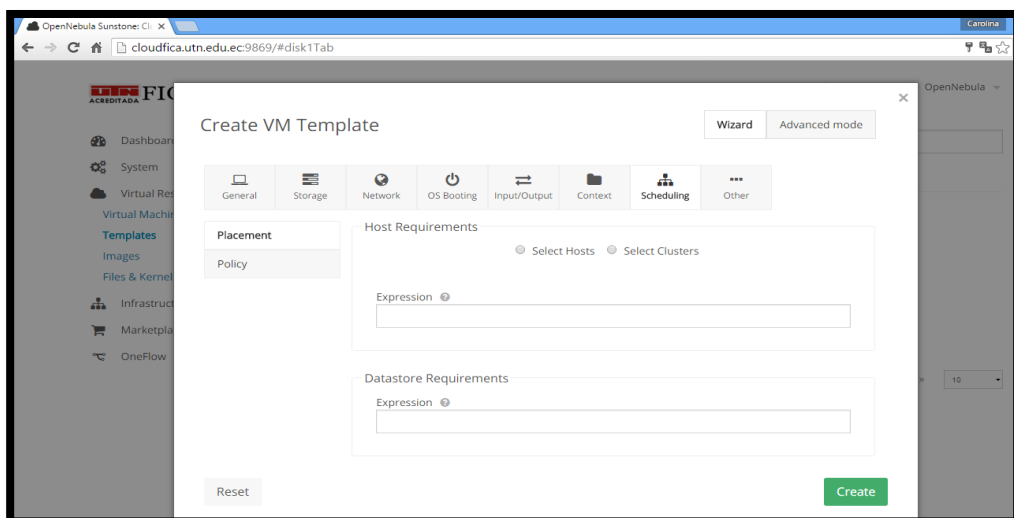
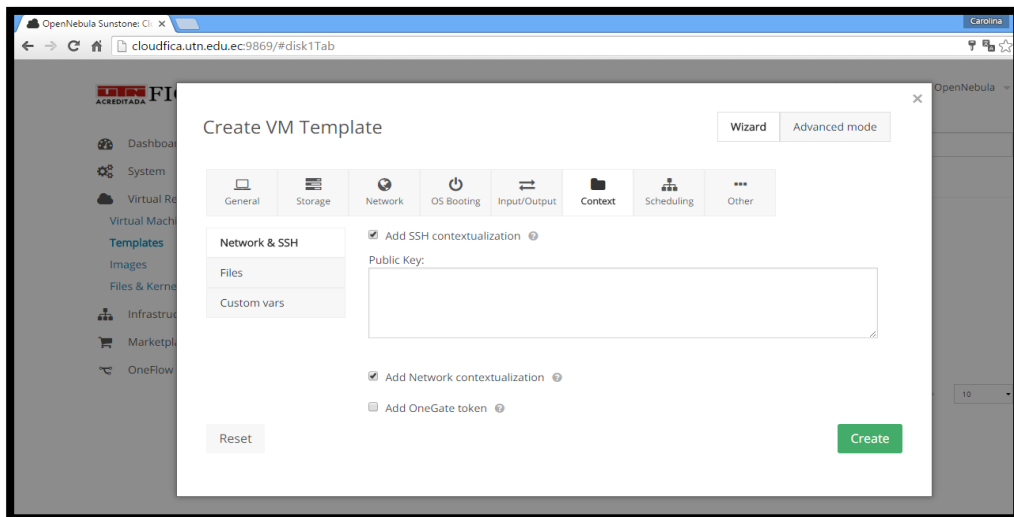
6) Se selecciona el formato de la imagen que se va a instalar y el tipo de booteable que es, en este caso se escoge desde el CDROM.



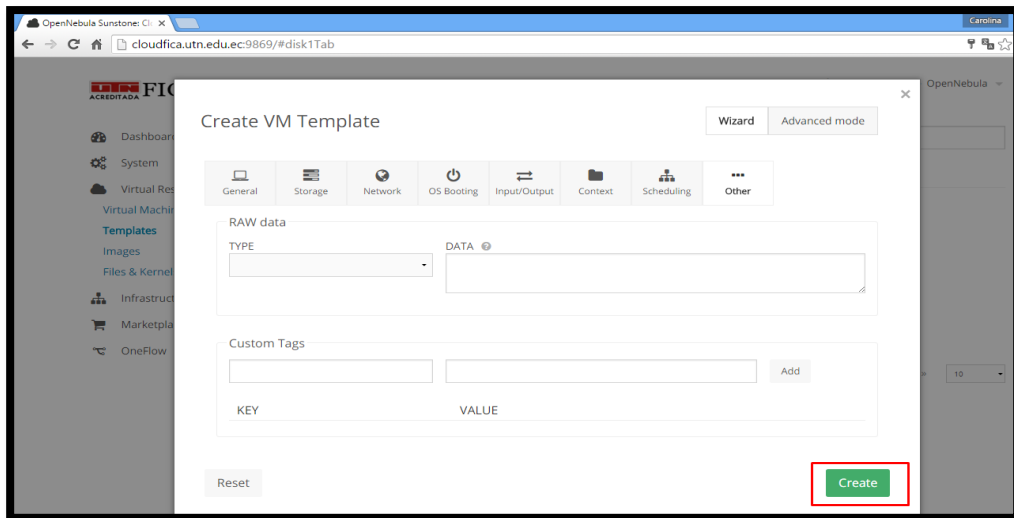
7) Se escoge el tipo de interfaz gráfica, en el cual se escoge el "VNC".



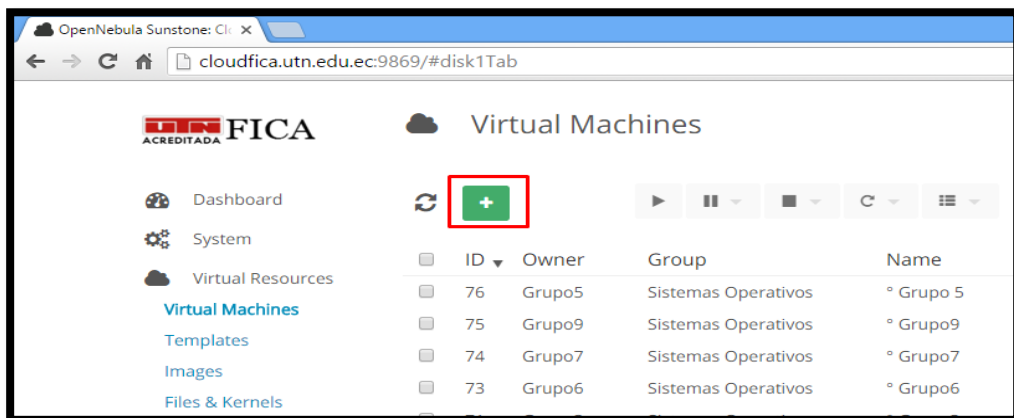
8) En estas configuraciones no se realiza ningún cambio.



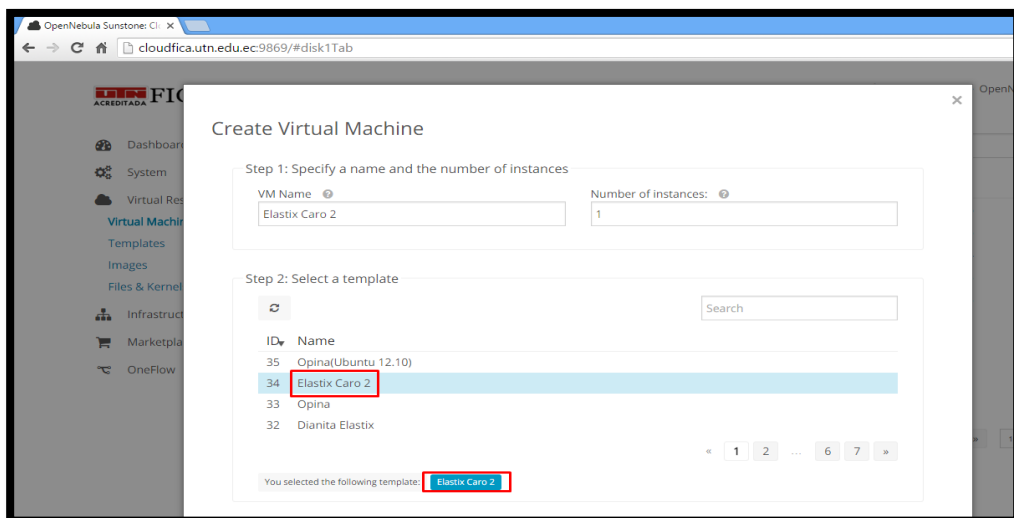
9) Finalmente se procede a crear la plantilla y se da clic en "Create".



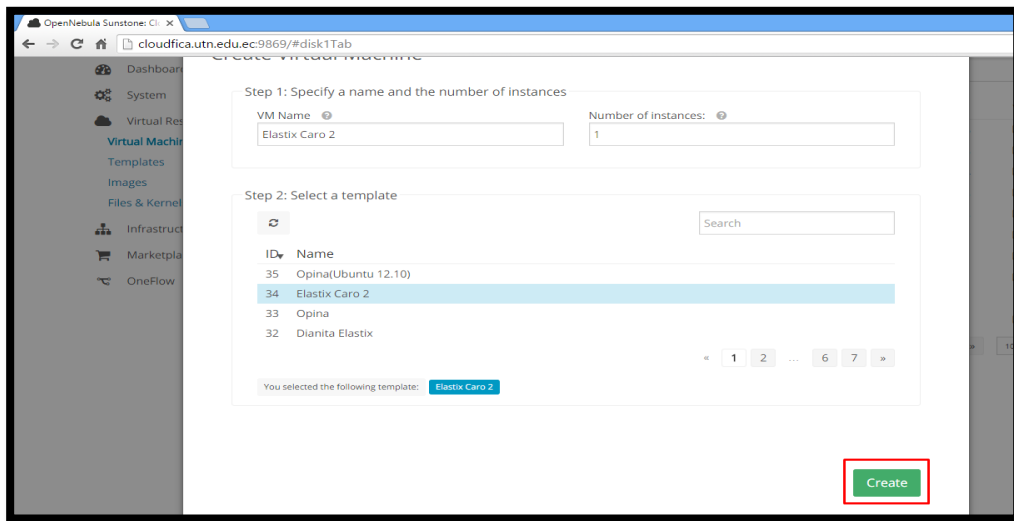
10) Ahora se dirige hacia “Virtual Machine” y se da clic en el icono (+).



11) Se configura el nombre de la instancia, y se escoge la ISO que se va a instalar.



12) Posteriormente se da clic en “Create”.

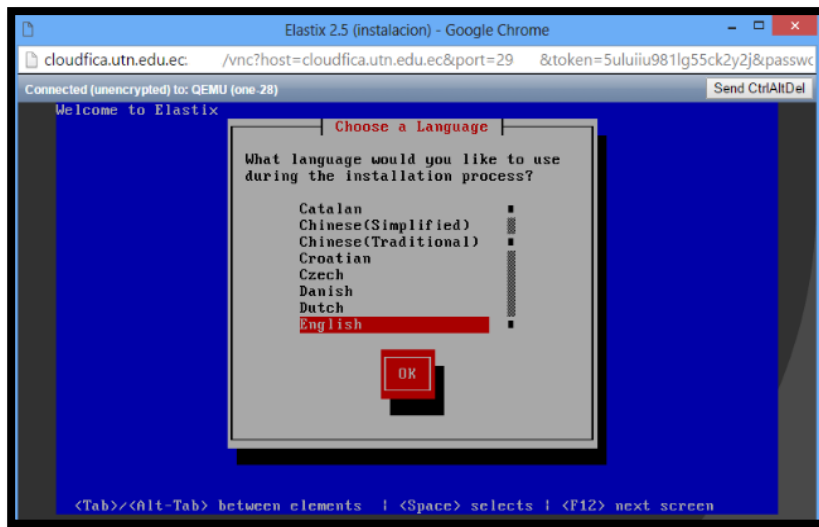


13) Ahora inicia el proceso del anexo G.

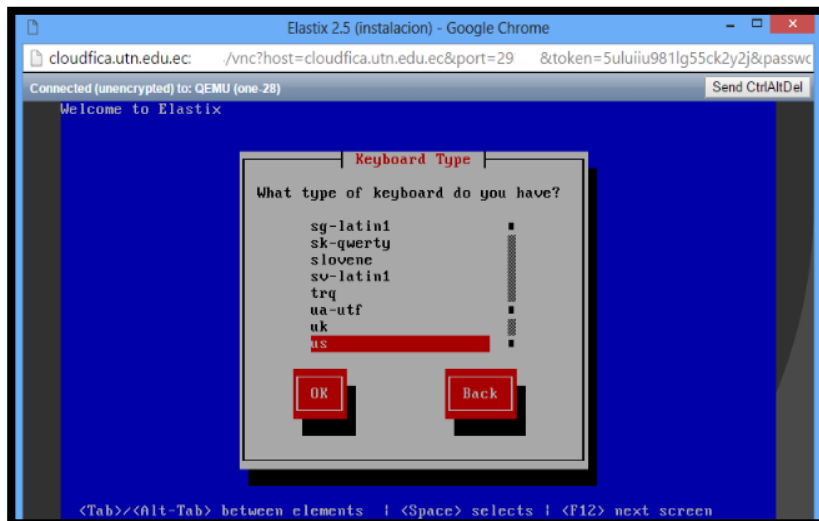
ANEXO G: Instalación de Elastix 2.5 sobre OpenNebula

INSTALACIÓN DE ELASTIX 2.5 –PBX-FICA

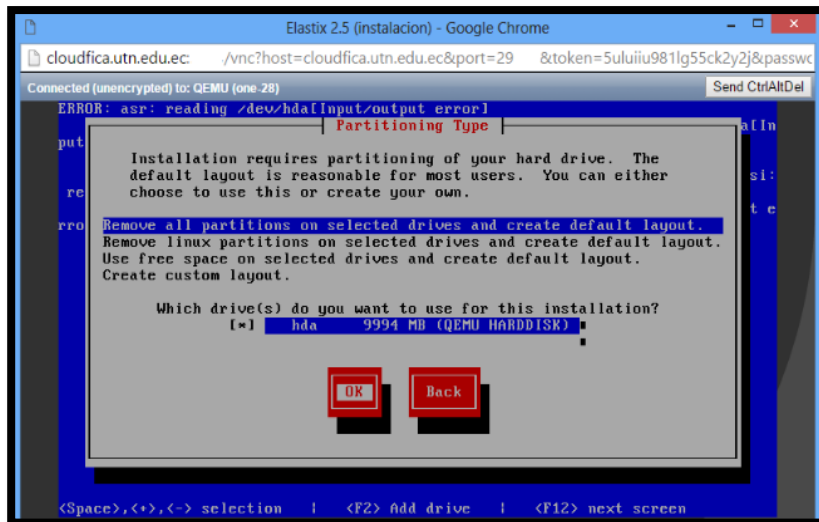
- 1) Se enciende la instancia y se procede a realizar la instalación manual de la ISO Elastix 2.5.
- 2) Escoger el lenguaje que se desee y presionar “OK”.



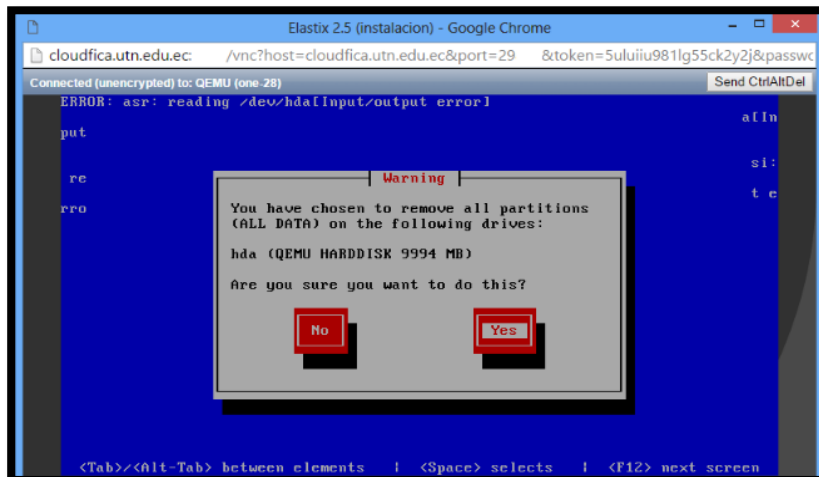
- 3) Escoger el formato del teclado y presionar “OK”.



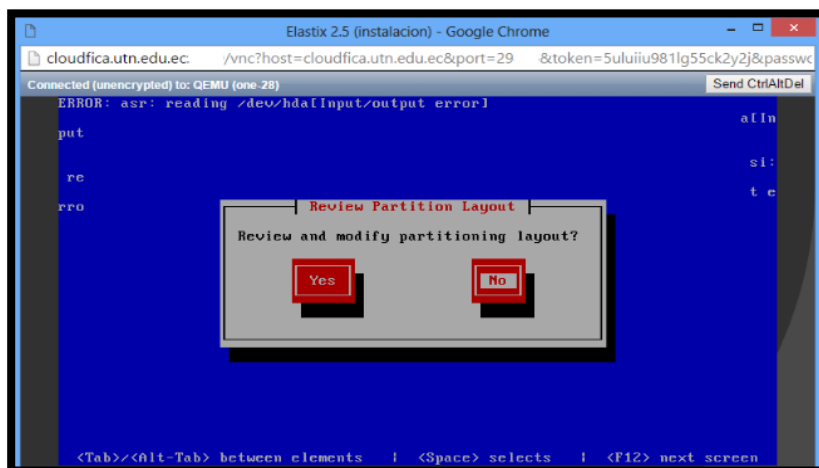
- 4) Escoger el tipo de partición de los disco, en este caso se utilizará la primera opción y luego presionar “OK”.



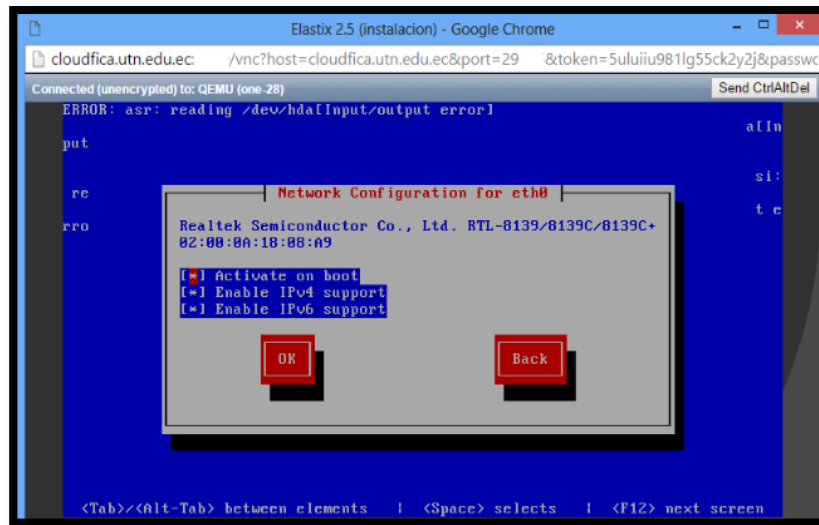
- 5) Se procede a confirmar remover todas las particiones y crear uno por default. Se presiona “Yes”.



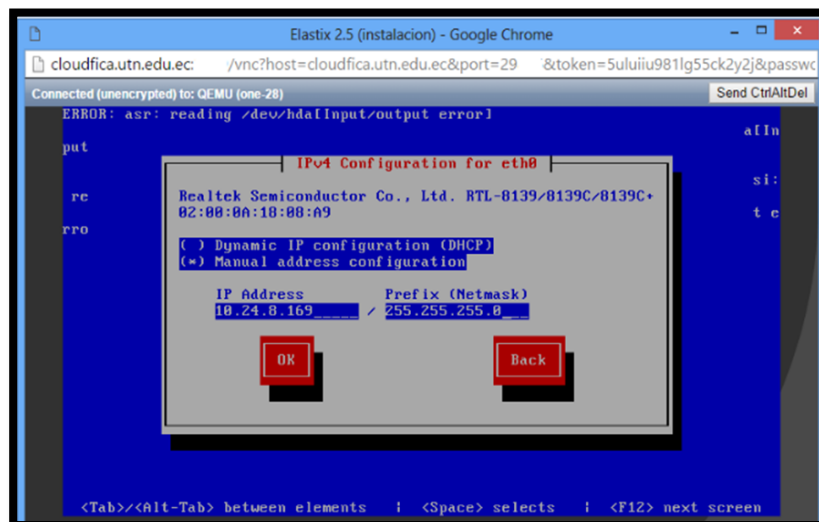
- 6) Se despliega un mensaje si se requiere realizar alguna modificación en las particiones por defecto. Se presiona “No”.



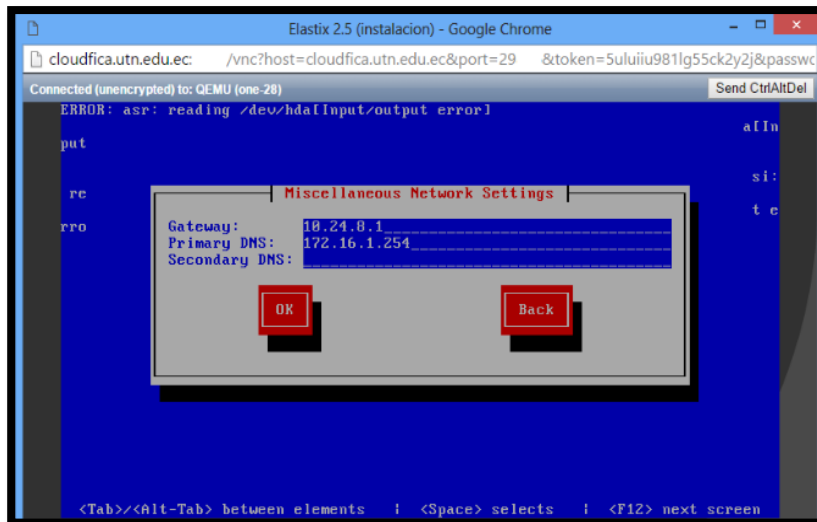
- 7) Se configura la interfaz de red y se habilita IPv4 con la tecla “espacio” en “enable IPv4 support” y luego se presiona “OK”.



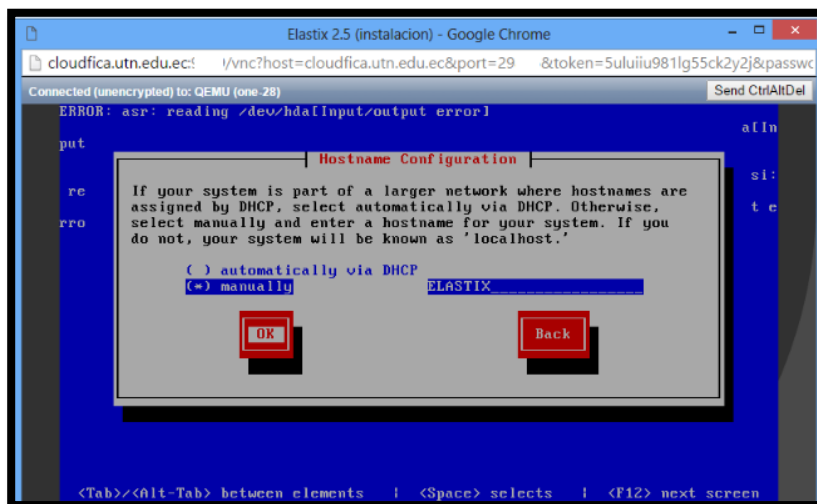
- 8) Se configura la IP, se presiona con la tecla “espacio”, “manual address configuration”, y se procede a configurar la dirección IP estática con su respectivo prefijo. Luego se presiona “OK”.



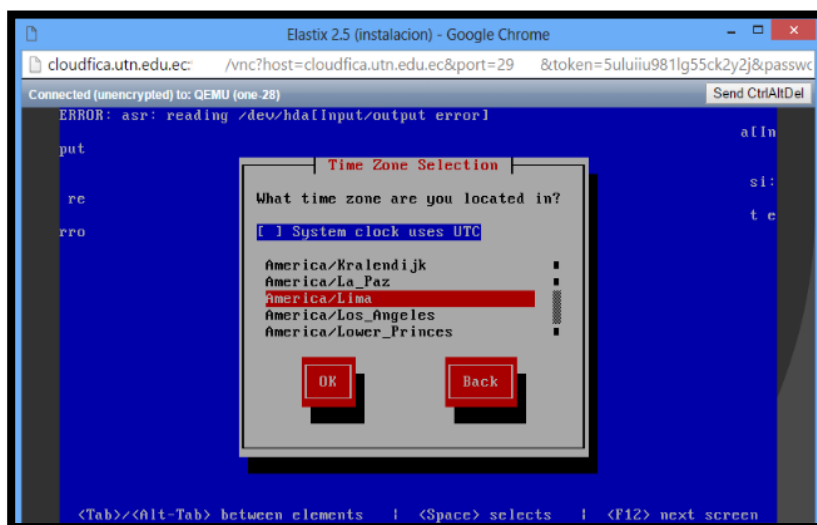
- 9) Se configura el gateway y el DNS y se presiona “OK”.



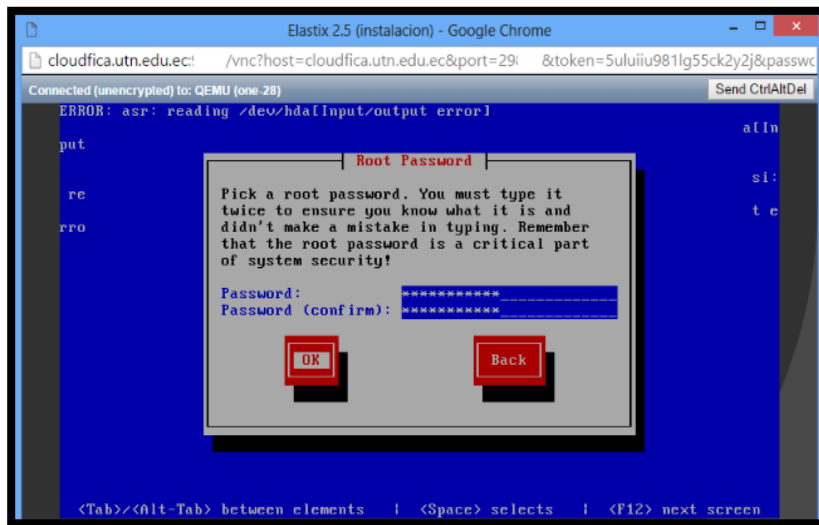
10) Se configura el nombre del host manualmente y se presiona “OK”.



11) Se escoje la zona horaria donde se encuentre y se presiona “OK”.

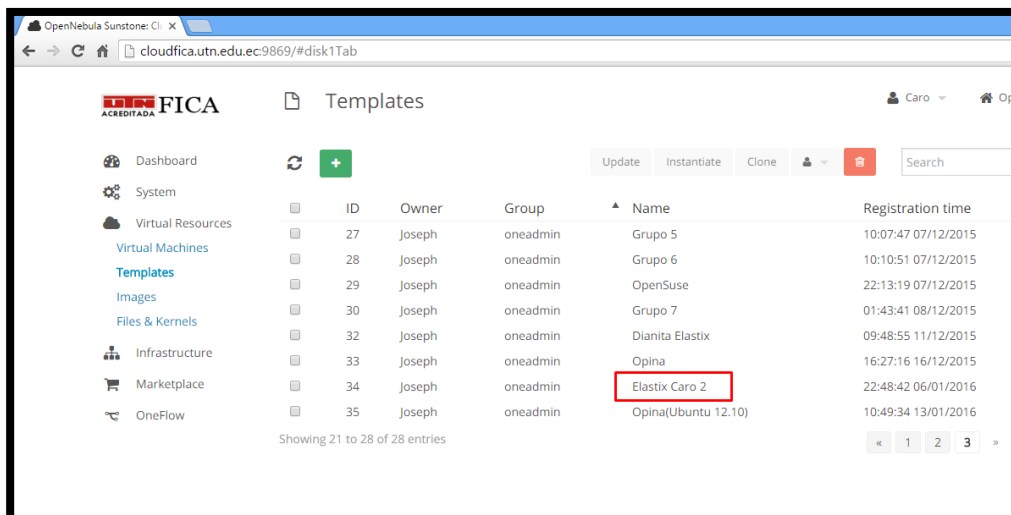


12) Se configura la contraseña de root y luego se presiona “OK”.

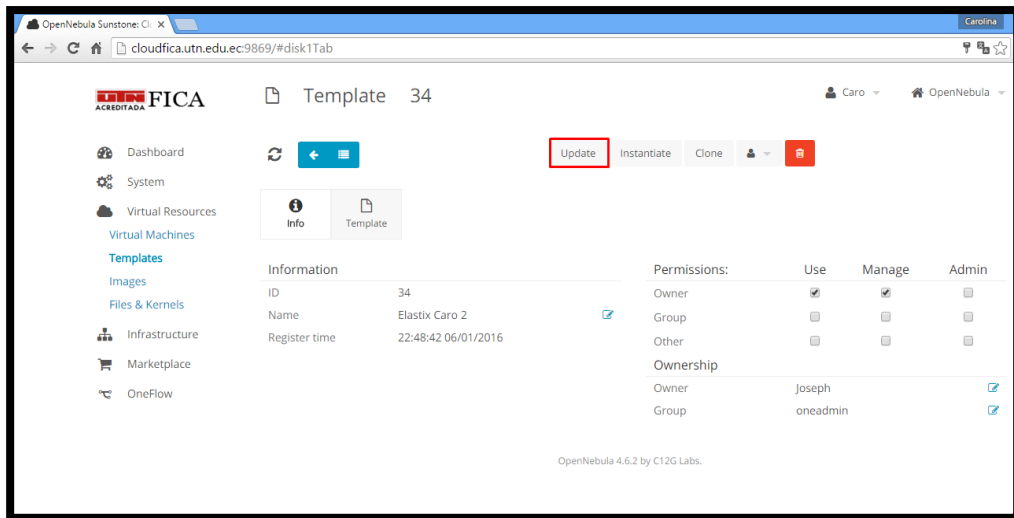


13) Luego empieza el proceso instalación, se debe esperar un periodo de tiempo hasta que se instale todos los paquetes.

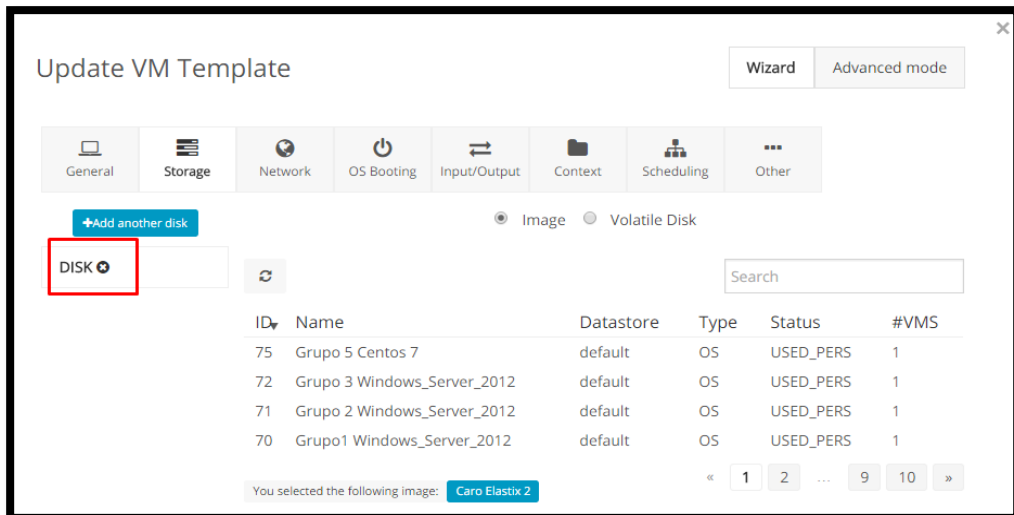
14) Después del proceso de instalación se retira el CD de la instalación, esto se lo hace desde la plataforma de OpenNebula con permisos del administrador. Se procede a dirigirse a “Templates”, y luego a la instancia creada, y darle clic.



