



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**TÍTULO: “MIGRACIÓN DE LA TELEFONÍA IP DE UNA PLATAFORMA  
PROPIETARIA A UNA PLATAFORMA BAJO SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX  
PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE  
COMUNICACIÓN**

**Autor: KARLA GABRIELA QUELAL TABOADA**

**Director: Ing. CARLOS VÁSQUEZ AYALA**

Ibarra a 24, julio de 2014



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

### **BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

## **AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR**

## **DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

### **▪ IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional 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**

<b>CÉDULA DE IDENTIDAD</b>	<b>100239537-2</b>
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>QUELAL TABOADA KARLA GABRIELA</b>
<b>DIRECCIÓN</b>	<b>IBARRA, JOSÉ DOMINGO ALBUJA 4-62</b>
<b>E-MAIL</b>	<b><a href="mailto:karlita_081087@hotmail.com">karlita_081087@hotmail.com</a></b>
<b>TELÉFONO FIJO</b>	<b>062607618</b>
<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	<b>0998626865</b>

## **DATOS DE LA OBRA**

<b>TÍTULO</b>	<b>MIGRACIÓN DE LA TELEFONÍA IP DE UNA PLATAFORMA PROPIETARIA A UNA PLATAFORMA BAJO SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b>
<b>AUTOR</b>	<b>KARLA GABRIELA QUELAL TABOADA</b>
<b>FECHA</b>	<b>24 DE JULIO DE 2014</b>
<b>PROGRAMA</b>	<b>PREGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE SE ASPIRA</b>	<b>INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN</b>
<b>DIRECTOR</b>	<b>ING. CARLOS VÁSQUEZ</b>


### **▪ AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Karla Gabriela Quelal Taboada, con cédula de identidad Nro. 100239537-2, en calidad de autor 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.

## DECLARACIÓN

Manifiesto (manifestamos) que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que soy (somos) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales; por lo que asumo (asumimos) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré (saldremos) en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13... días del mes de Febrero... de 2015....




KARLA GABRIELA QUELAL TABOADA  
1002395372

**CERTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Certifico que el presente trabajo de titulación "MIGRACIÓN DE LA TELEFONÍA IP DE UNA PLATAFORMA PROPIETARIA A UNA PLATAFORMA BAJO SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE" fue desarrollado por KARLA GABRIELA QUELAL TABOADA, bajo mi supervisión.

manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad intelectual del Ecuador 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado "MIGRACIÓN DE LA TELEFONÍA IP DE UNA PLATAFORMA PROPIETARIA A UNA PLATAFORMA BAJO SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE", que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO EN ELECTRONICA Y REDES DE COMUNICACIÓN en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor no reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

  
Ing. Carlos Vásquez  
DIRECTOR DE TESIS

Fecha, a los ... días del mes de ... de 20...



KARLA GABRIELA QUELAL TABOADA  
1002305372

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

Yo, KARLA GABRIELA QUELAL TABOADA, con cédula de identidad Nro. 1002395372, 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 autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“MIGRACIÓN DE LA TELEFONÍA IP DE UNA PLATAFORMA PROPIETARIA A UNA PLATAFORMA BAJO SOFTWARE LIBRE GNU/LINUX PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 13 días del mes de Febrero de 2015.



KARLA GABRIELA QUELAL TABOADA  
1002395372

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y porque gracias a Él, estoy culminando una etapa muy importante de mi vida.

A mi familia quienes estuvieron a mi lado, apoyándome.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte y a todos mis docentes por brindarme los conocimientos adquiridos a lo largo de estos años de estudio.

A mis docentes y amigos, ingenieros: Carlos Vásquez y Jaime Michilena por su paciencia, comprensión; por su tiempo en este proceso y por la amistad brindada, haciendo de mí una mejor persona con conocimientos teóricos y lo más importante valores humanos que me ayudarán a lo largo de la vida. También al Econ. Diego Taboada por su ayuda para poder elaborar el capítulo del análisis financiero.

Mi agradecimiento más sincero para un excelente y gran amigo Ing. Daniel Guevara, por toda su ayuda y el conocimiento transmitido para poder culminar este proyecto.

Y finalmente a todos mis amigos, que diariamente compartieron conmigo. Gracias por todas las locuras y experiencias vividas.

Karla

## DEDICATORIA

Al mejor ejemplo de mujer, mi mamita:

Zoilita Taboada

Porque ella día a día ha luchado por mí y me ha apoyado incondicionalmente, por confiar en mis capacidades; por sus oraciones y por todo su amor.

Al recuerdo de mi padre:

Carlitos Quelal

Porque su espíritu y amor han guiado mis pasos. Él ha sido esa estrella en el cielo que solo me conformo con verla brillar.

A mis hermanos:

Santiago y William

Que han sido, para mí, amigos y los mejores padres, gracias por ese ejemplo de superación, gracias a su apoyo, dedicación, comprensión, cariño y respeto.

Karla



# INTRODUCCIÓN

En este trabajo de titulación se realizará la: Migración de la Telefonía IP de una plataforma propietaria a una Plataforma Bajo Software Libre GNU/LINUX para la Universidad Técnica Del Norte. Está dividido en seis capítulos que nos llevarán a tener el diseño de la implementación realizada.

El primer capítulo incluirá toda la fundamentación teórica necesaria sobre tecnologías y términos que se utilizará en el diseño y la implementación del sistema de Telefonía bajo una plataforma GNU/LINUX.

En el segundo capítulo se realizará un estudio de la situación actual del sistema de telefonía IP en la UTN, mediante la plataforma propietaria Cisco. Aquí se incluirá todos los estudios para poder tener la información necesaria que ayudara a comenzar con nuestro diseño e implementación.

Una vez obtenida la información de la situación actual de la telefonía IP en la UTN, mediante la norma IEEE-830 SRS de comparación de software, se determinará el mejor software para la implementación del nuevo sistema con el que se dará inicio a la migración.

Cuando hayamos finalizado el estudio de la situación actual de la Telefonía IP y también la comparación de los software, comenzaremos con el diseño de la migración, seguidamente se hará la implementación y se terminará realizando pruebas de funcionamiento que determinen el correcto funcionamiento del sistema.

Finalmente se hará un análisis costo beneficio sobre nuestro proyecto y se incluirán manuales de configuración, usuarios y todos los anexos necesarios que sirvan para justificar este proyecto.

El objetivo de este proyecto es migrar el servicio de telefonía IP de una plataforma CISCO (propietaria) a una plataforma bajo software libre GNU/LINUX, utilizando la infraestructura de red de datos de la Universidad Técnica del Norte (UTN), que permita la integración de servicios y el mejoramiento de las comunicaciones, creando un sistema escalable, flexible, seguro, libre de licenciamiento. Además la UTN se involucrará a las comunicaciones unificadas como una tecnología de futuro.

## **ABSTRACT**

In this work of awarding of title it will realize: Migration of Telephony IP from a proprietary Platform to a platform under Free Software GNU/LINUX for Technical North University. It's divided into six chapters that will lead us to have the design of the realized implementation.

The first chapter will include the whole theory necessary foundation on technologies and terms that will be used in the design and the implementation of the system of Telephony under a platform GNU/LINUX.

In the second chapter will come true a present day study of the situation of the system of telephony IP in the UTN, through the proprietary platform Cisco. Here all the education to be able to have the necessary information that will help to begin with our design and implementation will be included.

An obtained time the information of the present day situation of telephony IP in the UTN, by means of the standard IEEE-830 SRS of comparison of software start will determine to the migration the best software for implementation of the new system it will take place with.

When we had finalized the present day study of the situation of Telephony IP and also the comparison of them the software, we will start with the design of migration, will straight away become the implementation and it will run out accomplished performance testing that determine the correct functioning of the system.

Finally be done a cost-benefit analysis on out project and manuals of configuration, users and all the necessary annexes that are useful for justifying this project will be included.

The objective of this project is to migrate the service of telephony IP of a platform Cisco to a platform under freeware Elastix, using the infrastructure of net of data of the UTN, that it enables the integration of services add the improvement of communications, creating a system climbable, flexible, sure, free of dismissal. Besides the UTN will get involved to the unified communications like a technology of future.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
DATOS DE LA OBRA.....	iii
DECLARACIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CERTIFICACIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	xv
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xix
1. CAPÍTULO I:.....	20
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE VOZ IP Y TELEFONÍA IP.....	20
1.1. PROTOCOLO INTERNET (IP).....	20
1.1.1. Formato de cabecera IP .....	20
1.2. VOZ SOBRE IP (VOIP) .....	23
1.3. TELEFONÍA SOBRE IP .....	24
1.4. TERMINALES PARA TELEFONÍA IP .....	25
1.5. DIFERENCIAS ENTRE VoIP Y TELEFONÍA IP .....	27
1.6. PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN .....	28
1.6.1. H.323 .....	28
1.6.2. SIP (Session Initiation Protocol) .....	31
1.6.3. IAX (Inter Asterisk eXchange).....	38
1.7. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE.....	41
1.7.1. Protocolo RTP (Real-time Transport Protocol).....	42
1.7.2. Protocolo RTCP (Real-time Transport Control Protocol).....	42
1.7.3. Uso del protocolo RTP + RTCP .....	43
1.8. CÓDECS DE VOZ PARA TELEFONÍA IP .....	44
1.8.1. Tipos de Códecs.....	44

1.9.	SOFTWARE DE APLICACIÓN PARA TELEFONÍA IP .....	46
1.9.1.	Asterisk.....	46
1.9.2.	Elastix .....	47
1.9.3.	Trixbox.....	48
1.10.	CENTRALES TELEFÓNICAS.....	49
1.10.1.	IP-PBX .....	49
1.10.2.	Dimensionamiento de Sistemas Telefónicos IP .....	50
1.10.3.	Teoría de Tráfico.....	52
1.10.4.	Estudio de Erlang.....	53
1.11.	PROBLEMAS DE LA TELEFONÍA IP.....	54
1.11.1.	Retardo.....	54
1.11.2.	Jitter.....	54
1.11.3.	Pérdida de paquetes .....	55
1.11.4.	Eco .....	55
1.12.	CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LA VOZ .....	56
1.12.1.	Modelos de QoS .....	57
1.12.2.	Clasificación y Marcaje .....	59
1.12.3.	Fronteras de Confianza .....	62
1.12.4.	Métodos de Encolamiento .....	62
1.12.5.	Prevención de Congestión.....	63
2.	CAPÍTULO II: .....	65
SITUACIÓN ACTUAL DE TELEFONÍA IP EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. ....		65
2.1.	INTRODUCCIÓN .....	65
2.2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED TELEFÓNICA IP .....	65
2.3.	TOPOLOGÍA DE RED LÓGICA DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP .....	66
2.3.1.	Diagrama de Topología Lógica de Telefonía IP de la UTN.....	68
2.4.	INFRAESTRUCTURA DE RED DE TELEFONÍA IP EN LA UTN .....	69
2.4.1.	Cisco Communications Manager (CUCM) .....	69
2.4.2.	Gateway de Voz Cisco 3800 .....	83
2.4.3.	IVR (Interactive Voice Response) .....	83
2.5.	EQUIPOS TERMINALES .....	84
2.5.1.	Teléfonos Cisco.....	85
2.5.2.	Fax ATA 186.....	106

2.6.	TRÁFICO DE TELEFONÍA IP .....	108
2.6.1.	Establecimiento de la Hora Pico de Tráfico.....	108
2.6.2.	Análisis de la Hora de Tráfico en la Universidad Técnica del Norte.....	108
2.6.5.	Códecs .....	114
2.6.6.	Protocolos de Señalización.....	115
2.7.	REQUERIMIENTOS A FUTURO .....	115
3.	CAPÍTULO III:.....	118
	ESTUDIO COMPARATIVO DE ELASTIX, TRIXBOX Y ASTERISK.....	118
3.1.	INTRODUCCIÓN .....	118
3.2.	ESPECIFICACIÓN DEL SOFTWARE BASADOS EN LA NORMA IEEE-830 SRS.....	118
3.2.1.	Introducción de la norma IEEE-830 SRS .....	118
3.2.2.	Descripción General .....	121
3.2.3.	Restricciones .....	121
3.3.	ELECCIÓN DEL SOFTWARE.....	126
3.3.1.	Establecimiento del valor de los Requerimientos.....	126
3.3.2.	Tabla Comparativa de Software .....	129
3.3.3.	Calificación del Software a utilizarse.....	130
4.	CAPÍTULO IV:.....	132
	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE TELEFONÍA IP BAJO LA PLATAFORMA GNU/LINUX.....	132
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	132
4.2.	DISEÑO DE LA MIGRACIÓN DE TELEFONÍA IP .....	132
4.2.1.	Descripción del diseño de la Central de Voz .....	133
4.3.	DIMENSIONAMIENTO DE LAS APLICACIONES DE ELASTIX.....	153
4.4.	APLICACIONES DE ELASTIX .....	153
4.4.1.	Voicemail .....	153
4.4.2.	Grupo de Llamada .....	154
4.4.3.	Tratamiento y redirección de llamadas.....	154
4.4.4.	Conferencias.....	155
4.5.	PLAN DE NUMERACIÓN.....	155
4.5.1.	Plan de Mercado .....	157
4.6.	IMPLEMENTACIÓN DE LA CENTRAL DE VOZ Y DE LOS SERVICIOS PARA EL SISTEMA DE TELEFONÍA IP .....	157
4.6.1.	Instalación de Elastix .....	157
4.6.2.	Administración Web de Elastix.....	157

4.6.3.	Extensiones .....	159
4.6.4.	Voice Mail.....	161
4.6.5.	Grupo de llamada.....	163
4.6.6.	Colas .....	165
4.6.7.	Conferencias.....	167
4.7.	DISEÑO DEL INTERACTIVE VOICE RESPONSE (IVR).....	169
4.7.1.	Grabaciones del Sistema .....	169
4.7.2.	IVR .....	171
4.8.	GATEWAY DE VOZ .....	173
4.8.1.	Configuración de Troncales y Dial-Peer en el Gateway de Voz Cisco .....	173
5.	CAPÍTULO V: .....	179
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	179
5.1.	INTRODUCCIÓN .....	179
5.2.	CREACIÓN DE EXTENSIONES .....	179
5.2.1.	Monitoreo de llamadas desde la interfaz web y el terminal Putty.....	183
5.2.2.	Llamadas desde una extensión Elastix .....	186
5.3.	GRUPO DE LLAMADA .....	190
5.4.	VOICEMAIL .....	191
5.5.	COLAS .....	192
5.6.	CONFERENCIAS.....	193
5.7.	GRABACIONES DEL SISTEMA.....	194
5.8.	IVR .....	194
6.	CAPÍTULO VI:.....	202
	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	202
6.1.	INTRODUCCIÓN.....	202
6.2.	DEFINICIÓN.....	202
6.3.	UTILIDAD .....	202
6.4.	PROCESO .....	203
6.4.1.	Inversión Propuesta .....	203
6.5.	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	204
6.5.1.	Flujo de Efectivo .....	205
6.5.2.	Tasa de Rendimiento Medio (TRM).....	205
6.5.3.	Factor de Actualización .....	206
6.5.4.	Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	207

6.5.5. Relación Beneficio-Costo.....	207
6.5.6. Retorno de Inversión (ROI).....	208
CONCLUSIONES .....	210
RECOMENDACIONES .....	213
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	215

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Formato de la cabecera IP.....	20
Imagen 2. Transmisión de la voz en redes digitales.....	24
Imagen 3. Hardphone Cisco 7911G .....	26
Imagen 4. Softphone.....	27
Imagen 5. Función de un terminal H.323.....	29
Imagen 6. Función de un Gateway H.323 .....	30
Imagen 7. Métodos SIP .....	32
Imagen 8. Componentes SIP, Funciones de Servidores de Localización, Registro, Redirección y Proxy. ....	34
Imagen 9. Establecimiento de la comunicación SIP .....	36
Imagen 10. Establecimiento de una sesión SIP .....	37
Imagen 11. Etapa 1: Registro de Usuarios. ....	37
Imagen 12. Etapa 2: Establecimiento de Sesión.....	38
Imagen 13. Etapa 3: Llamada Establecida.....	38
Imagen 14. Etapa 4: Finalización de Sesión.....	38
Imagen 15. Funcionamiento de IAX .....	40
Imagen 16. Tipos de paquetes RTCP .....	43
Imagen 17. Funcionamiento de RTP+RTCP .....	44
Imagen 18. Logo de Asterisk Digium. ....	46
Imagen 19. Logo de Elastix .....	47
Imagen 20. Logo Trixbox.....	48
Imagen 21. Definición del eco en una red de VoIP.....	56
Imagen 22. Modelos de QoS.....	58
Imagen 23. Trama IEEE 802.1p.....	60
Imagen 24. Campo IP Precedence.....	60
Imagen 25. Campo DSCP.....	61
Imagen 26. Disposición de Frontera de Confianza .....	62
Imagen 27. Uso de licencias y versión de software CUCM.....	66
Imagen 28. Topología Lógica de Telefonía en la UTN.....	68
Imagen 29. Equipo Cisco MCS 7800 series. ....	69
Imagen 30. Configuración para VoIP. ....	75
Imagen 31. Patrón de llamadas internas UTN.....	76
Imagen 32. Configuración de las rutas de marcado en el CUCM .....	82
Imagen 33. Gateway de Voz Cisco serie 3800. ....	83

Imagen 34. Teléfono Cisco IP 7911 .....	86
Imagen 35. Información del dispositivo Cisco 7911.....	86
Imagen 36. Configuración de red del dispositivo .....	88
Imagen 37. Teléfono Cisco IP 7940.....	95
Imagen 38. Información del dispositivo Cisco 7940.....	96
Imagen 39. Configuración de red del dispositivo.....	98
Imagen 40. Teléfono Cisco IP 7941.....	99
Imagen 41. Información del dispositivo Cisco 7941.....	100
Imagen 42. Configuración de red del dispositivo.....	101
Imagen 43. Teléfono Cisco de Video 7985.....	103
Imagen 44. Información del dispositivo Cisco 7985.....	104
Imagen 45. Configuración de red del dispositivo.....	105
Imagen 46. Fax ATA 186 .....	106
Imagen 47. Información del dispositivo ATA 186.....	107
Imagen 48. Configuración de red del dispositivo .....	107
Imagen 49. Análisis de hora pico en la UTN 8:00 a 9:00.....	109
Imagen 50. Análisis de hora pico en la UTN 9:00 a 12:00.....	109
Imagen 51. Análisis de hora pico en la UTN 12:00 a 13:00.....	110
Imagen 52. Análisis de hora pico en la UTN 14:00 a 15:00.....	110
Imagen 53. Tráfico ofrecido mediante la tabla de Erlang B.....	113
Imagen 54. Tráfico ofrecido mediante la tabla de Erlang C.....	113
Imagen 55. Códec utilizado por Cisco .....	114
Imagen 56. Protocolos de señalización utilizados en el CUCM.....	115
Imagen 57. Diagrama de Flujo Diseño de Telefonía IP en la UTN .....	132
Imagen 58. Características de G.711.....	139
Imagen 59. Número de troncales.....	144
Imagen 60. Telefonía IP en la UTN dentro del modelo OSI.....	146
Imagen 61. Appliance Elx5000.....	148
Imagen 62. Teléfono Yealink VP-530.....	149
Imagen 63. Teléfono Yealink T-28P.....	150
Imagen 64. Teléfono Yealink T-19P .....	152
Imagen 65. Teléfono Yealink T-46G+EXP40.....	152
Imagen 66. Acceso web de Elastix.....	158
Imagen 67. Autenticación de Elastix para administración web .....	158
Imagen 68. Pantalla principal de Elastix.....	159
Imagen 69. Creación de extensiones.....	159
Imagen 70. Creación de extensiones.....	160
Imagen 71. Aplicar los cambios de configuración de Elastix.....	160
Imagen 72. Operator Panel Elastix.....	161
Imagen 73. Configuración de Voicemail .....	162
Imagen 74. Mensaje de voz en Elastix .....	163
Imagen 75. Configuración del grupo de llamada.....	164
Imagen 76. Configuración de Colas .....	165
Imagen 77. Añadir cola.....	166
Imagen 78. Seleccionar agente de cola.....	167



Imagen 79. Configuración de conferencias.....	168
Imagen 80. Añadir colas.....	169
Imagen 81. Grabaciones del sistema.....	170
Imagen 82. Añadir grabación.....	170
Imagen 83. IVR de Elastix.....	171
Imagen 84. Añadir IVR .....	172
Imagen 85. Configuración de IVR.....	172
Imagen 86. Pantalla de inicio Putty .....	174
Imagen 87. Modo Privilegiado Gateway de Voz.....	174
Imagen 88. Configuración de la troncal .....	176
Imagen 89. Troncal desde Elastix hacia Cisco.....	177
Imagen 90. Extensiones creadas en Elastix .....	181
Imagen 91. Creación Bloque de Extensiones en Elastix .....	182
Imagen 92. Batch Extensions Elastix .....	183
Imagen 93. Interfaz Web llamadas entrantes al panel operador.....	183
Imagen 94. Comando sip show peer.....	184
Imagen 95. Extensiones de Elastix, Acceso SSH.....	185
Imagen 96. Monitoreo de llamadas desde el terminal.....	185
Imagen 97. Softphone Jitsi.....	186
Imagen 98. Icono de Marcado Jitsi.....	186
Imagen 99. Teclado de marcación Jitsi .....	187
Imagen 100. Inicio de una llamada.....	188
Imagen 101. Llamadas desde extensión prueba 6010. ....	188
Imagen 102. Llamadas desde extensión 6020 .....	189
Imagen 103. Llamadas desde extensión prueba 6030. ....	189
Imagen 104. Grupo de llamadas.....	190
Imagen 105. Grupo de llamadas con *8 .....	191
Imagen 106. Llamadas en Cola .....	192
Imagen 107. Llamadas en cola (1) .....	193
Imagen 108. Llamada a conferencia.....	194

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores del campo protocolo de la cabecera IP.....	22
Tabla 2. Tabla Comparativa entre VoIP y Telefonía IP.....	27
Tabla 3. Solicitudes SIP.....	32
Tabla 4. Respuestas SIP.....	33
Tabla 5. Códecs de audio que soporta IAX.....	39
Tabla 6. Formato de la cabecera RTP .....	42
Tabla 7. Parámetros de AB para una llamada de VoIP .....	52
Tabla 8. Indicadores de rendimiento para datos y voz.....	52
Tabla 9. Clasificación del tráfico .....	57
Tabla 10. Marcaje de paquetes.....	59
Tabla 11. Clases de IPP.....	61