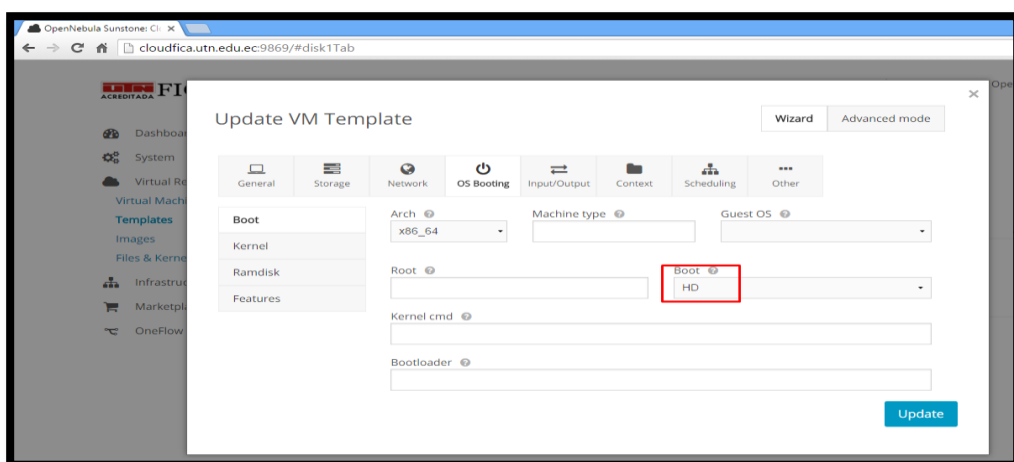
15) Se da clic en “Update”, para proceder a retirar el disco de instalación.



16) Se remueve el disco que se en creo en el proceso de instalación en “Storage”, como se observa en la imagen.

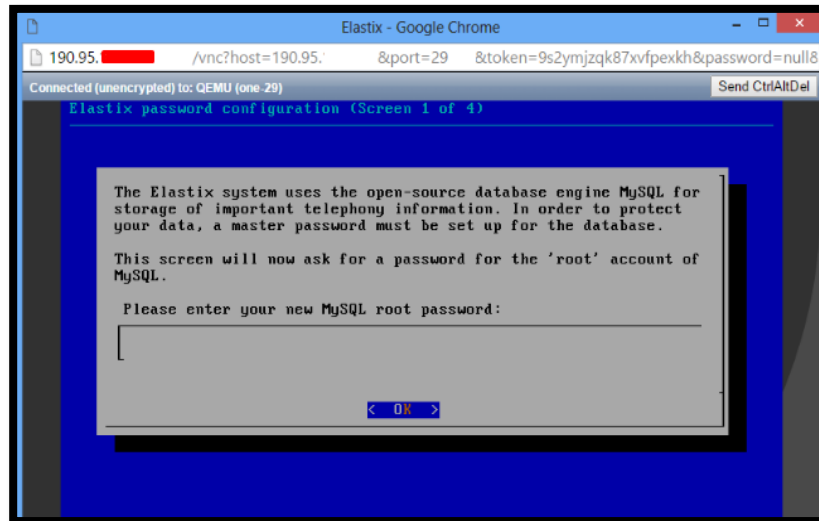


17) Se debe cambiar la configuración para el tipo de booteo, donde se debe elegir desde el disco duro “HD”.

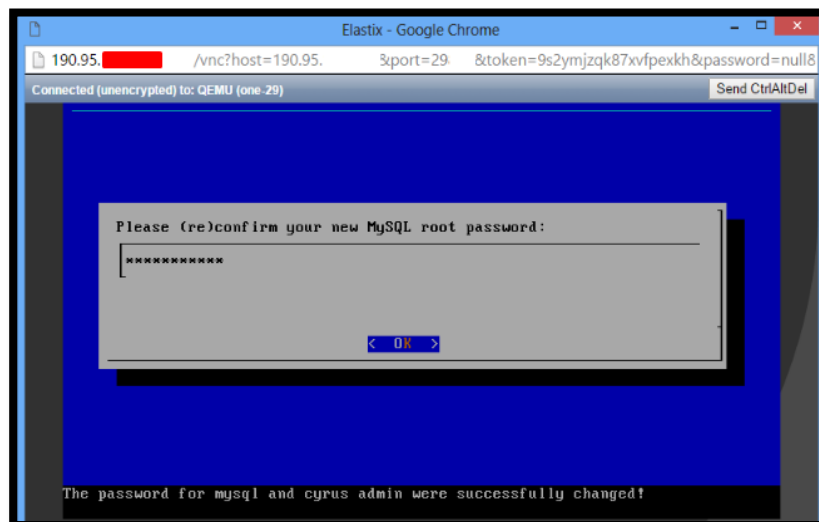


18) Se procede a reiniciar la instancia.

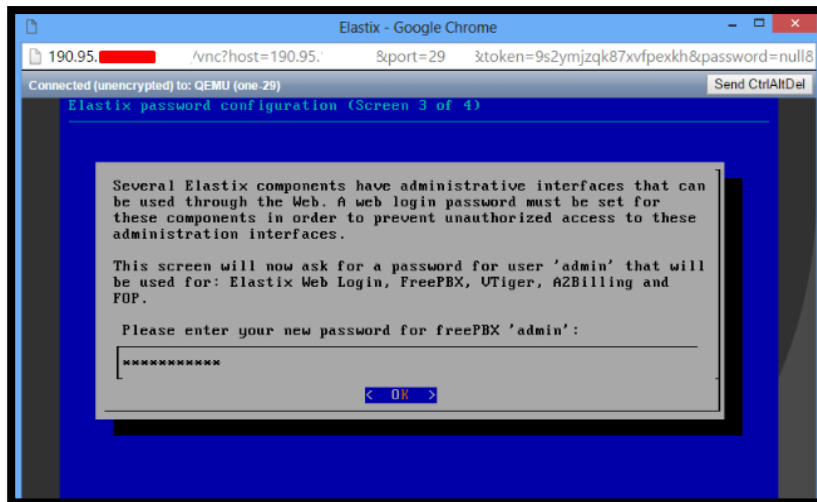
19) Configurar la contraseña de mysql y se presiona “OK”.



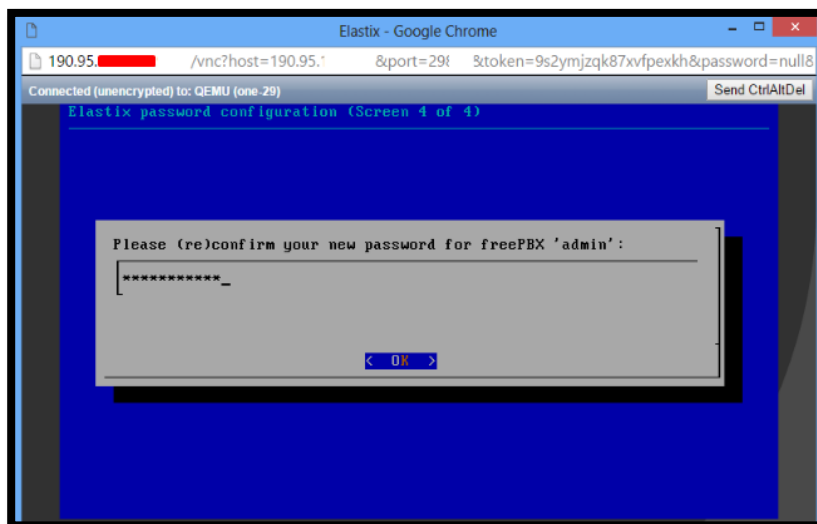
20) Se confirma la contraseña de mysql y se presiona “OK”.



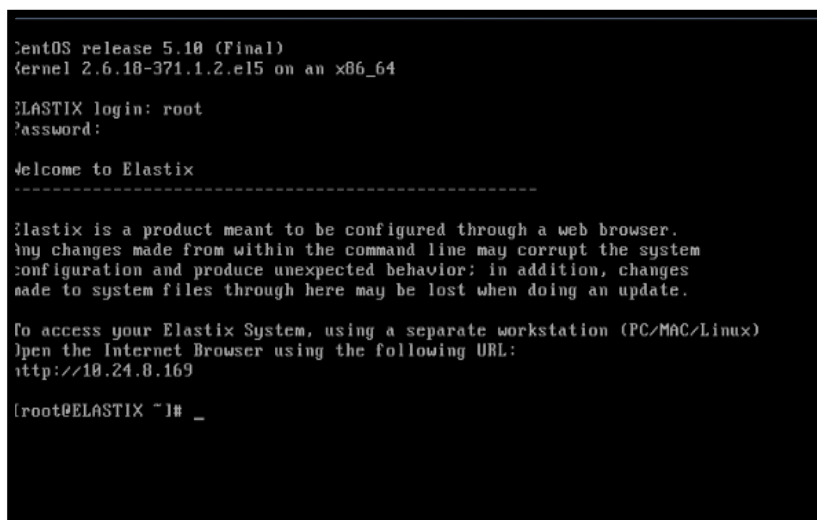
21) Ingresar la contraseña para la administración de la interfaz Web y se presiona “OK”.



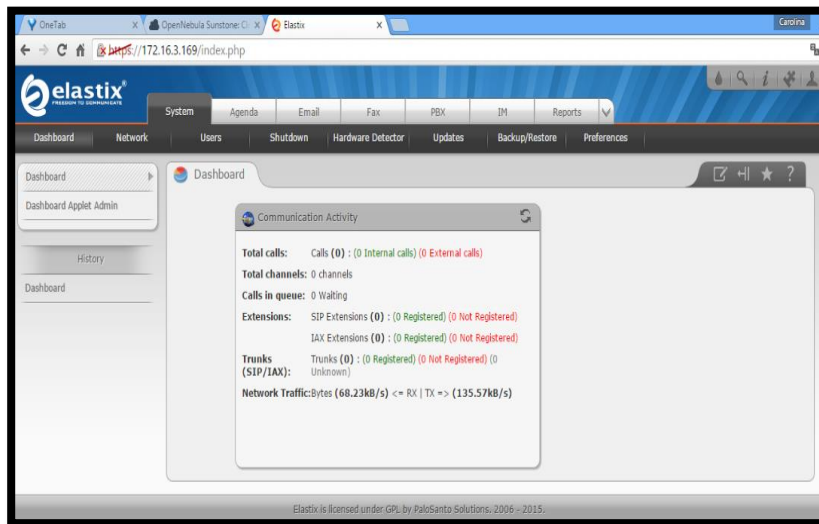
22) Se confirma la contraseña de administración de la interfaz Web y se presiona “OK”.



23) Finalizado el proceso de instalación el servidor se reinicia y se ingresa el usuario: *root* con la contraseña de root configurada anteriormente.

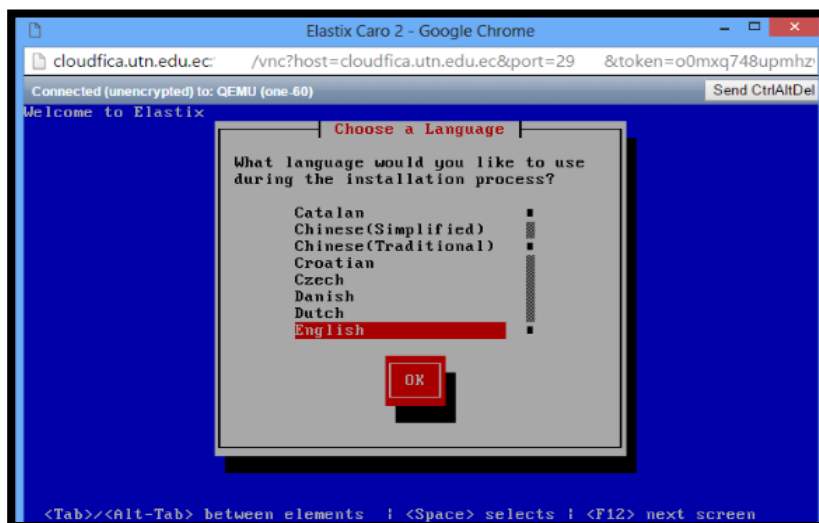


- 24) Para ingresar a la interfaz de administración Web se debe ingresar con la IP configurada anteriormente. Y se debe permitir la conexión privada.
- 25) Luego se ingresa el usuario: *admin* y la contraseña configurada anteriormente. Y Se presiona “submit”.
- 26) Finalmente se puede efectuar cualquier configuración planteada.

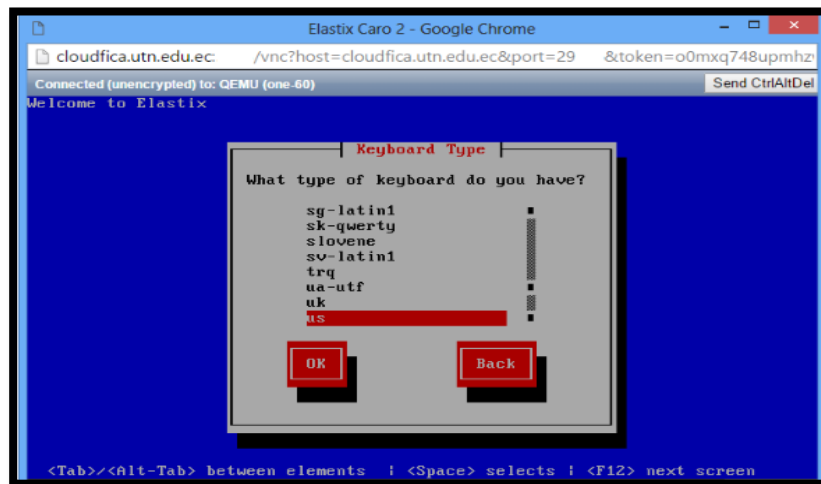


INSTALACIÓN DE ELASTIX 2.5 PBX-AHSVP

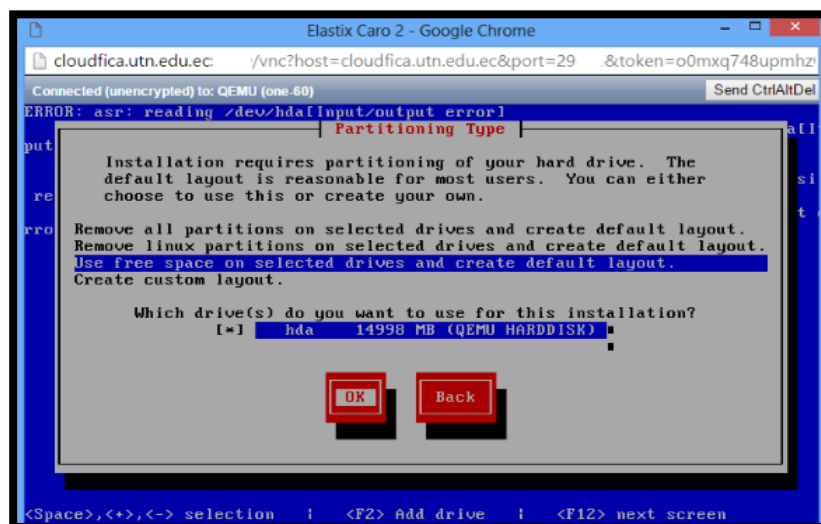
- 1) Para el proceso de instalación del otro servidor alojado en el cloud se realizó el mismo proceso detallado en los anteriores pasos, pero con otra dirección IP.
- 2) Se procede a escoger el idioma que desee y presiona “OK”.



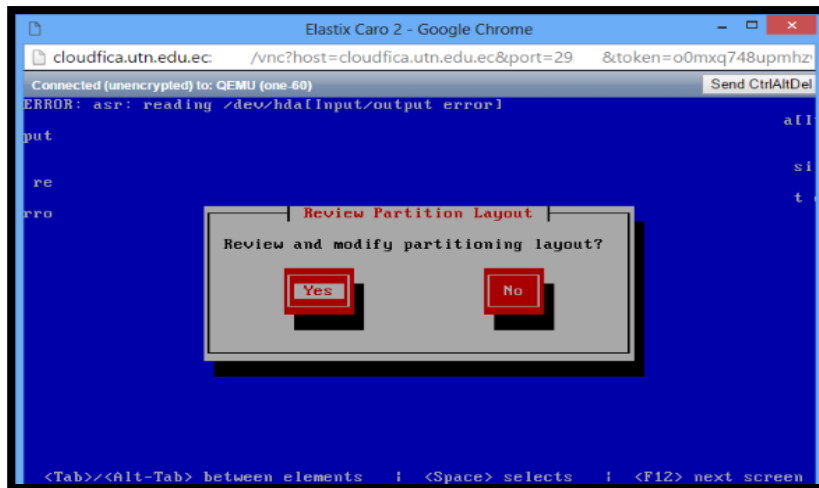
- 3) Se escoge el idioma del teclado y se presiona “OK”.



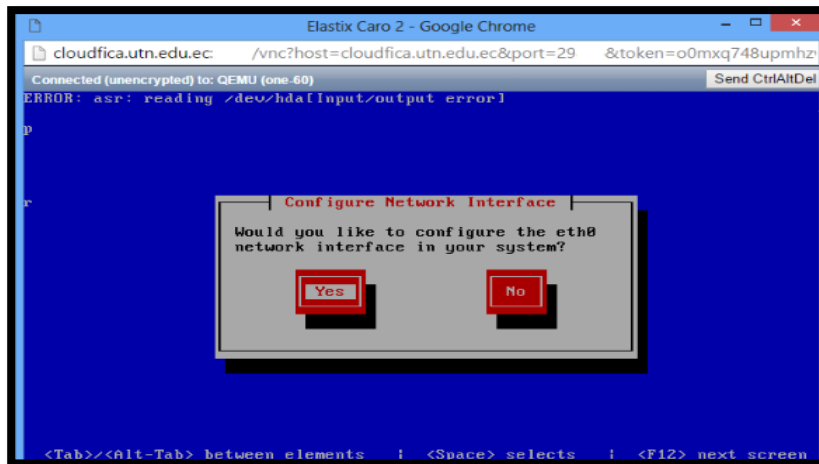
- 4) Se procede a escoger el tipo de partición de disco en este caso se eligió la tercera opción y luego se presiona “OK”.



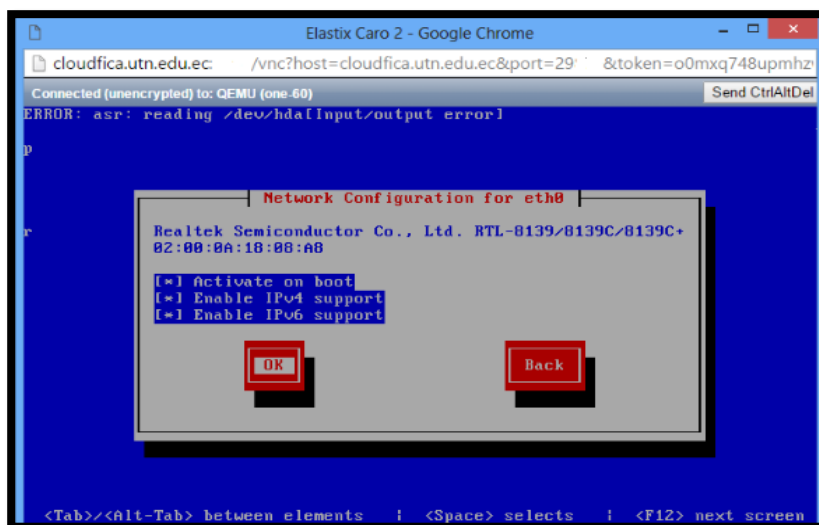
- 5) Después emite un mensaje mencionando si se requiere realizar alguna modificación en las particiones, si se requiere se lo realiza, en este caso se elige la opción “No”.



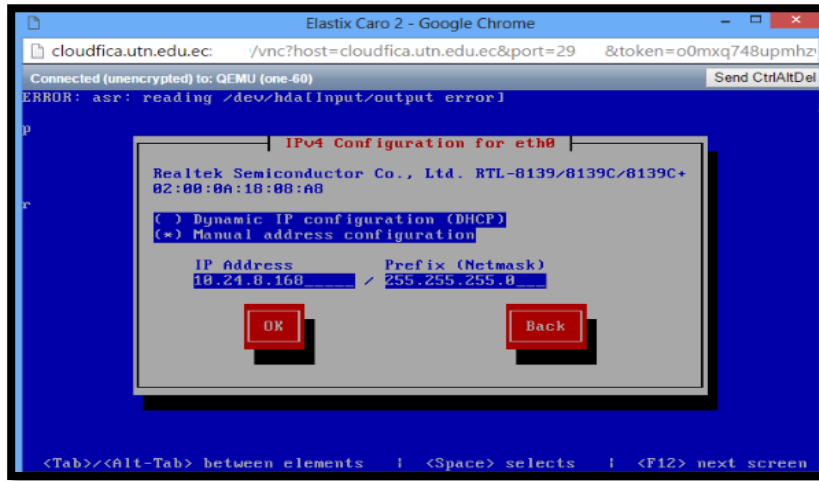
- 6) Después se emite un mensaje indicando si se requiere configurar la interfaz de red y se presiona “Yes”.



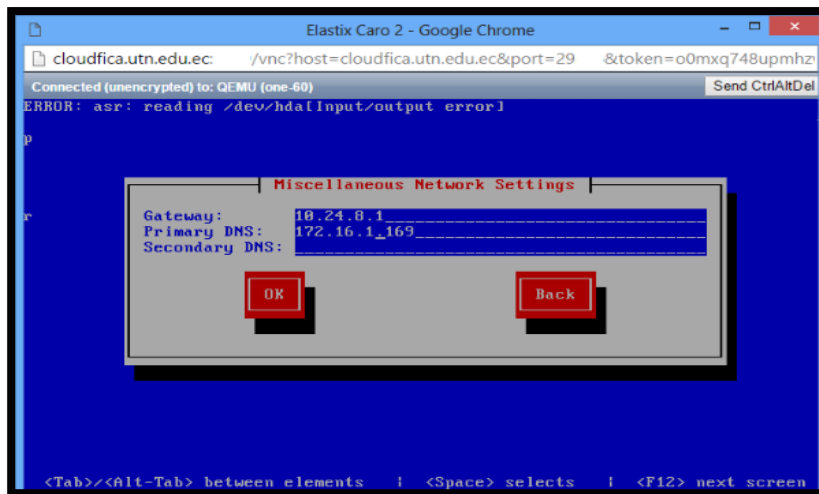
- 7) Luego se procede a habilitar la configuración de la interfaz de red con la tecla tabulador en “Enable IPv4 support” y luego se presiona en “OK”.



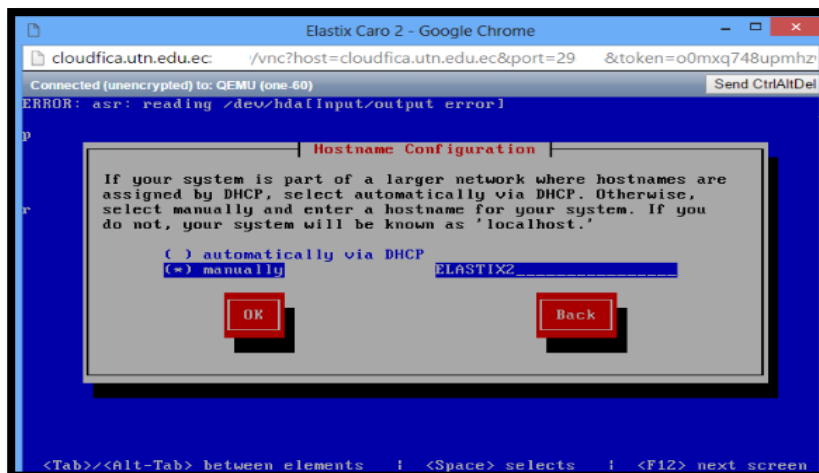
- 8) Inmediatamente se procede a escoger con la tecla tabulador la opción “Manual address configuration”, y se configura la dirección IP con su respectiva mascara y después se presiona “OK”



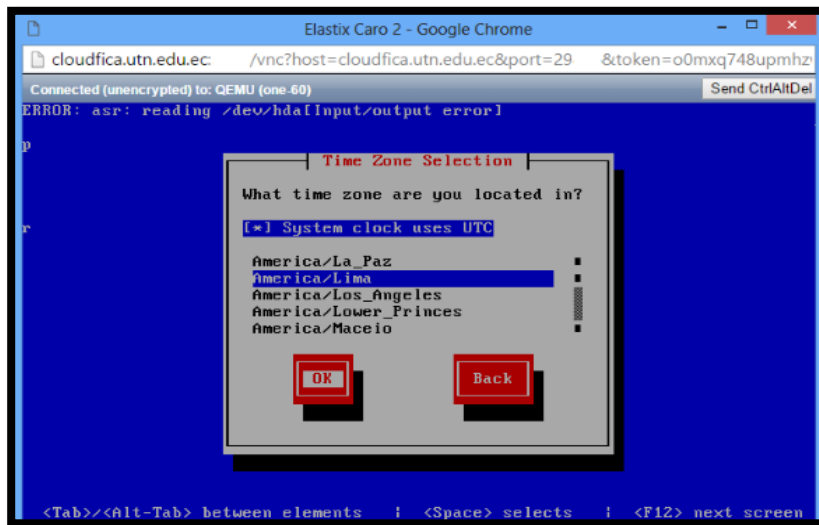
- 9) Se configura el Gateway y el DNS y se presiona “OK”.



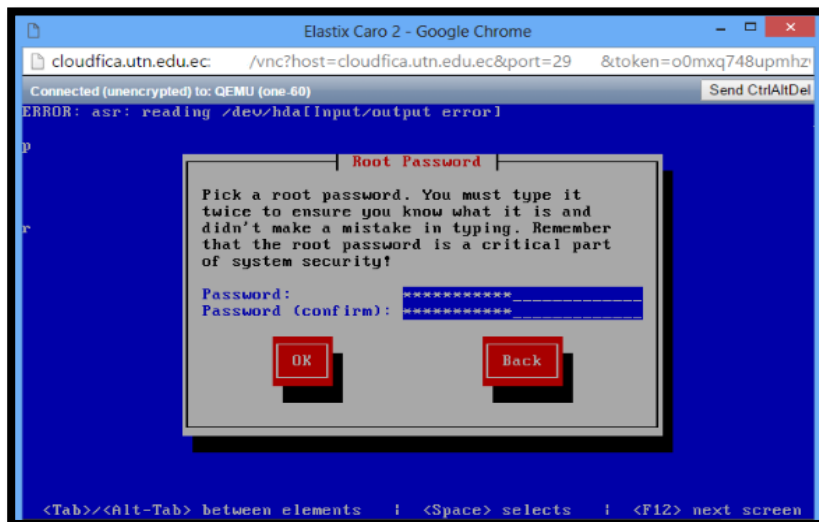
- 10) Se procede a configurar el nombre del host manualmente y luego se presiona “OK”.



11) Se escoge la zona horaria y luego se presiona “OK”.



12) Se configura la contraseña de root y luego se presiona “OK”.

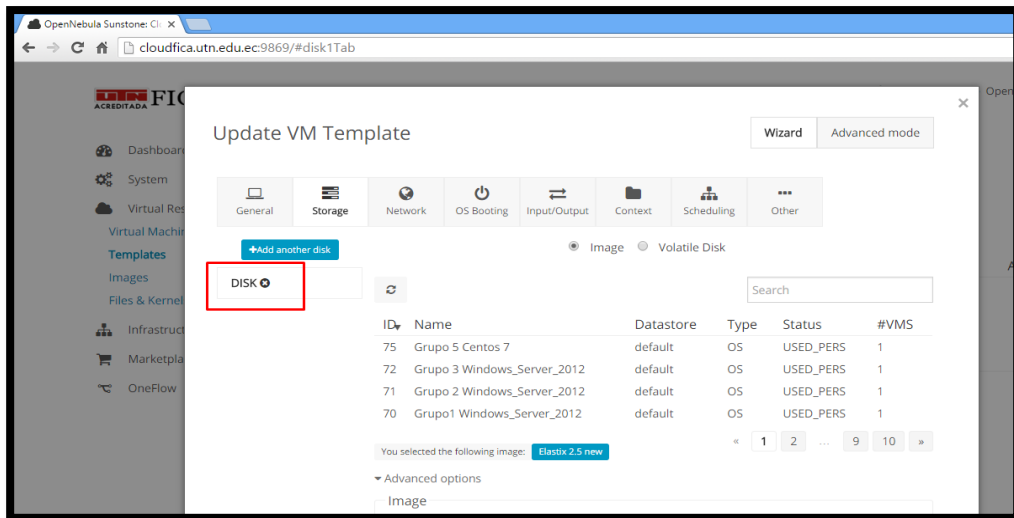


13) Luego se espera un periodo de tiempo hasta que se instalen todos los paquetes.

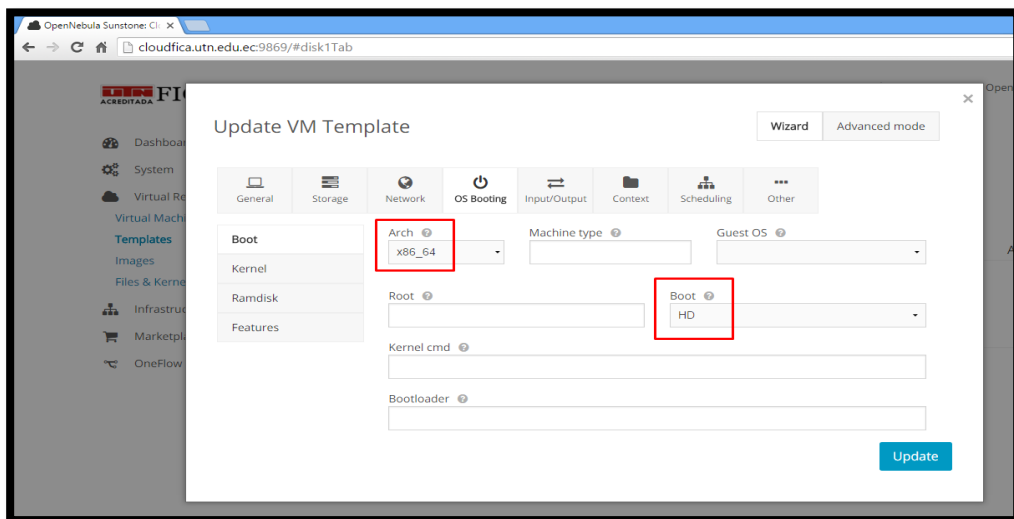
14) Después del proceso de instalación se retira el CD de la instalación, esto se lo hace desde la plataforma de OpenNebula con permisos del administrador. Se procede a dirigirse a “Templates”, y luego a la instancia creada, y darle clic.