Tabla 12. Número detallado de extensiones en la UTN. ....	70
Tabla 13. Distribución de extensiones por facultad .....	71
Tabla 14. Equipos en donde se configura el acceso a la Telefonía.....	75
Tabla 15. Designación de extensiones. ....	77
Tabla 16. Códigos de las extensiones de cada facultad de la UTN.....	78
Tabla 17. Reglas de marcado desde las extensiones.....	82
Tabla 18. Teléfonos IP Cisco 7911.....	89
Tabla 19. Teléfonos Cisco IP 7941.....	102
Tabla 20. Teléfonos Cisco IP 7942.....	102
Tabla 21. Teléfonos Cisco IP 7961.....	103
Tabla 22. Lista de teléfonos Cisco 7985.....	106
Tabla 23. Lista de faxes Cisco ATA 186.....	108
Tabla 24. Datos de llamadas obtenidas del analizador de tráfico. ....	110
Tabla 25. Restricciones del Sistema Nuevo.....	121
Tabla 26. Requisito de Arquitectura .....	122
Tabla 27. Requisito de Estado Actual .....	122
Tabla 28. Requisito Interfaces.....	122
Tabla 29. Requisito Hardware de Telefonía IP.....	123
Tabla 30. Requisito Administración .....	123
Tabla 31. Requisito Número de Usuarios Soportados .....	123
Tabla 32. Requisito Número de Llamadas Simultáneas .....	124
Tabla 33. Requisito Nivel Comercial .....	124
Tabla 34. Requisito Protocolos Soportados .....	124
Tabla 35. Requisito Códecs Soportados .....	124
Tabla 36. Requisito Reporte de Llamadas .....	125
Tabla 37. Requisito IVR-Call Manager.....	125
Tabla 38. Requisito Flexibilidad .....	125
Tabla 39. Requisito Escalabilidad.....	125
Tabla 40. Requisito Interoperabilidad.....	126
Tabla 41. Tabla Comparativa de Software de Telefonía.....	129
Tabla 42. Valoración de Software.....	130
Tabla 43. Mapeo de los puntos de red.....	134
Tabla 44. Parámetros de la cabecera de capa enlace.....	140
Tabla 45. Comparación de Códecs .....	145
Tabla 46. Hardware de telefonía IP.....	147
Tabla 47. Características Elx5000.....	148
Tabla 48. Características Teléfono VP-530 .....	149
Tabla 49. Características Teléfono T-28P.....	151
Tabla 50. Características Teléfono Yealink T-19P.....	152
Tabla 51. Características Teléfono Yealink T-46G .....	152
Tabla 52. Grupo de llamada 1 .....	154
Tabla 53. Grupo de llamada 2.....	154
Tabla 54. Asignación de Extensiones .....	156
Tabla 55. Plan de Marcado UTN.....	157
Tabla 56. Presupuesto Referencial del Sistema de Telefonía IP, Elastix .....	203

Tabla 57. Análisis de Nuevos Teléfonos .....	204
Tabla 58. Ahorro Anual de Teléfonos.....	205
Tabla 59. Flujo de Efectivo .....	205
Tabla 60. Cálculo del Factor de Actualización.....	206
Tabla 61. Beneficios Actualizados.....	207
Tabla 62. Costos Actualizados.....	207

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para el cálculo del flujo de tráfico.....	53
Ecuación 2. Total de llamadas en una hora.....	111
Ecuación 3. Flujo de tráfico.....	111
Ecuación 4. Flujo de Tráfico .....	111
Ecuación 5. Grado de Servicio.....	112
Ecuación 6. Información de canales y GoS .....	112
Ecuación 7. Fórmula para calcular el período o tamaño del empaquetamiento .....	140
Ecuación 8. Sumatoria de cabeceras que determinan el tamaño del paquete .....	140
Ecuación 9. Velocidad de empaquetamiento.....	141
Ecuación 10. Fórmula del Requerimiento de AB.....	141
Ecuación 11. Factor de Actualización .....	206
Ecuación 12. Fórmula de la Relación Beneficio-Costo .....	207
Ecuación 13. Cálculo del ROI.....	208

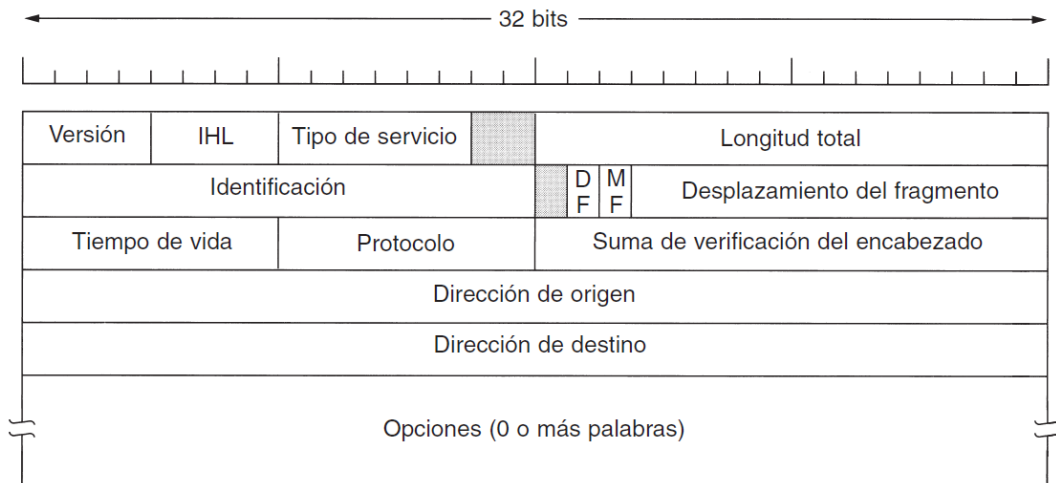
# 1. CAPÍTULO I:

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE VOZ IP Y TELEFONÍA IP

### 1.1. PROTOCOLO INTERNET (IP)

Forma parte de un conjunto de protocolos utilizados para permitir la transmisión de datos entre redes de computadores. El protocolo de Internet IP está establecido en el nivel de capa de red del modelo OSI, sus características principales: es no confiable y no orientado a conexión. “Su trabajo es proporcionar un medio de mejor esfuerzo (es decir, sin garantía) para el transporte de datagramas del origen al destino, sin importar si estas máquinas están en la misma red, o si hay otras redes entre ellas” (Tanenbaum, 2003, p.432). Soporta fragmentación, cuando se envían los datagramas se dividen en unidades más pequeñas y cuando llegan a su destino la capa de red las reensambla, volviendo al datagrama original.

#### 1.1.1. Formato de cabecera IP



**Imagen 1.** Formato de la cabecera IP.

**Fuente:** Tanenbaum, A. (2003) *Redes de Computadoras*. México.

El formato de la cabecera IP consta de los siguientes campos:

- **Versión (4 bits).** Especifica la versión del protocolo IP a la que pertenece el datagrama. Puede ser IPv4 o IPv6.

- *IHL (4 bits)*. La longitud de la cabecera Internet describe el tamaño de la cabecera en palabras de 32 bits, permitiendo así al receptor saber en dónde se inicia exactamente la carga útil de los datos.
- *Tipo de Servicio (8 bits)*. El propósito de este campo es verificar si existe calidad de servicio.

Para Tanenbaum (2003) en el campo ToS<sup>1</sup>. “Son posibles varias combinaciones de confiabilidad y velocidad. Para voz digitalizada, la entrega rápida le gana a la entrega precisa. Para la transferencia de archivos, es más importante la transmisión libre de errores que la rápida” (p.433).

- *Longitud total (16 bits)*. En este campo se incluye todo el datagrama, incluido el encabezado, con una longitud máxima de 65535 bytes.
- *Identificación (16 bits)*. El campo de identificación según Stallings (2004) es: “un número de secuencia que, junto a la dirección origen y destino y el protocolo usuario, se utiliza para identificar de forma única un datagrama” (p.610).
- *Banderas (3 bits)*. Es un campo de tres bits en donde el primero no tiene uso, y a continuación tiene dos banderas de fragmentación de datagrama con un único bit que indica si el datagrama permite fragmentación, hay más fragmentos o es el último.

La bandera DF (*Don't Fragment*), es un aviso para que los dispositivos no fragmenten el datagrama ya que el destino no es capaz de ensamblar los fragmentos.

DF = 1: El datagrama no debe ser fragmentado.

DF = 0: El datagrama podría ser segmentado por un router o un host.

La bandera MF, indica si en la transmisión existen más paquetes fragmentados. Todos los fragmentos con excepción del último tienen establecido este bit para saber que el datagrama se encuentra completo en el destino.

MF = 1: Siguen transmitiéndose más paquetes fragmentados.

MF = 0: Es el último paquete fragmentado.

---

<sup>1</sup> **ToS:** *Type of Service*.- Siglas en inglés cuando nos referimos a Tipo de Servicio de las redes.

- *Desplazamiento del fragmento (13 bits)*. Este campo nos indica: “el lugar en el que se encuentra el fragmento dentro del datagrama original” (Stallings, 2004, p.610).
- *Tiempo de Vida (8 bits)*. Es un contador, especifica el tiempo (segundos) en que el paquete se tarda antes de ser descartado o devuelto. TTL es el número de saltos y se decrementa una unidad cada vez que pasa por un router si la transmisión tiene éxito. El número máxima de saltos permitidos es de 255, pero las aplicaciones generalmente fijan un valor menor.
- *Protocolo (8 bits)*. “Indica el protocolo de las capas superiores al que debe entregarse el paquete” (Tanenbaum, 2003, p.435).

Algunos de los valores asignados por la IANA<sup>2</sup> que se encuentran en este campo son:

**Tabla 1.** Valores del campo protocolo de la cabecera IP

PROTOCOLO	NÚMERO EN DECIMAL
ICMP	1
IGMP	2
TCP	6
UDP	17

**Fuente:** Adaptado de Aguilar, Alinjs, Esparza, Muñoz, Postigo, & Valverde. (2009).

*Formato del datagrama IP.* ENTEL.

- *Suma de Verificación del Encabezado (16 bits)*. Se usa para la detección de errores que se aplican solamente a la cabecera.
- *Dirección Origen (32 bits)*. *Contiene la dirección del host que envía el paquete.*
- *Dirección Destino (32 bits)*. Contiene la dirección del host que recibe la información.

<sup>2</sup> **IANA:** *Internet Assigned Numbers Authority*.- Es el departamento de la ICANN responsable de supervisar la asignación de direcciones IP, coordinar la adjudicación de parámetros del protocolo según los estándares técnicos de Internet y administrar el DNS.

“Esta dirección deberá ser conocida por los routers y gateways intermedios, para dirigir el paquete correctamente”.

Fuente: Cabecera IP y Fragmentación. Roberto Gordo Saez, 1998

- *Opciones (variable)*. Es un campo opcional y de relleno. Sirven para hacer pruebas de depuración como el registro de ruta, que consiste en una opción de los routers por los que el datagrama cuando pase, se copiarán en su campo de opciones su dirección. Actualmente este campo no se lo usa.

## 1.2. VOZ SOBRE IP (VOIP)

Voz sobre IP es una tecnología que permite la transmisión de la voz mediante paquetes basados en el protocolo IP, el mismo que envía la voz sin necesidad de utilizar circuitos analógicos de la telefonía tradicional PSTN<sup>3</sup>.

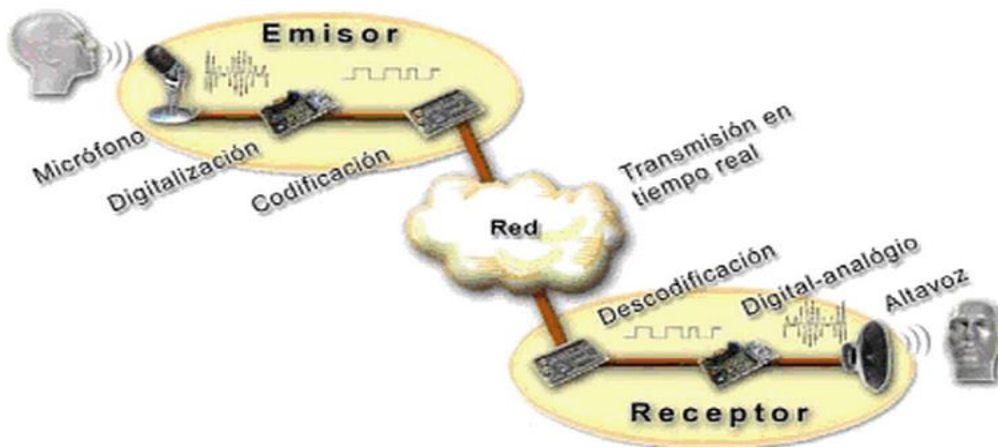
La voz sobre el protocolo de Internet utiliza su propio lenguaje informático y está sujeta a ciertas políticas de servicio. Las principales ventajas de VoIP son:

- ✓ La voz sobre el protocolo Internet se convierte en tráfico de datos; esta característica hace que se pueda transportar a través de la red IP simultáneamente voz, video y datos, integrando así, servicios.
- ✓ Elimina los recursos de infraestructura, la implementación de VoIP, no necesita una red telefónica específica y tampoco una línea dedicada; además, necesita menos equipamiento de hardware.
- ✓ Permite escalabilidad; en VoIP se pueden implementar nuevas funcionalidades capaces de satisfacer las necesidades de los clientes.

“La VoIP es el resultado del siguiente proceso; primero se transforma la voz de una señal continua a discreta en tiempo y amplitud, se muestrea esta señal para luego ser cuantificada (evaluada en el tiempo), después esta señal será codificada y por ultimo comprimida. Una vez que se ha realizado este proceso, la voz se encuentra en forma binaria, por lo que es posible formar paquetes para ser enviada por medio de la red de datos”. (Narváez, W & Ugalde, E. Telefonía IP. p.5. 2006)

---

<sup>3</sup> **PSTN**: Red Pública Telefónica Conmutada. Es el sistema de telefonía convencional formado por líneas analógicas.



**Imagen 2.** Transmisión de la voz en redes digitales.  
**Fuente:** Carballar Falcón, J. A. (2007). *VoIP. La tecnología de Internet.*

Dado que el canal de transmisión es compartido, el ancho de banda va a bajar considerablemente su capacidad provocando así una disminución de la calidad de la señal de la voz y va a provocar una serie de afectaciones, retardos y pérdida de paquetes. Para evitar este tipo de conflictos en el canal compartido entonces se tendrán que desarrollar técnicas que mejoren la calidad de las comunicaciones.

### 1.3. TELEFONÍA SOBRE IP

La telefonía IP es la aplicación inmediata de la tecnología VoIP. Se define como la prestación de servicios de telefonía donde la red de transporte para la voz es una red de datos bajo el protocolo IP. Permite hacer llamadas telefónicas ordinarias utilizando Internet, desde un PC y/o terminales que soporten el protocolo. Para hacer una llamada telefónica a través del protocolo IP, la voz debe ser digitalizada, comprimida y enviada en datagramas con formato IP.

La simplificación de la infraestructura de comunicaciones en un sistema unificado de telefonía, a través de la red de datos, convierte a la Telefonía IP en una aplicación con muchas ventajas, entre ellas: gestión centralizada, llamadas internas gratuitas, plan de numeración y acceso a funcionalidades como: IVR<sup>4</sup>,

<sup>4</sup> **IVR:** Interactive Voice Response. Sistema Automatizado de respuesta automática, orientado a entregar información a través del teléfono, permitiendo acceder al usuario a servicios de información y operaciones autorizadas, las 24 horas del día.



buzones de voz, integración de agendas con gestor de correos electrónicos y muchas aplicaciones que pueden adaptarse a las necesidades de las empresas

Como todo sistema, existen también desventajas. Algunos de los inconvenientes más importantes de la Telefonía IP son:

- **Calidad de las Comunicaciones:** la telefonía a través del protocolo de Internet es susceptible a ecos, interferencias, interrupciones, sonidos de fondo, distorsiones de sonido que varían dependiendo de la velocidad de la conexión con el Proveedor de Internet, y la pérdida de paquetes y alta latencia generados por la capacidad de los equipos de la red y el tiempo de procesamiento de los equipos, respectivamente.
- **Riesgo de Hacking:** el sistema de telefonía a través de Internet puede tener riesgos, diferentes fallas de seguridad fácilmente vulnerables por personas malintencionadas que pueden provocar serios daños en el sistema de Telefonía.
- **Softphones:** en el caso de utilizar un software simulador de teléfono IP, el problema se tiene cuando en el computador se abre una aplicación que consuma todos los recursos del mismo, el softphone se vuelve una aplicación lenta y defectuosa.

#### **1.4. TERMINALES PARA TELEFONÍA IP**

Son dispositivos que permiten realizar una comunicación utilizando una dirección IP por medio de una red de área local LAN o a través de Internet. Los terminales IP son capaces de realizar comunicación de paquetes de datos.

Los terminales IP se autentican con un Call Manager o un servidor de voz dependiendo de cómo este implementado el sistema de VoIP.

Estos terminales se detallan a continuación:

- **Hardware:** Son dispositivos físicos, parecidos a un teléfono convencional, que se conectan directamente a la red de datos y soportan uno o varios protocolos de señalización, de codificación (códecs), y otras funcionalidades tales como

supresión de eco, conexión con servidores de tiempo NTP<sup>5</sup> o de transferencia de datos TFTP<sup>6</sup>.

Una de las desventajas de VoIP es la susceptibilidad a retardos, jitter y pérdida de paquetes, se debe implementar un sistema que tenga ciertos parámetros de calidad de servicio y, uno de ellos es el Trust Boundary (Frontera de Confianza) para que el soporte la QoS del sistema y que debe estar lo más cerca posible al origen del tráfico, es decir en los teléfonos IP, puesto que estos son dispositivos confiables que nos ayudan con este requerimiento.



**Imagen 3.** Hardphone Cisco 7911G  
**Fuente:** Cisco. Portal Web: [www.cisco.com](http://www.cisco.com)

- **Software:** Es un programa que usa protocolos de VoIP, utiliza los recursos del ordenador (micrófono, auriculares y altavoces) que le permiten cumplir con las funciones básicas del teléfono.

---

<sup>5</sup> **NTP:** Network Time Protocol. Es un protocolo diseñado para sincronizar los relojes de los ordenadores a través de una red.

<sup>6</sup> **TFTP:** Trivial File Transfer Protocol. Protocolo de transferencia de archivos pequeños entre ordenadores en una red.



Imagen 4. Softphone

Fuente: Xlite. Portal Web: <http://www.counterpath.com/eyebeam.html>

## 1.5. DIFERENCIAS ENTRE VoIP Y TELEFONÍA IP

A pesar de lo seguido que se utilizan términos de Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía IP debemos tener en cuenta que no hablamos de lo mismo; es por eso que se establecen algunas diferencias:

Tabla 2. Tabla Comparativa entre VoIP y Telefonía IP

VOZ sobre IP	TELEFONÍA sobre IP
Es una tecnología	Es una aplicación
Permite la transmisión de voz a través de paquetes IP, define normas y protocolos de comunicación.	Utiliza la tecnología VoIP para implementar servicios.
Comunicaciones confiables	Sistema robusto
El tráfico puede circular a través de cualquier red de tipo IP, públicas o privadas.	Forma parte de las “tecnologías de convergencia”
Comunicaciones internas gratuitas	Puede llegar a reemplazar a los medios de comunicación tradicionales.

Fuente: Voiper Network. Portal Web: <http://www.voipers.net/2007/01/diferencias-entre-toip-y-voip.html>.

## 1.6. PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN

Los protocolos de señalización son modelos de procedimiento para establecer la comunicación de voz entre dos terminales sobre una red IP.

### 1.6.1. H.323

Este protocolo forma parte de la serie de recomendaciones H.3007 de la UIT-T<sup>8</sup>, fue creado para transmitir voz, video y datos sobre las redes de conmutación de paquetes en tiempo real. Se establece estándares para la compresión y de compresión de audio y video y especifica mecanismos de interoperabilidad de equipos fabricantes. H.323 tiene la capacidad de integrarse sin problemas con la PSTN y al mismo tiempo enviar comunicaciones a través de Internet. Las llamadas son enviadas sobre el protocolo TCP por el puerto 1720.

Existen más protocolos que trabajan en conjunto con H.323 y sirven para la señalización de la comunicación:

- **H.225:** define procesos de señalización de llamada.
- **H.245:** controla la llamada: establecimiento, mantenimiento y cierre de canales lógicos.
- **H.450.x:** servicios suplementarios para H.323 como el desvío y espera de llamadas.
- **H.235:** define mecanismos de seguridad y autenticación.

#### 1.6.1.1. Arquitectura H.323

El estándar H.323 tiene un gran conjunto de características y funciones; unas necesarias y otras opcionales, y también cuentan con cuatro componentes importantes:

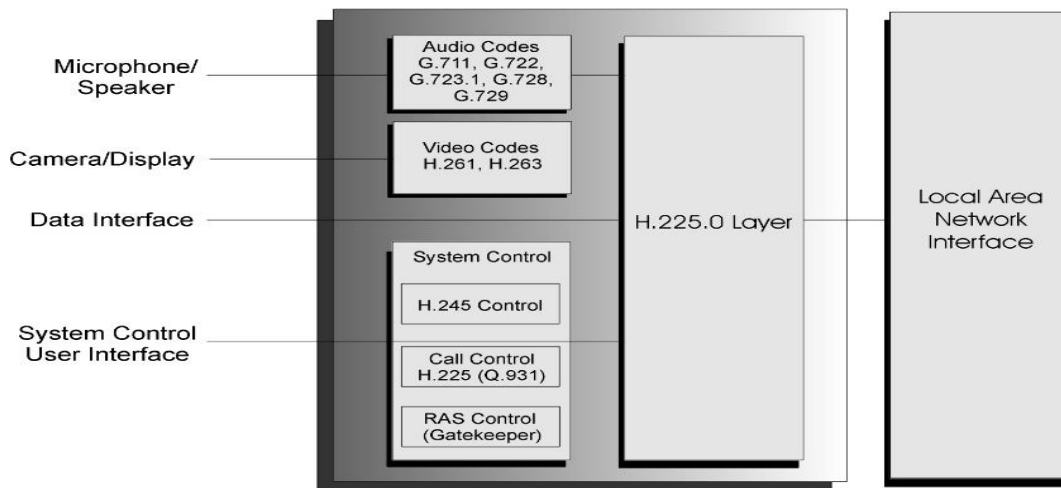
- **Terminales:** Se encuentran en los extremos de la red y proporcionan comunicaciones bilaterales en tiempo real. Los terminales H.323 pueden

---

<sup>7</sup> **H.300:** define el funcionamiento de sistemas y equipos terminales para servicios audiovisuales.

<sup>8</sup> **UIT-T:** Unión Internacional de Telecomunicaciones, organismo permanente que estudia los aspectos técnicos, de explotación. Además publica normas sobre las telecomunicaciones a nivel mundial.

brindar comunicaciones solo de voz, de voz y datos, de voz y video o de voz, datos y video. Los terminales H.323 obligatoriamente deben soportar comunicaciones con el códec G.711 y los protocolos H.245, H.225 y RAS<sup>9</sup>. En el terminal de recepción se incluye un retardo necesario para la sincronización entre las tramas y la variación en la llegada de paquetes; por ejemplo, se inserta un retardo en las tramas de audio para que se sincronicen con las tramas de video.



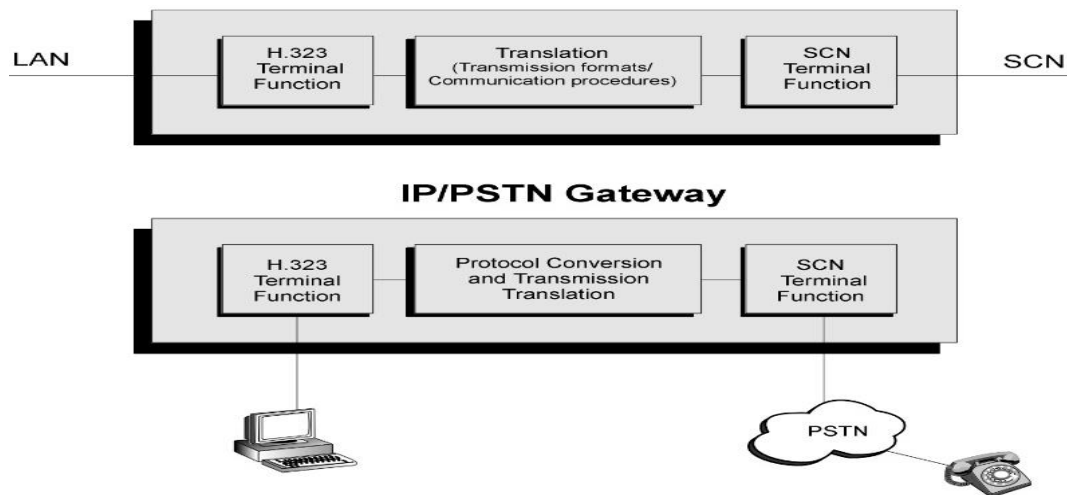
**Imagen 5.** Función de un terminal H.323

**Fuente:** Gráficos de VoIP. Recuperado de: Molina, Mauricio.

- **Gateway:** Son los encargados de proporcionar la interconexión bidireccional en tiempo real de terminales con terminales H.323 u otros terminales y gateways de la red conmutada. Garantizando así la compatibilidad con otras redes.

La función principal del Gateway en H.323 es convertir los protocolos de señalización de las llamadas y también los formatos de audio y video, es decir, convierte la señal de voz del teléfono analógico convencional en datos digitales y los envía a través de la red IP hacia otro Gateway en donde se reconstruye la señal y se envía al destinatario de la llamada.

<sup>9</sup> **RAS:** Registro, Admisión y Estado. Se encuentra entre el terminal y el Gatekeeper y se lo utiliza en una llamada.



**Imagen 6.** Función de un Gateway H.323

**Fuente:** *Gráficos de VoIP.* Recuperado de: Molina, Mauricio.

- *Gatekeeper:* Es el cerebro de H.323. Su función primordial es la traducción de direcciones y el control de acceso a la red.

No es un requerimiento obligatorio en un sistema H.323, pero para redes extensas existe la necesidad de centralizar la administración de control de llamadas. Una característica importante de un Gatekeeper es el enrutamiento de llamadas.

Entre otras de las funciones de un Gatekeeper están:

- ❖ Autorización y autenticación de terminales y puertas de enlace
  - ❖ Gestión de ancho de banda, contabilidad, facturación y cobro.
- *Unidad de Control Multipunto:* Está diseñada para soportar la conferencia entre tres o más terminales H.323. Consta de tres componentes importantes:
    - ~ Controlador Multipunto (MU).- Controla la conexión con los terminales, define los códecs a utilizar y también el ancho de banda.
    - ~ Procesador Multipunto (MP).- Lleva a cabo la multidifusión de datos de audio y video en los terminales.
    - ~ Proxy H.323.- Es un servidor que provee a los usuarios un acceso seguro y brindando información confiable.

## 1.6.2. SIP (Session Initiation Protocol)

Fue desarrollado por la IETF<sup>10</sup> y se especifica en el RFC<sup>11</sup> 3261. Con la creación de SIP se simplifica H.323 que se caracteriza por ser un modelo complejo y rígido, el cual no provee escalabilidad y no ofrece calidad de servicio en las comunicaciones. Es un protocolo de señalización para la creación, modificación y terminación de sesiones multimedia con uno o más participantes de una red IP, que están transmitiendo voz, video, mensajería instantánea, juegos en red o cualquier aplicación en tiempo real. El protocolo SIP trabaja en el puerto TCP 5060 y UDP 5061.

- Se encuentra basado en texto, es abierto y flexible, similar a HTTP<sup>12</sup> y SMTP<sup>13</sup>.
- El protocolo de mensajes es de Petición/Respuesta y el modelo que maneja es de Cliente/Servidor.
- SIP es extensible y se acopla cómodamente en diferentes arquitecturas y escenarios de implementación.
- Está orientado a conexiones end-to-end
- SIP no es un protocolo de propósito general; es decir, solamente ayuda a establecer y finalizar la comunicación. Requiere el apoyo de otros protocolos para lograr una llamada, videoconferencia o mensajería instantánea; los protocolos que colaboran con SIP son:
  - RTSP: Control de Flujo y Sesión
  - SDP: Describir flujos: negociación de capacidades de los participantes, tipo de codificación, etc.
  - RTP/cRTP: Transporte de datos en tiempo real.
  - RSVP: Protocolo de reserva de recursos.

---

<sup>10</sup> **IETF:** Internet Engineering Task Force. Organismo responsable de administrar y desarrollar los mecanismos relacionados con Internet.

<sup>11</sup> **RFC:** Request For Comments. Son una serie de notas sobre Internet y los sistemas que se conectan a él. El RFC es una propuesta oficial de un nuevo protocolo, se encuentra detalladamente explicado para que dado el caso de aceptarse éste pueda ser implementado sin ambigüedades.

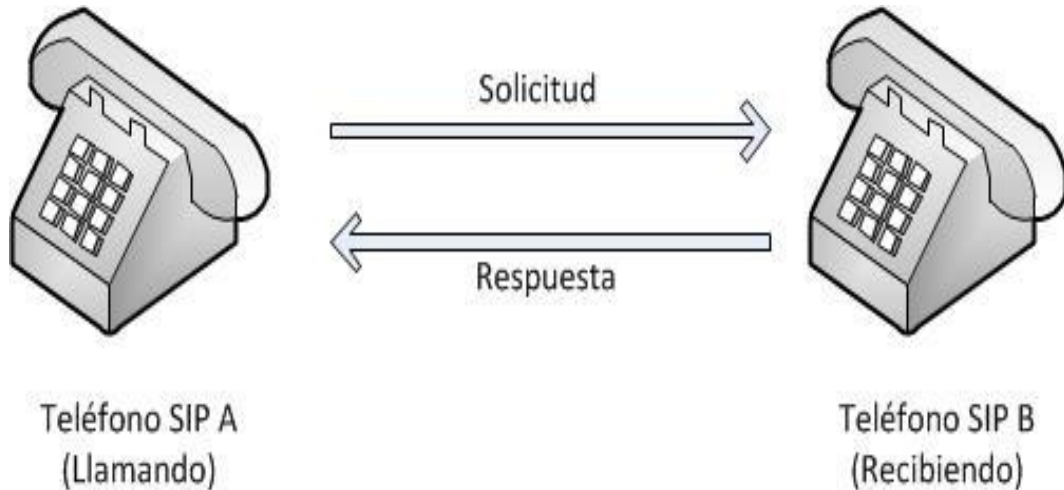
<sup>12</sup> **HTTP:** HyperText Transfer Protocol. Método más común de intercambio de información por medio de las páginas web.

<sup>13</sup> **SMTP:** Simple Mail Transfer Protocol. Protocolo de transferencia de correo electrónico saliente basado en texto.

- DiffServ: Gestión de calidad de servicio (QoS).

### 1.6.2.1. Métodos SIP

Para establecer una conexión SIP utiliza métodos de solicitud y respuesta.



**Imagen 7.** Métodos SIP  
**Fuente:** Adaptado de (3CX, 2013).

- Solicitudes: Se usan para iniciar acciones o solicitar información y establecer la comunicación. Existen 6 métodos de solicitud:

**Tabla 3.** Solicitudes SIP

SOLICITUD	DESCRIPCIÓN
<b>INVITE</b>	Iniciar sesión
<b>ACK</b>	Confirmar solicitud INVITE
<b>BYE</b>	Finaliza sesión
<b>CANCEL</b>	Cancela el establecimiento de sesión
<b>REGISTER</b>	Comunica datos de usuario (localización)

**Fuente:** Adaptado de 3CX. Portal Web: [www.3cx.com](http://www.3cx.com)

- Respuestas: Cuando el agente de usuario o el servidor proxy reciben una solicitud, envían una respuesta. Todas las solicitudes tienen que recibir una



respuesta con excepción de las solicitudes de ACK. Existen 6 tipos de respuestas:

**Tabla 4.** Respuestas SIP

RESPUESTA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
1xx	informativas	180: Ringing
2xx	de éxito	200: OK
3xx	de redirección	305: Utiliza proxy
4xx	de solicitud	423: Intervalo muy corto
5xx	de servidor	513: Mensaje demasiado largo
6xx	globales	606: No aceptable

**Fuente:** Respuestas SIP. Adaptado de [www.3CX.com](http://www.3CX.com)

#### 1.6.2.2. Componentes SIP

Son los elementos que participan en una sesión SIP y son 2 principales: agentes de usuario y servidores.

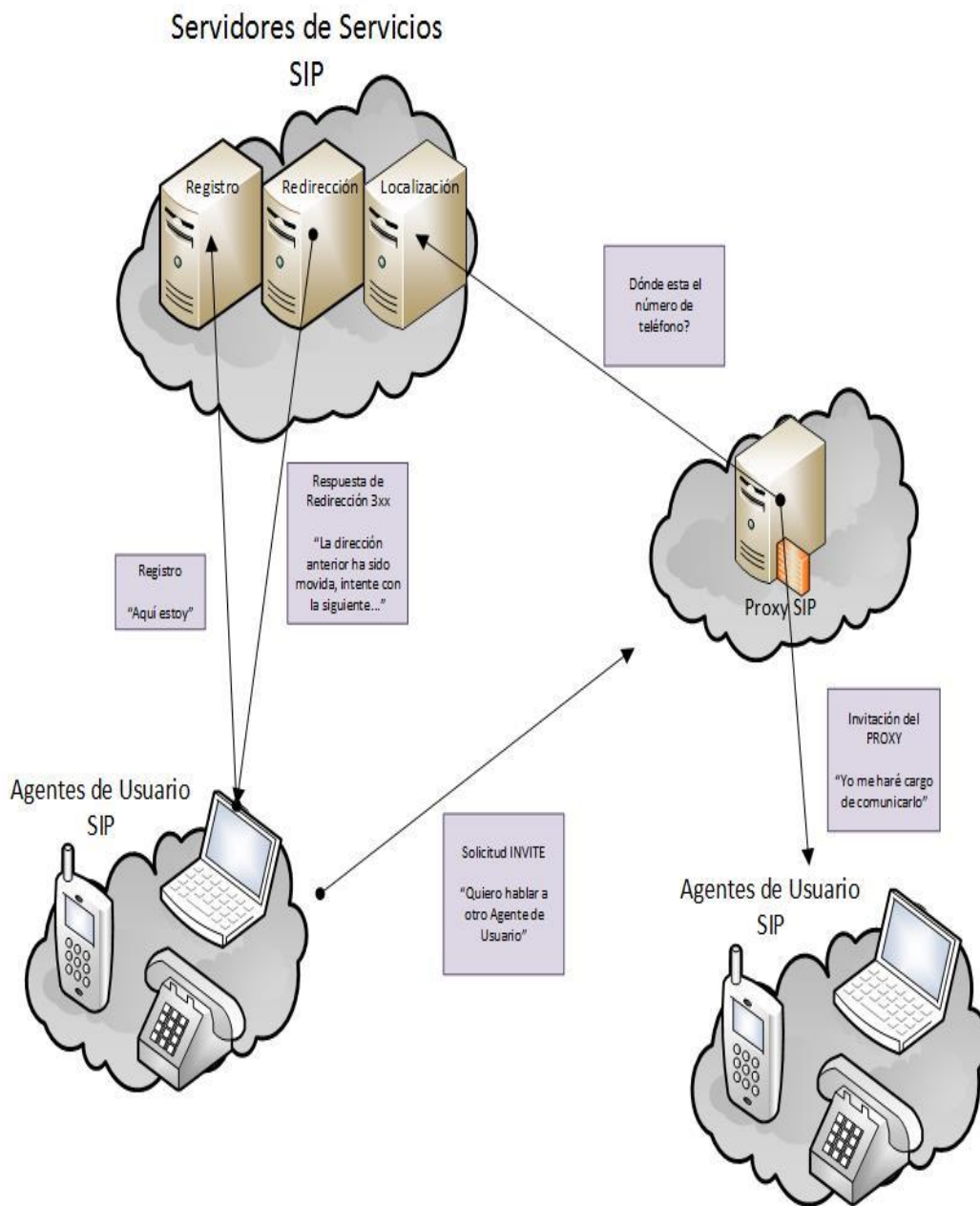
- Agentes de Usuario (UA): Son los puntos extremos del protocolo SIP. Se encargan de enviar y procesar los mensajes del protocolo. A los Agentes no les importa la interfaz con el usuario, solamente sus mensajes y el comportamiento.

Entre los UA existen:

- Agente de Usuario Cliente (UAC): Son los que generan peticiones SIP y reciben respuestas.
- Agente de Usuario Servidor (UAS): Son los que generan respuestas a las peticiones SIP de los clientes.
- Servidores: los servidores SIP se clasifican en:
  - Servidores de Registro: Satisfacen las solicitudes SIP REGISTER, actualizan la base de datos de localización. Ayuda con las direcciones lógicas de los usuarios con el siguiente formato usuario@dominio.
  - Servidores Proxy: Enrutan las invitaciones de sesión y las envían a los agentes de usuario. Además revisan consultas SIP y las procesan y envían a otros servidores SIP.

- Servidores de Redirección: Generan respuestas para quien genera la comunicación de la dirección de destino o la del servidor que se acerque al destino. Y también escucha peticiones y emite respuestas de localización.

DIFERENCIA ENTRE SERVIDOR PROXY Y DE REDIRECCIÓN: El servidor proxy forma parte de la comunicación entre el UAC y el UAS y el servidor de redirección indica al agente de usuario cliente cómo encamina el mensaje.



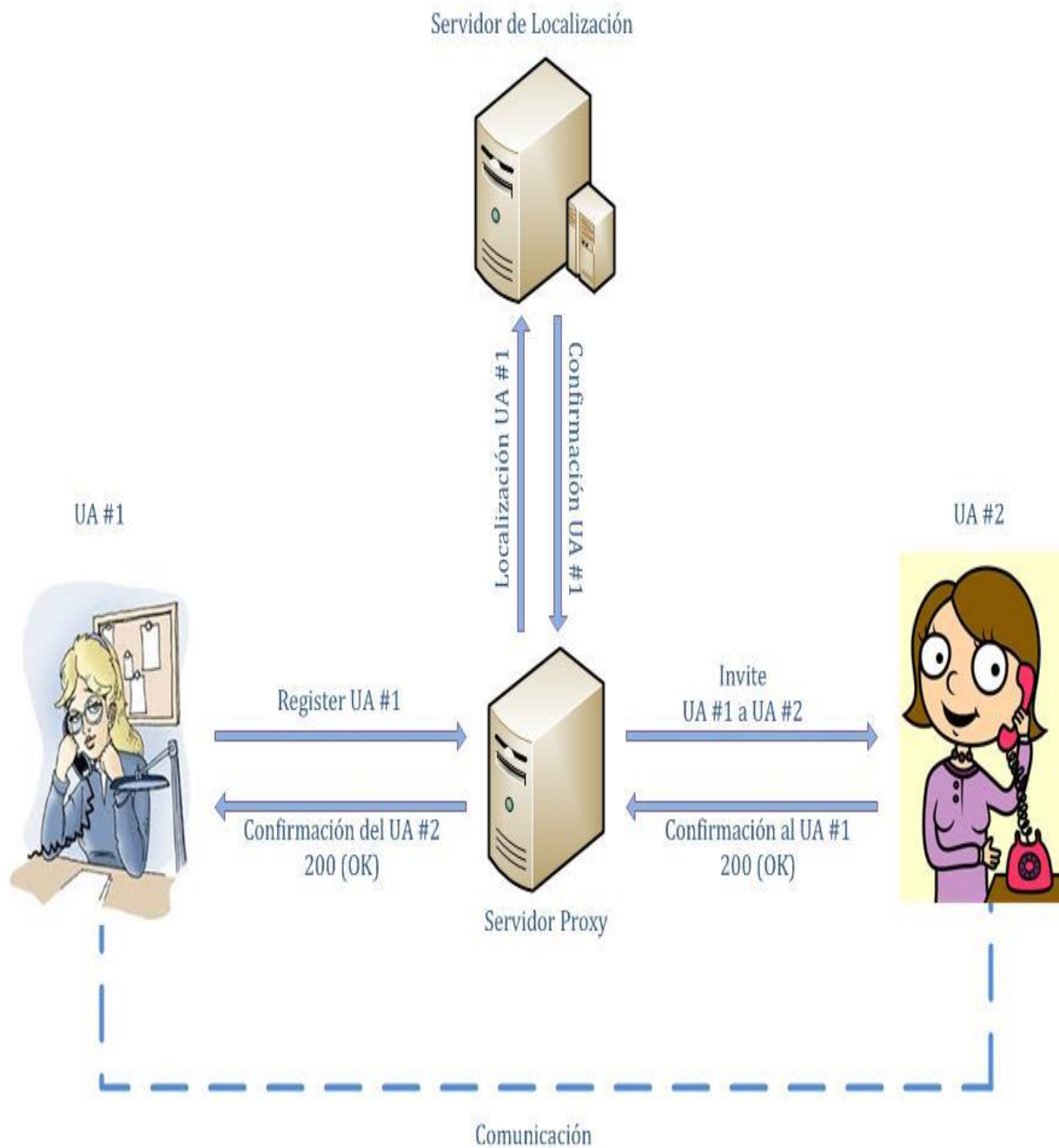
**Imagen 8.** Componentes SIP, Funciones de Servidores de Localización, Registro, Redirección y Proxy.  
**Fuente:** Herrera, Felipe. VoIP. *Redes y servicios de banda ancha.*

### 1.6.2.3. *Modos de Trabajo de un Servidor*

Un servidor SIP puede trabajar de dos maneras:

- Stateful: Recuerda toda la información, las preguntas y respuestas; por ejemplo, los servidores proxy o los que están más cerca al cliente.
- Stateless: Olvida toda la información una vez que la procesa y/o transmite; por ejemplo, los servidores de red.

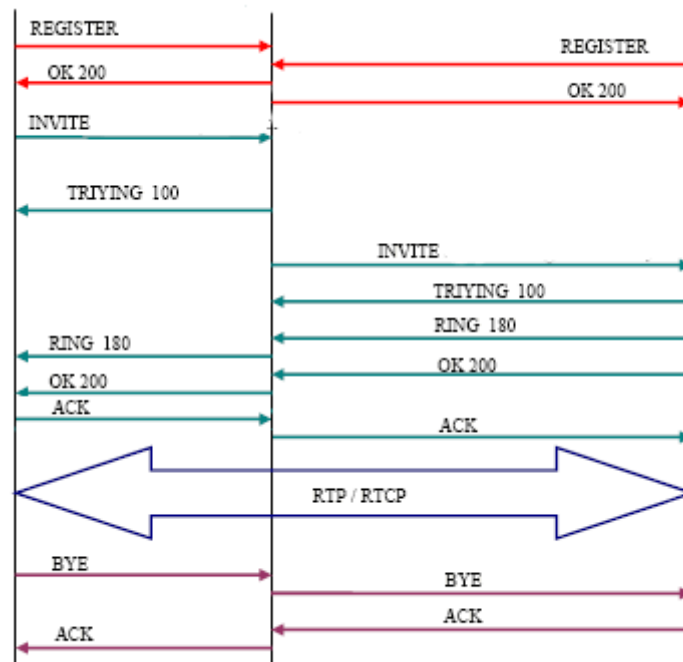
1.6.2.4. Establecimiento de comunicación SIP



**Imagen 9.** Establecimiento de la comunicación SIP.

**Fuente:** Redes de Comunicaciones en PDF. Portal Web: [http://guimi.net/monograficos/G-Redes\\_de\\_comunicaciones/G-RCnode68.html](http://guimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/G-RCnode68.html).

Una sesión SIP se establece por etapas:



**Imagen 10.** Establecimiento de una sesión SIP  
**Fuente:** Ejemplo Gráfico SIP. Portal Web: <http://www.voipforo.com>

### PRIMERA ETAPA: Registro de Usuarios.

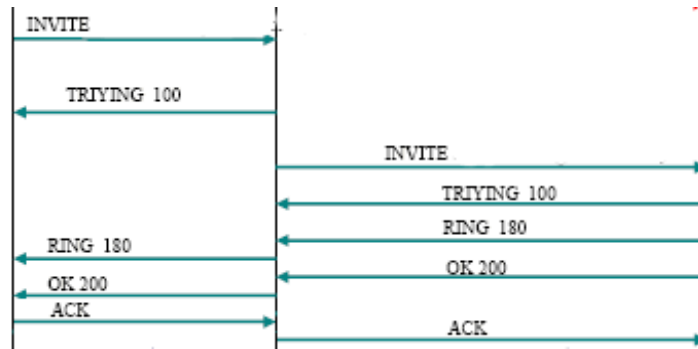
Primero para que un usuario pueda hacer o recibir una llamada debe estar registrado en el servidor Proxy. El registro consiste en el envío de mensaje de solicitud de tipo REGISTER, recibe una respuesta de éxito 200(OK) si es el caso.



**Imagen 11.** Etapa 1: Registro de Usuarios.  
**Fuente:** Ejemplo Gráfico SIP. Portal Web: <http://www.voipforo.com>

### SEGUNDA ETAPA: Establecimiento de Sesión.

Después del registro se envía una solicitud de tipo INVITE, también dirigido al Proxy. La respuesta a esta solicitud es un 100 (Trying) para detener las retransmisiones y reenvía las peticiones hacia el usuario llamado.