15) Se da clic en “Update”, para proceder a retirar el disco de instalación.

16) Se remueve el disco que se en creo en el proceso de instalación en “Storage”, como se observa en la imagen.

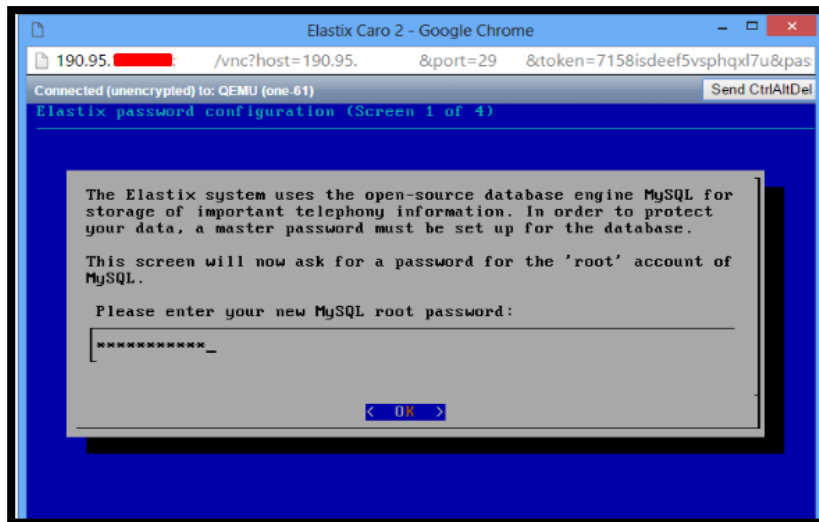


17) Se debe cambiar la configuración para el tipo de booteo, donde se debe elegir desde el disco duro "HD".

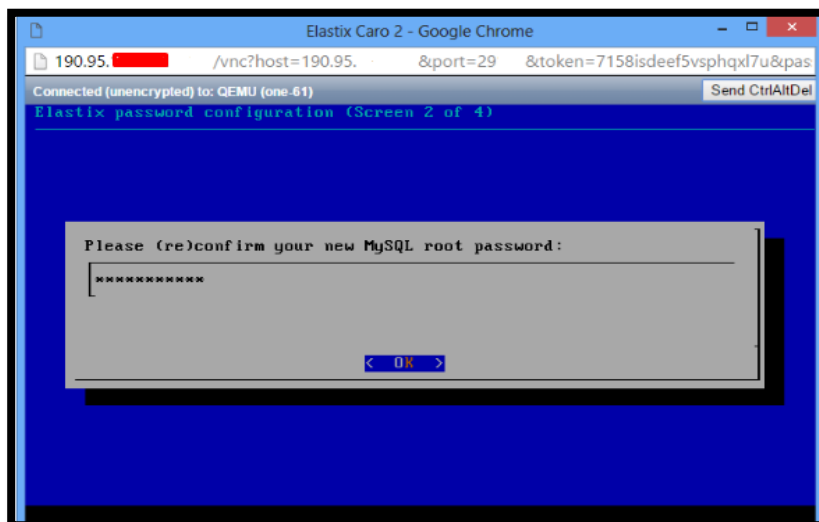


18) Se procede a reiniciar la instancia.

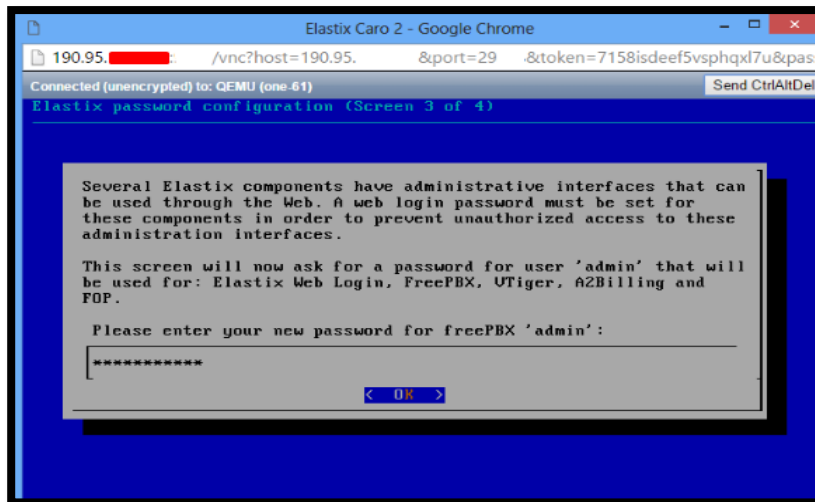
19) Se configura la contraseña de MySQL y se presiona "OK".



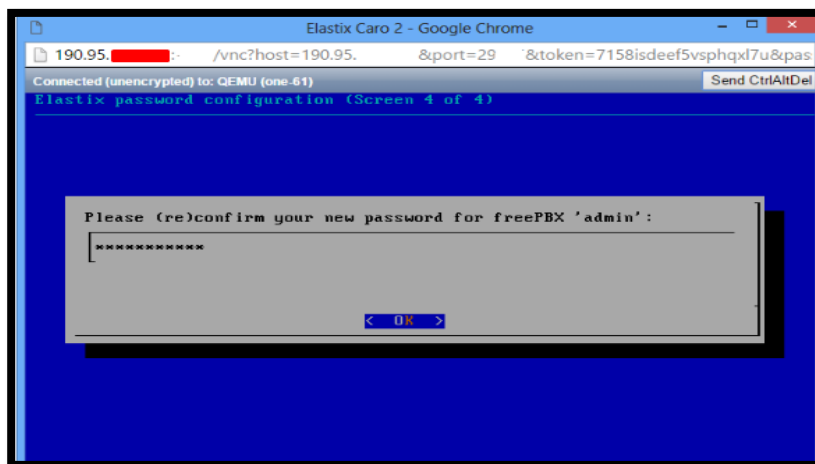
20) Se confirma la contraseña de MySQL y se presiona “OK”.



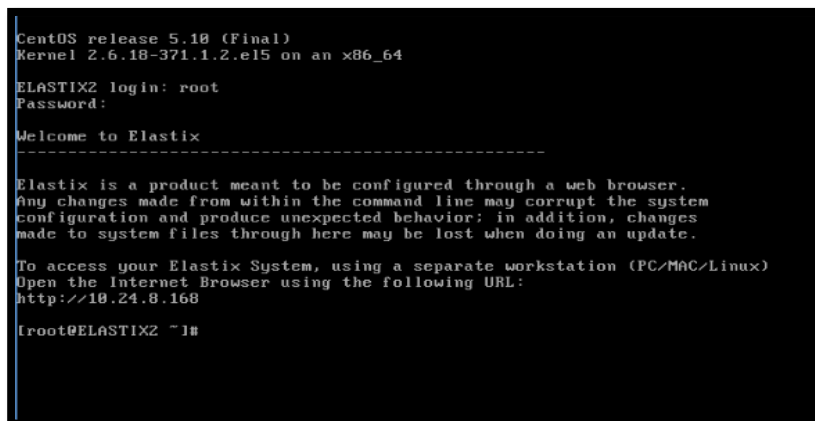
21) Se procede a configurar la contraseña para la administración por la interfaz web y luego se presiona “OK”.



22) Se confirma la contraseña de la administración por la interfaz web y se presiona “OK”.

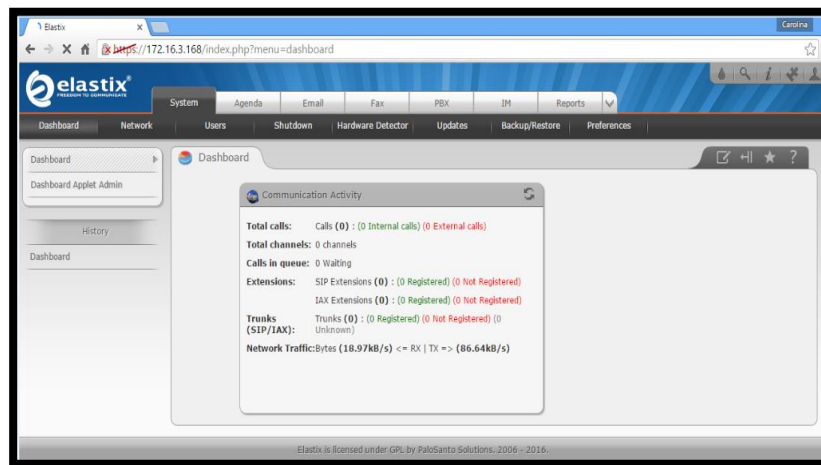


23) Luego de realizar esta acción el servidor se reinicia y se procede a ingresar a la administración por consola con el usuario y la contraseña anteriormente configurada.



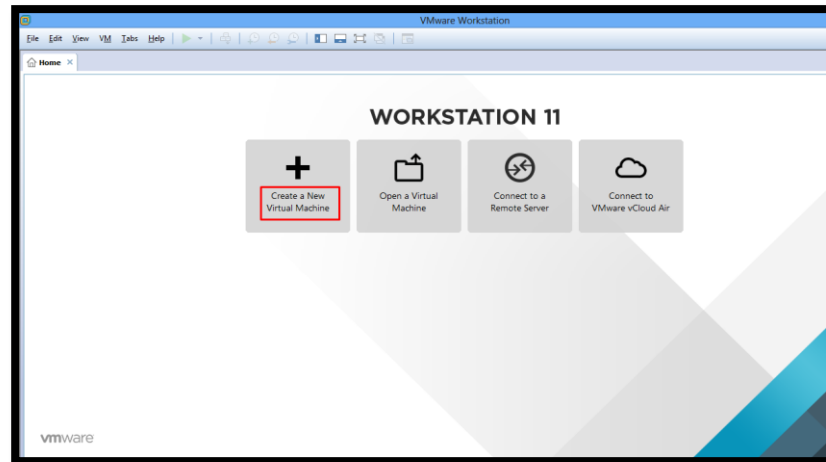
24) Para ingresar a la administración por la interfaz web se accede a través de la dirección IP. Y luego se procede a permitir la conexión privada.

25) Para acceder a la administración web del servidor se debe ingresar el usuario y contraseña. Para luego realizar cualquier configuración que desee.

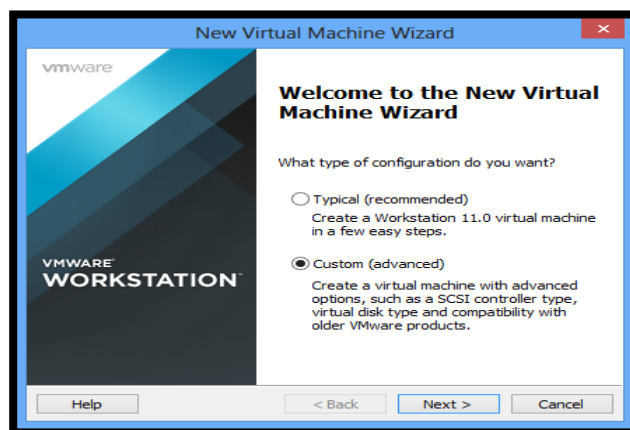


ANEXO H: Instalación de Elastix 2.5 sobre máquina virtual (PBX-AHSVP MV)

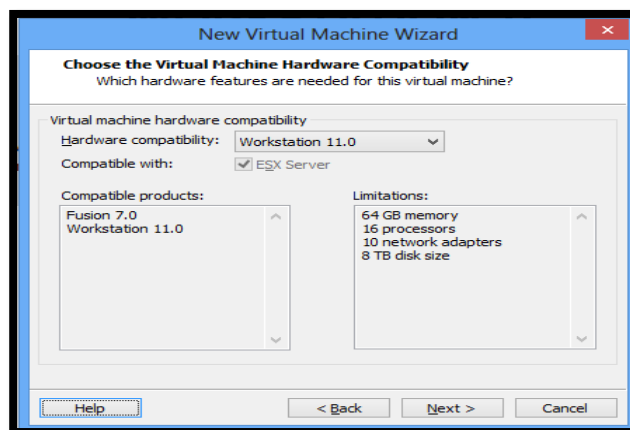
- 1) Para proceder a configuración este servidor se lo va a realizar en una máquina virtual, por tal razón se va a emplear el software de virtualización vmware.
- 2) Se procede a crear la máquina virtual.



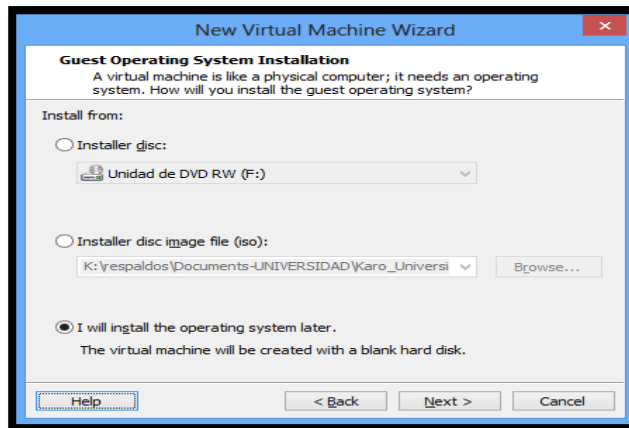
- 3) Se escoge la opción “custom” y se da clic en “Next”.



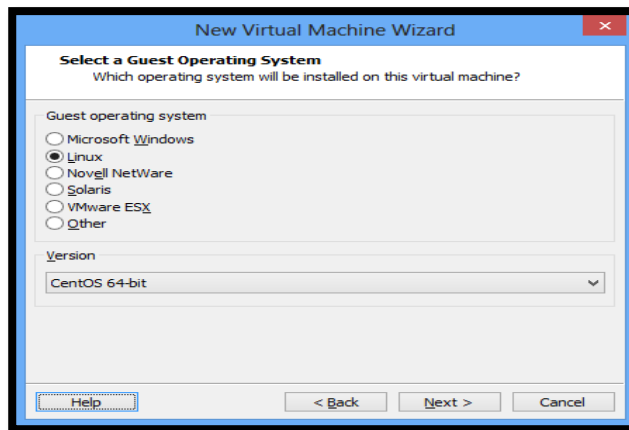
- 4) Después se procede a dejar la misma configuración que se genera y se da clic en “Next”.



- 5) Luego se escoge la tercera opción y se presiona “Next”.



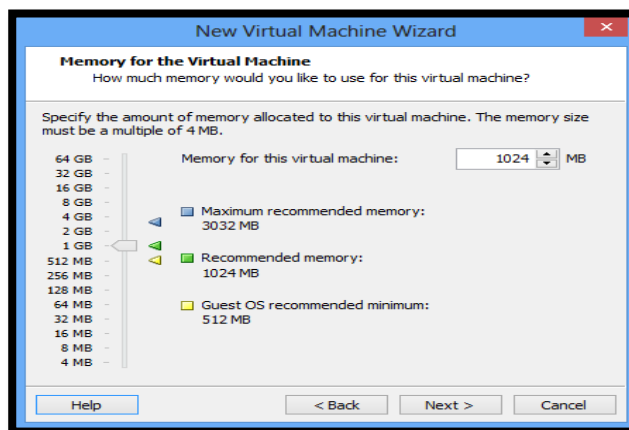
6) Después se selecciona el tipo de sistema operativo y se da clic en “Next”.



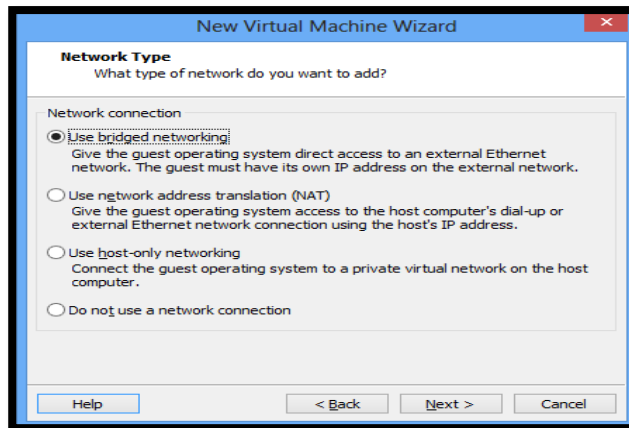
7) Después se le asigna el nombre para la máquina virtual y se presiona “Next”.

8) Se escoge el número de procesadores y luego se da clic en “Next”.

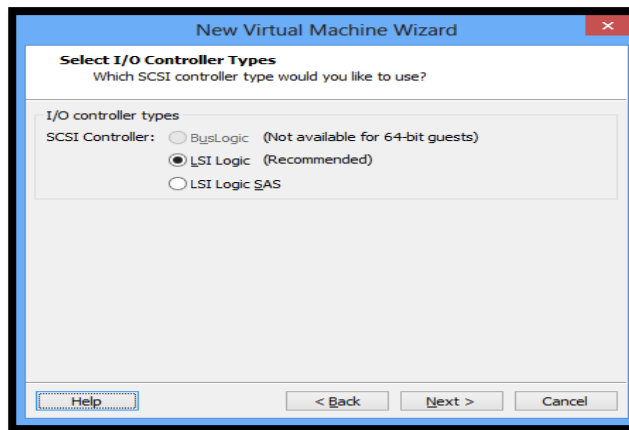
9) Se configura el tamaño de la memoria RAM y luego se da clic en “Next”.



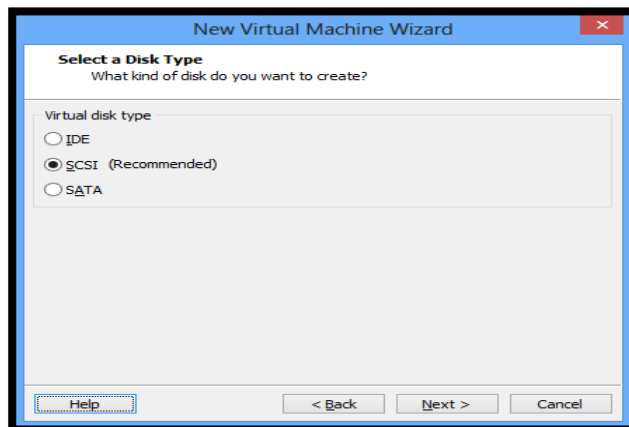
10) Se escoge el tipo de configuración de red de la maquina en este caso se escogió tipo “brigde”, y luego se da clic en “Next”.



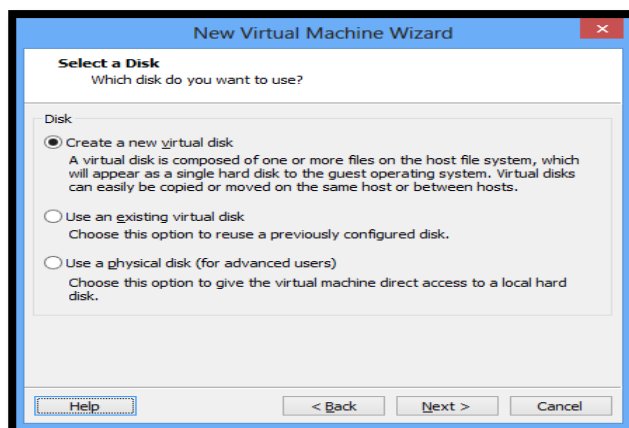
11) Se elige el tipo de configuración de entradas y salidas y luego se da clic en “Next”.



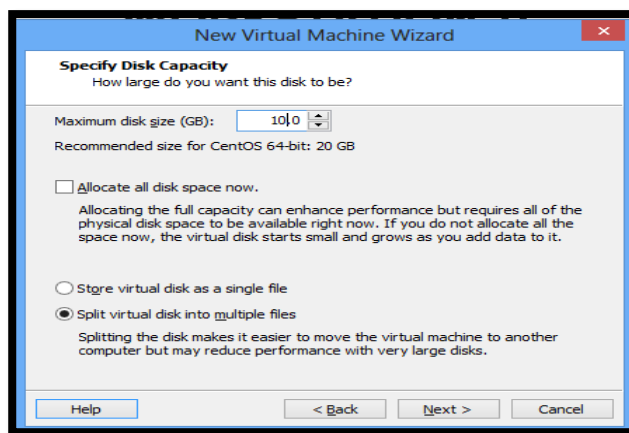
12) Se configura el tipo de disco, y se elige en este caso la que se encuentra por defecto y luego se da clic en “Next”.



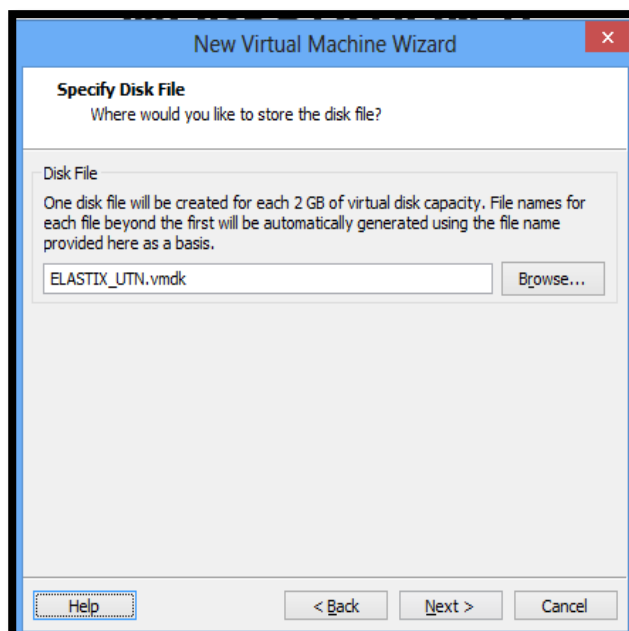
13) Después se procede a configurar el tipo de disco que quiere que se instale en la máquina, en este caso se elige la primera opción para un nuevo disco y luego se da clic en “Next”.



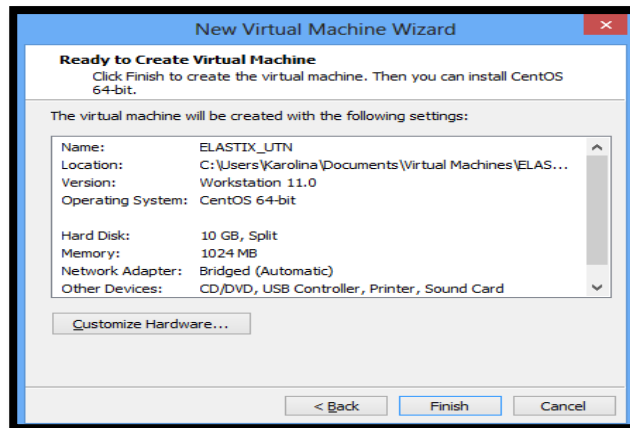
14) Luego se configura el tamaño de disco virtual que se requiere y se da clic en “Next”.



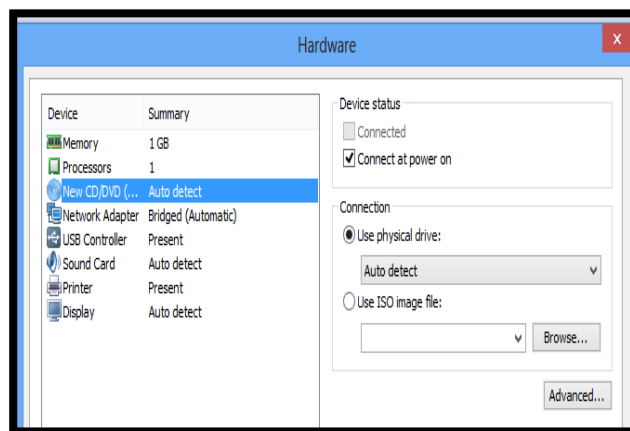
15) Se configura el nombre de cómo se va a llamar la máquina y se presiona “Next”.



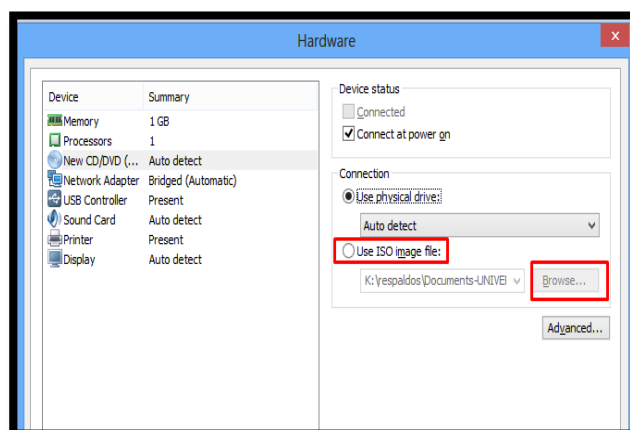
16) Se presiona “Customize hardware”.



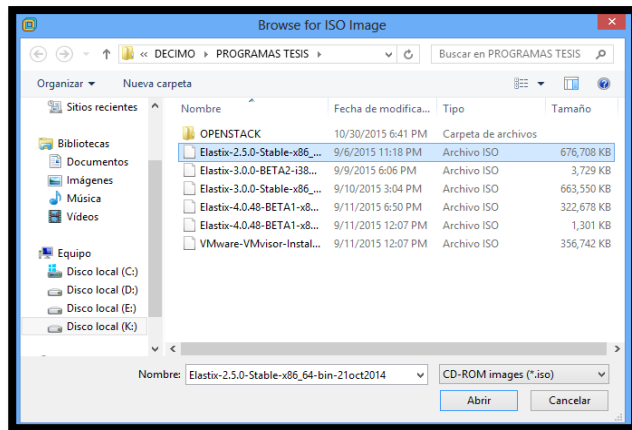
17) Luego se desplegará todos los dispositivos que contendrá la máquina en donde se da clic en “New CD/DVD”



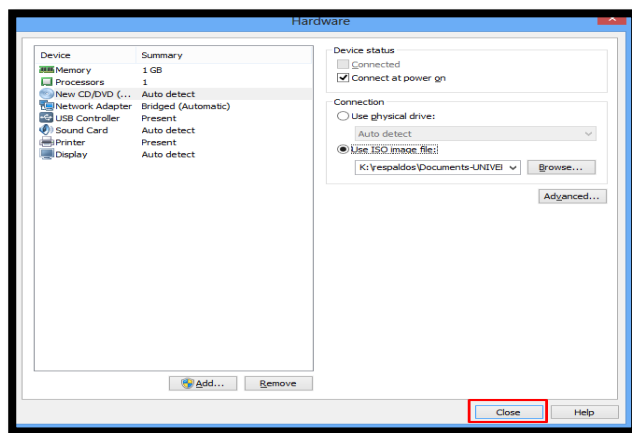
18) Después se da clic en “Use ISO image file” y en “Browse”, para elegir la dirección donde se encuentra la ISO, para el proceso de instalación.



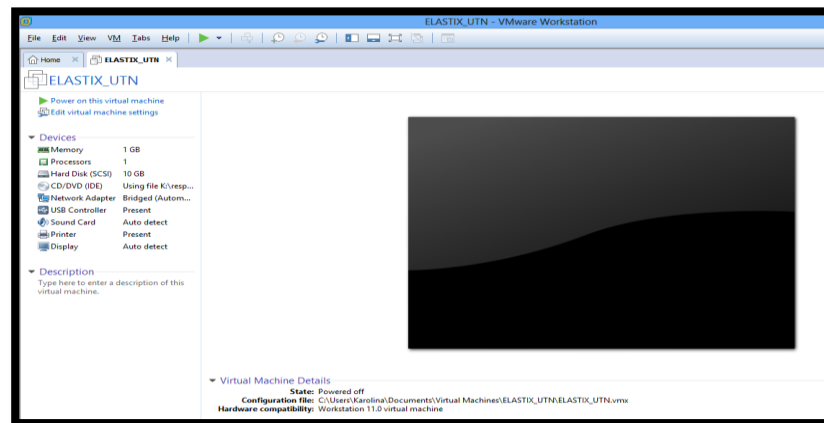
19) Se escoge la ubicación y se presiona en “Abrir”.



20) Después se da clic en “Close”.



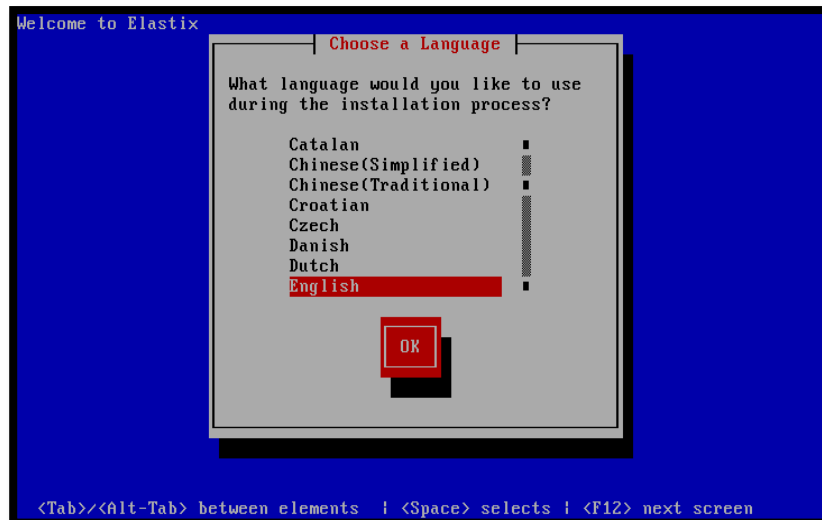
21) Finalmente se procede a dar clic en “Finish” y la máquina se ha creado.



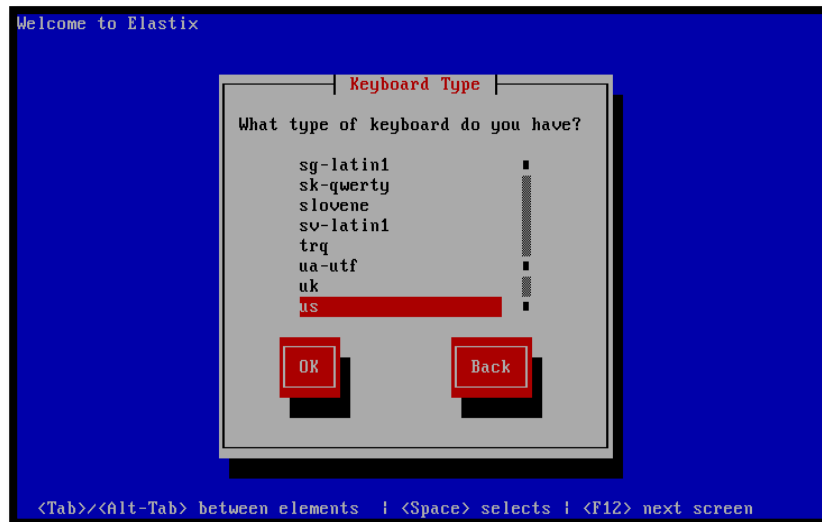
22) A continuación se procede a encender la máquina, presionando el botón “Power on this virtual machine”.

23) Empieza el proceso de instalación de la máquina virtual y se presiona enter.