**Imagen 12.** Etapa 2: Establecimiento de Sesión  
**Fuente:** Ejemplo Gráfico SIP. Portal Web: <http://www.voipforo.com>

### TERCERA ETAPA: Llamada Establecida

Al instante que la llamada se establece, pasa a funcionar el protocolo de transporte RTP con los parámetros establecidos en la negociación de la llamada.



**Imagen 13.** Etapa 3: Llamada Establecida  
**Fuente:** Ejemplo Gráfico SIP. Portal Web: <http://www.voipforo.com>

### CUARTA ETAPA: Finalización de Sesión.

La sesión se termina al momento que se envía una solicitud de tipo BYE al otro extremo y se confirma la solicitud de finalización con un mensaje de éxito 200 (OK). La transacción que finaliza la sesión se realiza sin pasar por el Proxy, a menos que se haya establecido un proceso de Registro de ruta.



**Imagen 14.** Etapa 4: Finalización de Sesión  
**Fuente:** Ejemplo Gráfico SIP. Portal Web: <http://www.voipforo.com>

### 1.6.3. IAX (Inter Asterisk eXchange)

Fue diseñado como un protocolo de conexiones VoIP entre servidores Asterisk, pero hoy está concebido para actuar en conexiones y clientes que soporten este protocolo. Su versión IAX quedó obsoleta por lo que en la

actualidad su nueva versión es IAX2. Utiliza un único puerto UDP, el 4569, para la comunicación entre dos terminales VoIP, para señalización y datos.

IAX es un protocolo flexible, robusto, muy simple y que permite manejar los códecs que se detallan en la Tabla 5. Por lo que puede soportar virtualmente cualquier tipo de dato. Creado para dar prioridad a los paquetes de voz sobre una red IP.

**Tabla 5.** Códecs de audio que soporta IAX

NOMBRE DEL CÓDEC	ANCHO DE BANDA DEL CÓDEC (Kbps)	TAMAÑO DE TRAMA (ms)	ANCHO DE BANDA ETHERNET (Kbps)
<b>G.711 u</b>	64	10	87
<b>G.711 a</b>	64	10	87
<b>G.723.1</b>	5.3/6.3	30	21,9
<b>G.726</b>	32	5	55.2
<b>G.729</b>	8	10	31,2
<b>GSM</b>	13	20	28,63
<b>iLBC</b>	15	20	30,83
<b>Speex</b>	2.15 a 44.2	30	17,63 - 59,63

**Fuente:** Códecs en VoIP. Blog de WordPress. 2008

Su tráfico es transmitido “in-band”<sup>14</sup>, es decir que al tener una administración interna entonces puede existir una conexión directa con el servidor, por lo que las peticiones de tráfico enviado hacia el firewall serán mínimas, creando un firewall casi transparente, con la ventaja de una gran eficacia para trabajar en redes internas.

Soporta trunking, es decir, un solo enlace permite enviar datos y señalización por múltiples canales; cuando existen datos de múltiples llamadas,

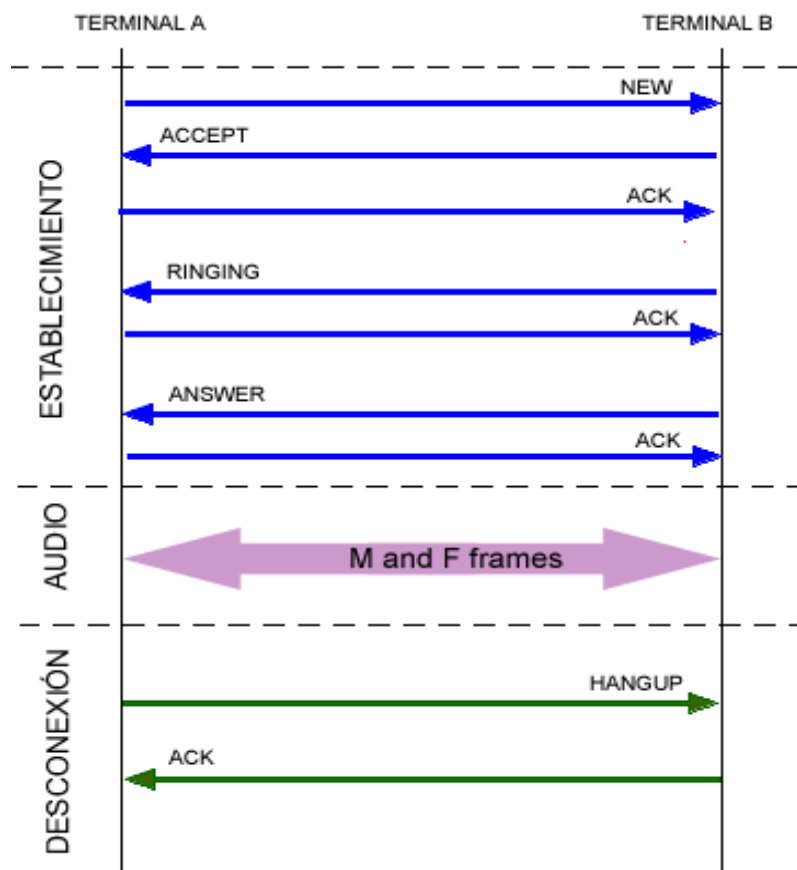
<sup>14</sup> **In-band:** Comunicaciones que tienen lugar dentro de un método de comunicación establecido previamente.

estas son manejadas como un conjunto de paquetes y entonces un datagrama IP puede entregar información para más llamadas sin crear latencia adicional.

Los objetivos principales del protocolo IAX son:

- Al ser un protocolo binario, sus mensajes usan menor ancho de banda y en las transmisiones de control y multimedia VoIP su consumo es mínimo.
- Tiene un soporte nativo para ser transparente a los NAT.

### 1.6.3.1. Funcionamiento de IAX



**Imagen 15.** Funcionamiento de IAX  
**Fuente:** Elastixtech. Portal Web: [www.elastixtech.com](http://www.elastixtech.com)

Según los conceptos de VoIP y telefonía IP de la página de ElastixTech: “El protocolo IAX para el funcionamiento de una llamada se divide en tres etapas:

#### 1. Establecimiento de la llamada

El terminal A inicia una conexión y manda un mensaje “new”. El terminal llamado responde con un “accept” y el llamante le responde con un “ack”. A



continuación el terminal llamado da las señales de “ringing” y el llamante contesta con un “ack” para confirmar la recepción del mensaje. Por último, el llamado acepta la llamada con un “answer” y el llamante confirma ese mensaje.

## **2. Flujo de datos o flujo de audio**

Se mandan los frames M y F en ambos sentidos con la información vocal. Los frames M son mini-frames que contienen solo una cabecera de 4 bytes para reducir el uso en el ancho de banda. Los frames F son frames completos que incluyen información de sincronización. Es importante volver a resaltar que en IAX este flujo utiliza el mismo protocolo UDP que usan los mensajes de señalización evitando problemas de NAT.

## **3. Liberación de la llamada**

Se libera la conexión cuando se envía un mensaje “hangup” y el mensaje se confirma.

# **1.7. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE**

El trabajo de los protocolos de transporte es que los datos lleguen íntegros desde el origen hasta el destino y que cumplan con los requerimientos de Calidad de Servicio y Ancho de Banda adecuados.

Entre los tipos de protocolos de transporte se habla de TCP<sup>15</sup> y UDP<sup>16</sup>; los paquetes TCP garantizan confiabilidad y un reenvío de paquetes IP, sin errores y con tiempos de transmisión altos. Mientras que los paquetes UDP no son orientados a conexión, por lo que no se garantiza su llegada al destino, cambiando así la confiabilidad de TCP pero ganando velocidad.

A pesar de las características del protocolo UDP, este no es adecuado para transmisiones en tiempo real como las de Voz sobre IP. Para ello, se crean

---

<sup>15</sup> TCP: Transmission Control Protocol. Es un protocolo de comunicación orientado a conexión confiable que está en la capa de transporte del modelo OSI. Garantiza que los datos lleguen íntegros a su destino y en el orden en el que fueron transmitidos.

<sup>16</sup> UDP: User Datagram Protocol. Es un protocolo no orientado a conexión. No hace control de flujo ni control de errores y no se preocupa de la manera en la que los paquetes llegan a su destino, tampoco intenta retransmisiones.

dos protocolos suplementarios que actúan en la capa de aplicación del modelo OSI: RTP y RTCP, que se describen a continuación.

### 1.7.1. Protocolo RTP (Real-time Transport Protocol)

Es un protocolo específico creado para satisfacer la demanda de recursos en tiempo real ocasionado por los usuarios y se publica en el RFC 1889.

Se ejecuta sobre UDP, pues existe un menor retardo que en TCP, y al ganar velocidad de transmisión la confiabilidad disminuye. La función del protocolo RTP es multiplexar varios flujos de datos en tiempo real en un solo paquete UDP. Los paquetes están enumerados en  $n+1$ .

Como RTP no hace control de flujo, de errores, sin confirmaciones de recepción y tampoco solicitud de retransmisión, en una falla, la mejor opción es la interpolación de los datos.

#### 1.7.1.1. Encabezado RTP

**Tabla 6.** Formato de la cabecera RTP

Byte 0				Byte 1		Byte 2	Byte 3
V	P	X	CC	M	PT		
Versión de protocolo	Bits de relleno	Campo de extensión	Campo de conteo	Campo de marcador	Tipo de carga útil	Número de secuencia	
Time Stamp							
Identificador de la fuente de sincronización (SSRC)							
Identificador de la fuente contribuyente de carga útil (CSRC)							
Dependiente del perfil						Tamaño	
Datos							

0

32

Fuente: Gil, Jesús. *Protocolo de Transporte en Tiempo Real RTP*.  
Universidad de Córdoba. (2009)

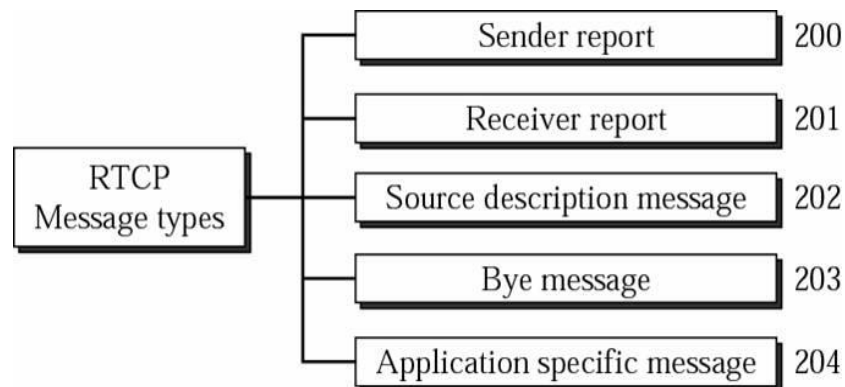
### 1.7.2. Protocolo RTCP (Real-time Transport Control Protocol)

Es un protocolo complementario de RTP, pues le brinda un mecanismo de control, que se basa en la transmisión periódica de paquetes de control y de información sobre la calidad de los datos.

La función principal de RTCP es promover la realimentación de la calidad del servicio.

### 1.7.2.1. Tipos de paquetes RTCP

- **SR (informe de emisor):** ofrece un conjunto de estadísticas de transmisión y recepción de emisores activos.
- **RR (informe de receptor):** conjunto de estadísticas solamente de los receptores.
- **SDES (descripción de fuente):** tarjeta de visita de la fuente.
- **BYE (mensaje de fin):** termina sesión.
- **APP:** funciones específicas de una determinada aplicación.

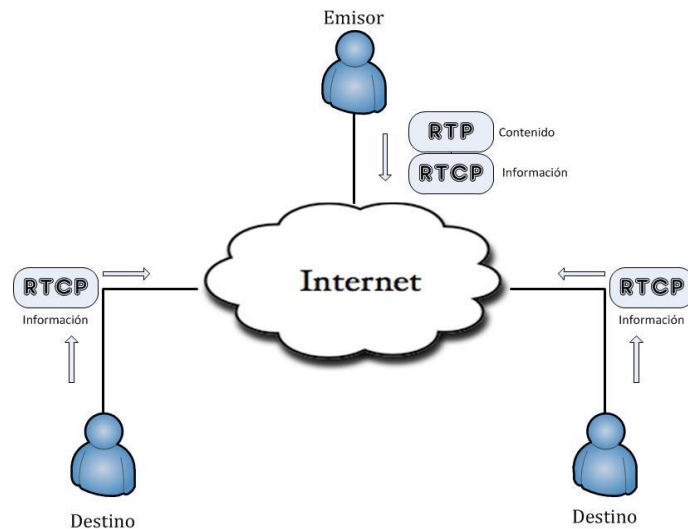


**Imagen 16.** Tipos de paquetes RTCP

Fuente: *Protocolos de tráfico en tiempo real*. Universidad de Guadalajara. México

### 1.7.3. Uso del protocolo RTP + RTCP

RTP y RTCP trabajan juntos porque: se sitúan en la misma capa del modelo OSI (aplicación), RTP utiliza un número de puerto par, y RTCP un número de puerto impar. Cuando la sesión RTP inicia, al mismo tiempo se abre la sesión RTCP implícita. Los puertos por defecto de RTP y RTCP son 5004 y 5005, respectivamente. El emisor o fuente utiliza el protocolo RTP para generar paquetes multimedia encapsulados en paquetes UDP hacia uno o varios receptores, y el protocolo RTCP se utiliza para enviar la información sobre la calidad de los datos y así sincronizar los flujos.



**Imagen 17.** Funcionamiento de RTP+RTCP  
**Fuente:** Gil, Jesús. *Protocolo de Transporte en Tiempo Real RTP*.  
 Universidad de Córdoba (2009)

## 1.8. CÓDECS DE VOZ PARA TELEFONÍA IP

Las comunicaciones de voz son analógicas y la red transmite paquetes digitales y se necesita una conversión, por lo que las redes de VoIP requieren compresión de paquetes de voz, esto ocasiona inconvenientes en la calidad de la voz debido a la susceptibilidad que tiene a retardos, jitter y pérdida de paquetes. Se trata de solucionar estos problemas utilizando algunos algoritmos que ayudan a reducir el ancho de banda que consumen estas aplicaciones de voz así como también la supresión de los ruidos. La mayoría de algoritmos de compresión utilizan modulación PCM<sup>17</sup> o sus variaciones.

### 1.8.1. Tipos de Códecs

Los tipos de códecs más utilizados en Voz y Telefonía IP, se detallan a continuación:

- G.711 (PCM). Sus características son:
  - Utiliza modulación por codificación de pulsos (PCM).
  - Usada en redes telefónicas para digitalización de la voz.
  - Es un códec de 8 bits.

<sup>17</sup> **PCM:** Modulación por codificación de pulsos. Es un procedimiento de modulación para transformar una señal analógica en una secuencia de bits.

- Se codifica con un muestreo de 8000 Hz.
- Mejora la calidad de la voz porque no utiliza ningún algoritmo de compresión.
- Es de baja latencia.
- No requiere licencia.
- Usa un consumo de ancho de banda mayor que otros códecs desde 64 Kbps hasta 84 Kbps.
- Tiene dos leyes de codificación que se diferencian por la forma de realizar la cuantificación; y son:
  - ✓ Ley  $\mu$ : utilizada en Estados Unidos y Japón.
  - ✓ Ley A: utilizada en Europa y el resto del mundo.
- G.722. Evolución del códec G.711. Sus características son:
  - Se destaca por su calidad para la voz.
  - Es un códec de 14 bits.
  - Se codifica con un muestreo de 16000 Hz.
  - Utiliza SB-ADPCM<sup>18</sup> como algoritmo de compresión.
- G.726 (PCM diferencial y adaptativo). Este códec dejó sin uso a G.721 y G.723. Sus características son:
  - Opera a velocidades entre 16 y 40 Kbps, se lo utiliza comúnmente a 32 Kbps.
  - Usa el algoritmo de compresión ADPCM que reduce el ancho de banda necesarios de predicción y se modifican los resultados que se van obteniendo y así minimizar el error de predicción. Así la información a transmitir no es mucha.
- G.728 LD-CELP. Sus características son:
  - Opera a 16 bits con una muestra de 8000 Hz.
  - Genera flujos de bits comprimidos a una velocidad de 16 Kbps.
  - Se basa en el algoritmo LD-CELP<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> **SB-ADPCM:** Sub-Band Adaptive Differential PCM. Lo utiliza G.722 como códec de voz de banda ancha a 64 Kbps y un muestro de 7000 Hz, comúnmente usado para transmisiones de gran cantidad de datos de voz.

<sup>19</sup> **LD-CELP:** Low Delay – Code Excited Linear Prediction. Predicción lineal con excitación por código de bajo retardo.

- Usa un mecanismo de decodificación de ocultación de pérdida de paquetes inherente.
- Es un códec utilizado para videoconferencia, telefonía por satélite.
- Tiene como inconveniente la necesidad de procesadores potentes de muy alto coste.
- G.729 CS-ACELP. Sus características son:
  - Opera a 8000 Kbps y tiene un retardo de 15 ms.
  - Se basa en CS-ACELP<sup>20</sup>.
  - Es un es un algoritmo que comprime el audio de la voz.
  - Se usa para aplicaciones VoIP por sus requerimientos de bajo ancho de banda.
  - Se requiere licenciamiento para su aplicación.

## 1.9. SOFTWARE DE APLICACIÓN PARA TELEFONÍA IP

### 1.9.1. Asterisk



**Imagen 18.** Logo de Asterisk Digium.

**Fuente:** Comunidad de Usuarios de Asterisk. Portal Web: <http://comunidad.asterisk-es.org>

Es una aplicación de software de telefonía IP, es una plataforma de código abierto con licencia GLP<sup>21</sup> y líder mundial en telefonía. Es un sistema de centralita IP usado en empresas para mejorar las comunicaciones.

---

<sup>20</sup> **CS-ACELP:** Conjugate-Structure Algebraic CELP. El primero contiene formas de onda preestablecidas, mientras el segundo contiene formas de onda que se van adaptando a las señales que se van reconstruyendo. El resultado es una mejor calidad de la voz.

<sup>21</sup> **GLP:** General Public License. Desarrollada por Free Software Foundation (FSF), garantiza a los usuarios finales la libertad de usar, estudiar, copiar y modificar el software.

Cuenta con un servidor que tiene muchas funcionalidades, escalables y sofisticadas. Sus aplicaciones controlan y gestionan comunicaciones analógicas y digitales de voz, mediante diferentes protocolos de señalización de VoIP: H.323, SIP. Desarrolla su sistema de calidad, seguro y versátil.

Ofrece características como:

- Creación de llamadas
- Envío de mensajes de voz a email
- Llamadas en conferencia
- Menús de voz interactivos
- Distribución automática de llamadas.

### 1.9.2. Elastix



**Imagen 19.** Logo de Elastix

**Fuente:** Organización Elastix. Portal Web: <http://www.elastix.org>

Elastix es una aplicación para crear sistemas de telefonía IP que integra herramientas de PBX22 basadas en Asterisk que utiliza licenciamiento GLPv2. Cuenta con una interfaz simple y fácil de usar que tiene un propio conjunto de utilidades y creación de módulos de terceros. Es un sistema confiable de fácil uso y robusto.

Sus características básicas son:

- Correo de voz
- Soporte para softphones
- Interfaz de configuración web

---

<sup>22</sup> **PBX:** Private Branch eXchange. Conjunto de líneas telefónicas en donde sólo un número telefónico se da a conocer al Público.

- Sala de conferencias virtuales
- Grabación de llamadas
- Interconexión entre PBXs
- Identificación del llamante
- IVR<sup>23</sup> configurable y flexible
- Soporte para colas de llamadas.

### 1.9.3. Trixbox



**Imagen 20.** Logo Trixbox

**Fuente:** Asterisk and Everything. Portal Web: <http://www.hiasterisk.com/>

Es una distribución de Asterisk bajo Linux, basada en CentOS, sencillo y fácil de instalar. Permite administrar la PBX sin necesidad de conocimientos en Linux o Asterisk. Utiliza FreePBX como entorno gráfico de configuración. Es ideal para compañías pequeñas.

Tiene como principales características:

- IVR
- Extensiones
- Voicemail
- Fax
- Grupo de llamadas
- Directorio de llamadas
- Colas de llamadas

---

<sup>23</sup> **IVR:** Interactive Voice Response. Sistema automatizado orientado a entregar información a través del teléfono. Permitiendo acceder a información y operaciones autorizadas en todo el día.



## **1.10. CENTRALES TELEFÓNICAS**

Son las siglas de Private Branch eXchange. Son centrales privadas que se encuentran instaladas en organizaciones, para las comunicaciones telefónicas internas y también al exterior para conectarse con la PSTN.

La ventaja de las PBX es que, por medio de troncales pueden gestionar todas las comunicaciones internas con absoluta autonomía y evitando el uso de la red pública, y el uso de servicios adicionales que no ofrece la telefonía tradicional.

La telefonía ha ido evolucionando, primero la conmutación de circuitos, después la conmutación de paquetes para el intercambio de datos y por último el surgimiento de centrales telefónicas con capacidad de voz sobre IP.

### **1.10.1. IP-PBX**

Una IP-PBX es una centralita que trabaja bajo el protocolo Internet, utilizando la infraestructura de datos de la empresa (LAN y WAN). Es totalmente digital, es decir, acepta voz y video, además de ventajas económicas en comparación de una centralita PBX convencional y funciones adicionales.

#### *1.10.1.1. Funcionalidades*

Cuenta con tres funcionalidades básicas:

- a. Establecer la conexión entre dos equipos.
- b. Mantener las conexiones activas por el tiempo de uso
- c. Proveer la información de medición de las conexiones para contabilidad y tarifación.

También las IP-PBX cuentan con funciones adicionales, que dependen del modelo y fabricante del equipo, pero entre las más comunes están:

- Llamada en espera
- Desvío de llamada
- Transferencia de llamadas
- IVR (Interactive Voice Response)

- Discado directo a extensión
- Remarcado automático
- Grupo de llamadas
- Conferencias
- Música en espera, entre otras.

#### *1.10.1.2. Tipos de Enlaces*

Los enlaces son conexiones internas (troncales) de la central, a estas se conectan los dispositivos de la central telefónica IP.

- Enlaces Analógicos: son enlaces que funcionan como una línea tradicional y se conectan teléfonos analógicos. No soportan velocidades altas en la transmisión de los datos y solo permiten una conexión simultánea por línea.
- Enlaces Digitales: conocidos como enlaces E1 o T1, tienen un ancho de banda de 2 Mbps, que en la actualidad se instalan sobre fibra óptica utilizando 3 canales de voz sin multiplexar.
- Enlaces entre Centrales: son enlaces que conectan centrales entre sí. En la actualidad se está desarrollando un estándar QSIG, que permite la interconexión con equipos de distintos fabricantes.
- Enlaces VoIP: son enlaces sobre cualquier medio de transporte IP. Se comportan como líneas analógicas: entre las líneas y la central se instalan elementos que convierten la voz y esta sale a un canal analógico y luego son insertados en la red IP.
- Enlaces GSM: como en el caso de la VoIP, hay dispositivos que permiten realizar llamadas usando la red GSM.

### **1.10.2. Dimensionamiento de Sistemas Telefónicos IP**

#### *1.10.2.1. Factores que influyen el ancho de banda*

Para una transmisión en tiempo real se debe tomar en cuenta distintos factores que intervienen para que la comunicación sea de calidad y el ancho de banda utilizado para la aplicación no se vea afectado.

- Velocidad de Empaquetamiento: es el número de paquetes enviados en un intervalo de tiempo.
  - Derivado del período de empaquetamiento
  - Se mide en paquetes por segundo pps.
  - El período de empaquetamiento son los bits de la voz codificada que son recogidos para ser encapsulados.
- Tamaño de Empaquetamiento: es el número de bytes necesarios para representar la información de voz que será encapsulada en cada paquete.
  - Depende del período de empaquetamiento.
  - Depende del ancho de banda del códec.
- IP Overhead: es el número de bytes necesarios agregados a la información de voz durante el proceso de encapsulamiento IP.
  - Depende del uso de cRTP.
- Overhead de Capa de Enlace: es el número de bytes durante el encapsulamiento de capa de enlace.
  - Depende del protocolo usado
  - Depende del protocolo usado.
- Overhead de Túnel: es el número de bytes de protocolo de seguridad 802.1Q
  - Depende del protocolo usado (MPLS, IPsec)

#### *1.10.2.2. Cálculo del ancho de banda para una llamada de VoIP*

Cuando se va a transmitir tráfico de voz el principal inconveniente es la disminución del ancho de banda y por ende se originan problemas en la calidad de la voz, sin un tratamiento de calidad de servicio esta comunicación sería imposible de entenderse.

Para ello, es necesario calcular el ancho de banda para que la prestación del servicio sea la más adecuada. Existen factores indispensables que se deben tomar en cuenta:

**Tabla 7.** Parámetros de AB para una llamada de VoIP

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Llamadas concurrentes	El número de llamadas simultáneas que se harán por la red.
Ancho de banda nominal	Depende del ancho de banda del códec que se utilice.
Tamaño de las cabeceras de capa 3 y 4	Comprende las cabeceras de la capa de red y transporte UDP y RTP.
Tamaño de la cabecera de capa 2	Comprende el tipo de protocolo que se va a utilizar en la capa enlace.

**Fuente:** Adaptado de Tráfico en Redes de Telecomunicaciones

### 1.10.3. Teoría de Tráfico

En redes con Voz sobre IP, la teoría de tráfico es la herramienta que se utiliza para dimensionar el sistema de telefonía y asignar recursos, por ejemplo: el ancho de banda; con un mínimo Grado de Servicio (GoS).

#### 1.10.3.1. Indicadores de Rendimiento para Voz y Datos.

Para una red que brinda servicios unificados (voz y datos), es necesario proveer niveles aceptables de acceso a los servicios y así establecer indicadores que nos demuestren si el rendimiento del servicio es aceptable. Estos parámetros se muestran a continuación tanto para voz como para datos:

**Tabla 8.** Indicadores de rendimiento para datos y voz.

RENDIMIENTO DE DATOS Y VOZ	
DATOS	VOZ
<b>Nivel aceptable de throughput (bps)</b>	Ancho de banda para cada canal y dependiendo del códec seleccionado
<b>Nivel aceptable de retardo (menor a 150ms)</b>	GoS: probabilidad de que una llamada sea bloqueada. Se define para períodos picos en 1 día cuando la demanda es más alta.
<b>Jitter (menor a 75 ms)</b>	

**Pérdidas por paquete (menor al 1% del total de paquetes enviados)**

GoS de P(0,01): una llamada es bloqueada por cada 100 intentos

**Fuente:** Tráfico en Redes de Telecomunicaciones. Profesor: Diógenes Marcano

#### 1.10.3.2. *Flujo de tráfico*

Si se conoce la cantidad de tráfico generado y el GoS requerido es posible calcular el número de troncales requeridas para el sistema.

El flujo de tráfico puede ser calculado usando:

$$A = C * T$$

**Ecuación 1.** Fórmula para el cálculo del flujo de tráfico.

Dónde:

- A: tráfico ofrecido
- C: número de llamadas originadas en una hora
- T: tiempo promedio de duración de una llamada

**Fuente:** Tráfico en Redes de Telecomunicaciones. Profesor: Diógenes Marcano

#### 1.10.4. **Estudio de Erlang**

Un Erlang en telefonía es el volumen de tráfico. Es la cantidad de tráfico que una troncal puede manipular en una hora, incluyendo intentos de llamadas y tiempos de retenciones. Esta es una unidad adimensional.

$$1 \text{ Erlang} = 60 \text{ minutos de llamada} = 3600 \text{ segundos de llamada}$$

Con el estudio de Erlangs se puede determinar el número de líneas troncales deben utilizarse durante las horas de mayor ocupación.

##### 1.10.4.1. *Erlang B*

El Erlang B se define como la situación de bloqueo de una llamada, es decir, cuando llega una llamada y todas las líneas troncales están ocupadas, no se puede atender y, al no disponer de una cola de espera, la llamada se perderá.

Esta condición de bloqueo de la llamada se la puede calcular mediante la probabilidad usando la distribución de Poisson, de que todas las troncales estén ocupadas.

#### 1.10.4.2. Erlang C

El Erlang C es un sistema de colas con un sinnúmero de probabilidades de espera. También se basa en distribuciones de Poisson y tiempos de servicio distribuidos exponencialmente. Debido al número infinito de probabilidades de espera que tiene el sistema, estas no pueden agotarse. El inconveniente del uso de Erlang C es que el sistema se vuelve inestable por los tiempos indefinidos de espera que puede tener una llamada.

Los valores de los Erlangs B y C, están representados en tablas, que se encuentran en el Anexo A.

### 1.11. PROBLEMAS DE LA TELEFONÍA IP

Entre las diferentes redes convergentes existen aplicaciones con características y requerimientos de tráfico sensibles a diferentes factores.

El tráfico de voz que cursa a través de Internet tiene alta sensibilidad al jitter, a la pérdida de paquetes o al retardo, lo que puede afectar su desempeño. A continuación, se detallan estos problemas en la aplicación de VoIP:

#### 1.11.1. Retardo

También conocida como latencia es un problema específicamente de redes no orientadas a conexión y se define como el tiempo que un paquete se demora en llegar desde el origen al destino. Las comunicaciones de VoIP son sensibles al retardo porque son transmisiones en tiempo real y full-duplex. El valor óptimo para que el retardo no sea molesto en la comunicación debe ser menor a 150 ms.

Para solucionar el problema de retardo en las comunicaciones VoIP se puede aumentar el ancho de banda o la velocidad del enlace o se puede priorizar los paquetes dentro de la red.

#### 1.11.2. Jitter

El jitter es también un problema que tienen las redes no orientadas a conexión y que son basadas en conmutación de paquetes, porque la información

se divide en paquetes más pequeños y cada uno puede seguir una ruta distinta para llegar a su destino, entonces se define al jitter como la variación en el tiempo de llegada de los paquetes a su destino. El jitter debe tener un valor menor a 75 ms para que la comunicación pueda ser apropiada.

Priorizando las colas, reservando mayor ancho de banda o aumentando la velocidad del enlace; utilizando un mecanismo de Calidad de Servicio se puede disminuir problemas de jitter.

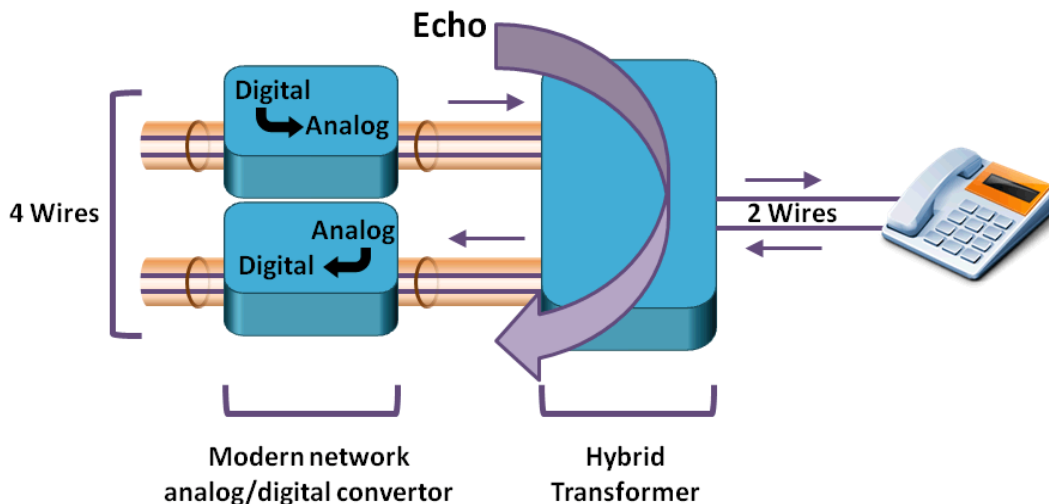
### **1.11.3. Pérdida de paquetes**

El protocolo UDP es un protocolo no orientado a conexión lo que significa que en comunicaciones en tiempo real si los paquetes se pierden estos no son reenviados, además las pérdidas pueden ser ocasionadas por el descarte de paquetes que se demoran en llegar al destino, sin embargo, el principal inconveniente se da cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas, en ese momento la calidad de predicción de la voz se pierde.

Para que no se degrade la comunicación, la pérdida de paquetes admitida debe ser menor al 1% del total de paquetes enviados. Pero también tiene que ver con el tipo de códec que se utilice.

### **1.11.4. Eco**

El eco se define como la reflexión retardada de la señal acústica original y se vuelve molesto cuanto más retardo existe y en sistemas VoIP se convierte en un problema ya que los retardos son mayores que en la telefonía tradicional. Los valores de tolerancia de eco son menores de 65 ms y con una atenuación de 25 a 30 dB.



**Imagen 21.** Definición del eco en una red de VoIP.  
**Fuente:** Cancelación del eco en Elastix. Portal Web: [www.elastixtech.com](http://www.elastixtech.com)

Para solucionar este efecto se tienen dos posibles casos:

- **Supresores de eco:** Convierte la línea de full-duplex a half-duplex para evitar que la señal emitida se devuelva. Por ejemplo, si existe una comunicación entre A y B; si se detecta señal desde A hacia B, entonces la comunicación desde B se anula para evitar el eco, y viceversa.
- **Canceladores de eco:** son dispositivos que guardan en una memoria la información desde el emisor, luego a la señal que retorna que puede estar atenuada o con ruido, le restan la información guardada, se ajusta la señal, el dispositivo filtra esta información y cancela las componentes de la voz. La cancelación del eco requiere mayor tiempo de procesamiento.

## 1.12. CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LA VOZ

La calidad de servicio de una red es la capacidad que tiene de proveer una garantía y control de asignación de recursos y diferenciación de servicios conforme a las aplicaciones requeridas. Las redes actuales al ser redes convergentes deberán soportar una variedad de aplicaciones cada una con diferentes requerimientos de ancho de banda, retardo, pérdida de paquetes, jitter, etc. y cada una de estas aplicaciones deberá tener un nivel aceptable de calidad en su servicio.

Para implementar calidad de servicio QoS se requieren tres pasos que se describen:



- 1) Identificar el tráfico y sus requerimientos.- Se identifica el tráfico mediante una auditoría de la red y se definen las horas de mayor y menor congestión, los objetivos de la red y las aplicaciones que cursan sobre ella, y los servicios que ofrece.
- 2) Clasificar el tráfico basado en los requerimientos.- Para clasificar el tráfico se debe tomar en cuenta la auditoría realizada en el paso anterior; se debe definir un número menor de clases como sea posible, agrupando varias aplicaciones a una clase. También se debe tomar en cuenta los criterios del administrador y las políticas de la empresa.

**Tabla 9.** Clasificación del tráfico

CLASIFICACIÓN DEL TRÁFICO (mayor a menor)	APLICACIÓN DE RED
<b>Voice</b>	Mínima Latencia
<b>Mission-Critical</b>	Entrega Garantizada
<b>Transactional</b>	Entrega Garantizada
<b>Best-Effort</b>	Entrega NO Garantizada

**Fuente:** Adaptado de Tráfico en Redes de Telecomunicaciones.

- 3) Definir políticas de QoS.- Después de identificar y clasificar el tráfico de la red se definen las políticas de calidad de servicio que aseguran un nivel específico para cada clase de tráfico y de esta forma aplicar mecanismos de QoS.

### 1.12.1. Modelos de QoS

Existen tres modelos de Calidad de Servicio:



**Imagen 22.** Modelos de QoS  
**Fuente:** Rogelio Montañana. Universidad de Valencia.

Si en una red de telefonía se aplica un modelo Best-Effort, este traerá muchas complicaciones, pues no implementa ninguna política de QoS, es decir paquetes de datos, voz y video son tratados sin diferenciación, ocurriendo así un problema de garantía para el servicio.

Por otro lado, el modelo de Servicios Integrados IntServ es un modelo que proporciona QoS mediante el uso del protocolo RSVP, lo hace basándose en mecanismos de señalización y reserva de recursos. El inconveniente es que al utilizar RSVP, un protocolo stateful, existe la necesidad de una señalización continua para cada flujo de tráfico, lo que ocasiona que la red se haga poco escalable y tenga retardos mayores.

#### 1.12.1.1. Servicios Diferenciados (DiffServ)

Es el modelo de QoS más reciente y fue creado para resolver los problemas de Best-Effort e IntServ.

DiffServ es un modelo basado en concepto de clases de tráfico y PHB<sup>24</sup> (Per Hop Behavior); es clasificado y marcado de acuerdo a la clase. El modelo DiffServ es un modelo de calidad que ofrece alta escalabilidad.

<sup>24</sup>**PHB:** Per Hop Behavior. Es la política y la prioridad se aplica a un paquete cuando se atraviesa un salto.

La desventaja de DiffServ es que se necesita implementar mecanismos complejos de en cada nodo.

### 1.12.2. Clasificación y Marcaje

Clasificación es el proceso o mecanismo que identifica el tráfico y lo categoriza dentro de clases. Clasificar los paquetes es lo principal de la Calidad de Servicio (QoS). Esta clasificación está basada en descriptores de tráfico.

El marcaje se hace después de la clasificación y es la asignación del paquete dentro de una clase. El paquete es marcado, mediante distintos métodos, así los nodos internos reconocerán y asignarán un apropiado nivel de servicio.

Las marcas más comunes se las hacen en las capas enlace de datos y red del modelo OSI.

**Tabla 10.** Marcaje de paquetes

MARCAJE		
MODELO OSI	Capa 2	CoS <sup>25</sup> cabecera 802.1 Q/p
	Enlace de Datos	MPLS EXP
		Frame Relay bit DE
	Capa 3 Red	DSCP
		IP Precedence

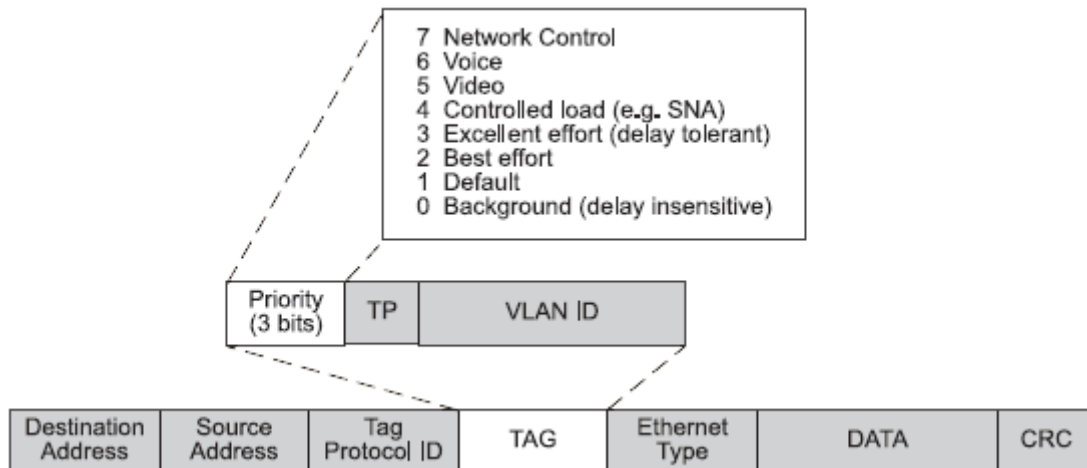
**Fuente:** Universidad de Navarra. Portal Web: [www.tlm.unavarra.es](http://www.tlm.unavarra.es)

#### 1.12.2.1. Cabecera IEEE 802.1p. Clase de Servicio (CoS)

El estándar IEEE 802.1p es el método de asignación de prioridad para los paquetes que viajan sobre una red. Funciona en la cabecera de la capa de enlace de datos del modelo OSI.

<sup>25</sup> **CoS:** Class of Service. Este parámetro es usado en tráfico de voz para diferenciar los tipos de cargas útiles contenidos en el paquete que se transmite.

La trama 802.1p se inserta en el campo MAC<sup>26</sup> y consta de 3 bits que indica prioridades. Tiene un total de 8 niveles (7 es la prioridad más alta). Cuando existe congestión en la red los paquetes con prioridad alta se tratan preferencialmente y los paquetes que tienen una prioridad baja estarán en espera de ser atendidos.

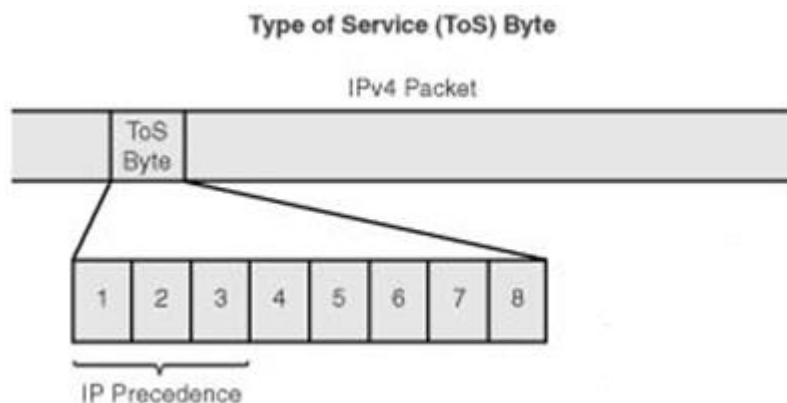


**Imagen 23.** Trama IEEE 802.1p

**Fuente:** Industrial Ethernet Book. Portal Web: <http://www.iebmedia.com>

#### 1.12.2.2. IP Precedence (IPP)

Es un campo que se encuentra dentro del campo ToS de la cabecera IP. Consta de 3 bits de precedencia, y permite especificar la clase de servicio CoS para un paquete.



**Imagen 24.** Campo IP Precedence

**Fuente:** Cisco IP Telephony Flash Cards: Weighted Random Early Detection (WRED).  
 Portal Web: <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=352991&seqNum=4>

<sup>26</sup> **MAC:** Media Access Control. Es el mecanismo a través del cual los dispositivos pueden compartir el medio de transmisión.

En IPP se pueden definir 8 clases de servicios. Mientras más alto es el valor de IPP más importante el paquete. Es aplicable para IPv4.

**Tabla 11.** Clases de IPP

IP PRECEDENCE	APLICACIÓN
7	Reserved
6	Reserved
5	Voice Bearer
4	Videoconferencing
3	Call Signaling
2	High-Priority Data
1	Medium-Priority Data
0	Best-Effort Data

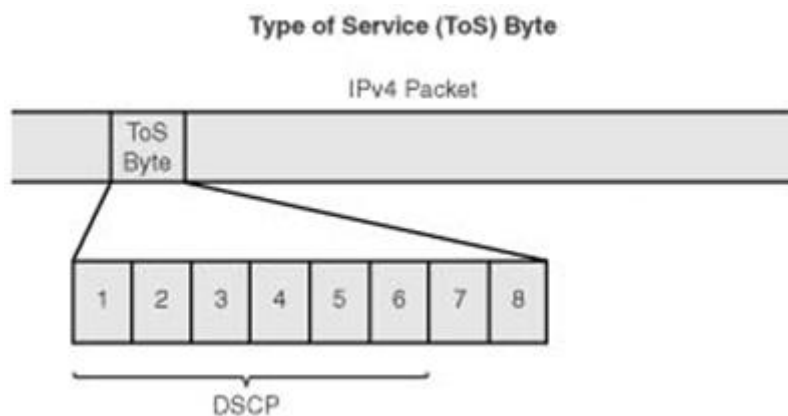
**Fuente:** Adaptado de: Debian & Comunicación.

Portal Web: [http://debian-comunicacion.blogspot.com/2012\\_03\\_01\\_archive.html](http://debian-comunicacion.blogspot.com/2012_03_01_archive.html)

### 1.12.2.3. DSCP (Differentiated Service Code Point)

También DSCP es un campo que se encuentra en la cabecera del protocolo IP, en el campo ToS y son 6 bits que marcan los datagramas, así se establece el servicio que recibirán en los dispositivos.

El campo DSCP es aplicable para IPv4 e IPv6.



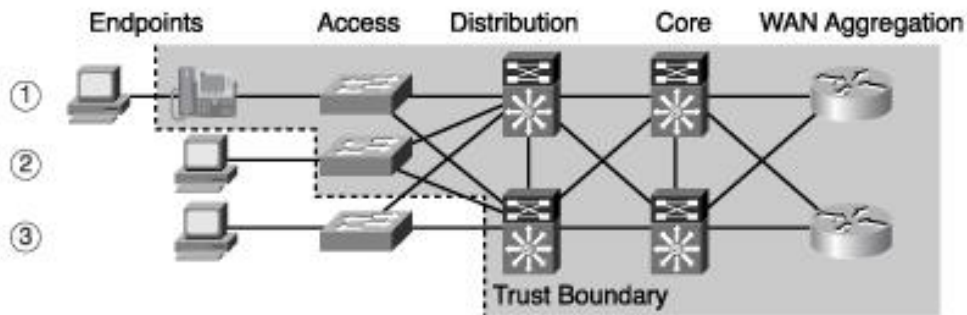
**Imagen 25.** Campo DSCP

**Fuente:** Cisco IP Telephony Flash Cards: Weighted Random Early Detection (WRED).

Portal Web: <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=352991&seqNum=4>

### 1.12.3. Fronteras de Confianza

Es el perímetro que la red respeta y confía en el marcaje realizado sobre un dispositivo. Debe estar definida lo más cercano a la fuente de tráfico, los dispositivos que se encuentren en la frontera deben tener un fácil acceso y también deben soportar QoS.