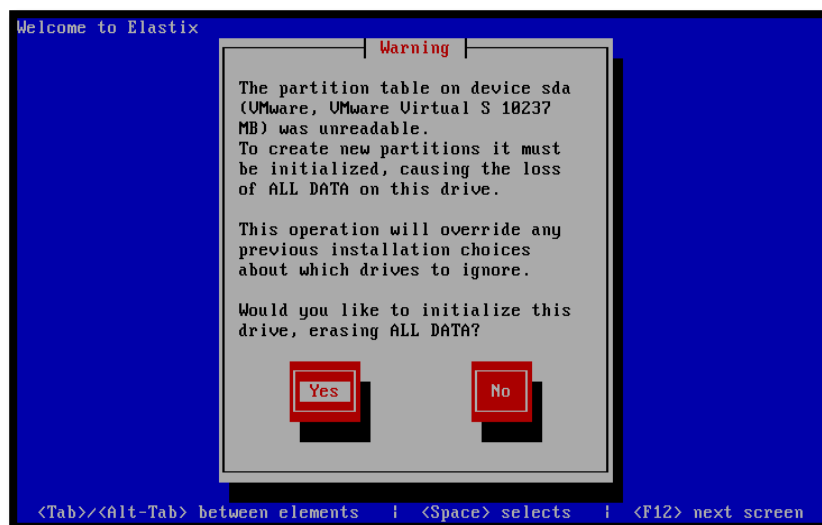
24) Se procede a escoger el idioma y se presiona “OK”.



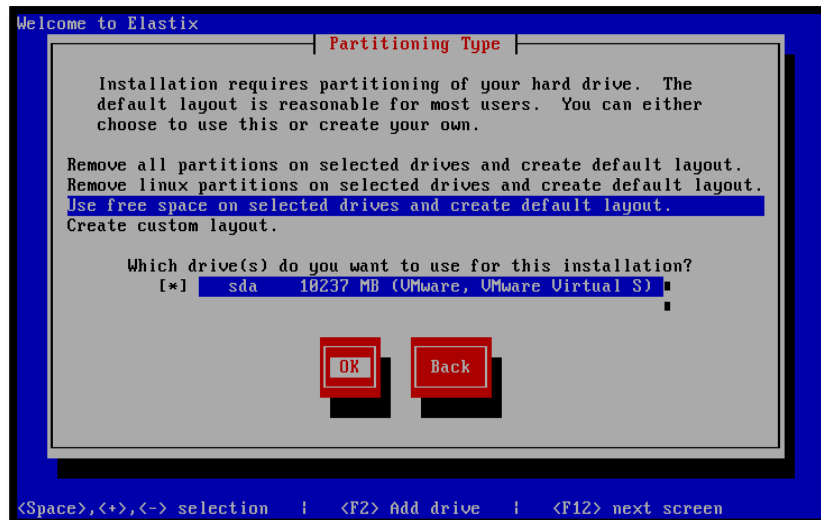
25) Se elige el idioma del teclado y luego se presiona “OK”.



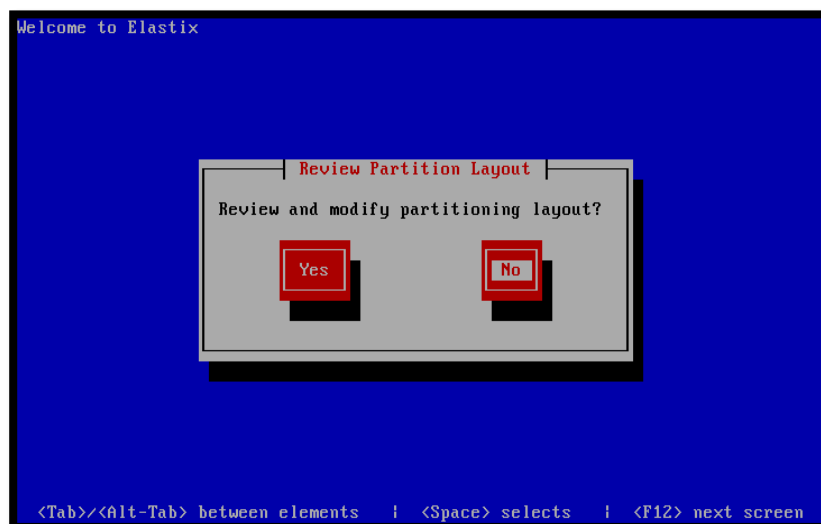
26) Se genera un mensaje para elegir el tipo de particiones y se debe presionar “YES”.



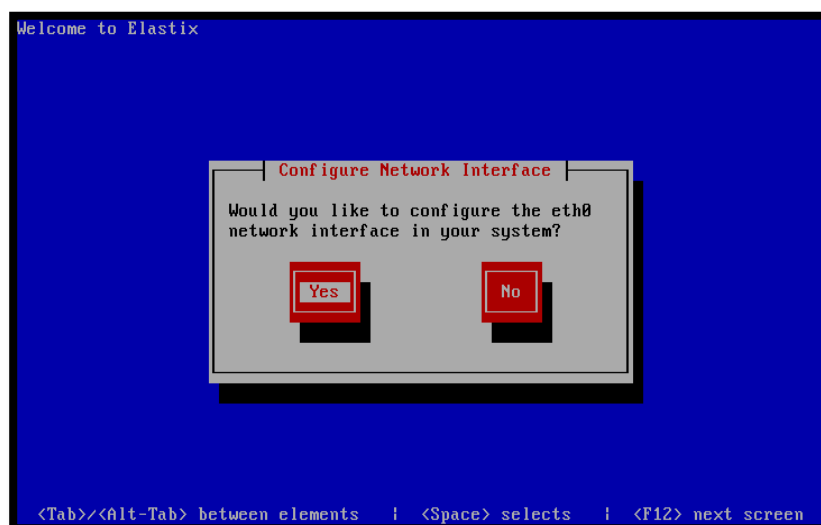
27) Se procede a elegir el tipo de partición de disco en este caso se elige la tercera opción y se presiona “OK”.



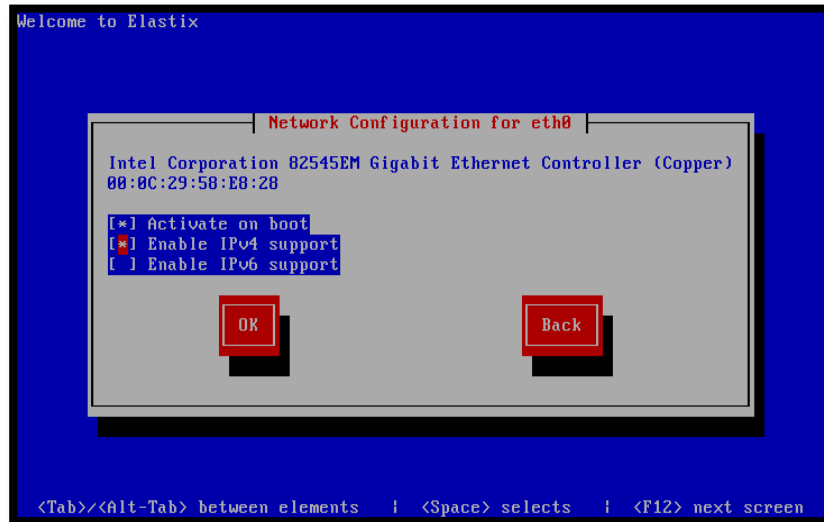
28) Se emite un mensaje indicando si se requiere realizar alguna modificación a la partición de disco, en el cual se presiona “No”.



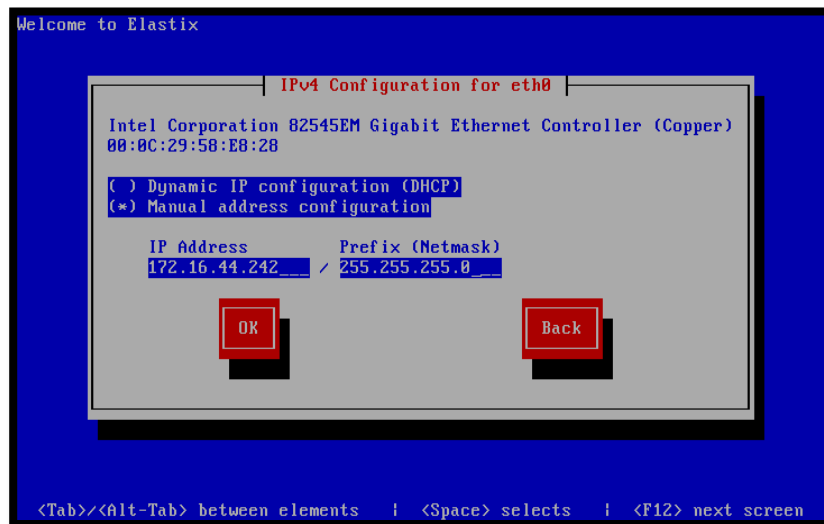
29) Después de emite un mensaje indicando si se requiere realizar la configuración de la interfaz de red en el cual se presiona “Yes”.



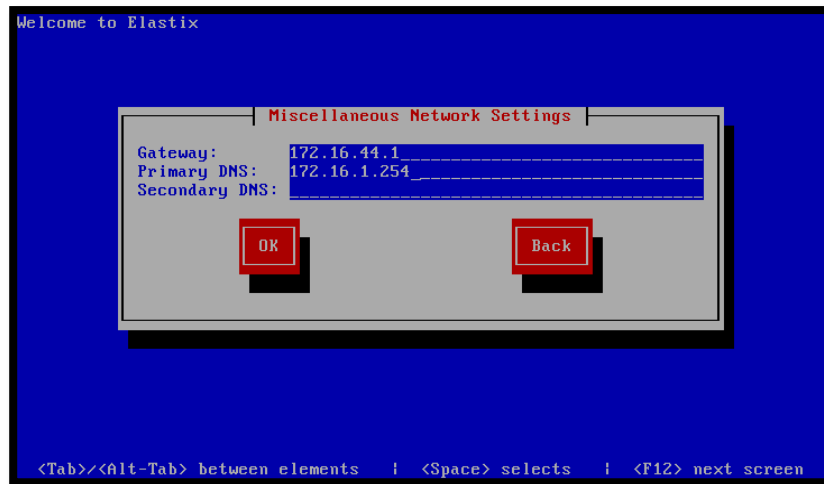
30) Se debe escoger con la tecla tabulador la opción “enable IPv4 support” y presionar “OK”.



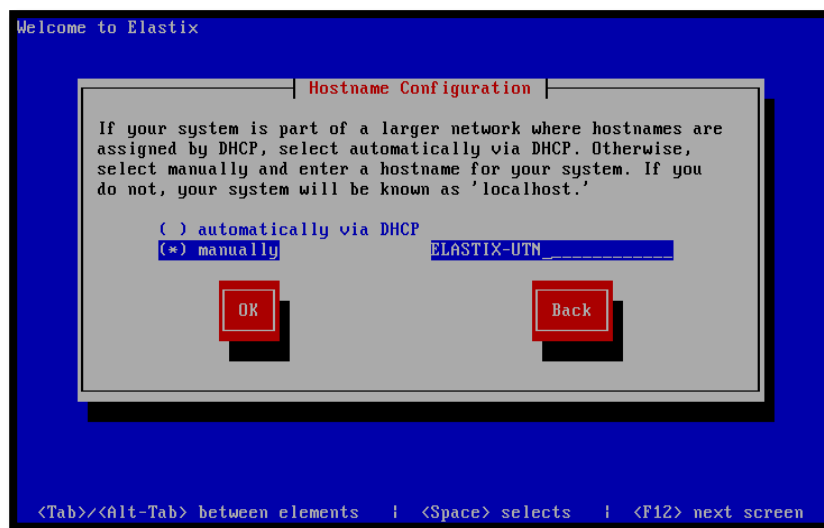
31) Luego se debe escoger con la tecla tabulador la opción configuración manual y después proceder a configurar la dirección IP y la máscara correspondiente y inmediatamente presionar “OK”.



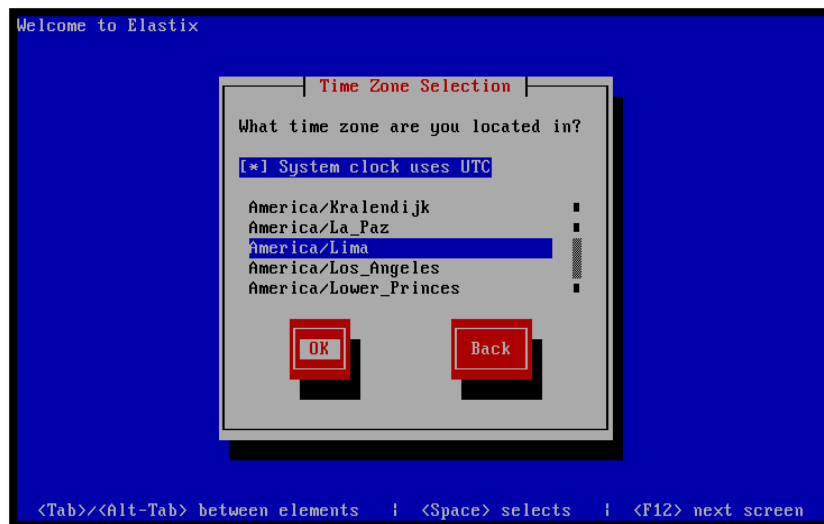
32) Se procede a configurar el Gateway y el DNS y se presiona “OK”.



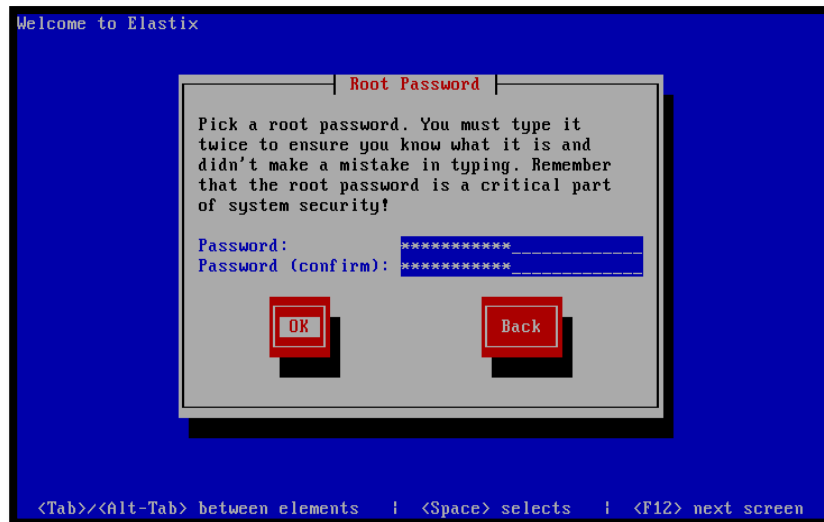
33) Se configura el nombre del host y se presiona “OK”.



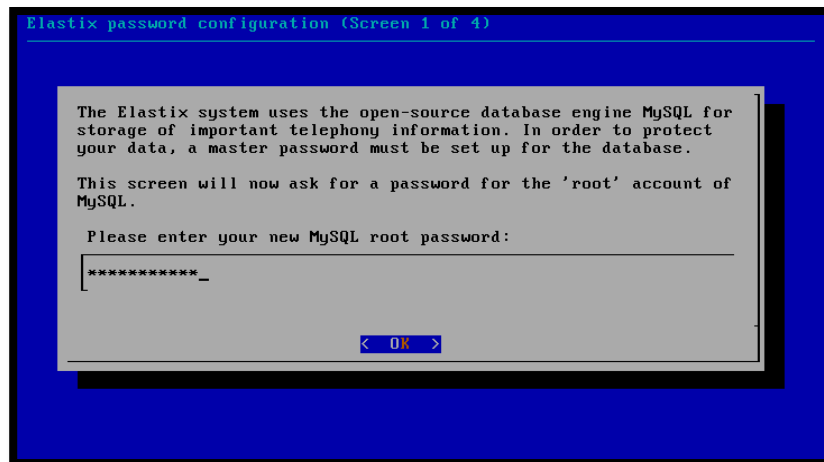
34) Se selecciona la zona horaria y se presiona “OK”.



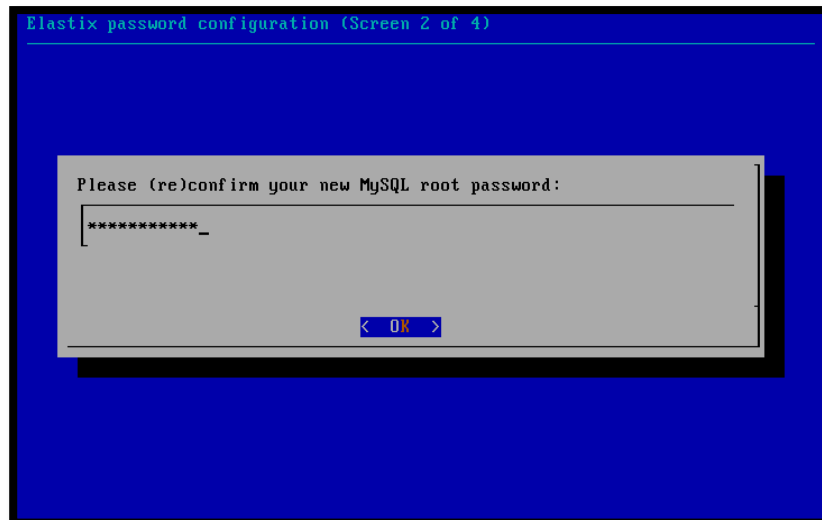
35) Se configura la contraseña de root y luego se presiona “OK”.



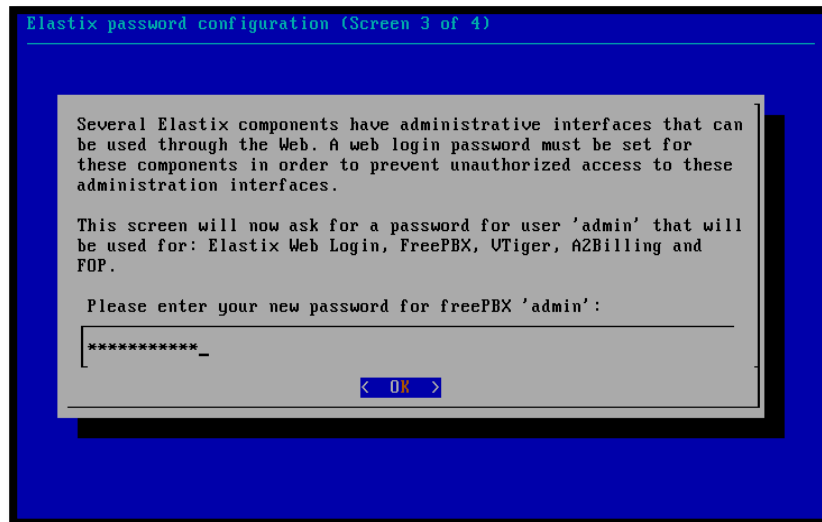
- 36) Después inicia el proceso de instalación, se debe esperar un periodo de tiempo hasta que culmine con la instalación de todos los paquetes.
- 37) Luego de haberse instalado todos los paquetes la máquina virtual se procede a apagarla y se retira la ISO.
- 38) Luego se procede a encender la maquina nuevamente y se configura la contraseña de MySQL y se presiona “OK”.



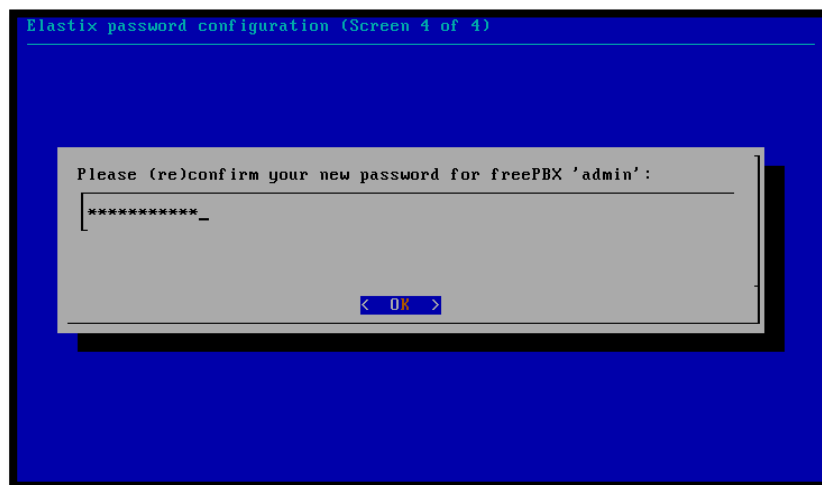
- 39) Se confirma la contraseña de MySQL y se presiona “OK”.



40) Se configura la contraseña para la administración por interfaz web y se presiona “OK”.



41) Se confirma la contraseña de la administración por la interfaz web y se presiona “OK”.

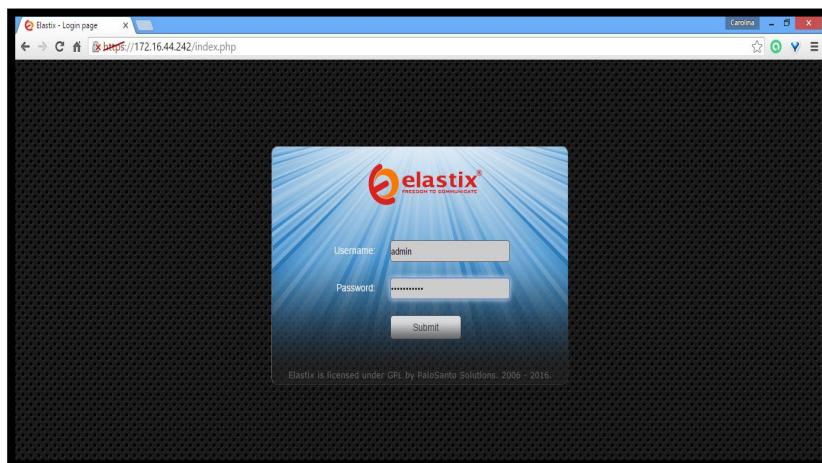


42) Después la maquina se inicia y se procede a acceder a la administración por consola con el usuario y la contraseña configurado.