**Imagen 26.** Disposición de Frontera de Confianza

**Fuente:** The Cisco Learning Network.

Portal Web: <https://learningnetwork.cisco.com/thread/32111>

### 1.12.4. Métodos de Encolamiento

Congestión: Es el fenómeno producido cuando a la red se le ofrece un tráfico más grande del que ella puede soportar, y se produce cuando la velocidad de entrada de los datos excede a la velocidad de salida.

Mientras la red responde a todos los paquetes de datos que atraviesan, se utilizan métodos de encolamiento.

Entonces, los métodos de encolamiento: “Son técnicas usadas para controlar la congestión temporal en una interfaz de salida de un dispositivo de red, creando queues (colas), reteniendo paquetes en ellos y planificando el reenvío de esos paquetes”.

#### 1.12.4.1. Algoritmo Priority Queuing (PQ)

Son paquetes con alta prioridad y son transmitidos primero que los de baja prioridad. Además se asegura que el tráfico importante reciba un servicio rápido en cada punto de la red, en donde este mecanismo se encuentre configurado. Existen 4 clases de prioridad de tráfico, es decir 4 colas.

#### 1.12.4.2. *Class Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ)*

CBWFQ es un mecanismo que permite la creación de colas para cada clase de tráfico definido por el usuario y a cada cola se le asigna un ancho de banda determinado y que también es definido por el usuario.

El número de colas que alcanza este método es de 64 y de tipo FIFO y el ancho de banda garantiza un límite máximo de paquetes dentro de la cola.

En CBWFQ el ancho de banda se basa en el peso asignado a cada clase de tráfico. El peso es calculado internamente por el IOS y depende del ancho de banda asignado para cada clase de tráfico por el usuario.

#### 1.12.4.3. *Low Latency Queue (LLQ)*

La desventaja del método de encolamiento CBWFQ es que no provee un servicio apropiado para aplicaciones en tiempo real como sistemas de VoIP.

Low Latency Queue trabaja con CBWFQ e incluye colas (strict-priority queue), para tráfico de tiempo real, ofreciendo así baja latencia y reserva un ancho de banda mínimo para las aplicaciones como por ejemplo, VoIP. Además es un método consistente y compatible en todas las plataformas.

### **1.12.5. Prevención de Congestión**

Es el esfuerzo que hacen los nodos de la red para prevenir o responder a sobrecargas de paquetes que conduce a problemas en su transmisión, por ejemplo: retardo o pérdida de paquetes.

La congestión genera un colapso por lo que es un problema en la red. Se definen dos mecanismos de prevención: el primero que se da cuando la congestión es leve y se lo aplica para que no aumente y el segundo que es el restablecimiento tras la congestión que se inicia después que la calidad de servicio se ha degradado en la red y es percibida por el usuario.

#### 1.12.5.1. *Random Early Detection (RED)*

Es un mecanismo de prevención que descarta aleatoriamente los paquetes antes que ocurra la congestión, antes que se llene la cola, la velocidad de desecho de paquetes aumenta como aumenta el tamaño de la cola.

La ventaja principal de RED es que el promedio de utilización de las colas se mantiene bajas. La desventaja es la desincronización gracias al algoritmo aleatorio.

#### 1.12.5.2. *Weighted Random Early Detection (WRED)*

Es un mecanismo de prevención que hace clasificación de tráfico según su prioridad. Este algoritmo desecha los paquetes menos importantes y, puede usar múltiples perfiles.

- 1) Mínimo Umbral
- 2) Máximo Umbral
- 3) Probabilidad de Drop

WRED selecciona un perfil basado en los campos IP Precedence y DSCP. Es aplicado en una interfaz o en un nivel de clase de Calidad de Servicio.

#### 1.12.5.3. *Class-Based Weighted Random Early Detection (CBWRED)*

Cuando utilizamos el mecanismo de encolamiento CBWFQ, la política de desecho de paquetes por default es Tail Drop<sup>27</sup>.

Entonces, CBWRED crea un desecho de paquetes por cada clase de tráfico a través de políticas de desecho, basándose en la clasificación y marcaje de paquetes dependiendo del campo que se utilice: IPP o DSCP.

---

<sup>27</sup> **TAIL DROP:** Mecanismo de desecho en donde los paquetes nuevos son desechados si la cola “queue” está llena, sin diferenciación.



## **2. CAPÍTULO II:**

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

#### **2.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se conocerá las características del sistema de telefonía IP, que actualmente se encuentra funcionando en la institución.

El estudio determinará parámetros importantes: número de usuarios, extensiones, el consumo del tráfico de voz en la red interna de datos, cómo está constituida la plataforma CISCO y el crecimiento futuro.

Los datos adquiridos permitirán saber las necesidades para el dimensionamiento del nuevo sistema bajo plataforma de software libre, creando así un sistema de telefonía IP: flexible para trabajar con diferentes tipos de protocolos y estándares, escalable para que pueda crecer dependiendo de las necesidades; interoperable, pues así se pueden manejar distintas marcas de equipos terminales de telefonía; y eficiente para que pueda responder de la mejor manera en caso de fallas.

#### **2.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED TELEFÓNICA IP**

La Universidad Técnica del Norte tiene un campus que se encuentra ubicado en la ciudad de Ibarra y actualmente usa un sistema de telefonía IP basado en la plataforma Cisco, utiliza equipos Cisco dedicados para telefonía: gateway de voz, IVR y el Cisco Unified Communications Manager (CUCM).

El equipo que actúa como Communications Manager UCM tiene versión 6.0, en el que se han contratado 670 licencias para usuarios de las cuales están utilizadas 664.

License Unit Distribution				
<b>Phone License Feature</b>				
License Server	Units Authorized	Units Used	Units Remaining	Units Pending
172.20.64.2	670	664	6	0
<b>Total Units for Feature</b>	<b>670</b>	<b>664</b>	<b>6</b>	<b>0</b>
<b>CCM Node License Feature</b>				
License Server	Units Authorized	Units Used	Units Remaining	
172.20.64.2	1	1	0	
<b>Total Units for Feature</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
<b>Software License Version</b>				
License Server	SW Version			
172.20.64.2	6.0			

**Imagen 27.** Uso de licencias y versión de software CUCM  
**Fuente:** Sistema de Telefonía IP, UTN, 2014.

### 2.3. TOPOLOGÍA DE RED LÓGICA DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP

El diagrama siguiente (ver Imagen 28.) muestra la topología del sistema de telefonía en la UTN, en él se puede observar cómo el servicio está funcionando en la red de datos de la universidad que se explica a continuación:

Los equipos de telefonía están conectados directamente al switch Cisco 3750 que está trabajando como un port channel<sup>28</sup> del switch Cisco 4506, core principal de la Universidad, desde este equipo se realizan las conexiones hacia los switches de la capa acceso de las facultades:

- FICA,
- FICAYA,
- FFCCS,
- FECYT,
- FACAE,
- Instituto de Educación Física;

También hacia los switches de los edificios:

- Bienestar Universitario,

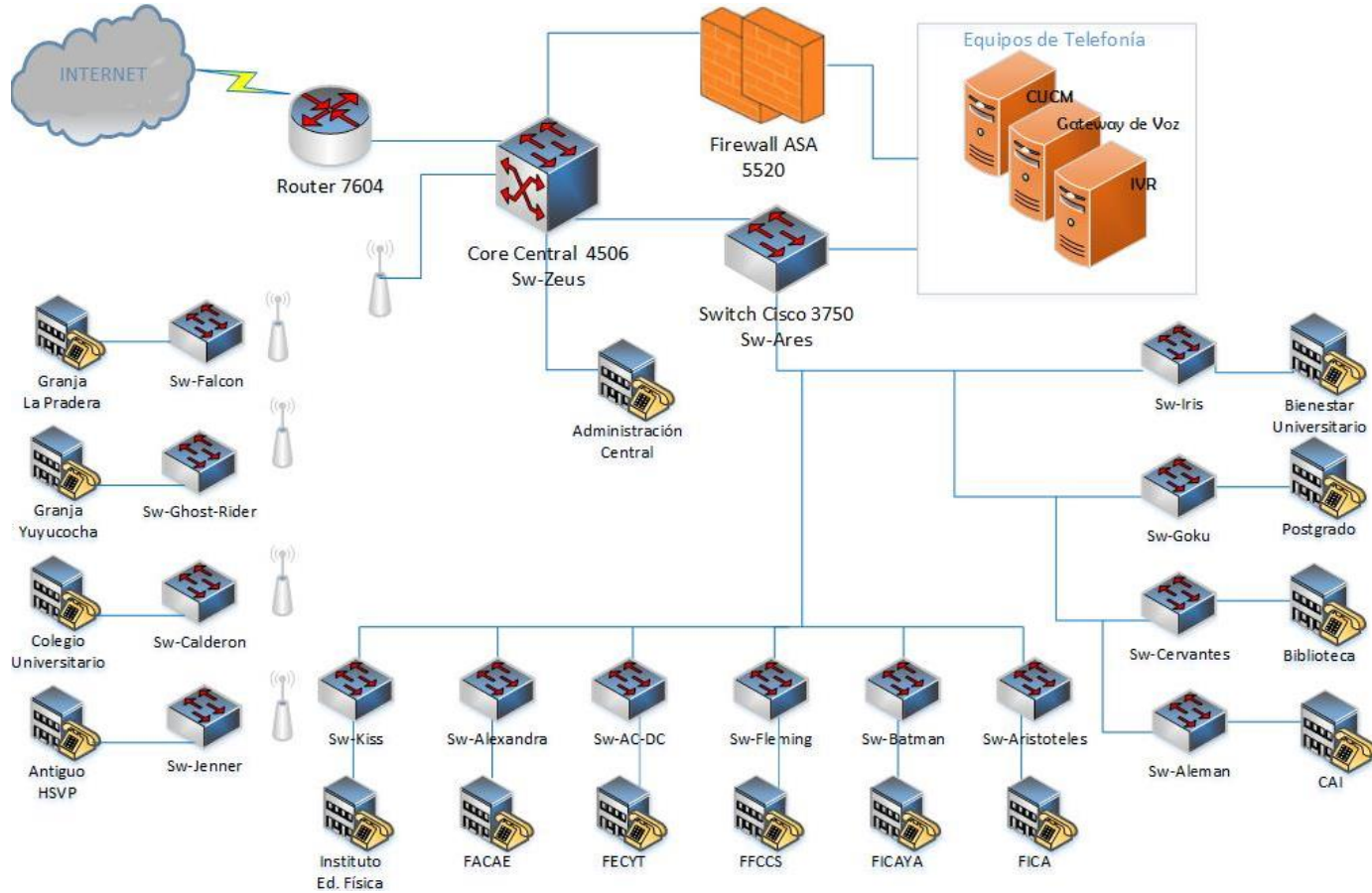
<sup>28</sup> **Port Channel:** permite utilizar varios enlaces entre dos switches para aumentar la velocidad de transferencia entre ellos.

- Postgrado,
- Biblioteca,
- CAI.

En el edificio administrativo de la UTN, todo el servicio de telefonía se reparte desde el switch de core. Y para las dependencias que se encuentran fuera del campus, el servicio parte desde los enlaces de radio, que van desde el core principal hasta los switches que se encuentran en:

- Granja La Pradera,
- Granja Yuyucocha,
- Colegio Universitario,
- Antiguo HSVP.

### 2.3.1. Diagrama de Topología Lógica de Telefonía IP de la UTN



**Imagen 28.** Topología Lógica de Telefonía en la UTN.  
**Fuente:** DDTI-UTN. Basado en el diseño lógico de la red de datos de la UTN.

29

<sup>29</sup> Nombres de los Switches, tomados del trabajo de titulación: Seguridad Perimetral en la Red de Distribución de la UTN, implementado por Javier Torres.

## 2.4. INFRAESTRUCTURA DE RED DE TELEFONÍA IP EN LA UTN

### 2.4.1. Cisco Communications Manager (CUCM)

El CUCM que se encuentra implementado es un equipo Cisco Media Convergence Server (MCS) serie 7800, es un servidor utilizado en plataformas de Comunicaciones Unificadas de Cisco. Provee una arquitectura estable y escalable diseñada para soluciones de VoIP de alta calidad, diseñada para redes de datos empresariales.



**Imagen 29.** Equipo Cisco MCS 7800 series.  
**Fuente:** Cisco MCS. Portal Web: e-ccnavoice.blogspot.com.

#### 2.4.1.1. Características

El equipo Media Convergence Server MCS 7816-H3 que se encuentra instalado en la Universidad Técnica del Norte tiene las siguientes características:

En la hoja de datos del equipo se describe que:

“Es un servidor robusto, ligero que está diseñado para soportar aplicaciones de comunicaciones unificadas diariamente.

- Procesadores instalados: 1
- Tipo de Procesador: Intel Celeron D 352
- Velocidad del Procesador: 3.4 GHz
- Memoria: 4 GB
- Tecnología Ethernet: Gigabit Ethernet

Soporta aplicaciones:

- Cisco Unified Communications Manager 4.3
- Cisco Unified Contact Center Express 4.X
- Cisco Unified Contact Center Express 5.X
- Cisco Unified IP Interactive Voice Response (IVR) 4.X

- Cisco Unified IP IVR 5.X". (pag. 1).

#### 2.4.1.2. Distribución de Extensiones

Las extensiones que se encuentran habilitadas en la Universidad Técnica del Norte, van desde el Cisco Unified Communications Manager (CUCM) hacia las dependencias y están distribuidas de la siguiente manera:

**Tabla 12.** Número detallado de extensiones en la UTN.

DEPENDENCIA	NÚMERO DE EXTENSIONES	
	TELÉFONOS	FAX
<b>Operadora</b>	1	1
<b>Rectorado</b>	4	
<b>Vicerrectorado Académico</b>	5	
<b>Vicerrectorado Administrativo</b>	4	
<b>Secretaría General</b>	2	
<b>Gestión de Proyectos de Desarrollo</b>	1	
<b>Relaciones Internacionales</b>	2	
<b>Recursos Humanos</b>	6	
<b>Informática</b>	12	
<b>Datacenter</b>	1	
<b>Financiero, Almacén y Adquisiciones</b>	18	1
<b>Bienestar Universitario</b>	7	
<b>Planeamiento Integral</b>	6	
<b>Cuicyt</b>	4	
<b>Postgrado</b>	8	1
<b>Televisión Universitaria</b>	6	
<b>Procuraduría</b>	3	
<b>Cudic</b>	3	
<b>Auditoría Interna</b>	1	

Vinculación	4	
Instituto de Altos Estudios	1	
Unidad de Mantenimiento	1	
Acreditación y Evaluación	1	
Aso. Empleados	1	
Fondo Jubilación	1	
Aso. Profesores	1	
Biblioteca	7	
Centro de Educación Continua	5	
Colegio UTN	3	
CAI	2	
FICA	15	1
FICAYA	15	1
FFCCSS	17	1
FECYT	13	1
FACAE	11	1
	192	9
TOTAL EXTENSIONES		201

**Fuente:** Directorio Telefónico UTN. Documentación del Administrador de la red UTN.

En cada facultad las extensiones están asignadas para las siguientes dependencias:

**Tabla 13.** Distribución de extensiones por facultad

<b>F I C A</b>	
No.	Unidad
1	FAX
2	DECANO FICA
3	SUBDECANO FICA

- 4 SECRETARIA DECANATO FICA
- 5 SECRETARIA SUBDECANATO FICA
- 6 SECRETARIA TEXTIL
- 7 SECRETARIA CIERCOM
- 8 SECRETARIA EISIC
- 9 DIRECTOR EISIC
- 10 SECRETARIA CIME
- 11 SECRETARIA ING. INDUSTRIAL
- 12 SECRETARIA ABOGADO FICA
- 13 JEFE LAB. COMPUTACIÓN FICA
- 14 LABORATORIO TINTORERÍA
- 15 LABORATORIO EISIC – FICA
- 16 LABORATORIO CIME – FICA

## **FICAYA**

No.

Unidad

- 1 FAX
- 2 DECANO FICAYA
- 3 SUBDECANO FICAYA
- 4 SECRETARIA DECANATO FICAYA
- 5 SECRETARIA SUBDECANATO FICAYA
- 6 SECRETARIA FORESTAL
- 7 SECRETARIA RECURSOS NATURALES
- 8 SECRETARIA AGROINDUSTRIAL
- 9 GRANJA EXP. YUYUCOCHA
- 10 COORDINACIÓN GEN. FICAYA
- 11 SECRETARIA DEL ABOGADO FICAYA
- 12 LABORATORIO COMP. FICAYA



- 13 LABORATORIO GEOMÁTICA
- 14 SECRETARIO ABOGADO
- 15 GRANJA LA PRADERA
- 16 GRANJA LA PRADERA

## FFCCS

No.

Unidad

- 1 FAX
- 2 DECANA SALUD
- 3 SUBDECANA SALUD
- 4 DECANATO FCCSS
- 5 SUBDECANATO FCCSS
- 6 SEC. ABOGADO FCCSS
- 7 ENFERMERÍA
- 8 NUTRICIÓN
- 9 LABORATORIO
- 10 LABORATORIO COMP. FCCSS
- 11 LAB. ENFERMERÍA
- 12 TERAPIA FÍSICA
- 13 AUDIOVISUALES
- 14 SECRETARIO ABOGADO
- 15 GASTRONOMÍA
- 16 DIR. ENFERMERÍA
- 17 DIR. NUTRICIÓN
- 18 LAB. COMPUTACIÓN GASTRON

## FECYT

No.

Unidad

- 1 FAX
- 2 DECANO FECYT
- 3 SUBDECANO FECYT
- 4 DECANATO FECYT
- 5 SUBDECANATO FECYT
- 6 SEC. ABOGADO FECYT
- 7 PEDAGOGÍA
- 8 PROGRAMAS SEMIPRESENCIALES
- 9 EDUCACIÓN TÉCNICA
- 10 PRACTICA DOCENTE
- 11 LABORATORIO COMP. FECYT
- 12 INS. EDUCACIÓN FÍSICA
- 13 DIR. INS. EDUCACIÓN FÍSICA
- 14 PLAN DE CONTINGENCIA

## F A C A E

No.

Unidad

- 1 FAX
- 2 DECANO FACAE
- 3 SUBDECANA FACAE
- 4 SECRETARIA DECANATO FACAE
- 5 SECRETARIA SUBDECANATO FACAE
- 6 MERCADOTECNIA
- 7 SEC. ABOGADO FACAE
- 8 SEC. CARRERA CONTABILIDAD
- 9 ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
- 10 LABORATORIO COMP. FACAE
- 11 CONTABILIDAD SEMIPRES.

**Fuente:** Directorio Telefónico UTN. Documentación del Administrador de la red UTN.

Se tiene un total de 201 extensiones registradas por el administrador de la red, las cuales forman parte de la VLAN<sup>30</sup> 64 de voz (Voice VLAN) que se encuentra configurada en todos los puntos de red existentes en la Universidad Técnica del Norte.

### 2.4.1.3. Configuración de puntos de red para Telefonía

Para el acceso a la telefonía, en cada puerto del switch que esta designado para dar el servicio de voz, se debe configurar la voice vlan de la siguiente manera:

```
SW-ZEUS#show run interface fastEthernet 6/6
Building configuration...

Current configuration : 164 bytes
!
interface FastEthernet6/6
 description VLAN6-INFORMATICA
 switchport access vlan 6
 switchport mode access
 switchport voice vlan 64
 spanning-tree portfast
end
```

**Imagen 30.** Configuración para VoIP.

**Fuente:** Switch de Core Cisco 4506 de la UTN. DDTI-UTN

La configuración se tiene que hacer en los puertos de los switches a los que se van a conectar los equipos terminales así:

**Tabla 14.** Equipos en donde se configura el acceso a la Telefonía

Ubicación	Equipo en la que se configura la Voice VLAN
Administración Central	Sw-Zeus
Bienestar Universitario	Sw-Iris
Postgrado	Sw-Goku
Biblioteca	Sw-Cervantes
CAI	Sw-Aleman

<sup>30</sup> VLAN: Red de área local virtual o LAN Virtual. Es una segmentación lógica basada en el agrupamiento de equipos según determinados criterios (dirección MAC, número de puertos, protocolos, etc).

<b>FICA</b>	Sw-Aristoteles
<b>FICAYA</b>	Sw-Batman
<b>FFCCS</b>	Sw-Fleming
<b>FECYT</b>	Sw-AC-DC
<b>FACAE</b>	Sw-Alexandra
<b>Instituto de Ed. Física</b>	Sw-Kiss
<b>Granja La Pradera</b>	Sw-Falcon
<b>Granja Yuyucocha</b>	Sw-Ghost-Rider
<b>Colegio Universitario</b>	Sw-Calderon
<b>Antiguo HSVP</b>	Sw-Jenner

**Fuente:** Topología de red. Documentación del Administrador de la red UTN. Tesis: Seguridad Perimetral en la red de Distribución de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra. Autor: Torres, Javier.

#### 2.4.1.4. Distribución de Usuarios

Como anteriormente se menciona, los usuarios tienen asignadas sus extensiones y distribuidas mediante la dependencia en donde cumplen sus actividades en la Institución. Se tiene 34 grupos de usuarios, por ejemplo: Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, Secretaría General, etc.

El plan de numeración configurado desde el CUCM, para las llamadas internas establece un patrón de cuatro dígitos (XXXX), empezando por el número 7, es decir 7XXX.