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

ELASTIX-UTM login: _
```

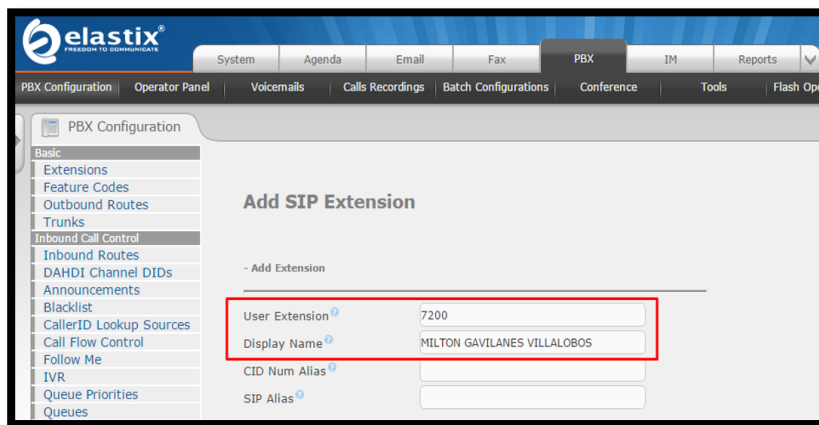
43) Finalmente se accede a la configuración por la interfaz web con el usuario y la contraseña.



ANEXO I: Configuración de la telefonía IP

CONFIGURACIÓN DE LAS EXTENSIONES CON PROTOCOLO SIP. SERVIDOR PBX-FICA

- 1) Se ingresa a la interfaz de administración Web, y luego se accede a “PBX configuration”. Luego se ingresa a “Add SIP Extension” y se configura los datos de cada extensión.



The screenshot shows the Elastix PBX Configuration web interface. The main heading is "Add SIP Extension". Below the heading, there is a form with the following fields:

User Extension	7200
Display Name	MILTON GAVILANES VILLALOBOS
CID Num Alias	
SIP Alias	

- 2) Luego se ingresa la clave de la extension.



The screenshot shows the "Device Options" form in the Elastix PBX Configuration web interface. The form contains the following fields:

This device uses sip technology.	
secret	Fica123456!
dtmfmode	RFC 2833
nat	No - RFC3581

- 3) Además se habilita el codec de audio para telefonía IP en este caso el que recomiendan los libros es codec GSM, que es el que tiene mejores características si no se cuenta con una licencia para el codec. G.729.

callgroup?	
pickupgroup?	
disallow?	all
allow?	gsm
dial?	SIP/7200
accountcode?	
mailbox?	7200@device
vmexten?	
deny?	0.0.0.0/0.0.0.0
permit?	0.0.0.0/0.0.0.0

4) Luego se presiona “submit”.

Press 0: Go To Operator

Press 1:

Press 2:

- Optional Destinations

No Answer? Unavail Voicemail if Enabled ▼

CID Prefix?

Busy? Busy Voicemail if Enabled ▼

CID Prefix?

Not Reachable? Unavail Voicemail if Enabled ▼

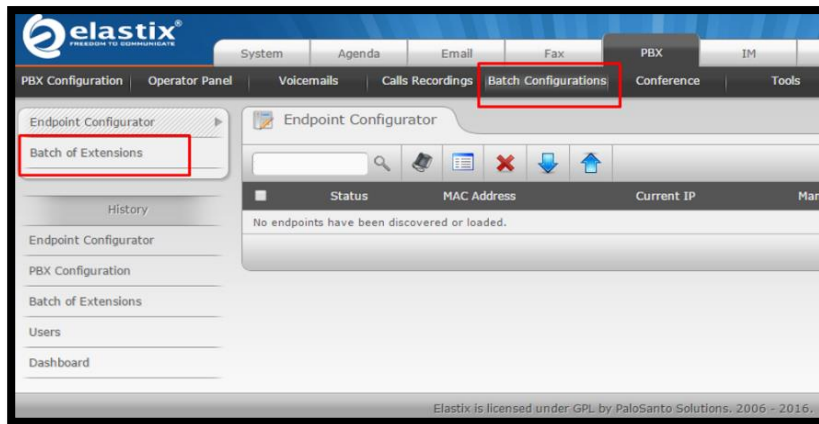
CID Prefix?

5) Despues se presiona “Apply” y la extension se encuentra agregada con todas las configuraciones.

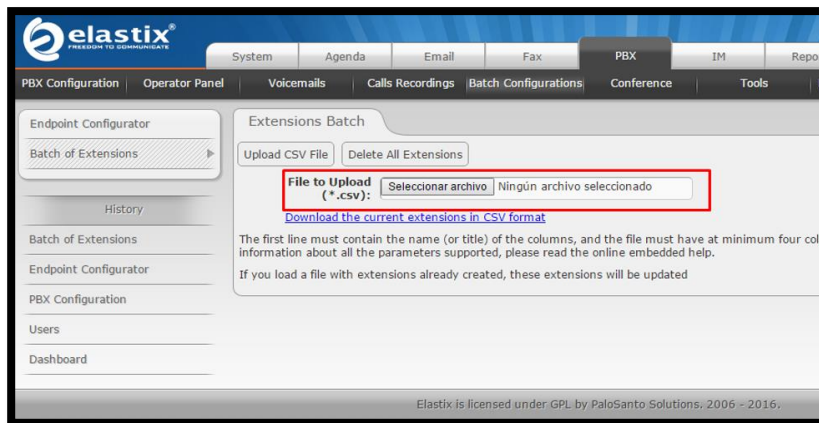
The screenshot shows the Elastix web interface. The 'PBX Configuration' menu is open, and the 'Add an Extension' form is visible. The 'Apply Config' button is highlighted with a red box. A notification box on the right shows 'Add Extension MILTON GAVILANES VILLALOBOS <7200>'.

6) Para la configuración de un mayor número de extensiones se la debe realizar configuración por lotes. Por lo cual se debe tener el documento en formato .csv con todas las extensiones a agregar.

7) Se debe ir a “PBX”, luego a “Batch Configurations”, y después a “Batch of Extensions”.

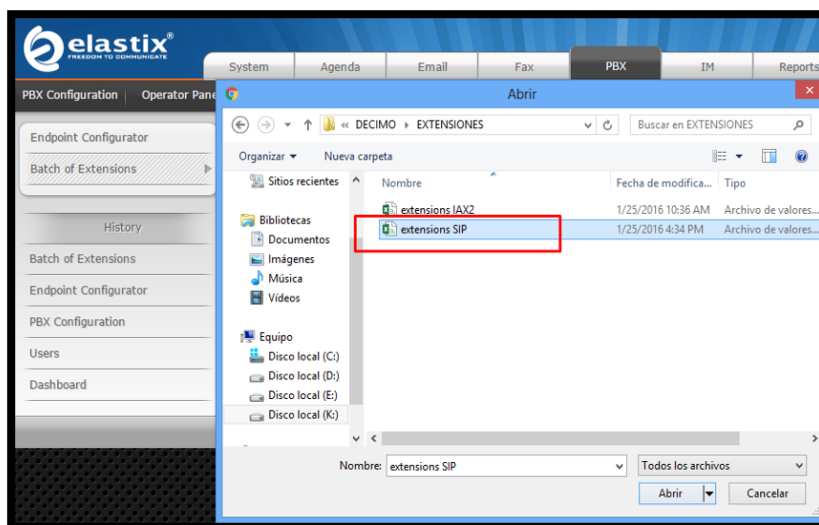


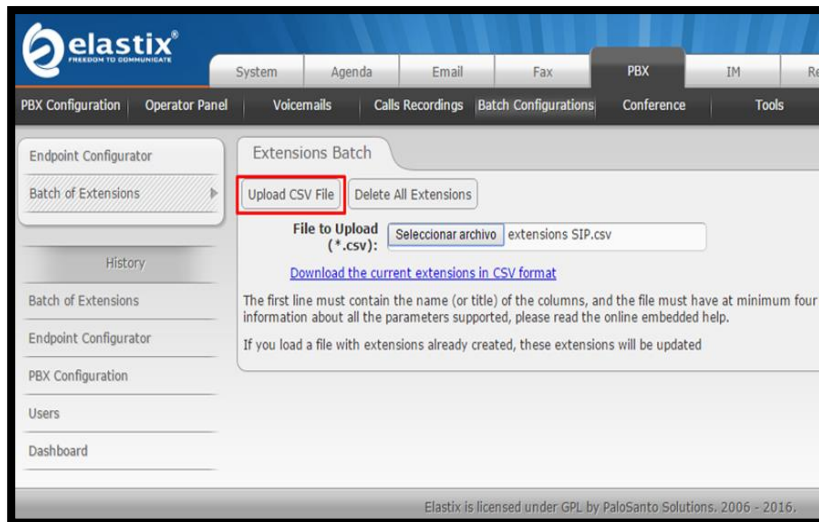
8) Después se procede a seleccionar el archivo con el formato .csv. para proceder a subirlo al servidor.



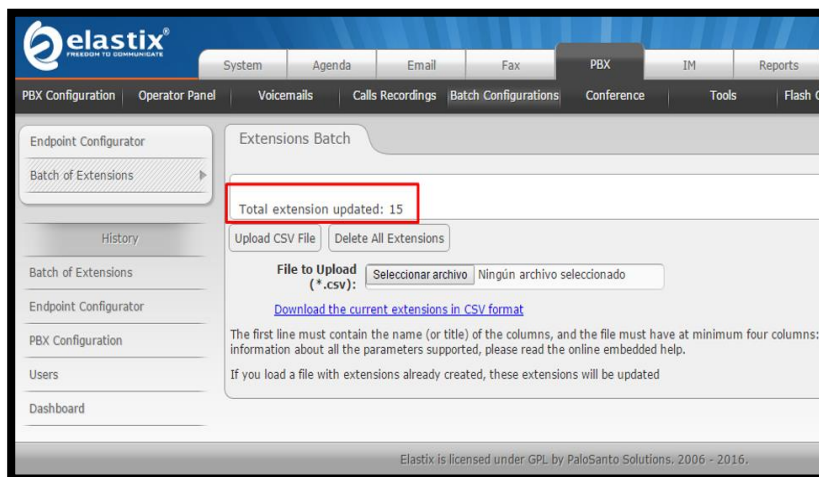
9) Se escoge el documento con todas las extensiones a subir, luego se presiona “Abrir”.

10) Como se observa se puede ver el documento listo para ser subido al servidor, para luego presionar “Upload”.

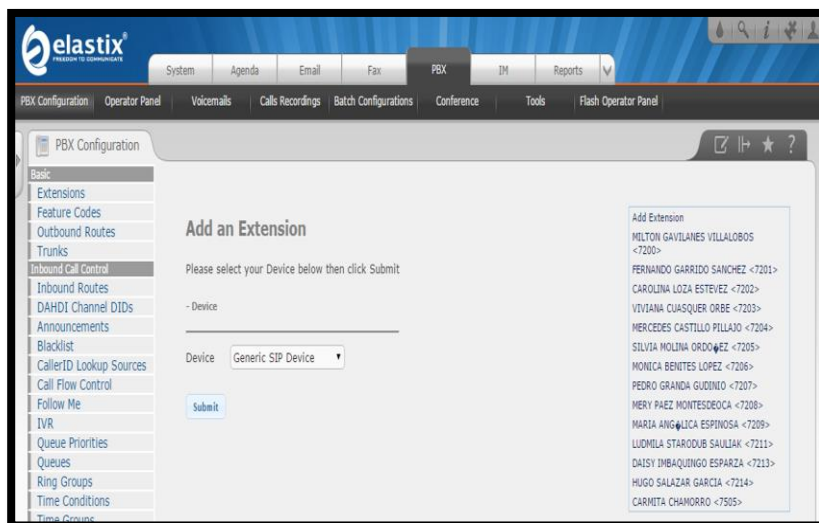




11) Luego se observa la acción exitosa donde muestra que ha sido subidas 15 extensiones.

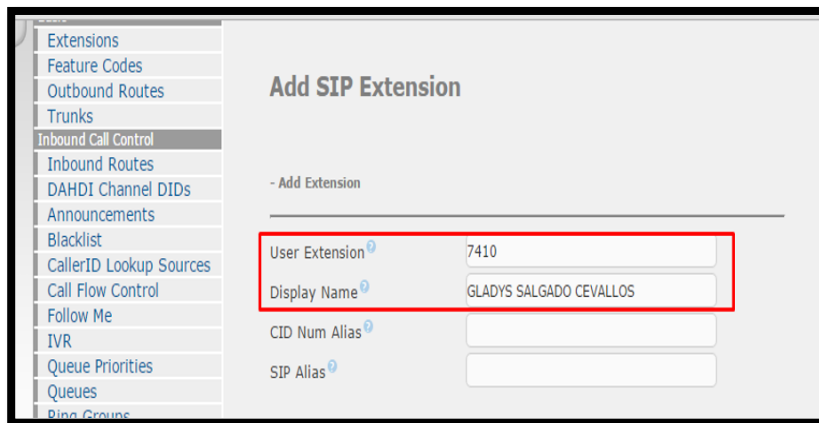


12) Se puede observar todas las extensiones ya configuradas a través de configuración por lotes. Para poder obtener una configuración más rápida.



CONFIGURACIÓN DE LAS EXTENSIONES CON PROTOCOLO SIP. SERVIDOR PBX-AHSVP

- 1) Se ingresa a la interfaz de administración Web, y luego se accede a “PBX configuration”. Luego se ingresa a “Add SIP Extension” y se configura los datos de cada extensión.



Extensions
Feature Codes
Outbound Routes
Trunks
Inbound Call Control
Inbound Routes
DAHDI Channel DIDs
Announcements
Blacklist
CallerID Lookup Sources
Call Flow Control
Follow Me
IVR
Queue Priorities
Queues
Ring Groups

Add SIP Extension

- Add Extension

User Extension [?]	7410
Display Name [?]	GLADYS SALGADO CEVALLOS
CID Num Alias [?]	
SIP Alias [?]	

- 2) Luego se ingresa la clave de la extensión.



This device uses sip technology.

secret [?]	Fica123456!
dtmfmode [?]	RFC 2833
nat [?]	No - RFC3581

- 3) Además se habilita el codec de audio para telefonía IP en este caso el que recomiendan los libros es codec GSM, que es el que tiene mejores características si no se cuenta con una licencia para el codec. G.729.

callgroup [?]	<input type="text"/>
pickupgroup [?]	<input type="text"/>
disallow [?]	all
allow [?]	gsm
dial [?]	SIP/7410
accountcode [?]	<input type="text"/>
mailbox [?]	7410@device
vmexten [?]	<input type="text"/>
deny [?]	0.0.0.0/0.0.0.0
permit [?]	0.0.0.0/0.0.0.0

4) Luego se presiona “submit”.

VmX Locator: Disabled

Use When: unavailable busy

Voicemail Instructions: Standard Voicemail prompts.

Press 0: Go To Operator

Press 1:

Press 2:

- Optional Destinations

No Answer: Unavail Voicemail if Enabled

CID Prefix:

Busy: Busy Voicemail if Enabled

CID Prefix:

Not Reachable: Unavail Voicemail if Enabled

CID Prefix:

5) Despues se presiona “Apply” y la extension se encuentra agregada con todas las configuraciones.

elastix
FREEDOM TO COMMUNICATE

System | Agenda | Email | Fax | **PBX** | IM | Reports

PBX Configuration | Operator Panel | Voicemails | Calls Recordings | Batch Configurations | Conference | Tools | Flash Operator Panel

Apply Config

Add an Extension

Please select your Device below then click Submit

- Device

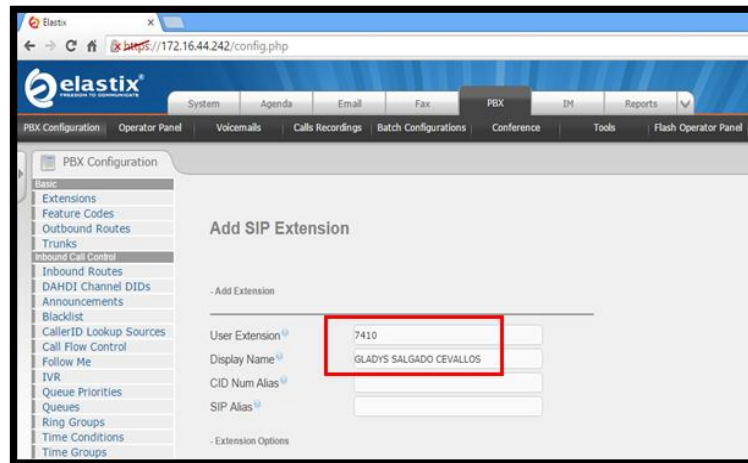
Device:

Add Extension
GLADYS SALGADO CEVALLOS
<7410>

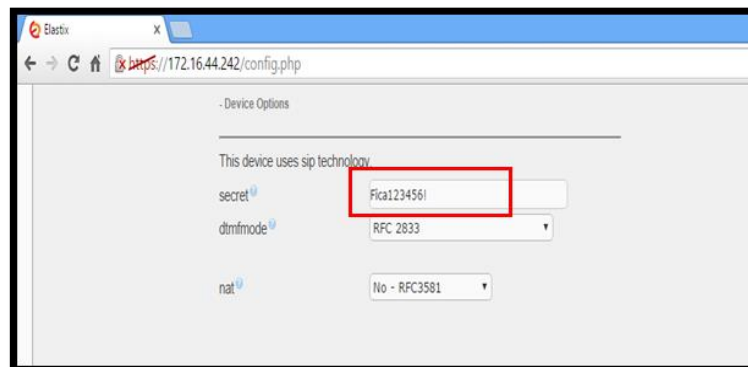
CONFIGURACIÓN DE LAS EXTENSIONES CON PROTOCOLO SIP. SERVIDOR PBX-AHSVP MV

En este servidor se van a utilizar las mismas extensiones del servidor AHSVP virtual.

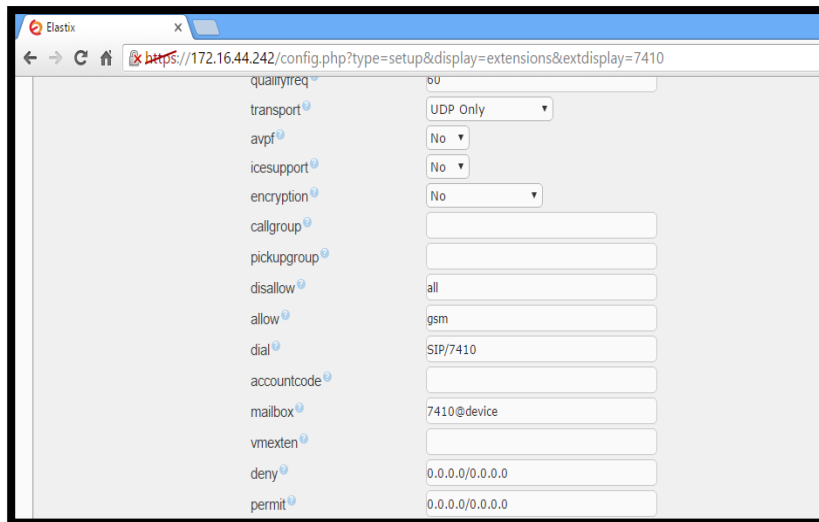
- 1) Se ingresa a la interfaz de administración Web, y luego se accede a “PBX configuration”. Luego se ingresa a “Add SIP Extension” y se configura los datos de cada extensión.



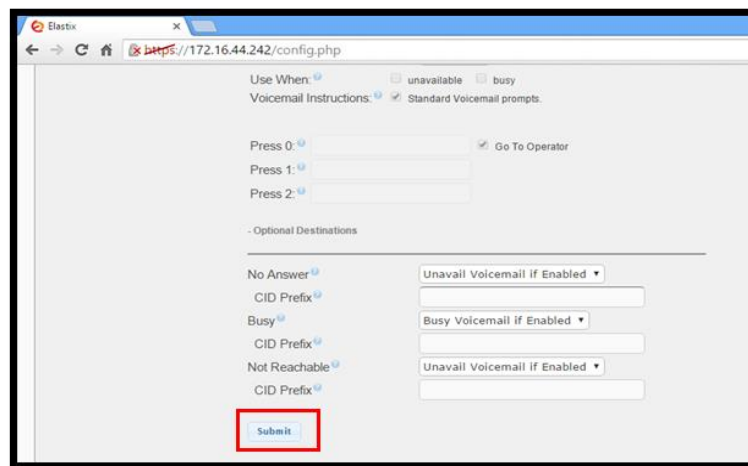
- 2) Luego se ingresa la clave de la extension.



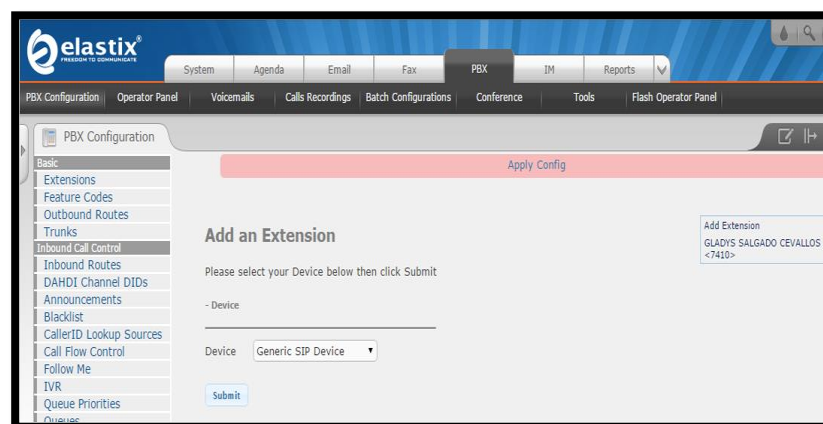
- 3) Además se habilita el codec de audio para telefonía IP en este caso el que recomiendan los libros es codec GSM, que es el que tiene mejores características si no se cuenta con una licencia para el codec. G.729.



4) Luego se presiona “submit”.



5) Después se presiona “Apply” y la extensión se encuentra agregada con todas las configuraciones.



CONFIGURACIÓN DE LAS EXTENSIONES CON PROTOCOLO IAX2. SERVIDOR PBX-FICA

- 1) Se ingresa a la interfaz de administración Web, y luego se accede a “PBX configuration”. Luego se ingresa a “Add IAX2 Extension” y se configura los datos de cada extensión.

Add IAX2 Extension

- Add Extension

User Extension [?] 7800

Display Name [?] MILTON GAVILANES VILLALOBOS

CID Num Alias [?]

SIP Alias [?]

- 13) Luego se ingresa la clave de la extensión.

- Device Options

This device uses iax2 technology.

secret [?] ab1234!

- 14) Además se habilita el codec de audio para telefonía IP en este caso el que recomiendan los libros es codec GSM, que es el que tiene mejores características si no se cuenta con una licencia para el codec G.729.

port [?] 4569

qualify [?] yes

disallow [?] all

allow [?] gsm

dial [?] IAX2/7800

accountcode [?]

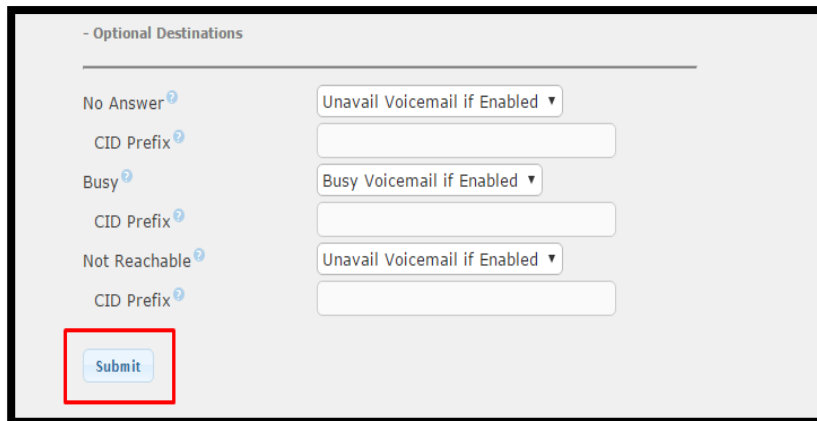
mailbox [?] 7800@device

deny [?] 0.0.0.0/0.0.0.0

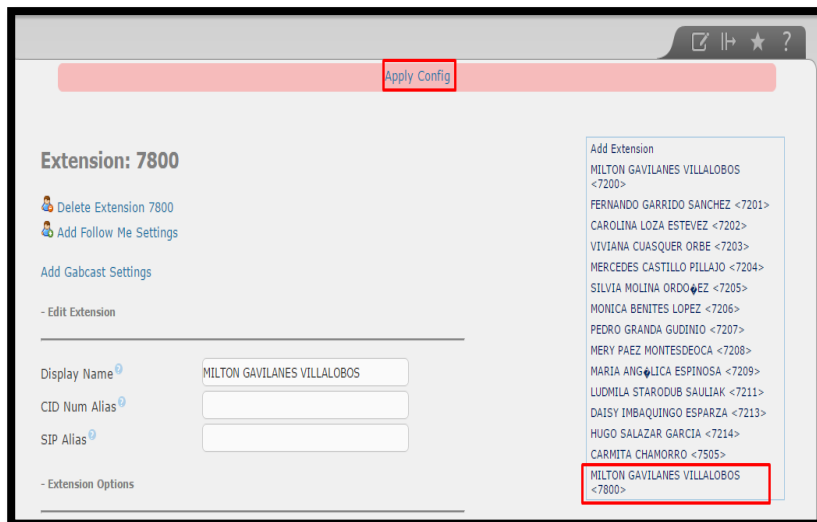
permit [?] 0.0.0.0/0.0.0.0

requirecalltoken [?] Yes ▾

- 15) Luego se presiona “submit”.

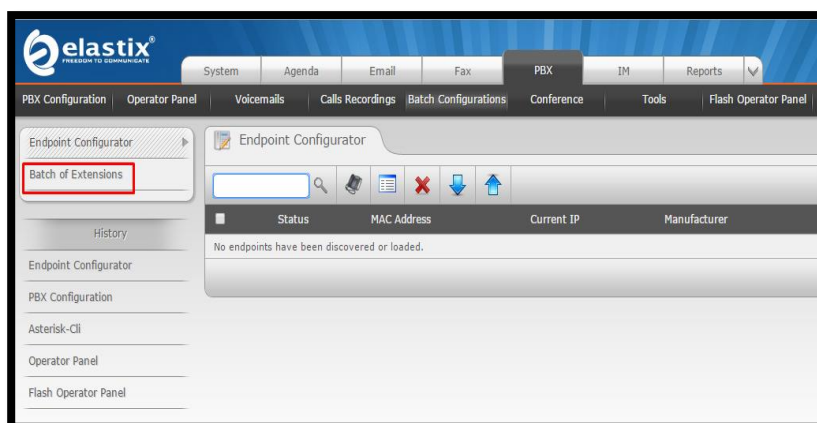


16) Después se presiona “Apply” y la extensión se encuentra agregada con todas las configuraciones.

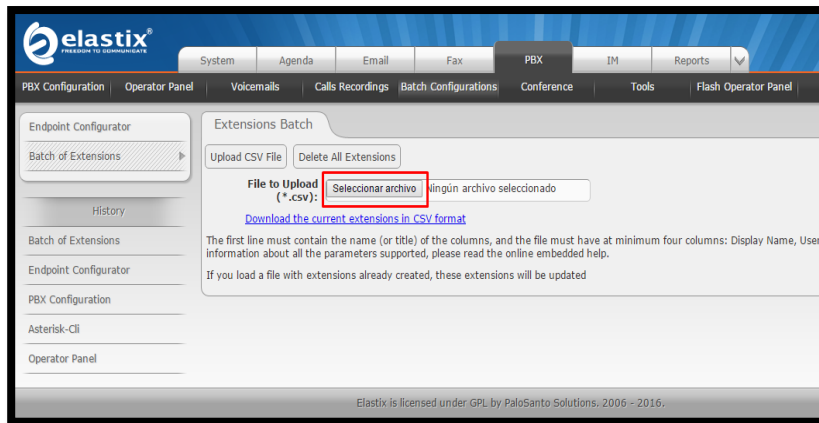


17) Para la configuración de un mayor número de extensiones se la debe realizar configuración por lotes. Por lo cual se debe tener el documento en formato .csv con todas las extensiones a agregar.

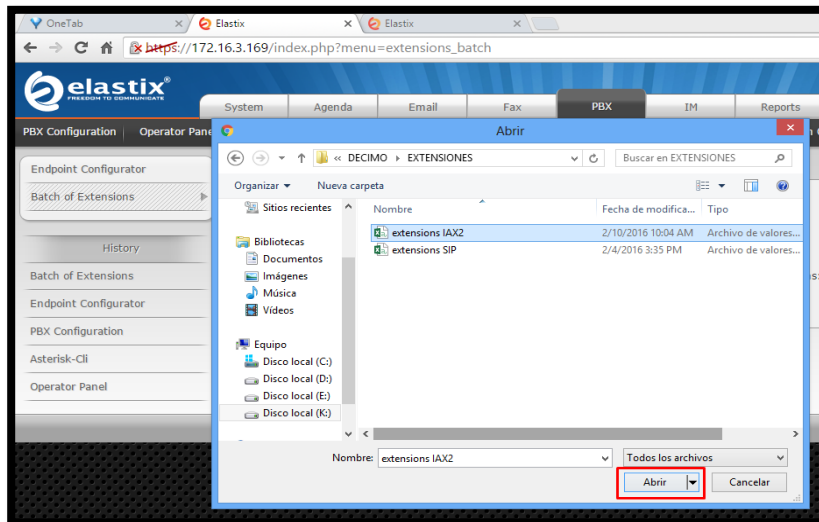
18) Se debe ir a “PBX”, luego a “Batch Configurations”, y después a “Batch of Extensions”.



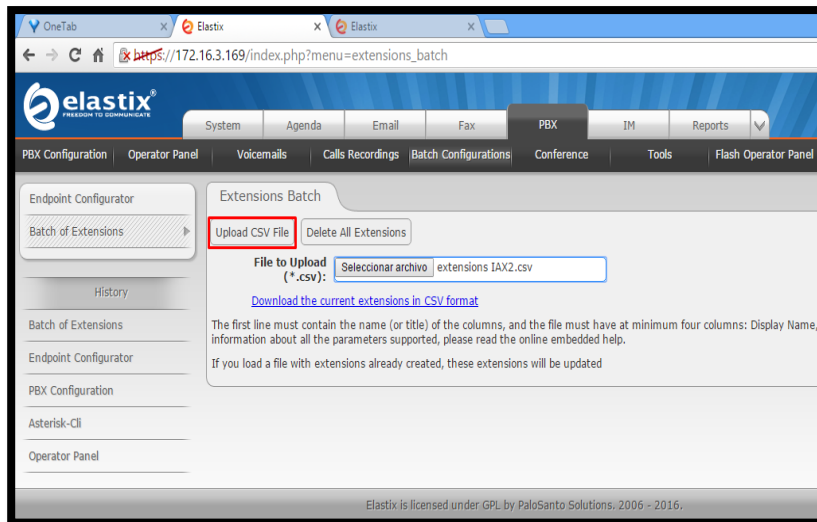
19) Después se procede a seleccionar el archivo con el formato .csv. para proceder a subirlo al servidor.



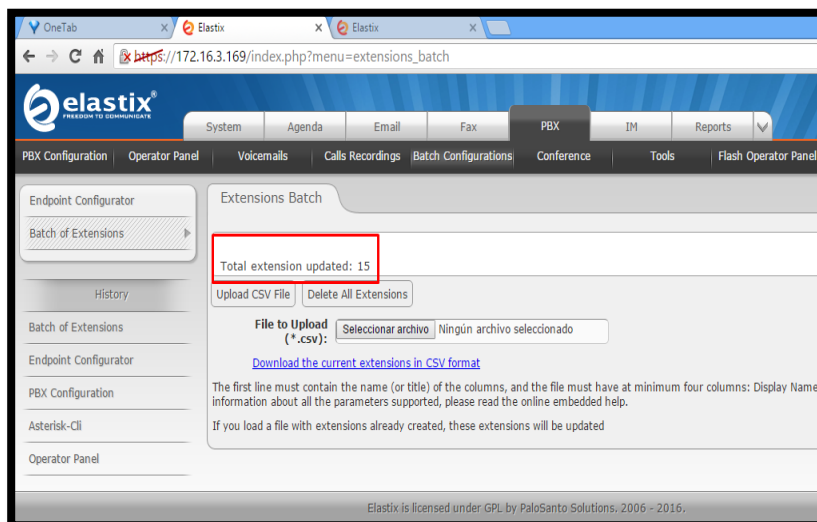
20) Se escoge el documento con todas las extensiones a subir, luego se presiona “Abrir”.



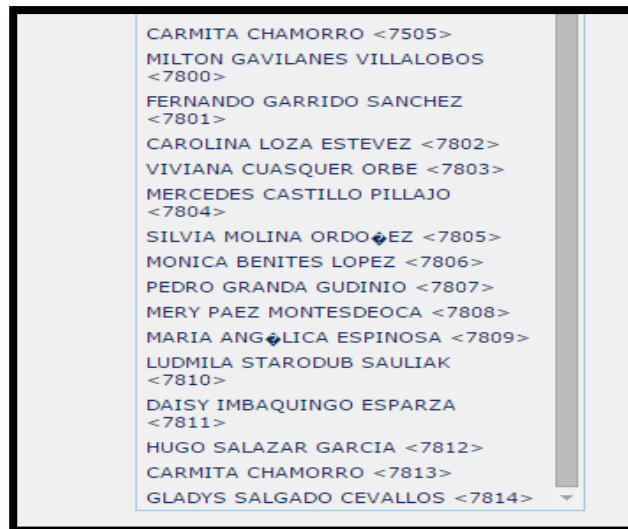
21) Como se observa se puede ver el documento listo para ser subido al servidor, para luego presionar “Upload”.



22) Luego se observa la acción exitosa donde muestra que ha sido subidas 15 extensiones.



23) Se puede observar todas las extensiones ya configuradas a través de configuración por lotes. Para poder obtener una configuración más rápida.



CONFIGURACIÓN DE LAS EXTENSIONES CON PROTOCOLO IAX2. SERVIDOR PBX-AHSVP

- 1) Se ingresa a la interfaz de administración Web, y luego se accede a “PBX configuration”. Luego se ingresa a “Add IAX2 Extension” y se configura los datos de cada extensión.

A screenshot of the 'Add IAX2 Extension' form. The form has a title 'Add IAX2 Extension' and a subtitle '- Add Extension'. Below the subtitle, there are four input fields: 'User Extension' with the value '7910', 'Display Name' with the value 'GLADYS SALGADO CEVALLOS', 'CID Num Alias', and 'SIP Alias'. A red box highlights the 'User Extension' and 'Display Name' fields.

- 2) Luego se ingresa la clave de la extensión.

A screenshot of the 'Device Options' form. The form has a title '- Device Options' and a subtitle 'This device uses iax2 technology.'. Below the subtitle, there is a 'secret' field with the value 'ab1234!'.

- 3) Además se habilita el codec de audio para telefonía IP en este caso el que recomiendan los libros es codec GSM, que es el que tiene mejores características si no se cuenta con una licencia para el codec. G.729.

port [?]	4569
qualify [?]	yes
disallow [?]	all
allow [?]	gsm
dial [?]	IAX2/7910
accountcode [?]	
mailbox [?]	7910@device
deny [?]	0.0.0.0/0.0.0.0
permit [?]	0.0.0.0/0.0.0.0
requirecalltoken [?]	Yes ▾

- 4) Luego se presiona “submit”.

- Optional Destinations

No Answer [?]	Unavail Voicemail if Enabled ▾
CID Prefix [?]	
Busy [?]	Busy Voicemail if Enabled ▾
CID Prefix [?]	
Not Reachable [?]	Unavail Voicemail if Enabled ▾
CID Prefix [?]	

Submit

- 5) Después se presiona “Apply” y la extensión se encuentra agregada con todas las configuraciones.

Apply Config

Add an Extension

Please select your Device below then click Submit

- Device

Device:

Submit

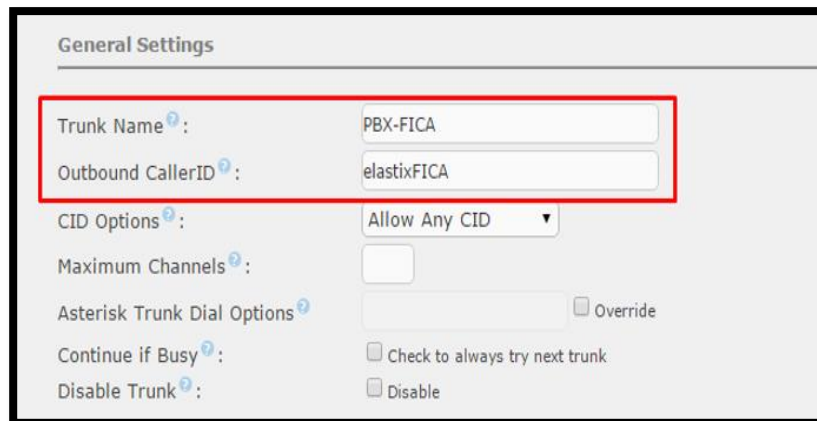
Add Extension

- GLADYS SALGADO CEVALLOS <7410>
- PRUEBA <7415>
- GLADYS SALGADO CEVALLOS <7910>

CONFIGURACIÓN DE TRONCALES SIP ENTRE PBX-FICA Y PBX-AHSVP

CONFIGURACIÓN DE TRONCAL PBX-FICA

- 1) Para realizar esta configuración se debe ir “PBX”, luego a “PBX configuration” y después a “Trunks”, y dar clic “Add SIP trunk”.
- 2) Configurar el nombre de la troncal y su caller ID.



General Settings

Trunk Name: PBX-FICA

Outbound CallerID: elastixFICA

CID Options: Allow Any CID

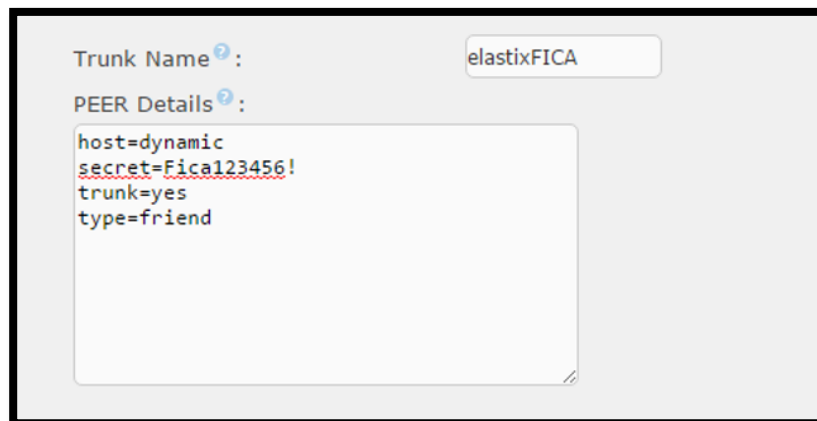
Maximum Channels:

Asterisk Trunk Dial Options: Override

Continue if Busy: Check to always try next trunk

Disable Trunk: Disable

- 3) Se definen los términos como peer y se procede a configurar.



Trunk Name: elastixFICA

PEER Details:

```
host=dynamic
secret=Fica123456!
trunk=yes
type=friend
```

Nota: El término “secret” es el mismo para los dos servidores.

- 4) Se realiza el proceso de registro de la cadena con los parámetro de “caller ID” del otro servidor, el “secret” anteriormente planteado y la IP del otro servidor.

Registration

Register String [?]:

elastixAHSVP:Fica123456!@172.16.3.168

- 5) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.

elastix
PBX Configuration

System | Agenda | Email | Fax | **PBX** | IM | Reports

PBX Configuration | Operator Panel | Voicemails | Calls Recordings | Batch Configurations | Conference | Tools | Flash Operator Panel

Basic
Extensions
Feature Codes
Outbound Routes
Trunks
Inbound Call Control
Inbound Routes
DAHDI Channel DIDs
Announcements

Apply Config

Edit SIP Trunk

Delete Trunk PBX-FICA

In use by 1 route [?]

Add Trunk
Channel g0 (dahdi)
PBX-FICA (sip)

CONFIGURACIÓN TRONCAL PBX-AHSVP

- 6) Para realizar esta configuración se debe ir “PBX”, luego a “PBX configuration” y después a “Trunks”, y dar clic “Add SIP trunk”.
- 7) Configurar el nombre de la troncal y su caller ID.

General Settings

Trunk Name [?]: PBX-AHSVP

Outbound CallerID [?]: elastixAHSVP

CID Options [?]: Allow Any CID

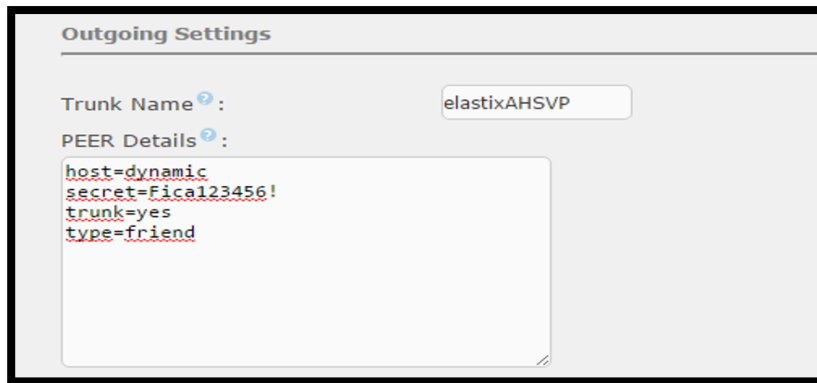
Maximum Channels [?]:

Asterisk Trunk Dial Options [?]: Override

Continue if Busy [?]: Check to always try next trunk

Disable Trunk [?]: Disable

- 8) Se definen los términos como peer y se procede a configurar.

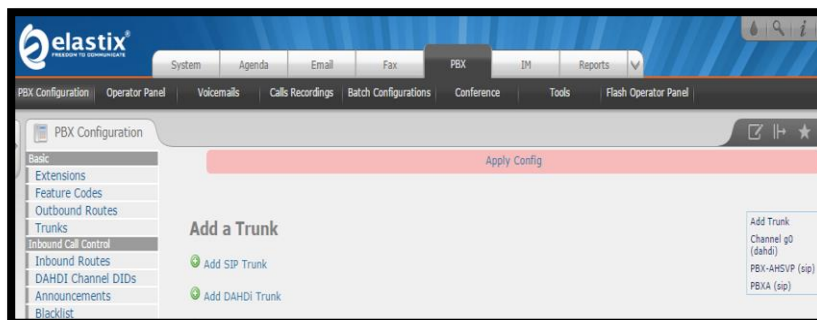


Nota: El término “secret” es el mismo para los dos servidores.

- 9) Se realiza el proceso de registro de la cadena con los parámetro de “caller ID” del otro servidor, el “secret” anteriormente planteado y la IP del otro servidor.



- 10) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.



PBX-FICA

- 11) Después se procede a registrar la cadena, ingresando a la consola con el comando “asterisk -rvvddd”. Y luego se debe utilizar el comando “sip show registry”. Finalmente se mostrará el comando que muestra la IP de registro del otro servidor con la IP.

```

Connected (unencrypted) to: QEMU (one-29)
[root@ELASTIX ~]# asterisk -rvvvddd
Parsing /etc/asterisk/asterisk.com
Seeding global EID '02:00:0a:18:08:a9' from 'eth0' using 'siocgifhwaddr'
Asterisk 11.17.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.17.1 currently running on ELASTIX (pid = 2860)
Core debug is still 3.
ELASTIX*CLI> sip show registry
Host                               dnsmgr Username      Refresh State
-----
172.16.3.168:5060                   N      elastixAHSVP        105 Registered
Wed, 27 Jan 2016 16:33:09
1 SIP registrations.
ELASTIX*CLI> _

```

PBX-AHSVP

- 12) Después se procede a registrar la cadena, ingresando a la consola con el comando “asterisk –rvvvddd”. Y luego se debe utilizar el comando “sip show registry”. Finalmente se mostrará el comando que muestra la IP de registro del otro servidor con la IP.

```

Connected (unencrypted) to: QEMU (one-61)
Executing last minute cleanups
Asterisk ending (0).
[root@ELASTIX2 ~]#
You have new mail in /var/spool/mail/root
[root@ELASTIX2 ~]# asterisk -rvvvddd
Parsing /etc/asterisk/asterisk.com
Seeding global EID '02:00:0a:18:08:a8' from 'eth0' using 'siocgifhwaddr'
Asterisk 11.17.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.17.1 currently running on ELASTIX2 (pid = 2404)
Core debug is still 3.
ELASTIX2*CLI> sip show registry
Host                               dnsmgr Username      Refresh State
-----
172.16.3.169:5060                   N      elastixFICA         105 Registered
Fri, 29 Jan 2016 10:56:08
1 SIP registrations

```

PBX-FICA

- 13) En el siguiente paso se definen los detalles de usuario, es decir hacia donde se quiere dirigir la llamada.

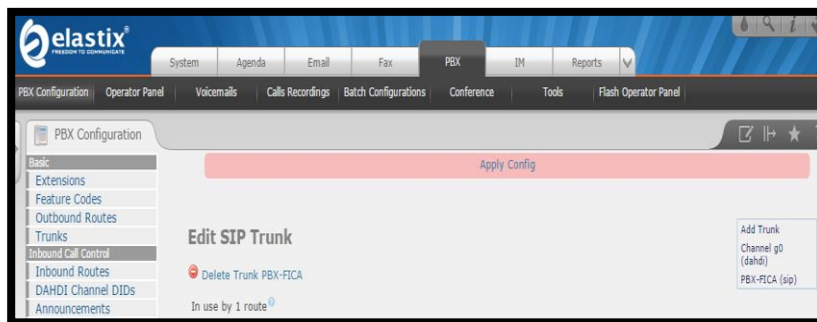
Incoming Settings

USER Context [?]:

USER Details [?]:

```
context=from-internal
host=172.16.3.168
insecure=very
type=friend
```

14) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.



PBX-AHSVP

15) En el siguiente paso se definen los detalles de usuario, es decir hacia donde se quiere dirigir la llamada.

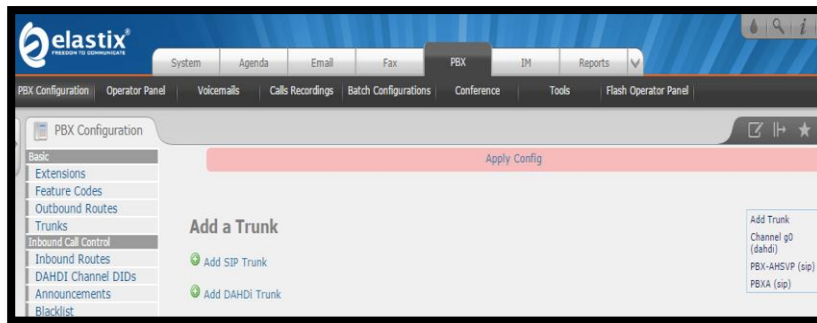
Incoming Settings

USER Context [?]:

USER Details [?]:

```
context=from-internal
host=172.16.3.169
insecure=very
type=friend
```

16) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.

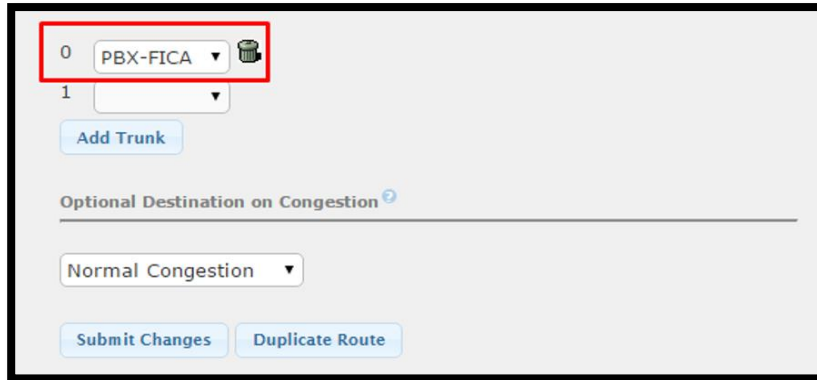


CONFIGURACIÓN RUTA DE SALIDA PBX-FICA

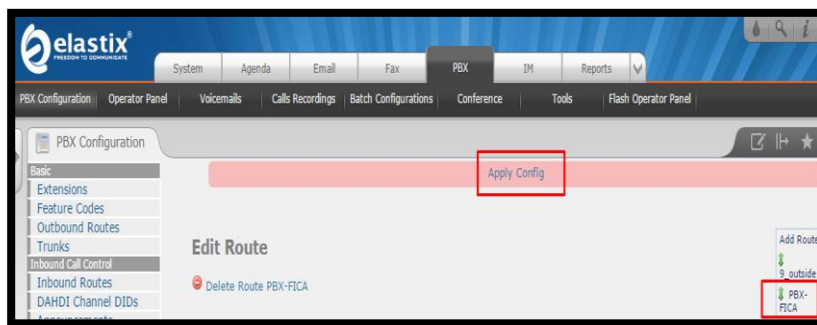
- 1) Se procede a configurar el nombre de la ruta de salida para el otro servidor.

- 2) Se configura los dígitos del plan de marcación del otro servidor que en este caso es de 74XX.

- 3) Se añade la troncal que desea q salga por esa ruta y se aplican los cambios en “submit”.



4) Se aplican los cambios en “Apply Config” para que se ejecuten los cambios realizados.

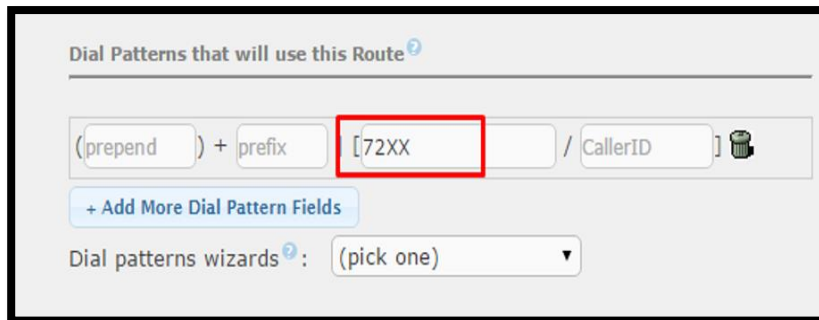


CONFIGURACIÓN RUTA DE SALIDA PBX-AHSVP

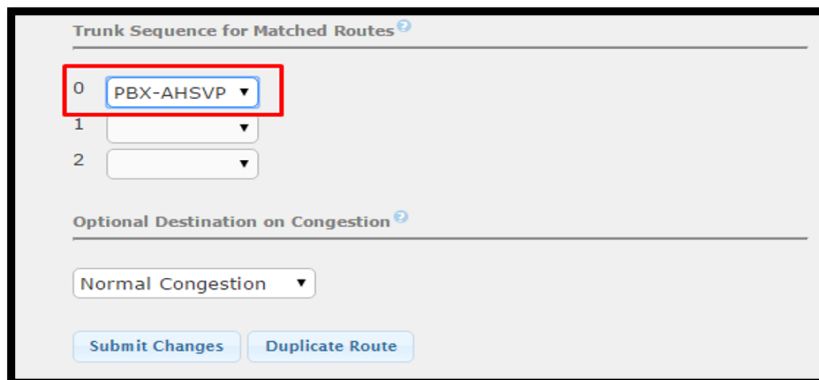
5) Se procede a configurar el nombre de la ruta de salida para acceder al otro servidor.



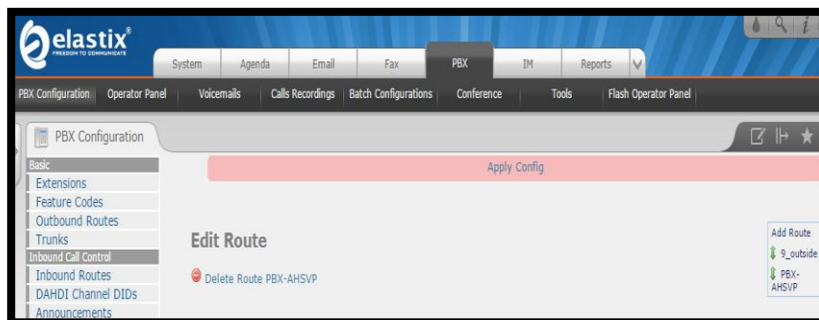
6) Se configura los digitos del plan de marcación del otro servidor, que en este caso es de 72XX.



7) Se añade la troncal que desea q salga por esa ruta y se aplican los cambios en “submit”.



8) Se aplican los cambios en “Apply Config” para que se ejecuten los cambios realizados.



9) Se procede a configurar el nombre de la otra ruta de salida para salir al otro servidor.

Add Route

Route Settings

Route Name: PBX-AHSVP

Route CID: Override Extension

Route Password:

Route Type: Emergency Intra-Company

Music On Hold: default

Time Group: ---Permanent Route---

Route Position: Last after PBX-AHSVP

10) Se configura los dígitos del plan de marcación del otro servidor, que en este caso es de 75XX.

Dial Patterns that will use this Route

(prepend) + prefix [75XX] / CallerID

+ Add More Dial Pattern Fields

Dial patterns wizards: (pick one)

11) Se añade la troncal que desea q salga por esa ruta y se aplican los cambios en “submit”.

Trunk Sequence for Matched Routes

0 PBX-AHSVP

1

Optional Destination on Congestion

Normal Congestion

Submit Changes Duplicate Route

12) Se aplican los cambios en “Apply Config” para que se ejecuten los cambios realizados.

CONFIGURACIÓN DE TRONCALES SIP ENTRE PBX-FICA Y PBX-AHSVP MV

CONFIGURACIÓN DE TRONCAL PBX-FICA

- 17) Para realizar esta configuración se debe ir “PBX”, luego a “PBX configuration” y después a “Trunks”, y dar clic “Add SIP trunk”.
- 18) Configurar el nombre de la troncal y su caller ID.



Add SIP Trunk

General Settings

Trunk Name [?]: PBX-FICA

Outbound CallerID [?]: elastixFICA

CID Options [?]: Allow Any CID

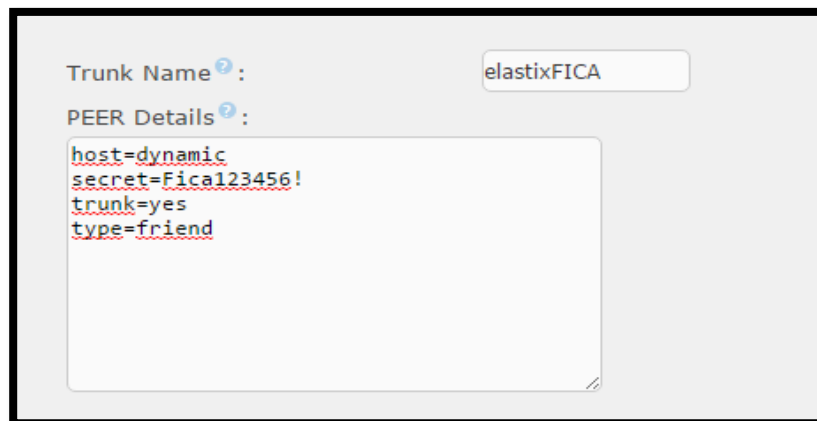
Maximum Channels [?]:

Asterisk Trunk Dial Options [?]: Override

Continue if Busy [?]: Check to always try next trunk

Disable Trunk [?]: Disable

- 19) Se definen los términos como peer y se procede a configurar.



Trunk Name [?]: elastixFICA

PEER Details [?]:

```
host=dynamic
secret=Fica123456!
trunk=yes
type=friend
```

Nota: El término “secret” es el mismo para los dos servidores.

- 20) Se realiza el proceso de registro de la cadena con los parámetro de “caller ID” del otro servidor, el “secret” anteriormente planteado y la IP del otro servidor.

Registration

Register String [?]:

elastixAHSVPMV:Fica123456!@172.16.44.242

Submit Changes Duplicate Trunk

21) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.

Apply Config

Add a Trunk

- Add SIP Trunk
- Add DAHDI Trunk
- Add IAX2 Trunk
- Add ENUM Trunk
- Add DUNDI Trunk
- Add Custom Trunk

Add Trunk
Channel g0 (dahdi)
PBX-FICA (sip)
PBX-FICA (sip)

CONFIGURACIÓN TRONCAL PBX-AHSVP

22) Para realizar esta configuración se debe ir “PBX”, luego a “PBX configuration” y después a “Trunks”, y dar clic “Add SIP trunk”.

23) Configurar el nombre de la troncal y su caller ID.

General Settings

Trunk Name [?]: PBX-AHSVPMV

Outbound CallerID [?]: elastixAHSVPMV

CID Options [?]: Allow Any CID

Maximum Channels [?]:

Asterisk Trunk Dial Options [?]: Override

Continue if Busy [?]: Check to always try next trunk

Disable Trunk [?]: Disable

24) Se definen los términos como peer y se procede a configurar.

Outgoing Settings

Trunk Name:

PEER Details:

```

host=dynamic
secret=Fica123456!
trunk=yes
type=friend

```

Nota: El término “secret” es el mismo para los dos servidores.

25) Se realiza el proceso de registro de la cadena con los parámetro de “caller ID” del otro servidor, el “secret” anteriormente planteado y la IP del otro servidor.

Registration

Register String:

26) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.

The screenshot shows the Elastix PBX Configuration web interface. The top navigation bar includes 'System', 'Agenda', 'Email', 'Fax', 'PBX', 'IM', and 'Reports'. The main menu on the left lists various configuration categories like 'Basic', 'Extensions', 'Trunks', and 'Inbound Call Control'. The central area displays the 'Add a Trunk' dialog box with a red 'Apply Config' banner at the top. The dialog offers two options: 'Add SIP Trunk' and 'Add DAHDI Trunk'. On the right side of the dialog, there is a list of available trunks: 'Add Trunk Channel g0 (dahdi)', 'PBX-AHSVP (sip)', and 'PBXA (sip)'.

PBX-FICA

- 27) Después se procede a registrar la cadena, ingresando a la consola con el comando “asterisk -rvvvddd”. Y luego se debe utilizar el comando “sip show registry”. Finalmente se mostrará el comando que muestra la IP de registro del otro servidor con la IP.

```
[root@ELASTIX ~]# asterisk -rvvv
Asterisk 11.17.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
S.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.17.1 currently running on ELASTIX (pid = 2411)
ELASTIX*CLI> sip show registry
Host                               dnsmgr Username      Refresh State
-----
172.16.44.242:5060                  N      elastixAHSUP        105 Request Se
    Wed, 10 Feb 2016 16:07:06
172.16.3.168:5060                  N      elastixAHSUP        105 Registered
    Wed, 10 Feb 2016 22:14:38
2 SIP registrations.
ELASTIX*CLI> _
```

PBX-AHSVP

- 28) Después se procede a registrar la cadena, ingresando a la consola con el comando “asterisk -rvvvddd”. Y luego se debe utilizar el comando “sip show registry”. Finalmente se mostrará el comando que muestra la IP de registro del otro servidor con la IP.

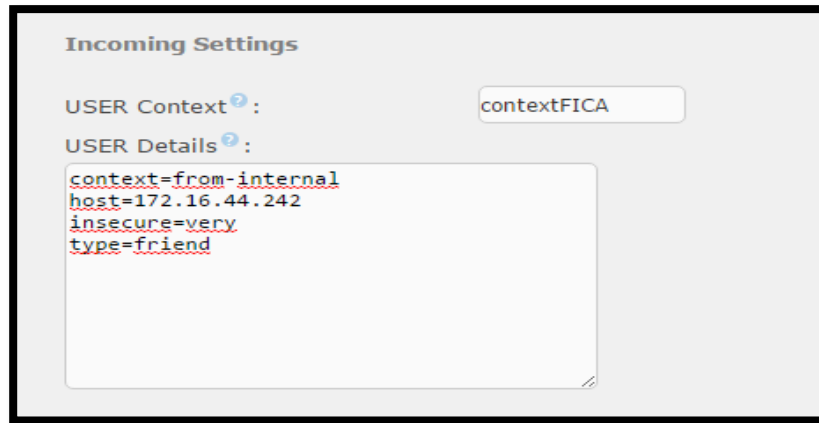
```
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://172.16.44.242

[root@ELASTIX-UTN ~]# asterisk -rvvv
Asterisk 11.13.0, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for detail
s.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.13.0 currently running on ELASTIX-UTN (pid = 3244)
ELASTIX-UTN*CLI> sip show registry
Host                               dnsmgr Username      Refresh State
-----
172.16.3.169:5060                  N      elastixFICA         105 Registered
    Wed, 10 Feb 2016 10:37:19
1 SIP registrations.
```


PBX-FICA

- 29) En el siguiente paso se definen los detalles de usuario, es decir hacia donde se quiere dirigir la llamada.

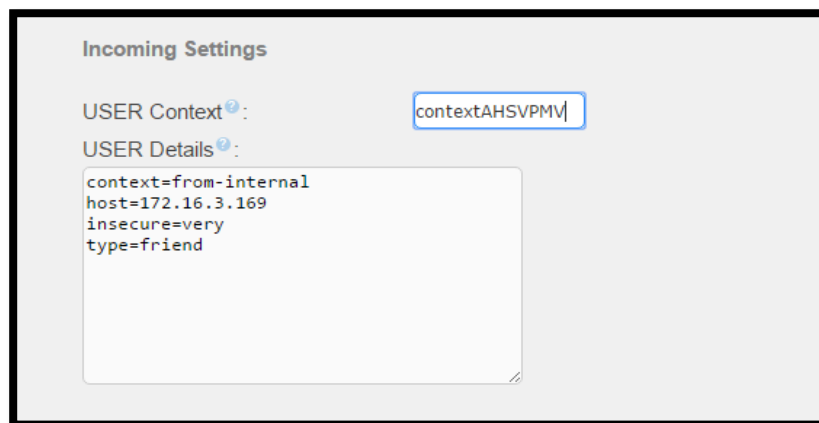


The screenshot shows the 'Incoming Settings' configuration page for PBX-FICA. It features two main sections: 'USER Context' and 'USER Details'. The 'USER Context' field is a text input containing 'contextFICA'. The 'USER Details' field is a text area containing the following configuration parameters: `context=from-internal`, `host=172.16.44.242`, `insecure=very`, and `type=friend`. Each parameter in the text area is underlined in red.

- 30) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.

PBX-AHSVP

- 31) En el siguiente paso se definen los detalles de usuario, es decir hacia donde se quiere dirigir la llamada.

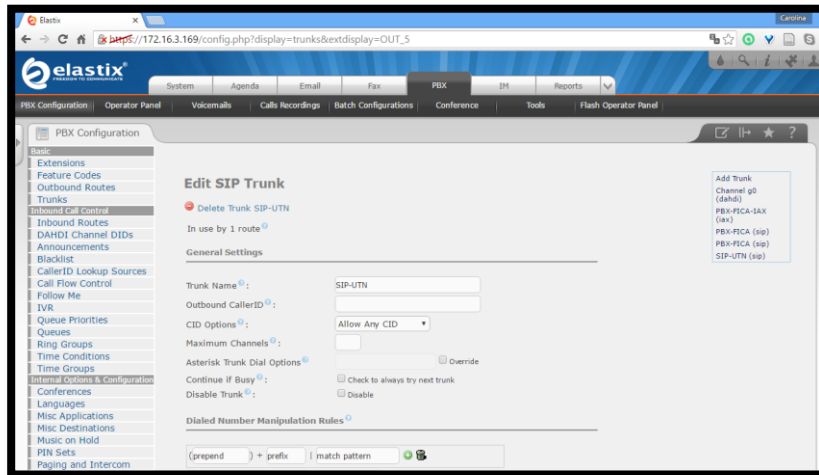


The screenshot shows the 'Incoming Settings' configuration page for PBX-AHSVP. It features two main sections: 'USER Context' and 'USER Details'. The 'USER Context' field is a text input containing 'contextAHSVPMV'. The 'USER Details' field is a text area containing the following configuration parameters: `context=from-internal`, `host=172.16.3.169`, `insecure=very`, and `type=friend`.

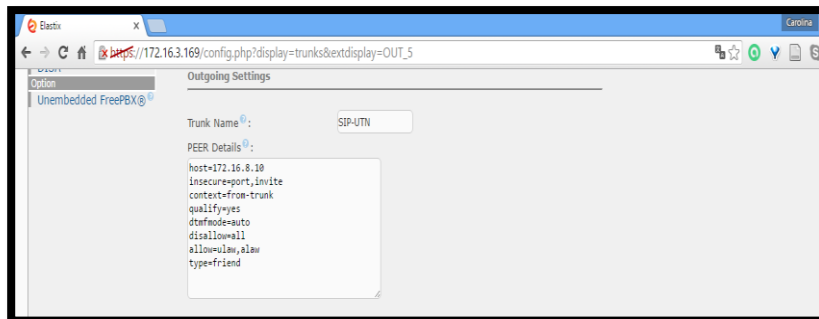
- 32) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.

CONFIGURACIÓN DE TRONCAL SIP ENTRE PBX-FICA Y SERVIDOR ELASTIX DE LA UNIVERSIDAD.

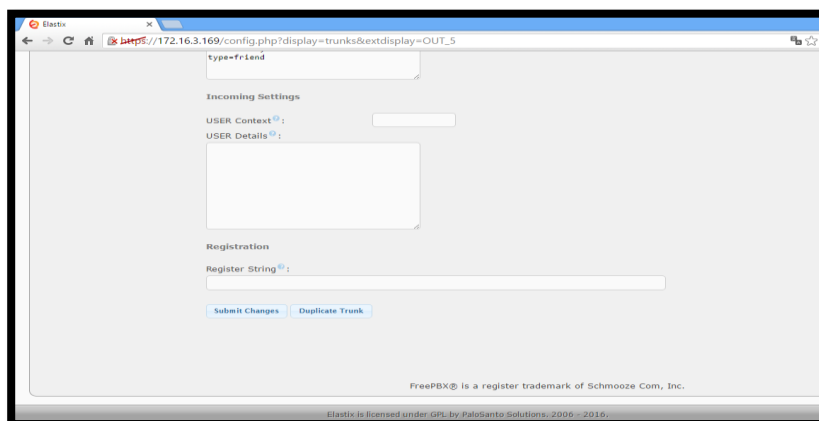
- 1) Para realizar esta configuración se debe ir “PBX”, luego a “PBX configuration” y después a “Trunks”, y dar clic “Add SIP trunk”.



- 2) Se definen los términos como peer y se procede a configurar.



- 3) Finalmente se da clic en “submit”.



- 4) El proceso anterior se efectuó en la configuración del servidor la Universidad.
- 5) Para verificar que la troncal se estableció correctamente, se lo efectúa con el comando “Asterisk -rvvv”, en donde se observa que se efectuó correctamente.

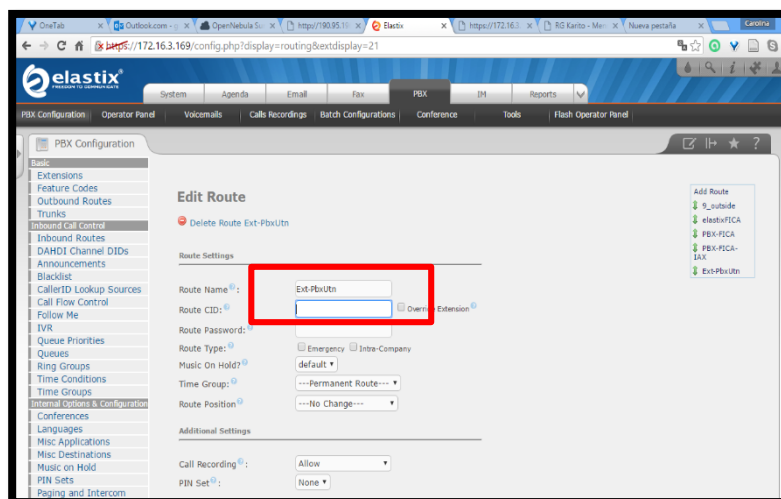
```

Connected (unencrypted) to: QEMU (one-29)
Yes a 45307 OK (120 ms)
7274/7274 (Unspecified) D Yes
Yes a 0 UNKNOWN
7275/7275 172.17.42.12 D Yes
Yes a 50219 OK (80 ms)
7276/7276 172.17.42.12 D Yes
Yes a 49012 UNREACHABLE
7277/7277 (Unspecified) D Yes
Yes a 0 UNKNOWN
7278/7278 (Unspecified) D No
No a 0 UNKNOWN
7450/7450 172.23.196.165 D No
No a 39142 OK (1605 ms)
7505 (Unspecified) D Yes
Yes a 0 UNKNOWN
SIP-UTN 172.16.8.10 Auto (No)
No 5060 OK (14 ms)
contextFICA 172.16.3.168 Auto (No)
No 5060 Unmonitored
contextFICAn 172.16.44.242 Auto (No)
No 5060 Unmonitored
elastixFICA/s 172.16.3.168 D Auto (No)
No 5060 Unmonitored
32 sip peers [Monitored: 8 online, 21 offline Unmonitored: 3 online, 0 offline]
ELASTIX*CLI>