Pattern *	Description	Partition	Route Filter	Associated Device
09000000000000000000	Llamadas Celulares Directo	Celulares		SL_PSTN
xxxx		uto		gsc-4lx
7000	Internas	uto		SL_PSTN
9012-70000000000000000000	Llamadas Nacionales	Nacionales		SL_PSTN
90900000000000000000000000	Llamadas Celulares	Celulares		SL_PSTN
91700000000000000000000000	Llamadas 1700	uto		SL_PSTN
91800000000000000000000000	Llamadas 1800	uto		SL_PSTN
91X0-4		emergencia		SL_PSTN
91X0-9		emergencia1		SL_PSTN
9911		911		SL_PSTN
972-900000000000000000000000	Llamadas Locales	Locales		SL_PSTN

Patrón de ruta

**Imagen 31.** Patrón de llamadas internas UTN.

**Fuente:** Patrón de ruta. CUCM de la UTN.

A continuación en la tabla 15, se muestra la numeración de las extensiones, cada una designada por dependencia:

**Tabla 15.** Designación de extensiones.

DEPENDENCIA	NUMERACIÓN POR DEPENDENCIA
<b>Operadora</b>	000 - 001
<b>Rectorado</b>	010 - 014
<b>Vicerrectorado Académico</b>	020 - 027
<b>Vicerrectorado Administrativo</b>	030 - 034
<b>Secretaría General</b>	041 - 042
<b>Gestión de Proyectos de Desarrollo</b>	046
<b>Relaciones Internacionales</b>	047 - 048
<b>Recursos Humanos</b>	051 - 056
<b>Informática</b>	060 - 079
<b>Financiero, Almacén y Adquisiciones</b>	080 - 098
<b>Bienestar Univeritario</b>	101 - 107
<b>Planeamiento Integral</b>	121 - 126
<b>Cuicyt</b>	131 - 134
<b>Postgrado</b>	140 - 150
<b>Televisión Universitaria</b>	161 - 167
<b>Procuraduría</b>	171 - 173
<b>Cudic</b>	175 - 177
<b>Auditoría Interna</b>	181
<b>Vinculación</b>	185 - 188
<b>Instituto de Altos Estudios</b>	191
<b>Unidad de Mantenimiento</b>	192
<b>Acreditación y Evaluación</b>	195
<b>Aso. Empleados</b>	196
<b>Fondo Jubilación</b>	198
<b>Aso. Profesores</b>	199

<b>Biblioteca</b>	701 - 707
<b>Centro de Educación Continua</b>	721- 725 y 741, 742
<b>Colegio UTN</b>	761 - 764
<b>CAI</b>	801 - 803
<b>FICA</b>	200 - 215
<b>FICAYA</b>	300 - 317
<b>Ciencias de la Salud</b>	400 - 417
<b>FECYT</b>	500 - 516
<b>FACAE</b>	601 - 612

**Fuente:** Directorio Telefónico UTN. Documentación del Administrador de la red UTN.

Los códigos las extensiones para cada facultad se encuentran detallados en la siguiente tabla (Ver tabla 16):

**Tabla 16.** Códigos de las extensiones de cada facultad de la UTN.

<b>F I C A</b>		
No.	Unidad	Extensión
1	FAX	7200
2	DECANO FICA	7201
3	SUBDECANO FICA	7202
4	SECRETARIA DECANATO FICA	7203
5	SECRETARIA SUBDECANATO FICA	7204
6	SECRETARIA TEXTIL	7205
7	SECRETARIA CIERCOM	7206
8	SECRETARIA EISIC	7207
9	DIRECTOR EISIC	7208
10	SECRETARIA CIME	7209
11	SECRETARIA ING. INDUSTRIAL	7210
12	SECRETARIA ABOGADO FICA	7211

13	JEFE LAB. COMPUTACIÓN FICA	7212
14	LABORATORIO TINTORERÍA	7213
15	LABORATORIO EISIC - FICA	7214
16	LABORATORIO CIME - FICA	7215

## FICAYA

No.	Unidad	Extensión
1	FAX	7300
2	DECANO FICAYA	7301
3	SUBDECANO FICAYA	7302
4	SECRETARIA DECANATO FICAYA	7303
5	SECRETARIA SUBDECANATO FICAYA	7304
6	SECRETARIA FORESTAL	7305
7	SECRETARIA RECURSOS NATURALES	7306
8	SECRETARIA AGROINDUSTRIAL	7307
9	GRANJA EXP. YUYUCOCHA	7308
10	COORDINACIÓN GEN. FICAYA	7309
11	SECRETARIA DEL ABOGADO FICAYA	7310
12	LABORATORIO COMP. FICAYA	7311
13	LABORATORIO GEOMÁTICA	7312
14	SECRETARIO ABOGADO	7313
15	GRANJA LA PRADERA	7316
16	GRANJA LA PRADERA	7317

## FFCCS

No.	Unidad	Extensión
-----	--------	-----------

1	FAX	7400
2	DECANA SALUD	7401
3	SUBDECANA SALUD	7402
4	DECANATO FCCSS	7403
5	SUBDECANATO FCCSS	7404
6	SEC. ABOGADO FCCSS	7405
7	ENFERMERÍA	7406
8	NUTRICIÓN	7407
9	LABORATORIO	7408
10	LABORATORIO COMP. FCCSS	7409
11	LAB. ENFERMERÍA	7410
12	TERAPIA FÍSICA	7411
13	AUDIOVISUALES	7412
14	SECRETARIO ABOGADO	7413
15	GASTRONOMÍA	7414
16	DIR. ENFERMERÍA	7415
17	DIR. NUTRICIÓN	7416
18	LAB. COMPUTACIÓN GASTRON	7417

## F E C Y T

No.	Unidad	Extensión
1	FAX	7500
2	DECANO FECYT	7501
3	SUBDECANO FECYT	7502
4	DECANATO FECYT	7503
5	SUBDECANATO FECYT	7504
6	SEC. ABOGADO FECYT	7505
7	PEDAGOGÍA	7506



8	PROGRAMAS SEMIPRESENCIALES	7507
9	EDUCACIÓN TÉCNICA	7508
10	PRACTICA DOCENTE	7509
11	LABORATORIO COMP. FECYT	7510
12	INS. EDUCACIÓN FÍSICA	7511
13	DIR. INS. EDUCACIÓN FÍSICA	7512
14	PLAN DE CONTINGENCIA	7516

## F A C A E

No.	Unidad	Extensión
1	FAX	7601
2	DECANO FACAE	7601
3	SUBDECANA FACAE	7602
4	SECRETARIA DECANATO FACAE	7603
5	SECRETARIA SUBDECANATO FACAE	7604
6	MERCADOTECNIA	7605
7	SEC. ABOGADO FACAE	7606
8	SEC. CARRERA CONTABILIDAD	7607
9	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS	7608
10	LABORATORIO COMP. FACAE	7609
11	CONTABILIDAD SEMIPRES.	7610
12	SEC. CARRERA ECONOMÍA	7612

**Fuente:** Directorio Telefónico UTN. Documentación del Administrador de la red UTN.

### 2.4.1.5. Reglas de Marcado en la UTN

Para marcar desde una extensión telefónica que está dentro de la red de la UTN, se deben cumplir con ciertas reglas de marcado, dependiendo de la llamada que se quiere realizar, estas reglas están especificadas en el CUCM, en el siguiente gráfico (ver Imagen 32.):

Pattern ^	Description	Partition	Route Filter	Associated Device
<a href="#">0[9]XXXXXXXX</a>	Llamadas Celulares Directo	<a href="#">Celulares</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">6XXX</a>		<a href="#">utn</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">7XXX</a>	Internas	<a href="#">utn</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">9.0[2-7]XXXXXXXX</a>	Llamadas Nacionales	<a href="#">Nacionales</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">9.0[9]XXXXXXXX</a>	Llamadas Celulares	<a href="#">Celulares</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">9.1700XXXXXX</a>	Llamadas 1700	<a href="#">utn</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">9.1800XXXXXX</a>	Llamadas 1800	<a href="#">utn</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">9.1X[0-4]</a>		<a href="#">emergencia</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">9.1X[6-9]</a>		<a href="#">emergencia1</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">9.911</a>		<a href="#">911</a>		<a href="#">RL PSTN</a>
<a href="#">9.[2-9]XXXXXX</a>	Llamadas Locales	<a href="#">Locales</a>		<a href="#">RL PSTN</a>

**Imagen 32.** Configuración de las rutas de marcado en el CUCM  
**Fuente:** Cisco Communications Manager. DDTI-UTN.

En la siguiente tabla (Tabla 17.), se muestra como se debe marcar desde un equipo terminal:

**Tabla 17.** Reglas de marcado desde las extensiones

Tipo de Llamada	Dígito Inicial	Prefijo	Clave	Dígito Final
Interna		7XXX		
Locales	9	[2]XXXXXX	4 dígitos	#
Nacionales	9	0[2-7]XXXXXX	4 dígitos	#
Celulares	9	0[9]XXXXXXXX	4 dígitos	#

**Fuente:** Marcación desde extensiones CUCM. DDTI-UTN

De la tabla anterior, se puede observar que:

- X: números del 0 al 9, que corresponden a una extensión interna o a un número telefónico
- 4 dígitos: clave de cuatro números asignada por el administrador de la red de la UTN para cada usuario.

## 2.4.2. Gateway de Voz Cisco 3800



**Imagen 33.** Gateway de Voz Cisco serie 3800.

**Fuente:** Cisco Gateway de Voz. Recuperado: Portal Web: e-ccnavoice.blogspot.com.

Un Gateway de voz es un dispositivo que cumple la función de convertir las llamadas de una red de VoIP y la PSTN, en tiempo real. Permite a las llamadas que se originan en la red pública convertirse en llamadas IP que pueden transmitirse por la red de datos, o viceversa.

El Gateway de voz de Cisco series 3800, son enrutadores con capacidad de conferencia y transcodificación<sup>31</sup>. El software que utiliza el Gateway de voz, utiliza módulos Cisco Packet Voice/Fax Digital Signal Processor (PVDM2/PVDM3). Funciona conjuntamente con el Cisco Communications Manager.

### 2.4.2.1. Funciones

Las funciones que cumple el gateway de voz Cisco son:

- Soporte multiservicio para routers Cisco.
- Simplifica la implementación.
- Facilita la administración.
- Reduce la utilización de la WAN por su localización de recursos.
- Servicios de transcodificación para reducir necesidades de ancho de banda.

## 2.4.3. IVR (Interactive Voice Response)

Es un sistema preatendedor de llamadas que, con un conjunto de grabaciones de mensajes, brinda al usuario acceso a los servicios de información y de contactos de una institución, a cualquier momento (24/7).

---

<sup>31</sup> **Transcodificación:** Conversión directa (digital a digital) de un códec a otro.

En su descripción de IVR, Cisco lo describe como: “El IVR de Cisco Unified IP, está diseñado para mejorar la eficiencia de la organización mediante la integración simplificada de procesos, aumentando la flexibilidad”. (pag. 1)

#### *2.4.3.1. Características*

Las principales características de un IVR son:

- Servicios de control de llamadas.
- Gestión de plataformas.
- Integración y presentación de informes de habla.
- Integración de base de datos.
- Capacidad integral para estrategias de segmentación.
- Facilidad de instalación.
- Alta disponibilidad y seguridad.

#### *2.4.3.2. Funciones*

El Cisco Unified IVR puede:

- Eliminar las restricciones que están impuestas en la PSTN.
- Las aplicaciones configuradas en el IVR crean conexiones de contenido basadas en web.
- El IVR se construyó específicamente para aprovechar las comunicaciones IP.
- Tienen un entorno de creación de servicios de gran alcance.
- El IVR puede proporcionar autoservicio avanzado.
- Tiene aplicaciones de control de llamadas.

Actualmente, el IVR de la Universidad Técnica del Norte se sufrió una avería en la fuente de energía, por este motivo se encuentra fuera de funcionamiento.

## **2.5. EQUIPOS TERMINALES**

Según la empresa Cisco:

“La telefonía IP de Cisco es parte integral de la solución de Comunicaciones Unificadas de Cisco, que unifica voz, vídeo, datos, y aplicaciones móviles en redes tanto fijas como móviles, capacitando a los usuarios para comunicarse fácilmente en su lugar de trabajo a través de cualquier medio, dispositivo o sistema operativo”.

### **2.5.1. Teléfonos Cisco**

Los teléfonos IP de Cisco son dispositivos de red que pueden compartir información con otros, incluido el mismo equipo. Para configurar el teléfono, controlar funciones y personalizar el teléfono se utiliza páginas Web de opciones de usuario de Cisco Unified CallManager.

En la Universidad Técnica del Norte los teléfonos que están instalados son de diferentes series, a continuación se presenta la descripción, características y funciones de cada uno de los modelos:

#### **2.5.1.1. 7911**

En la hoja de datos del teléfono se encuentra la siguiente descripción:

“Los teléfonos IP 7911G de Cisco Unified son unos aparatos con funciones muy completas, que permiten establecer comunicación por voz a través de la misma red de datos que utilice para sus ordenadores. Asimismo, podrá realizar y recibir llamadas telefónicas, poner llamadas en espera, transferir llamadas, realizar conferencias, etcétera.

Además de las funciones básicas de gestión de llamadas, los teléfonos IP 7906G y 7911G de Cisco Unified admiten funciones de telefonía, especializadas o avanzadas que permiten ampliar las capacidades de gestión de llamadas. Dependiendo de su configuración, el teléfono es compatible con lo siguiente:

- Acceso a los datos de red, aplicaciones XML y servicios basados en la Web.
- Personalización en línea de las funciones y servicios del teléfono desde las páginas Web de Opciones de usuario.”



**Imagen 34.** Teléfono Cisco IP 7911  
**Fuente:** www.poslovna.ip-telefonija.info

2.5.1.1.1 Configuración de los teléfonos Cisco 7911

Los teléfonos Cisco 7911, se encuentran asociados al CUCM y están configurados de la siguiente manera, en las imágenes de la administración web del teléfono están los detalles del dispositivo, configuración de red y estadísticas del teléfono:

 <b>CISCO</b>	<b>Info. dispositivo</b> Cisco IP Phone CP-7911G ( SEP001EF72993DA )	
<a href="#">Info. dispositivo</a> <a href="#">Configuración de red</a> <a href="#">Estadísticas de red</a> <a href="#">Información Ethernet</a> <a href="#">Acceso</a> <a href="#">Red</a> <a href="#">Reg. dispositivos</a> <a href="#">Console Logs</a> <a href="#">Core Dumps</a> <a href="#">Mensajes de estado</a> <a href="#">Pantalla de depuración</a> <a href="#">Estadísticas de flujo</a> <a href="#">Flujo 1</a> <a href="#">Flujo 2</a> <a href="#">Flujo 3</a> <a href="#">Flujo 4</a> <a href="#">Flujo 5</a>	<b>Dirección MAC</b> <b>Nombre de host</b> <b>N.º de directorio telefónico</b> <b>ID de carga de la aplicación</b> <b>ID de carga de inicio</b> <b>Versión</b> <b>Revisión de Hardware</b> <b>N.º de serie</b> <b>N.º de modelo</b> <b>Mensaje en espera</b> <b>UDI</b>	<b>001EF72993DA</b> <b>SEP001EF72993DA</b> <b>7071</b> <b>jar11sccp.8-3-3ES2.sbn</b> <b>tmp11.3-0-1-31.bin</b> <b>SCCP11.8-3-3SR2S</b> <b>7.1</b> <b>FCH1202AJXV</b> <b>CP-7911G</b> <b>No</b> <b>phone</b> <b>Cisco IP Phone 7911G</b> <b>CP-7911G</b> <b>V05</b> <b>FCH1202AJXV</b> <b>Hora</b> <b>Zona horaria</b> <b>Fecha</b>
		<b>13:07:05</b> <b>SA Pacific Standard Time</b> <b>08/14/14</b>

**Imagen 35.** Información del dispositivo Cisco 7911  
**Fuente:** Administración vía web del teléfono. DDTI-UTN



## Configuración de red

Cisco IP Phone CP-7911G ( SEP001EF72993DA )

[Info. dispositivo](#)

[Configuración de red](#)

**Estadísticas de red**

[Información Ethernet](#)

[Acceso](#)

[Red](#)

**Reg. dispositivos**

[Console Logs](#)

[Core Dumps](#)

[Mensajes de estado](#)

[Pantalla de depuración](#)

**Estadísticas de flujo**

[Flujo 1](#)

[Flujo 2](#)

[Flujo 3](#)

[Flujo 4](#)

[Flujo 5](#)

Servidor DHCP	172.20.64.1
Servidor BOOTP	No
Dirección MAC	001EF72993DA
Nombre de host	SEP001EF72993DA
Nombre de dominio	
Dirección IP	172.20.65.152
Máscara de subred	255.255.254.0
Servidor TFTP 1	172.20.64.2
Router predeterminado 1	172.20.64.1
Router predeterminado 2	
Router predeterminado 3	
Router predeterminado 4	
Router predeterminado 5	
Servidor DNS 1	
Servidor DNS 2	
Servidor DNS 3	
Servidor DNS 4	
Servidor DNS 5	
Id VLAN operacional	64
Id VLAN Admin.	64
Unified CM 1	172.20.64.2 Activo
Unified CM 2	172.20.64.4
Unified CM 3	
Unified CM 4	
Unified CM 5	
URL de información	<a href="http://172.20.64.2:8080/ccm/cip/GetTelecasterHelpText.jsp">http://172.20.64.2:8080/ccm/cip/GetTelecasterHelpText.jsp</a>
URL de directorios	<a href="http://172.20.64.2:8080/ccm/cip/xmldirectory.jsp">http://172.20.64.2:8080/ccm/cip/xmldirectory.jsp</a>
URL de mensajes	
URL de servicios	<a href="http://172.10.64.2:8080/ccm/cip/getservicesmenu.jsp">http://172.10.64.2:8080/ccm/cip/getservicesmenu.jsp</a>
DHCP	Sí
Dirección DHCP liberada	No
TFTP alternativo	No
Retraso de desvío	No
URL de inactividad	
Tiempo URL de inactividad	0
URL del servidor proxy	
URL de autenticación	<a href="http://172.20.64.2:8080/ccm/cip/authenticate.jsp">http://172.20.64.2:8080/ccm/cip/authenticate.jsp</a>

Config. de puerto switch	Negociación automática
Configuración de puerto PC	Negociación automática
Servidor TFTP 2	
Config. regional de usuario	Spanish_Colombia
Config. regional de red	Colombia
Auriculares habilitados	Sí
Ver. config. regional usuario	
Ver. config. regional de red	
Puerto PC deshabilitado	No
Altavoz habilitado	Sí
Grupo de escucha	No
GARP habilitado	No
Capacidad video habilitada	No
VLAN de voz habilitada	Sí
Selec. línea auto. habilitada	No
DSCP para control llamadas	CS3
DSCP para control llamadas	CS3
DSCP para configuración	CS3
DSCP para servicios	Prdtrm.
Modo de seguridad	No seguro
Acceso vía Web habilitado	Sí
Distribuir a puerto PC	No
VLAN de PC	
CDP: puerto PC	Sí
CDP: puerto switch	Sí
LLDP-MED: Puerto SW	Sí
LLDP: Puerto PC	Sí
LLDP Prioridad de electricidad	Desconocido
LLDP ID del dispositivo	

**Imagen 36.** Configuración de red del dispositivo  
**Fuente:** Administración vía web del teléfono. DDTI-UTN.

#### 2.5.1.1.2. Teléfonos 7911 que existen en la UTN

En la siguiente tabla (Tabla 18), se muestra un listado de los teléfonos 7911, junto con la dependencia y el número de extensión:



**Tabla 18. Teléfonos IP Cisco 7911****TELÉFONOS IP CISCO 7911**

<b>No.</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Extensión</b>
1	SECRETARIA RECTORADO	7012
2	SECRETARIA RECTORADO	7013
3	SECRETARIA RECTORADO	7014
4	SECRETARIA VIC. ACADÉMICO	7022
5	SECRETARIA VIC. ACADÉMICO	7023
6	SECRETARIA SNNA	7027
7	SECRETARIA VIC. ADMINISTRATIVO	7032
8	SECRETARIA VIC. ADMINISTRATIVO	7033
9	SECRETARIO VIC. ADMINISTRATIVO	7034
10	SECRETARIA SEC. GENERAL	7042
11	LA U-EMPRENDE	7046
12	RELACIONES INTERNACIONALES	7047
13	RELACIONES INTERNACIONALES	7048
14	SECRETARIA RECURSOS HUMANOS	7052
15	JEFE RECURSOS HUMANOS	7053
16	TRANSPORTE RECURSOS HUMANOS	7054
17	JEFE DE SEGURIDAD RR.HH.	7055
18	INFORMACIÓN RECURSOS HUMANOS	7056
19	ANALISTA DE TALENTO HUMANO	7057
20	SECRETARIA - DESARROLLO TECNOLÓGICO	7062
21	ANALISTA DE SISTEMAS	7063
22	PROGRAMADORA	7064
23	ANALISTA DE SISTEMAS	7065
24	GESTIÓN WEB	7067
25	JEFE DE PROYECTOS	7068
26	ANALISTA DE SISTEMAS	7069

27	ANALISTA DE SISTEMAS	7070
28	ANALISTA DE SISTEMAS	7071
29	ANALISTA DE SISTEMAS – QUIPUX	7072
30	CONTADORA	7082
31	CONTADORA	7083
32	AUXILIAR CONTABILIDAD	7084
33	ANALISTA DE NOMINA	7085
34	TESORERA II	7086
35	TESORERA I	7087
36	RECAUDACIÓN	7088
37	JEFE PRESUPUESTO	7089
38	SECRETARIA DIR. FINANCIERA	7090
39	JEFE ALMACÉN BODEGA	7091
40	SECRETARIA ALMACÉN BODEGA	7092
41	GUARDA ALMACÉN	7093
42	JEFE ADQUISICIONES	7094
43	SECRETARIA ADQUISICIONES	7095
44	PRESUPUESTO	7096
45	CONTADORA	7097
46	SECRETARIA BIENESTAR UNIVERSITARIO	7102
47	ENFERMERA BIENESTAR UNIVERSITARIO	7103
48	ORIENTADORA BIENESTAR UNIVERST.	7104
49	ODONTÓLOGO BIENESTAR UNIVERST.	7105
50	LABORATORIO CLÍNICO	7106
51	TRABAJADORA SOCIAL	7107
52	UNIDAD DE SEGURIDAD OCUPACIONAL	7112
53	SECRETARIA PLANEAMIENTO	7122
54	ANALISTA ECONÓMICA	7123
55	AUXILIAR DE ESTADÍSTICA	7124

56	ANALISTA ACADÉMICA	7125
57	ANALISTA DE PLANEAMIENTO	7126
58	ASISTENTES DE INVESTIGACIÓN	7133
59	SECRETARIA DEL CUICYT	7134
60	SECRETARIA POSTGRADO	7142
61	SEC. ABOGADO POSTGRADO	7144
62	POSTGRADO	7145
63	POSTGRADO	7146
64	POSTGRADO	7147
65	POSTGRADO	7148
66	POSTGRADO	7150
67	TELEVISORA UNIVERSITARIA	7162
68	PROGRAMACIÓN UTV	7163
69	RADIO UNIVERSITARIA	7164
70	SECRETARIA COMUNIC. ORGANIZACIONAL	7165
71	RELACIONES PUBLICAS	7167
72	SECRETARIA PROCURADURÍA	7172
73	ABOGADA PROCURADURÍA	7173
74	DIRECTOR	7175
75	COORDINADORA	7176
76	SECRETARIA CUDIC	7177
77	AUDITORIA INTERNA	7181
78	SECRETARIA VINCULACIÓN	7186
79	VINCULACIÓN COLECTIVIDAD	7187
80	OFICINA DEL ESTUDIANTE	7188
81	UNIDAD MANTENIMIENTO	7192
82	COORD. ACREDITACIÓN Y E.	7195
83	SECRETARIA ASOC. EMPLEADOS	7196
84	FOND. JUBILACIÓN INDEXADA UTN	7198