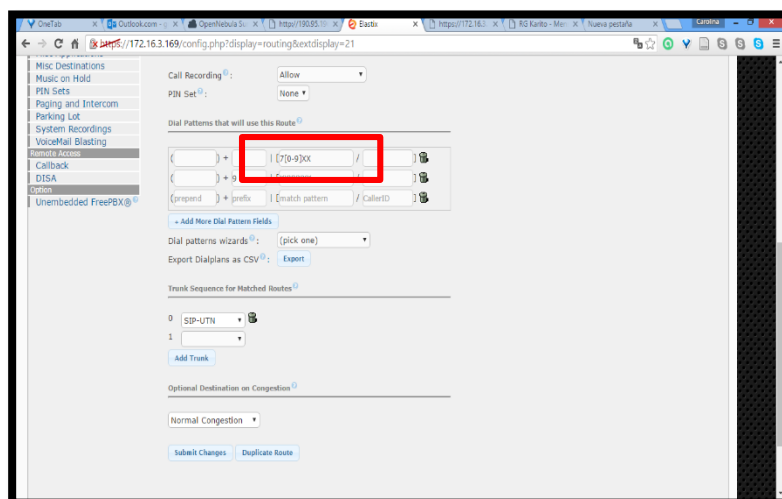
```

CONFIGURACIÓN DE LA RUTA DE SALIDA

- 1) Se configura el nombre de la ruta



- 2) Se configura los dígitos del plan de marcación del otro servidor, que en este caso es de 7[0-9]XX para poder acceder a todo el directorio de la Universidad.

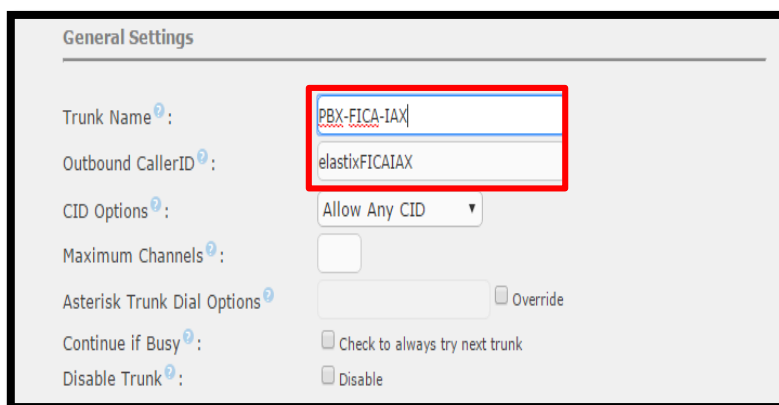


3) Se guardan los cambios y se aplica la configuración.

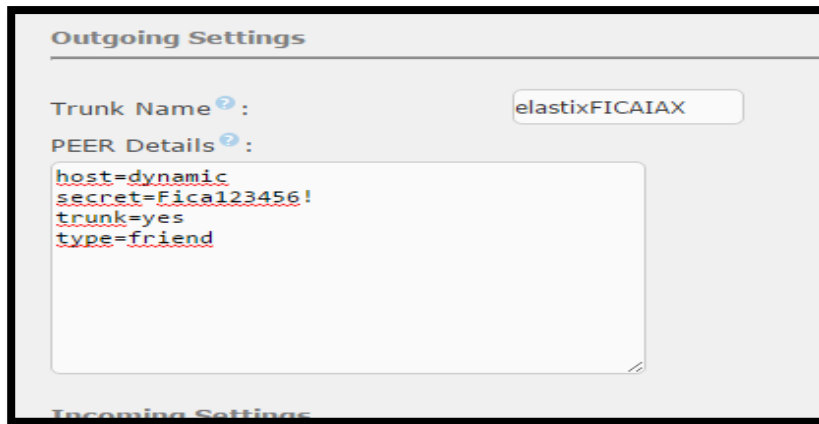
CONFIGURACIÓN DE TRONCAL IAX2 ENTRE PBX-FICA Y PBX-AHSVP

CONFIGURACIÓN DE TRONCAL PBX-FICA

- 1) Para realizar esta configuración se debe ir “PBX”, luego a “PBX configuration” y después a “Trunks”, y dar clic “Add IAX2 trunk”.
- 2) Configurar el nombre de la troncal y su caller ID.

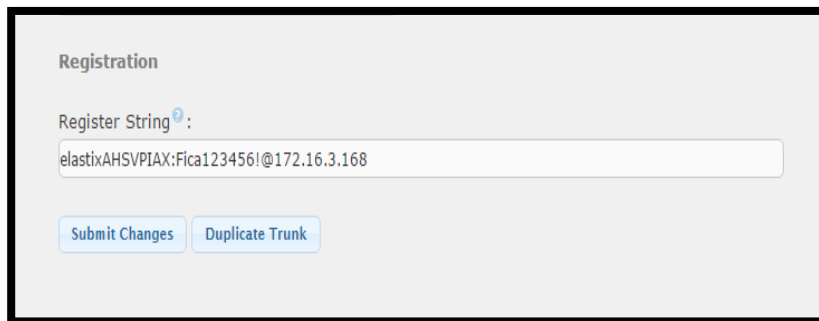


3) Se definen los términos como peer y se procede a configurar.

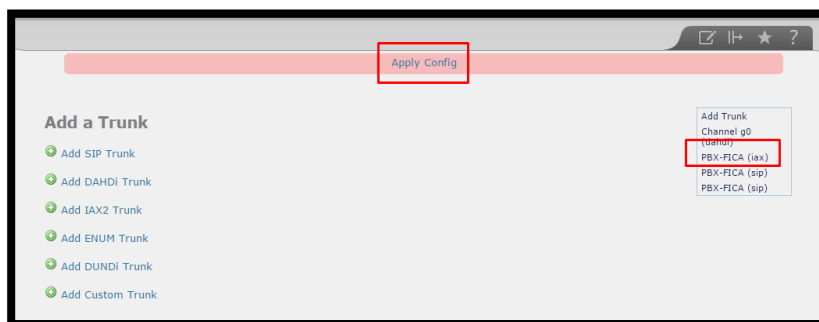


Nota: El término “secret” es el mismo para los dos servidores.

- 4) Se realiza el proceso de registro de la cadena con los parámetro de “caller ID” del otro servidor, el “secret” anteriormente planteado y la IP del otro servidor.

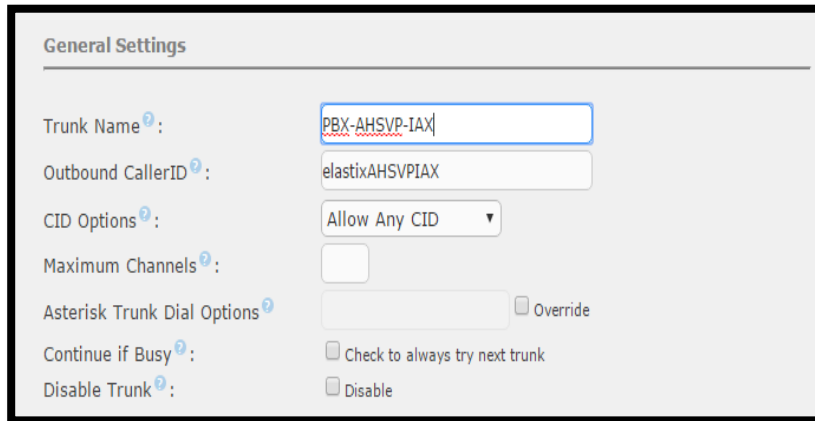


- 5) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.



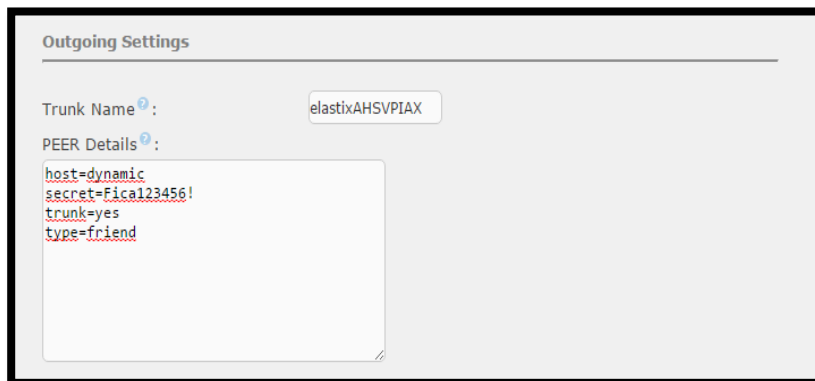
CONFIGURACIÓN TRONCAL PBX-AHSVP

- 6) Para realizar esta configuración se debe ir “PBX”, luego a “PBX configuration” y después a “Trunks”, y dar clic “Add IAX2 trunk”.
- 7) Configurar el nombre de la troncal y su caller ID.



The screenshot shows the 'General Settings' configuration page. The 'Trunk Name' field is set to 'PBX-AHSVP-IAX'. The 'Outbound CallerID' field is set to 'elastixAHSVPIAX'. The 'CID Options' dropdown is set to 'Allow Any CID'. The 'Maximum Channels' field is empty. The 'Asterisk Trunk Dial Options' field is empty, with an 'Override' checkbox. The 'Continue if Busy' checkbox is unchecked, with the label 'Check to always try next trunk'. The 'Disable Trunk' checkbox is unchecked, with the label 'Disable'.

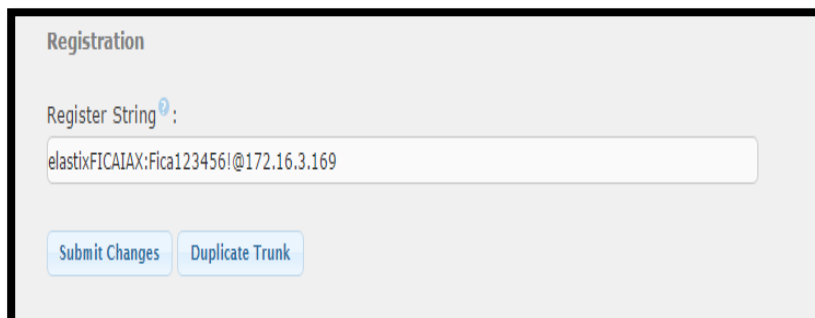
- 8) Se definen los términos como peer y se procede a configurar.



The screenshot shows the 'Outgoing Settings' configuration page. The 'Trunk Name' field is set to 'elastixAHSVPIAX'. The 'PEER Details' field contains the following text: `host=dynamic
secret=fica123456!
trunk=yes
type=friend`

Nota: El término “secret” es el mismo para los dos servidores.

- 9) Se realiza el proceso de registro de la cadena con los parámetro de “caller ID” del otro servidor, el “secret” anteriormente planteado y la IP del otro servidor.



The screenshot shows the 'Registration' configuration page. The 'Register String' field is set to 'elastixFICAIAAX:Fica123456!@172.16.3.169'. Below the field are two buttons: 'Submit Changes' and 'Duplicate Trunk'.

10) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.



PBX-FICA

11) Después se procede a registrar la cadena, ingresando a la consola con el comando “asterisk -rvvvddd”. Y luego se debe utilizar el comando “iax2 show registry”. Finalmente se mostrará el comando que muestra la IP de registro del otro servidor con la IP.

```
[root@ELASTIX ~]# asterisk -rvvv
Asterisk 11.17.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.17.1 currently running on ELASTIX (pid = 2461)
ELASTIX*CLI> iax2 show registry
lost          dnsmgr Username      Perceived      Refresh State
172.16.3.168:4569 N      elastixAHS 172.16.3.169:4569 60 Register
ed
IAX2 registrations.
ELASTIX*CLI> _
```

PBX-AHSVP

12) Después se procede a registrar la cadena, ingresando a la consola con el comando “asterisk -rvvvddd”. Y luego se debe utilizar el comando “iax2 show registry”. Finalmente se mostrará el comando que muestra la IP de registro del otro servidor con la IP.

```

[root@ELASTIX2 ~]# asterisk -rvvvd
Parsing /etc/asterisk/asterisk.conf
Seeding global EID '02:00:0a:18:08:a8' from 'eth0' using 'siocgifhwaddr'
Asterisk 11.17.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
S.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.17.1 currently running on ELASTIX2 (pid = 2425)
Core debug was OFF and is now 1
ELASTIX2*CLI> iax2 show registry
host                dnsmgr  Username      Perceived          Refresh State
172.16.3.169:4569    N       elastixFICA  172.16.3.168:4569  60  Register
red
IAX2 registrations.
ELASTIX2*CLI>

```

PBX-FICA

- 13) En el siguiente paso se definen los detalles de usuario, es decir hacia donde se quiere dirigir la llamada.

Incoming Settings

USER Context [?]:

USER Details [?]:

```

context=from-internal
host=172.16.3.168
insecure=very
type=friend

```

- 14) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.

Edit IAX Trunk

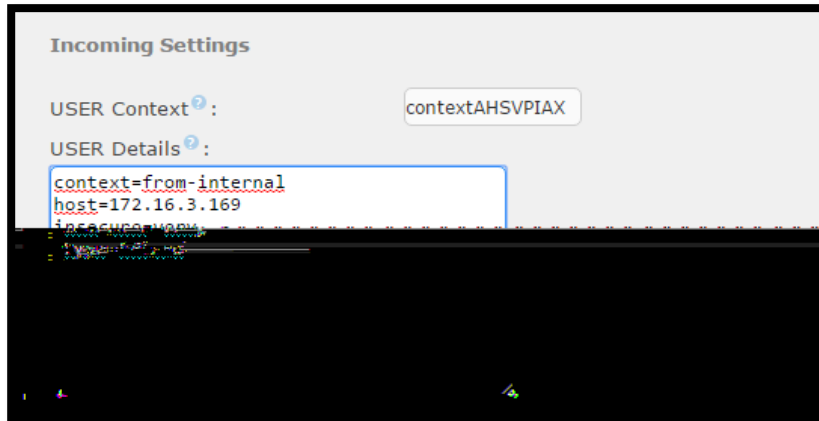
Delete Trunk PBX-FICA

WARNING: This trunk is not used by any routes! [?]

- Add Trunk
- Channel g0 (dahdi)
- PBX-FICA (iax)
- PBX-FICA (sip)
- PBX-FICA (sip)

PBX-AHSVP

- 15) En el siguiente paso se definen los detalles de usuario, es decir hacia donde se quiere dirigir la llamada.

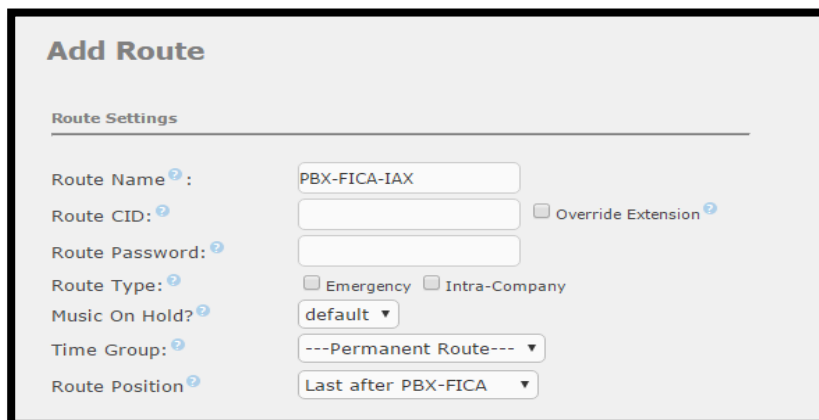


- 16) Se aplican los cambios en “submit”, para después aplicar los cambios en “Apply config”.



CONFIGURACIÓN RUTA DE SALIDA PBX-FICA

- 13) Se procede a configurar el nombre de la ruta de salida para el otro servidor.



14) Se configura los digitos del plan de marcación del otro servidor que en este caso es de 74XX.

Dial Patterns that will use this Route

(prepend) + prefix [79XX] / CallerID

+ Add More Dial Pattern Fields

Dial patterns wizards: (pick one)

15) Se añade la troncal que desea que salga por esa ruta y se aplican los cambios en “submit”.

Trunk Sequence for Matched Routes

0 PBX-FICA-IAX

1

2

Optional Destination on Congestion

Normal Congestion

Submit Changes Duplicate Route

16) Se aplican los cambios en “Apply Config” para que se ejecuten los cambios realizados.

Apply Config

Edit Route

Delete Route PBX-FICA-IAX

Route Settings

Add Route

- 9_outside
- elastixFICA
- PBX-FICA
- PBX-FICA-IAX

CONFIGURACIÓN RUTA DE SALIDA PBX-AHSVP

17) Se procede a configurar el nombre de la ruta de salida para acceder al otro servidor.

Add Route

Route Settings

Route Name:

Route CID: Override Extension

Route Password:

Route Type: Emergency Intra-Company

Music On Hold?:

Time Group:

Route Position:

18) Se configura los dígitos del plan de marcación del otro servidor, que en este caso es de 72XX.

Dial Patterns that will use this Route

(prepend) + prefix | / CallerID

[+ Add More Dial Pattern Fields](#)

Dial patterns wizards:

19) Se añade la troncal que desea q salga por esa ruta y se aplican los cambios en “submit”.

Trunk Sequence for Matched Routes

0

1

2

Optional Destination on Congestion

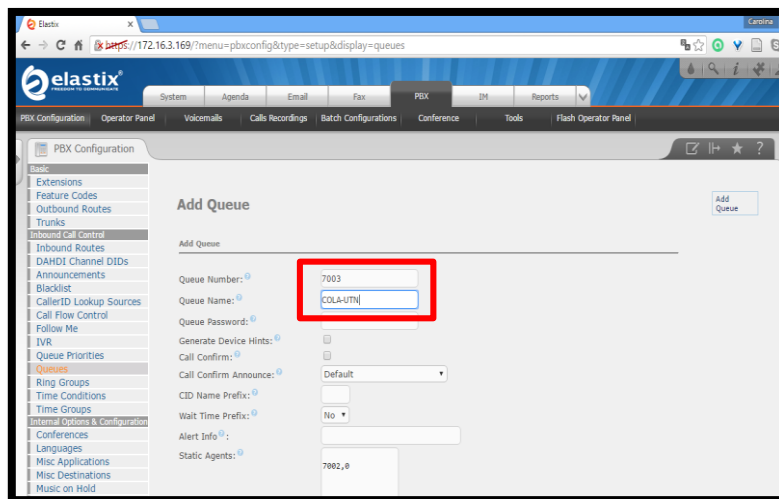
[Submit Changes](#) [Duplicate Route](#)

20) Se aplican los cambios en “Apply Config” para que se ejecuten los cambios realizados.

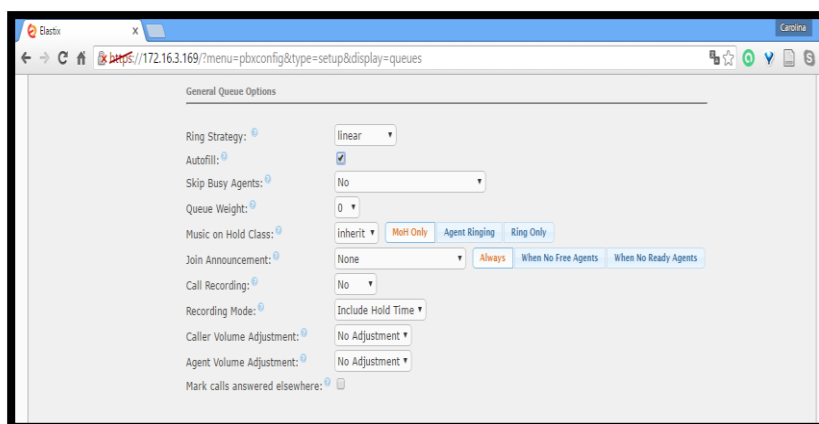


CONFIGURACIÓN DE COLAS

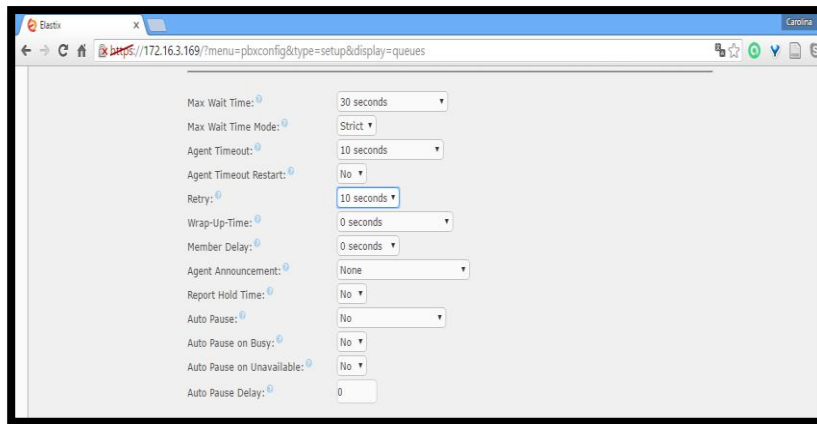
- 1) Para configurar la cola se dirige a “PBX-Configuration”, se procede a configurar el número de la cola en “Queue Number” y el nombre de la cola “Queue Name”.



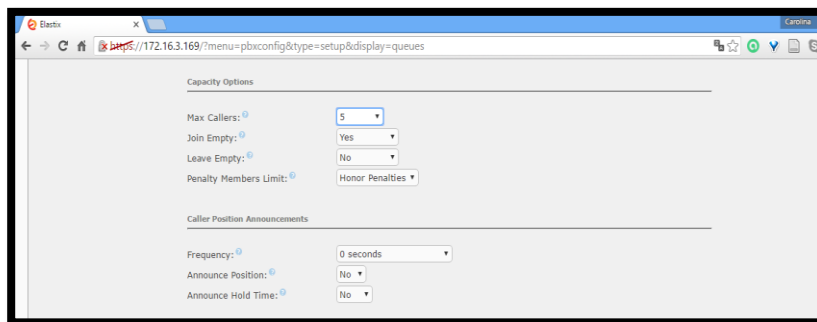
- 2) Se configura la estrategia de timbrado se escoge la opción “linear”.



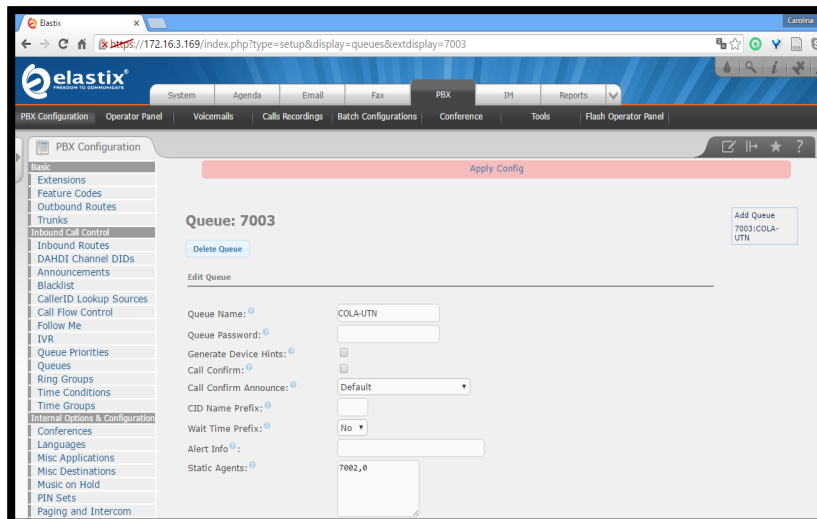
- 3) Se escogen los tiempos de espera que se desee según los requerimientos.



4) Se configura el número máximo de llamantes en “Max Callers”.

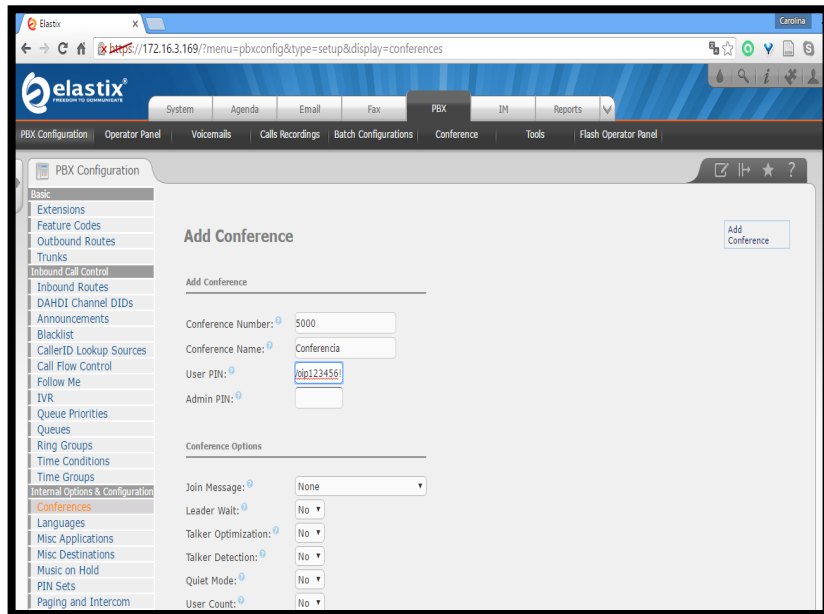


5) Finalmente se da clic en “submit” y se aplican los cambios.



CONFIGURACIÓN DE CONFERENCIA

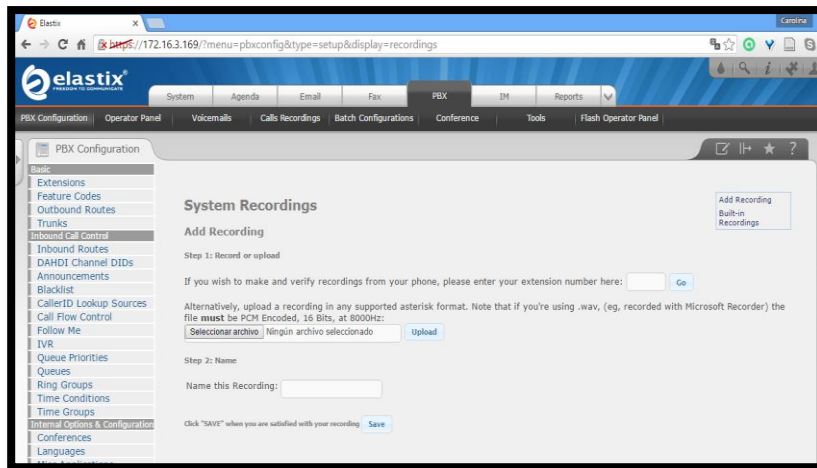
- 1) Se da clic en “PBX Configuration” y luego clic en “Conferences”.
- 2) Se configura el “Conference Number” el cual es el número al cual van a llamar para comunicarse; “Conference Name”, que es el nombre de la conferencia; “User PIN”, el cual es una contraseña para autenticarse a la conferencia.



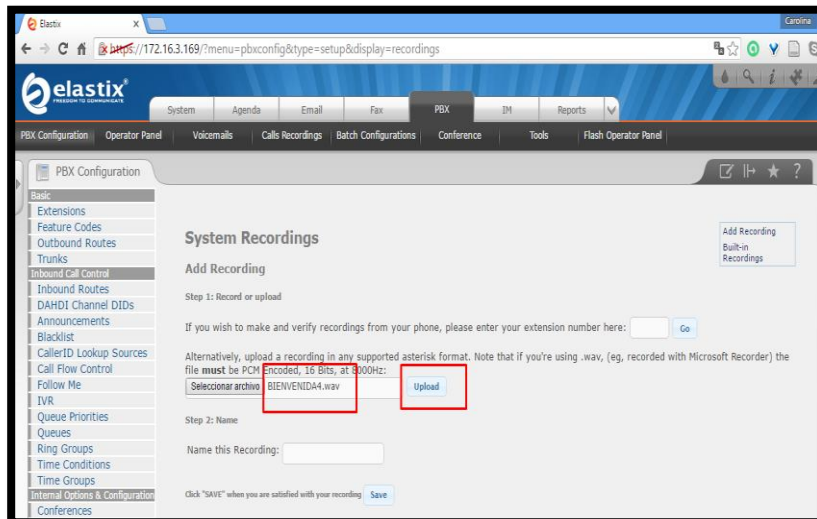
- 3) Finalmente se da clic en “Submit” y se guardan los cambios.

CONFIGURACIÓN DE IVR

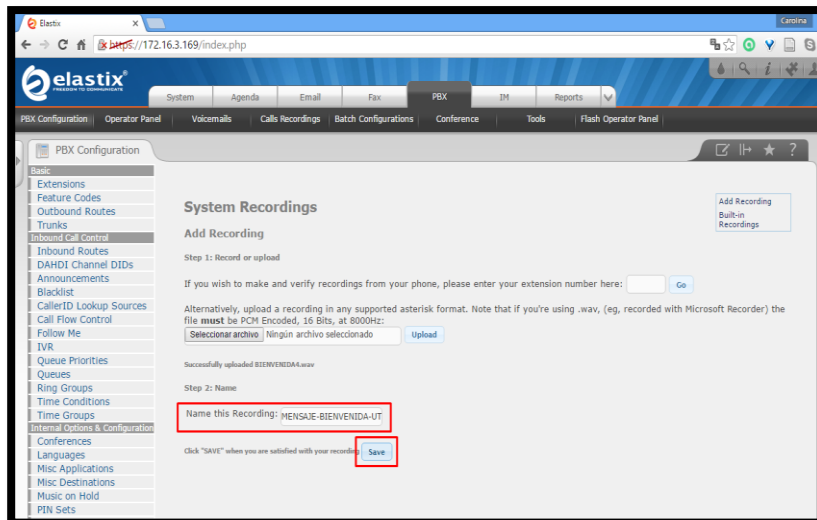
- 1) Se configura la grabación del sistema en formato PCM, 16 bits a 8000 Hz. Se lo puede efectuar configurando desde un teléfono IP en la primera opción y luego dar clic en “Go”, o la segunda opción seleccionar un archivo ya modulado en el anterior formato.



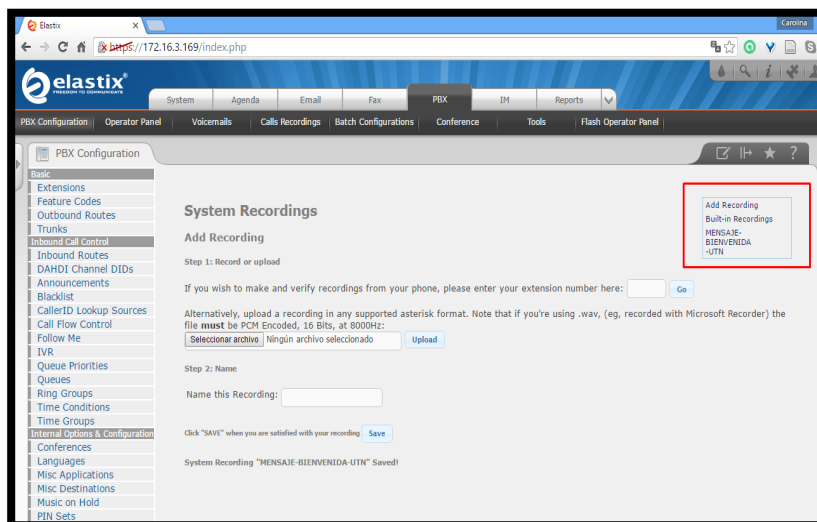
- 2) Se procede a realizar la configuración se selecciona la grabación y luego se da clic en “Upload”.



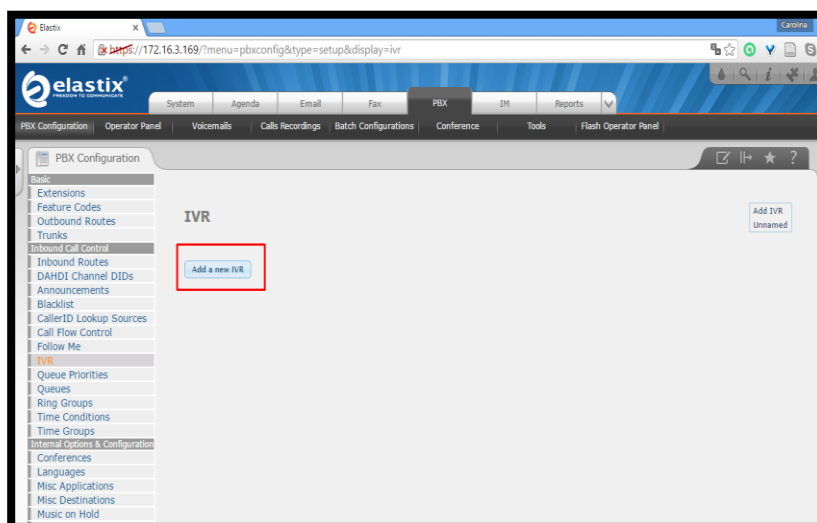
- 3) Una vez subida la grabación se le asigna un nombre y se guarda clic en “Save”.



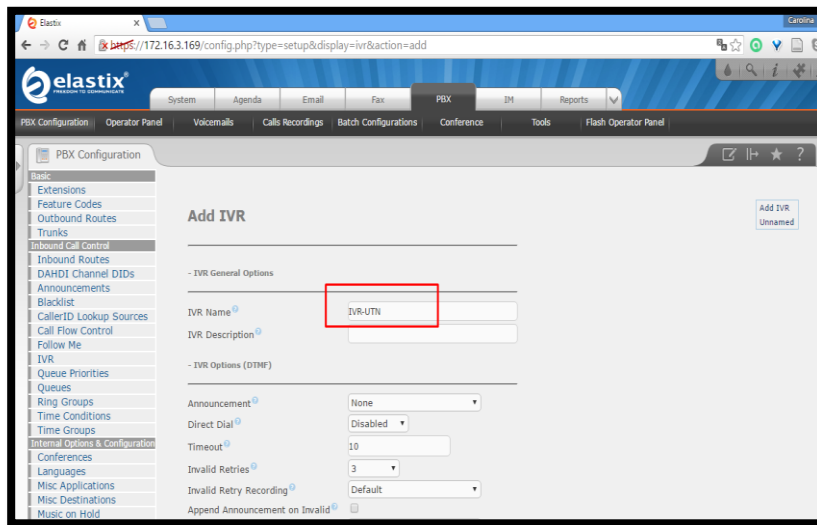
4) Finalmente se observa el archivo de grabación guardado en el servidor



5) Se procede a configurar el IVR, se da clic en “Add a new IVR”.

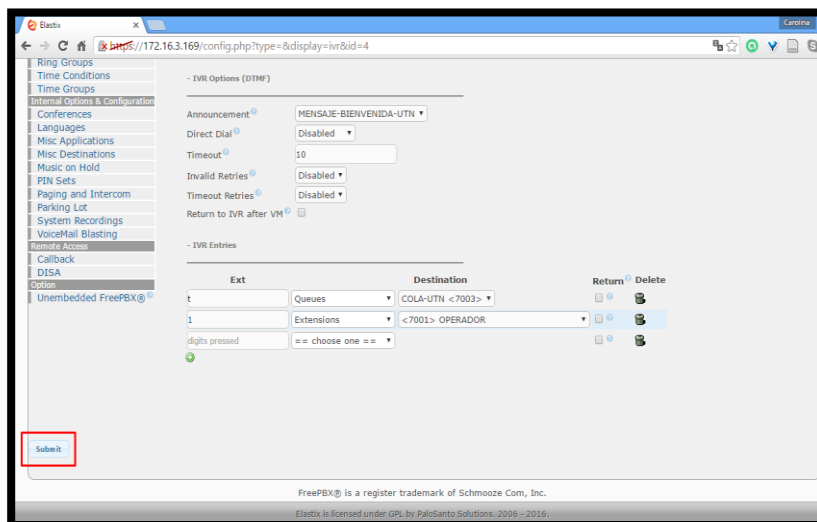


6) Se configura el nombre del IVR.



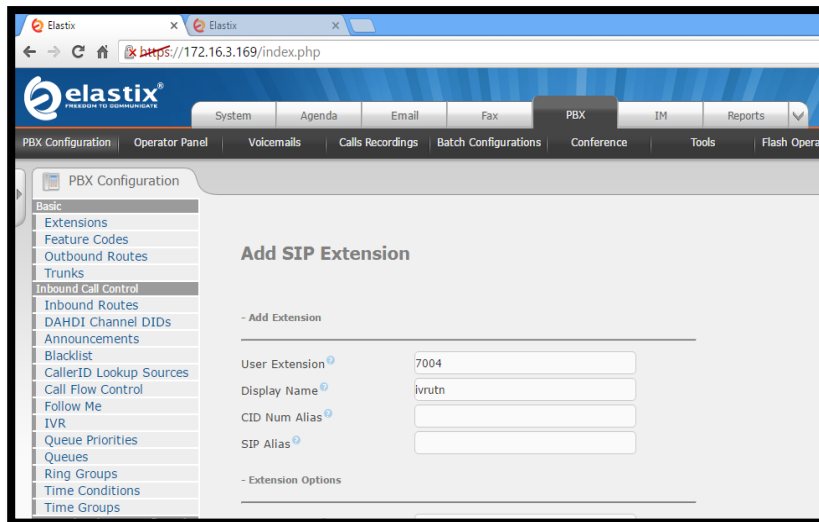
7) Se configura el anuncio de bienvenida, en donde se elige el que anteriormente se cargó. Además se escoge el tiempo de espera del mensaje de anuncio.

8) Se escogen las opciones a las cuales el IVR va a conmutar, se puede observar en la imagen la opción 1 se va a dirigir a la operadora. Y la opción t se va a dirigir a la cola de espera que se configuro anteriormente.

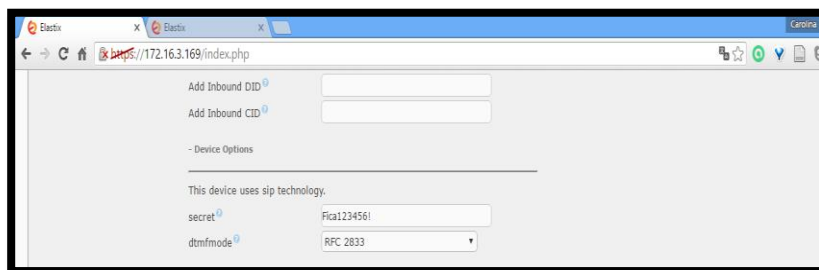


9) Finalmente se da clic en “Submit” para guardar la configuración efectuada.

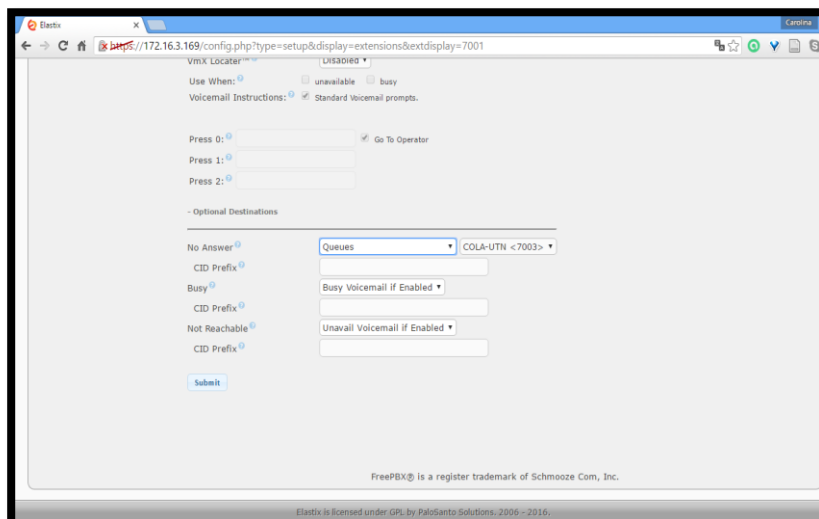
10) Se procede a anidar la extensión a la cual el IVR va a pertenecer, se configura el número y nombre de la extensión.



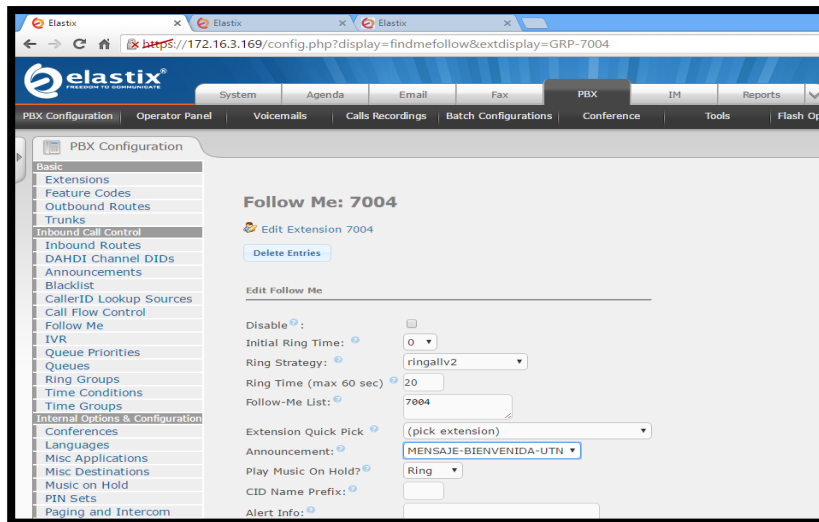
11) Se configura la clave “secret” de la extensión.



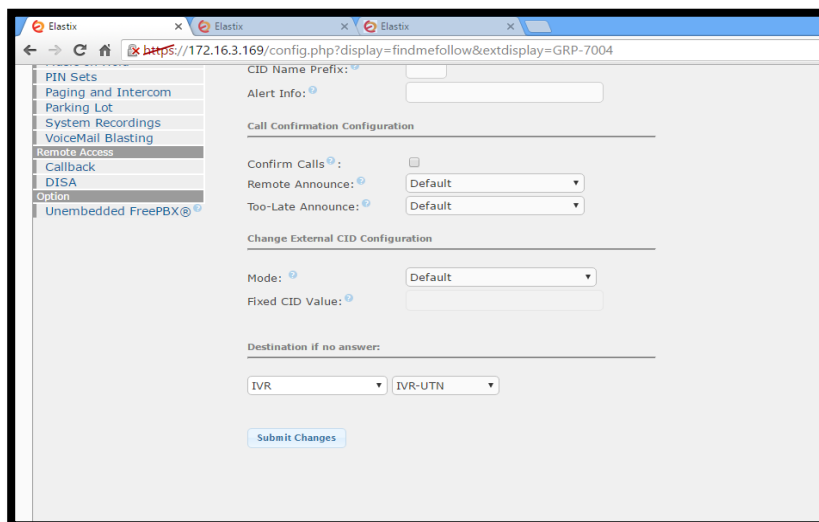
12) Después se configura la extensión para que sea más interactivo el funcionamiento del IVR en el caso de que no responda la llamada, se envía a una cola de espera, se guarda y aplica los cambios



13) Después que la extensión ya está configurada se da clic en “Add Follow Me”, donde se escoge la grabación.

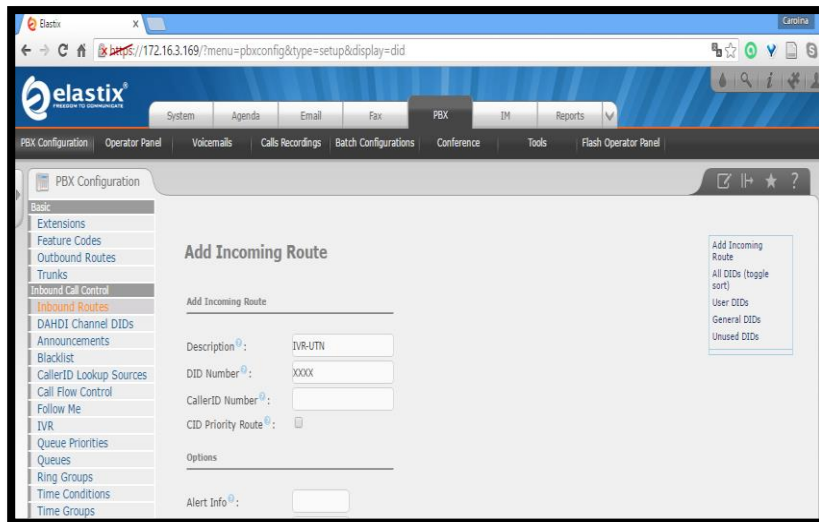


14) Se anida el IVR a la extensión y se guardan los cambios.

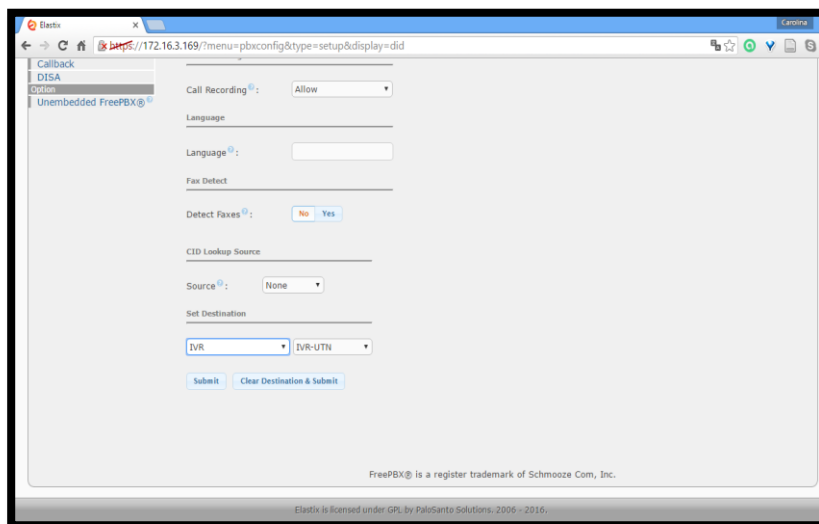


CONFIGURACIÓN DE LA RUTA DE ENTRADA

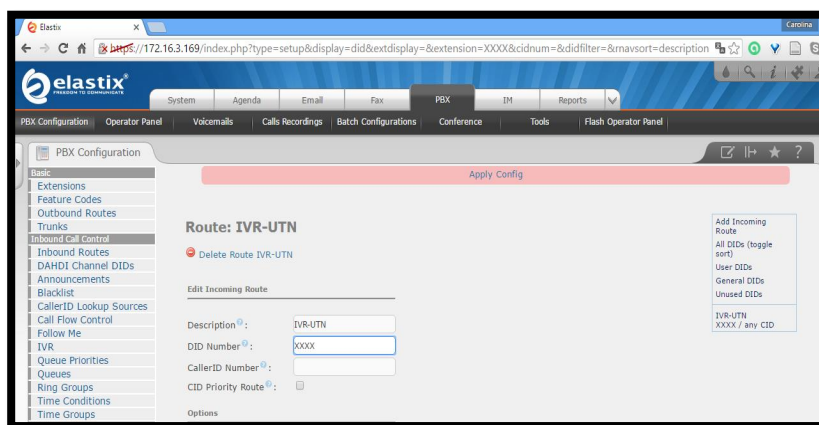
- 15) Para verificar la funcionalidad del IVR se lo realizará a través de la troncal para que del otro servidor le puedan efectuar una llamada. Por lo tanto se configura una ruta de entrada.
- 16) Se configuran el nombre de la ruta de entrada, el DID number que es el formato del número para pueda comunicarse a través de la troncal.



17) Se configura el destino de la ruta de entrada



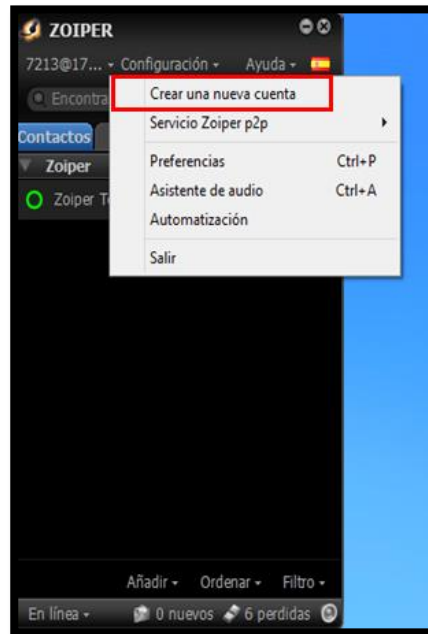
18) Se guarda la ruta y se aplican los cambios.



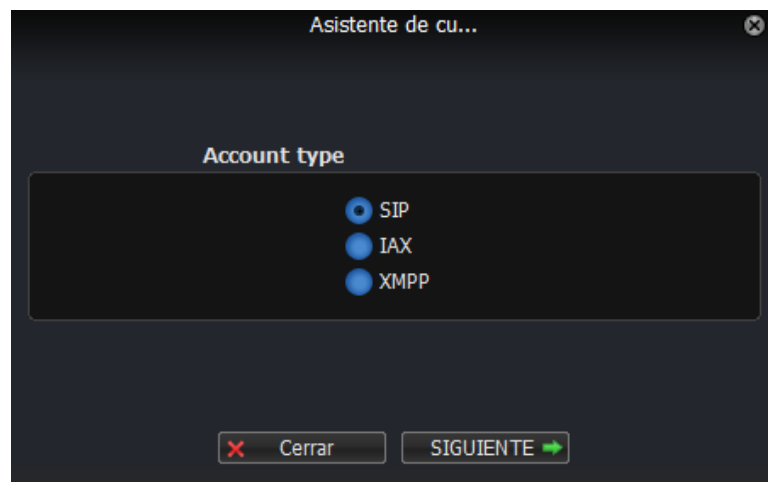
CONFIGURACIÓN ZOIPER SOFTWARE PARA COMPUTADORA

EXTENSIONES SIP

- 1) Se procede a configurar en el software zoiper la extensión asignada. Se dirigen a “Configuración”, y luego a “Crear una nueva cuenta”.



- 2) Sale el asistente de configuración, y procede a elegir el tipo de extensión en este caso se elige “SIP” y luego clic en “Siguiente”.



- 3) Se configura el usuario, la contraseña y la dirección IP del servidor y se da clic en “Siguiente”.

The screenshot shows a dark-themed window titled "Asistente de cuentas" (Account Assistant). The main heading is "Credenciales" (Credentials). There are three input fields: "user / user@host" with the value "7201", "Password" with a masked password of ten dots, and "Domain / Outbound proxy" with the value "172.16.3.169". At the bottom, there are two buttons: "Volver" (Back) with a left arrow and "SIGUIENTE" (Next) with a right arrow.

- 4) Se verifica el nombre de la cuenta y se procede a dar clic en “Siguiente”.

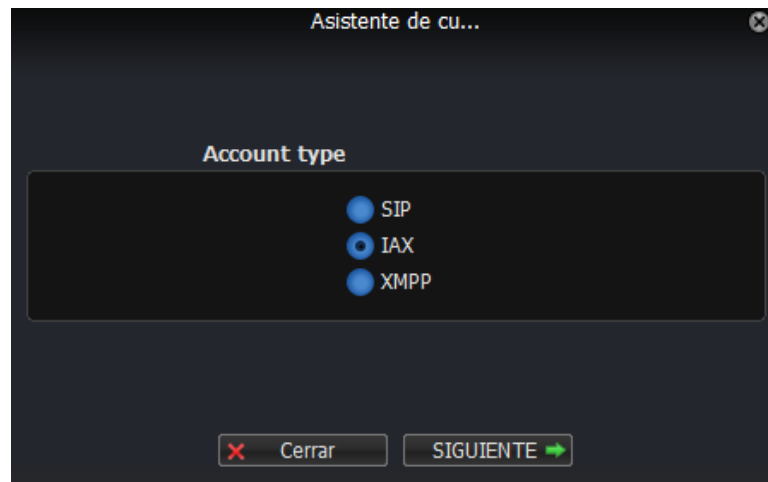
The screenshot shows the same "Asistente de cuentas" window, now at the "Account name" step. The "Account name" field contains the value "7201@172.16.3.169". Below the field is a checkbox labeled "Skip auto-detection" which is currently checked. At the bottom, there are two buttons: "Volver" (Back) with a left arrow and "SIGUIENTE" (Next) with a right arrow.

- 5) Finalmente se observa como se ha agregado la extensión.

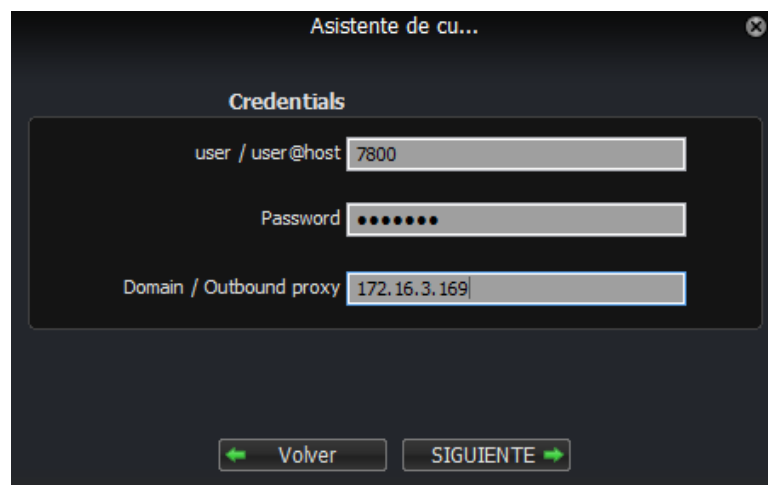
The screenshot shows the "Asistente de cuentas" window displaying a success message: "Su cuenta ha sido añadida a la lista de cuentas." (Your account has been added to the list of accounts). At the bottom, there are two buttons: "Add more" with a plus sign and "Cerrar" (Close) with a red X.

EXTENSIÓN IAX

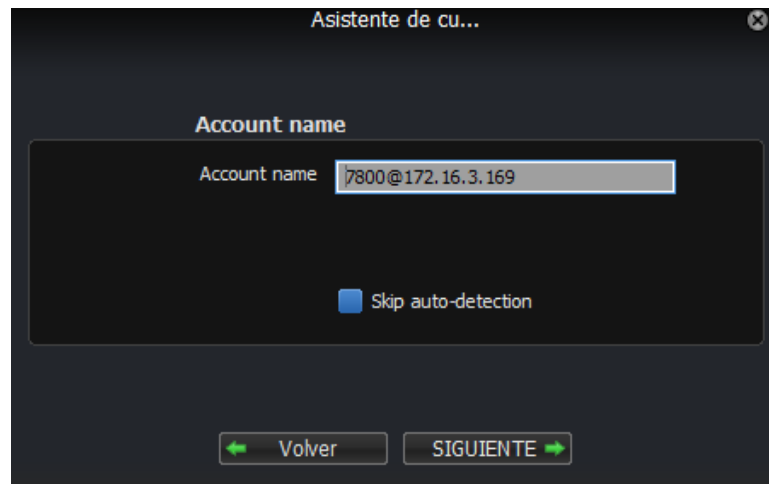
- 1) Se procede a elegir el tipo de extensión en este caso se elige “IAX” y luego clic en “Siguiete”.



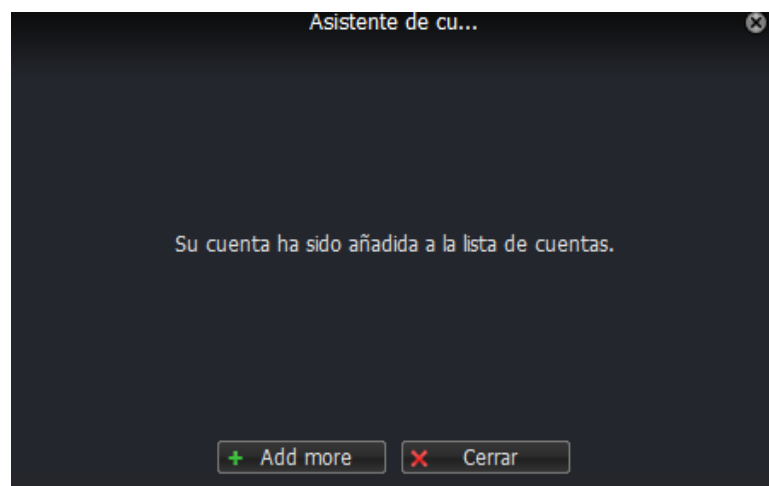
- 2) Se configura el usuario, la contraseña y la dirección IP del servidor y se da clic en “Siguiete”.



- 3) Se verifica el nombre de la cuenta y se procede a dar clic en “Siguiete”.



4) Finalmente se observa como se ha agregado la extensión.



ANEXO J: DESCRIPCIÓN DE VALOR DE EQUIPOS



Vallejos Garzón Kleimer Esteban
R.U.C. 1002167003001
Autorización SRI: 1116088058

MATRIZ IBARRA: Dr. Marco Nicolalde 4-22 y Brasil / Teléfono: 062 957 127 ext. 101 / 062 953 686
QUITO: Gaspar de Villaroel y 6 de Diciembre Edif. Parque Real, Torre Cipress 5 Dpto 41 Teléfono
AMBATO: Av. Los Shyris 2239 y Luis Cordero / Teléfono: 032 850037
www.sinfotecnia.com

001 - 001
FACTURA N° 0002323

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Suñer: Similán Diego Germán • CODIGRAF • Ibarra • Tel: 2606 416 • RUC: 1002409366001 • AUI: 9015 del 2226 al 2325 • Fecha de Imp.: 16 de Diciembre del 2014, Codico: 16/Diciembre/2015 Orig

Cliete: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE Fecha: 16/07/2015 Telf.: 2 997-800
Dirección: Av. 17 de Julio RUC. / Cl.: 1060001070001

DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNITARIO	P. TOTAL
HP DL360 Gen9 E5-2630v3 Base SAS Svr (1) Intel Xeon E5-2630v3 8-Core (2.40GHz) / 20MB L3 Cache /32GB (1 2x 16GB) DDR4 2133MHz RDIMM / HP 1Gb Ethernet 4-port 331i Adapter / Smart Array P440ar/2G Controller Module (RAID 0/1/1+0/5/5+0/6/6+0)/ (8) SFF SAS/SATA HDD bahias / (2) slots PCIe 3.0 / 500W Flexible Slot Platinum Hot Plug Power Supply / (5) Ventiladores Hot Plug Redundantes/ Rack (1U) /3 años en piezas, mano de obra, on site S/N: MXQ51500K9 / MXQ51704F7 / MXQ51704F9	3	9219,33	27357,99
Adicional Incluye: 3 Monitores de 18,5 LED S/N: 410NDUN8A310/ 504NTMX1E307/ 504NTRX1E314 (Incluye mouse y teclado por servidor) 1 Unidad de DVD por server S/N: MXQ51604H4 / MXQ51604H6 / MXQ51604H5 1 Contrato de Garantía extendida 24 x 7 por server 3 Discos Duros HP 600GB 6G SAS 10K 2.5in SC ENT por server S/N: 6C3511E0FN / 6C3511E0FU / 6C3511E0FV / 6C3511E07J / 6C3511E06K / 6C3511E07K / 6C3511E07H / 6C3511E06M / 6C3511E06L Rack de servidores para montaje	1	1235,61	1235,61

SON: Treinta y dos mil veinte y cuatro con 83/100

DEBO Y PAGARE A FAVOR DE SINFOECNIA EN EL PLAZO QUI ESTIPULADO EL VALOR CONSTANTE EN ESTA FACTURA POR LA MERCADERIA DETALLADA EN LA MISMA, RECIBIDA EN ESTA FACTURA A TOTAL SATISFACCION, EN CASO DE MORA RECONOCERE ADEMAS INTERES CALCULADO A LA EPOCA EN QUE SE FECTUE EL PAGO EFECTIVO.
 RENUNCIO DOMICILIO Y ME SUJETO A LOS JUECES COMPETENTES DE LA CIUDAD DE IBARRA Y A TRAMITE DEL JUICIO EJECUTIVO O VERBAL SUMARIO A ELECCION DEL ACTOR.

RUC 1002167003001

FIRMA AUTORIZADA

TOTAL IMPONIBLE	28593,60
TOTAL NO IMPONIBLE	
DESCUENTO	
I.V.A 12%	3431,23
TOTAL \$.	32024,83

DOCUMENTO CATEGORIZADO:NO

RECIBI CONFORME



POTENTE LAPTOP HP ENVY I7
6700+8GB+1TB+DVD+TEC.NUMERIC

Referencia HP ENVY 15T-BTO (WW8B)

Condición: Renovado

Sistema Operativo Windows 10 (Pre Instalado) | Procesador Intel Core i7-6700HQ 2.6GHz a 3.5GHz
| Memoria Ram 8GB - DDR3 | Disco Duro 1.000 GB - 5400RPM | Pantalla LED 15.6" (1366x768)
| Tarjeta Gráfica Intel HD Graphics 530

\$944,00 impuestos inc. [AÑADIR AL CARRITO](#)

CANTIDAD 20 artículos

Referencia: <https://www.novicompu.com/hp/2543/potente-laptop-hp-envy-i7-67008gb1tbvdtecnumeric.html>

ANEXO K: VALOR DE LA REMUNERACIÓN BÁSICA PÁGINA OFICIAL DEL MINISTERIO DE TRABAJO

COMISIÓN SECTORIAL No. 12 "TECNOLOGÍA: HARDWARE Y SOFTWARE (INCLUYE TIC'S)"				
RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA:		1.- INFORMÁTICA Y ACTIVIDADES CONEXAS		
		2.- TÉCNICOS EN TELECOMUNICACIONES Y COMPUTACIÓN (TÉCNICOS EN PROGRAMACIÓN Y SOFTWARE-TÉCNICOS EN HARDWARE)		
		3.- OTROS SERVICIOS RELACIONADOS CON TECNOLOGÍA: HARDWARE Y SOFTWARE (INCLUYE TIC'S)		
CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2016
PROGRAMADOR SEMI SENIOR DE SOFTWARE	C1		1210000000007	393.49
TÉCNICO DE REDES DE DATOS	C2		1209642000015	392.02
TÉCNICO EN MANTENIMIENTO DE COMPUTADORAS	D2		1209642000025	392.02
TÉCNICO DE CENTRALES TELEFÓNICAS	C2		1209642000027	392.02
TECNICO DE TRANSMISIONES	C2		1209642000028	392.02
TÉCNICO CONETORIZADOR DE EQUIPO	C2		1209642000029	392.02
TÉCNICO EN SISTEMAS SATELITALES	C2		1220000000008	392.02
TÉCNICO EN CABLEADO ESTRUCTURADO	C2		1220000000009	392.02
TÉCNICO EN SEGURIDAD ELECTRÓNICA	C2		1220000000010	392.02
PROGRAMADOR JUNIOR DE SOFTWARE	C3		1230000000011	390.56
TÉCNICO DE HELP DESK	D1		1220030002003	389.10
TECNICO DE PLANTA EXTERNA / CABLISTA / INSTALADOR	D2		1209642000033	387.63
ASISTENTE/ AYUDANTE/ INSTALADOR AUXILIAR DE TELECOMUNICACIONES	D2		1209642000034	387.63
TÉCNICO EN ENSAMBLAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE COMPUTACIÓN Y ELECTRÓNICOS	D2		1220030001002	387.63
ASISTENTE /AYUDANTE/AUXILIAR /INSTALADOR DE SISTEMAS	D2		1220000000012	387.63
OPERADOR DE LOCUTORIO / CYBER / CENTRO DE LLAMADAS	E2		1209642000023	384.70

Referencia: <http://www.trabajo.gob.ec/biblioteca/>

ANEXO L: PLANES DEL SERVICIO DE INTERNET DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES.

Plan	Tarifa sin impuestos	Tarifa con impuestos	Velocidad de baja	Velocidad de subida	Inscripción
Plan 5 Mbps	\$ 24,90	\$ 27,89	5 Mbps	2 Mbps	\$ 50,00
Plan 10 Mbps	\$ 36,00	\$ 40,32	10 Mbps	3 Mbps	\$ 50,00
Plan 15 Mbps	\$ 49,90	\$ 55,89	15 Mbps	3 Mbps	\$ 50,00
Plan 25 Mbps	\$ 80,00	\$ 89,60	25 Mbps	5 Mbps	\$ 50,00
Plan 50 Mbps	\$ 110,00	\$ 123,20	50 Mbps	5 Mbps	\$ 50,00
Plan 100 Mbps	\$ 180,00	\$ 201,60	100 Mbps	10 Mbps	\$ 50,00

Referencia <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/fibra-optica-para-hogares/>

ANEXO M: ABSTRAT

ABSTRACT

The present study implicates a new solution of telecommunication for IP telephony service which is based on the Cloud Computing, which allows to get an option for communications for the “Universidad Técnica del Norte”.

For the initiation of this research it was begun with the theoretical bases of all relevant to the designing, so the parameters that involve the use of services in the cloud as the theoretical basis for IP telephony.

The analysis was performed, based on the IEEE 29148 standard for selecting virtualization platform and IP telephony software and then the IP telephony was designed through cloud computing.

In the IP telephony design, the dimensioning of IP telephony was developed through the cloud, it considered the capacity instance, bandwidth, traffic flow and the number of trunks, for the analysis of these parameters the information updated of the University about telephony IP was obtained, then it was proceed to configure in the Cloud platform.

Then the service performance tests were made to observe the behavior that this has through this infrastructure, and finally the viability of the project was verified with the analysis cost-benefit.