85	SECRETARIA ASO. PROFESORES	7199
86	JEFA DE BIBLIOTECA	7701
87	ANALISTA SISTEMAS BIBLIOTECA	7702
88	BIBLIOTECARIO	7703
89	PROCESOS TÉCNICOS BIBLIOTECA	7704
90	HEMEROTECA	7705
91	NO VIDENTES BIBLIOTECA	7706
92	VIDEOTECA	7707
93	PRESIDENTE CEC	7721
94	COORDINACIÓN GENERAL CEC	7724
95	ASISTENTE CEC	7725
96	DIRECTOR ESC. CONDUCCIÓN	7741
97	SECRETARIA ESC. CONDUCCIÓN	7742
98	SECRETARIA CAI	7803
99	SECRETARIA DECANATO FICA	7203
100	SECRETARIA SUBDECANATO FICA	7204
101	SECRETARIA TEXTIL	7205
102	SECRETARIA CIERCOM	7206
103	SECRETARIA EISIC	7207
104	DIRECTOR EISIC	7208
105	SECRETARIA CIME	7209
106	SECRETARIA ING. INDUSTRIAL	7210
107	SECRETARIA ABOGADO FICA	7211
108	JEFE LAB. COMPUTACIÓN FICA	7212
109	LABORATORIO TINTORERÍA	7213
110	LABORATORIO EISIC – FICA	7214
111	LABORATORIO CIME – FICA	7215
112	SECRETARIA DECANATO FICAYA	7303
113	SECRETARIA SUBDECANATO FICAYA	7304

114	SECRETARIA FORESTAL	7305
115	SECRETARIA RECURSOS NATURALES	7306
116	SECRETARIA AGROINDUSTRIAL	7307
117	GRANJA EXP. YUYUCOCHA	7308
118	COORDINACIÓN GEN. FICAYA	7309
119	SECRETARIA DEL ABOGADO FICAYA	7310
120	LABORATORIO COMP. FICAYA	7311
121	LABORATORIO GEOMÁTICA	7312
122	SECRETARIO ABOGADO	7313
123	LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS	7314
124	GRANJA LA PRADERA	7316
125	DECANATO FCCSS	7403
126	SUBDECANATO FCCSS	7404
127	SEC. ABOGADO FCCSS	7405
128	ENFERMERÍA	7406
129	NUTRICIÓN	7407
130	LABORATORIO	7408
131	LABORATORIO COMP. FCCSS	7409
132	LAB. ENFERMERÍA	7410
133	TERAPIA FÍSICA	7411
134	AUDIOVISUALES	7412
135	SECRETARIO ABOGADO	7413
136	GASTRONOMÍA	7414
137	DIR. ENFERMERÍA	7415
138	DIR. NUTRICIÓN	7416
139	LAB. COMPUTACIÓN GASTRON	7417
140	DECANATO FECYT	7503
141	SUBDECANATO FECYT	7504
142	SEC. ABOGADO FECYT	7505

143	PEDAGOGÍA	7506
144	PROGRAMAS SEMIPRESENCIALES	7507
145	EDUCACIÓN TÉCNICA	7508
146	PRACTICA DOCENTE	7509
147	LABORATORIO COMP. FECYT	7510
148	INS. EDUCACIÓN FÍSICA	7511
149	DIR. INS. EDUCACIÓN FÍSICA	7512
150	PLAN DE CONTINGENCIA	7516
151	SECRETARIA DECANATO FACAE	7603
152	SECRETARIA SUBDECANATO FACAE	7604
153	MERCADOTECNIA	7605
154	SEC. ABOGADO FACAE	7606
155	SEC. CARRERA CONTABILIDAD	7607
156	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS	7608
157	LABORATORIO COMP. FACAE	7609
158	CONTABILIDAD SEMIPRES.	7610

**Fuente:** Call Manager Cisco. DDTI-UTN.

#### 2.5.1.2. 7940

La hoja de dato describe al teléfono como:

“El teléfono Cisco IP 7940G es un aparato con funciones muy completas, que le permitirá establecer comunicación por voz a través de la misma red de datos que emplee para sus ordenadores; podrá realizar y recibir llamadas telefónicas, situar llamadas en espera, realizar marcaciones rápidas, transferir llamadas, realizar conferencias, etcétera.

Además de las funciones de manejo de llamadas básicas, su teléfono es compatible con funciones de telefonía especializadas o avanzadas que permiten ampliar y personalizar las posibilidades de manejo de llamadas.

Su teléfono IP de Cisco también permite:

- Acceso a datos y servicios disponibles en la red: puede acceder a servicios basados en Web desde el teléfono
- Control en línea desde sus páginas Web de Opciones de usuario: puede personalizar las funciones del teléfono desde el ordenador mediante un navegador de internet
- Sistema de ayuda en línea: puede obtener información acerca de las funciones, los botones, las teclas programadas y los elementos de menú directamente desde su teléfono.”




**Imagen 37.** Teléfono Cisco IP 7940.  
**Fuente:** [www.cisco.com](http://www.cisco.com)

#### *2.5.1.2.1 Configuración de los teléfonos Cisco 7940*

Los teléfonos Cisco 7940, se encuentran asociados al CUCM y mediante la administración web del teléfono se puede observar detalles del dispositivo, configuración de red y estadísticas del teléfono:

 <b>CISCO</b>	<b>Info. dispositivo</b> Cisco Systems, Inc. IP Phone CP-7940G ( SEP64168DDBB6C8E )																																
<a href="#">Info. dispositivo</a> <a href="#">Configuración de red</a> Estadísticas de red <a href="#">Ethernet</a> <a href="#">Puerto 1 (Red)</a> <a href="#">Puerto 2 (Acceso)</a> <a href="#">Puerto 3 (Teléfono)</a> Reg. dispositivos <a href="#">Pantalla de depuración</a> <a href="#">Estadísticas de stack</a> <a href="#">Mensajes de estado</a> Estadísticas de flujo <a href="#">Flujo 1</a> <a href="#">Flujo 2</a>	<table border="0"> <tr> <td>Dirección MAC</td> <td>64168DDBB6C8E</td> </tr> <tr> <td>Nombre de host</td> <td>SEP64168DDBB6C8E</td> </tr> <tr> <td>N.º de directorio telefónico</td> <td>7512</td> </tr> <tr> <td>ID de carga de la aplicación</td> <td>P00308000700</td> </tr> <tr> <td>ID de carga de inicio</td> <td>PC0303010200</td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>8.0(7.0)</td> </tr> <tr> <td>DSP</td> <td>4.0(4.0)[A0]</td> </tr> <tr> <td>Módulo expansión 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Módulo expansión 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Revisión de Hardware</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>N.º de serie</td> <td>FCH13499E76</td> </tr> <tr> <td>N.º de modelo</td> <td>CP-7940G</td> </tr> <tr> <td>Codec</td> <td>ADLCodec</td> </tr> <tr> <td>Amps</td> <td>5V Amp</td> </tr> <tr> <td>Revisión C3PO</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Mensaje en espera</td> <td>NO</td> </tr> </table>	Dirección MAC	64168DDBB6C8E	Nombre de host	SEP64168DDBB6C8E	N.º de directorio telefónico	7512	ID de carga de la aplicación	P00308000700	ID de carga de inicio	PC0303010200	Versión	8.0(7.0)	DSP	4.0(4.0)[A0]	Módulo expansión 1		Módulo expansión 2		Revisión de Hardware	4.5	N.º de serie	FCH13499E76	N.º de modelo	CP-7940G	Codec	ADLCodec	Amps	5V Amp	Revisión C3PO	2	Mensaje en espera	NO
Dirección MAC	64168DDBB6C8E																																
Nombre de host	SEP64168DDBB6C8E																																
N.º de directorio telefónico	7512																																
ID de carga de la aplicación	P00308000700																																
ID de carga de inicio	PC0303010200																																
Versión	8.0(7.0)																																
DSP	4.0(4.0)[A0]																																
Módulo expansión 1																																	
Módulo expansión 2																																	
Revisión de Hardware	4.5																																
N.º de serie	FCH13499E76																																
N.º de modelo	CP-7940G																																
Codec	ADLCodec																																
Amps	5V Amp																																
Revisión C3PO	2																																
Mensaje en espera	NO																																

**Imagen 38.** Información del dispositivo Cisco 7940  
**Fuente:** Administración vía web del teléfono. DDTI-UTN

 <b>CISCO</b>	<b>Configuración de red</b> Cisco Systems, Inc. IP Phone CP-7940G ( SEP64168DDBB6C8E )																						
<a href="#">Info. dispositivo</a> <a href="#">Configuración de red</a> Estadísticas de red <a href="#">Ethernet</a> <a href="#">Puerto 1 (Red)</a> <a href="#">Puerto 2 (Acceso)</a> <a href="#">Puerto 3 (Teléfono)</a> Reg. dispositivos <a href="#">Pantalla de depuración</a> <a href="#">Estadísticas de stack</a> <a href="#">Mensajes de estado</a> Estadísticas de flujo <a href="#">Flujo 1</a> <a href="#">Flujo 2</a>	<table border="0"> <tr> <td>Servidor DHCP</td> <td>172.20.64.1</td> </tr> <tr> <td>Servidor BOOTP</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Dirección MAC</td> <td>64168DDBB6C8E</td> </tr> <tr> <td>Nombre de host</td> <td>SEP64168DDBB6C8E</td> </tr> <tr> <td>Nombre de dominio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dirección IP</td> <td>172.20.65.195</td> </tr> <tr> <td>Máscara de subred</td> <td>255.255.254.0</td> </tr> <tr> <td>Servidor TFTP 1</td> <td>172.20.64.2</td> </tr> <tr> <td>Router predeterminado 1</td> <td>172.20.64.1</td> </tr> <tr> <td>Router predeterminado 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Router predeterminado 3</td> <td></td> </tr> </table>	Servidor DHCP	172.20.64.1	Servidor BOOTP	No	Dirección MAC	64168DDBB6C8E	Nombre de host	SEP64168DDBB6C8E	Nombre de dominio		Dirección IP	172.20.65.195	Máscara de subred	255.255.254.0	Servidor TFTP 1	172.20.64.2	Router predeterminado 1	172.20.64.1	Router predeterminado 2		Router predeterminado 3	
Servidor DHCP	172.20.64.1																						
Servidor BOOTP	No																						
Dirección MAC	64168DDBB6C8E																						
Nombre de host	SEP64168DDBB6C8E																						
Nombre de dominio																							
Dirección IP	172.20.65.195																						
Máscara de subred	255.255.254.0																						
Servidor TFTP 1	172.20.64.2																						
Router predeterminado 1	172.20.64.1																						
Router predeterminado 2																							
Router predeterminado 3																							



<b>Router predeterminado 4</b>	
<b>Router predeterminado 5</b>	
<b>Servidor DNS 1</b>	
<b>Servidor DNS 2</b>	
<b>Servidor DNS 3</b>	
<b>Servidor DNS 4</b>	
<b>Servidor DNS 5</b>	
<b>Id VLAN operacional</b>	<b>64</b>
<b>Id VLAN Admin.</b>	<b>64</b>
<b>CallManager 1</b>	<b>172.20.64.2 Activo</b>
<b>CallManager 2 SRST</b>	<b>172.20.64.4</b>
<b>CallManager 3</b>	
<b>CallManager 4</b>	
<b>CallManager 5</b>	
<b>URL de información</b>	<b>http://172.20.64.2:8080/ccmcip/GetTelecasterHelpText.jsp</b>
<b>URL de directorios</b>	<b>http://172.20.64.2:8080/ccmcip/xmldirectory.jsp</b>
<b>URL de mensajes</b>	
<b>URL de servicios</b>	<b>http://172.10.64.2:8080/ccmcip/getservicesmenu.jsp</b>
<b>DHCP habilitado</b>	<b>Si</b>
<b>Dirección DHCP liberada</b>	<b>No</b>
<b>TFTP alternativo</b>	<b>No</b>
<b>Borrar configuración</b>	<b>NO</b>
<b>URL de inactividad</b>	
<b>Tiempo URL de inactividad</b>	<b>0</b>
<b>URL de autenticación</b>	<b>http://172.20.64.2:8080/ccmcip/authenticate.jsp</b>
<b>URL del servidor proxy</b>	
<b>Puerto PC deshabilitado</b>	<b>NO</b>
<b>Config. de puerto switch</b>	<b>AUTO</b>
<b>Configuración de puerto PC</b>	<b>AUTO</b>

Servidor TFTP 2	
Config. regional de usuario	Spanish_Colombia
Config. regional de red	Colombia
Modo sólo auricular	No
Ver. config. regional usuario	
Ver. config. regional de red	
GARP habilitado	Si
VLAN de voz habilitada	Si
Selec. línea auto. habilitada	No
Capacidad vídeo habilitada	No
DSCP para control llamadas	CS3
DSCP para configuración	CS3
DSCP para servicios	default
Modo de seguridad	No seguro
Acceso vía Web	Habilitado
Duración supervisión conexión	120
PC VLAN	
Revertiendo prioridad del foco	Más alta

**Imagen 39.** Configuración de red del dispositivo  
**Fuente:** Administración vía web del teléfono. DDTI-UTN.

### 2.5.1.3. 7941, 7942 y 7961

Los teléfonos Cisco, según su hoja de datos son:

“Los teléfonos IP de Cisco Unified cuentan con completas funciones que permiten establecer comunicación por voz a través de la red de datos del equipo.

Podrá realizar y recibir llamadas de teléfono, ponerlas en espera, transferirlas, efectuar llamadas de conferencia, etc.

Además de las funciones básicas de gestión de llamadas, el teléfono proporciona funciones con una productividad ampliada que aumentan las capacidades de gestión de llamadas. En función de la configuración, el teléfono admite lo siguiente:

- Acceso a los datos de red, aplicación es XML y servicios basados en la Web.
- Personalización en línea de las funciones y servicios de llamada desde las páginas Web Opciones de usuario de Cisco Unified CM.
- Un extenso sistema de ayuda en línea que muestra información en la pantalla del teléfono”



**Imagen 40.** Teléfono Cisco IP 7941.  
**Fuente:** [www.compucanjes.com](http://www.compucanjes.com)

#### *2.5.1.2.1 Configuración de los teléfonos Cisco 7941*

Los teléfonos Cisco 7941, están asociados al CUCM y se puede observar detalles en su configuración mediante la administración web del teléfono, a continuación se muestra en las imágenes, la configuración de estos equipos terminales:

		<b>Info. dispositivo</b> Cisco IP Phone CP-7941G ( SEP00179551F6CA )	
<a href="#">Info. dispositivo</a> <a href="#">Configuración de red</a> <b>Estadísticas de red</b> <a href="#">Información Ethernet</a> <a href="#">Acceso</a> <a href="#">Red</a> <b>Reg. dispositivos</b> <a href="#">Console Logs</a> <a href="#">Core Dumps</a> <a href="#">Mensajes de estado</a> <a href="#">Pantalla de depuración</a> <b>Estadísticas de flujo</b> <a href="#">Flujo 1</a> <a href="#">Flujo 2</a> <a href="#">Flujo 3</a> <a href="#">Flujo 4</a> <a href="#">Flujo 5</a>	Dirección MAC	00179551F6CA	
	Nombre de host	SEP00179551F6CA	
	N.º de directorio telefónico	7066	
	ID de carga de la aplicación	jar41sccp.8-3-3ES2.sbn	
	ID de carga de inicio	boot41.3-2-2-0.bin	
	Versión	SCCP41.8-3-3SR2S	
	Revisión de Hardware	1.0	
	N.º de serie	FCH1014AB3K	
	N.º de modelo	CP-7941G	
	Mensaje en espera	No	
	UDI	phone	
		Cisco IP Phone 7941	
		CP-7941G	
		FCH1014AB3K	
	Hora	16:12:24	
Zona horaria	SA Pacific Standard Time		
Fecha	08/14/14		

**Imagen 41.** Información del dispositivo Cisco 7941  
**Fuente:** Administración vía web del teléfono. DDTI-UTN.

		<b>Configuración de red</b> Cisco IP Phone CP-7941G ( SEP00179551F6CA )	
<a href="#">Info. dispositivo</a> <a href="#">Configuración de red</a> <b>Estadísticas de red</b> <a href="#">Información Ethernet</a> <a href="#">Acceso</a> <a href="#">Red</a> <b>Reg. dispositivos</b> <a href="#">Console Logs</a> <a href="#">Core Dumps</a> <a href="#">Mensajes de estado</a> <a href="#">Pantalla de depuración</a> <b>Estadísticas de flujo</b> <a href="#">Flujo 1</a> <a href="#">Flujo 2</a> <a href="#">Flujo 3</a> <a href="#">Flujo 4</a> <a href="#">Flujo 5</a>	Servidor DHCP	172.20.64.1	
	Servidor BOOTP	No	
	Dirección MAC	00179551F6CA	
	Nombre de host	SEP00179551F6CA	
	Nombre de dominio		
	Dirección IP	172.20.65.141	
	Máscara de subred	255.255.254.0	
	Servidor TFTP 1	172.20.64.2	
	Router predeterminado 1	172.20.64.1	
	Router predeterminado 2		
	Router predeterminado 3		
	Router predeterminado 4		
	Router predeterminado 5		
	Servidor DNS 1		
	Servidor DNS 2		
Servidor DNS 3			
Servidor DNS 4			
Servidor DNS 5			

<b>Id VLAN operacional</b>	<b>64</b>
<b>Id VLAN Admin.</b>	
<b>Unified CM 1</b>	<b>172.20.64.2 Activo</b>
<b>Unified CM 2</b>	<b>172.20.64.4</b>
<b>Unified CM 3</b>	
<b>Unified CM 4</b>	
<b>Unified CM 5</b>	
<b>URL de información</b>	<b>http://172.20.64.2:8080/ccm/cip/GetTelecasterHelpText.jsp</b>
<b>URL de directorios</b>	<b>http://172.20.64.2:8080/ccm/cip/xmldirectory.jsp</b>
<b>URL de mensajes</b>	
<b>URL de servicios</b>	<b>http://172.10.64.2:8080/ccm/cip/getservicesmenu.jsp</b>
<b>DHCP</b>	<b>Sí</b>
<b>Dirección DHCP liberada</b>	<b>No</b>
<b>TFTP alternativo</b>	<b>No</b>
<b>Retraso de desvío</b>	<b>No</b>
<b>URL de inactividad</b>	
<b>Tiempo URL de inactividad</b>	<b>0</b>
<b>URL del servidor proxy</b>	
<b>URL de autenticación</b>	<b>http://172.20.64.2:8080/ccm/cip/authenticate.jsp</b>
<b>Modo de seguridad</b>	<b>No seguro</b>
<b>Acceso vía Web habilitado</b>	<b>Sí</b>
<b>Distribuir a puerto PC</b>	<b>No</b>
<b>VLAN de PC</b>	
<b>CDP: puerto PC</b>	<b>Sí</b>
<b>CDP: puerto switch</b>	<b>Sí</b>
<b>LLDP-MED: Puerto SW</b>	<b>Sí</b>
<b>LLDP: Puerto PC</b>	<b>Sí</b>
<b>LLDP Prioridad de electricidad</b>	<b>Desconocido</b>
<b>LLDP ID del dispositivo</b>	

**Imagen 42.** Configuración de red del dispositivo  
**Fuente:** Administración vía web del teléfono. DDTI-UTN.

2.5.1.1.2. Teléfonos 7941, 7942 y 7981 que existen en la UTN

En la siguiente tabla (Ver Tabla 19., 20. y 21.), se muestra un listado de los teléfonos 7941, 7946 y el teléfono del operador de la UTN 7961, junto con la dependencia y el número de extensión:

**Tabla 19. Teléfonos Cisco IP 7941**

## TELÉFONOS IP CISCO 7941

<b>No.</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Extensión</b>
1	SECRETARIO GENERAL	7041
2	DIRECCIÓN RECURSOS HUMANOS	7051
3	DIRECTOR DESARROLLO TECNOLÓGICO	7061
4	JEFE REDES Y COMUNICACIONES	7066
5	DIRECCIÓN FINANCIERA	7081
6	DIRECTORA BIENESTAR UNIVERSITARIO	7101
7	DIRECTOR DPIU	7121
8	DIRECTOR CUICYT	7131
9	DIRECTOR POSTGRADO	7141
10	DIRECTOR COMUNIC. ORGANIZACIONAL	7161
11	PROCURADURÍA GENERAL	7171
12	DIRECTOR VINCULACIÓN	7185
13	DIRECTOR DE ALTOS ESTUDIOS	7191
14	DIRECTOR CAI	7801
15	DECANO FICA	7201
16	SUBDECANO FICA	7202
17	DECANO FICAYA	7301
18	SUBDECANO FICAYA	7302
19	DECANA SALUD	7401
20	SUBDECANA SALUD	7402
21	DECANO FECYT	7501
22	SUBDECANO FECYT	7502
23	DECANO FACAE	7601
24	SUBDECANA FACAE	7602

**Fuente:** Call Manager Cisco. DDTI-UTN.

**Tabla 20. Teléfonos Cisco IP 7942**

## TELÉFONOS IP CISCO 7942

No.	Dependencia	Extensión
1	DIRECTOR SNNA	7026
2	RECTORADO COLEGIO UTN	7761
3	SECRETARIA RECTORADO COLEGIO UTN	7763
4	SECRETARIA VICERRECTORADO COLEGIO UTN	7764
5	BIENESTAR ESTUDIANTIL	7765

**Fuente:** Call Manager Cisco. DDTI-UTN.

**Tabla 21.** Teléfonos Cisco IP 7961

TELÉFONOS IP CISCO 7961

No.	Dependencia	Extensión
1	OPERADORA	7000

**Fuente:** Call Manager Cisco. DDTI-UTN.

#### 2.5.1.4. 7985

Para Cisco, en la descripción del teléfono se tiene:

“El teléfono Cisco IP 7985, proporciona vídeo de calidad comercial en la misma red de datos que utiliza el ordenador. Hace una reunión de vídeo tan simple como una llamada telefónica. El teléfono de video incluye la misma funcionalidad tecla programable y características como un teléfono IP de Cisco Unified, lo que le permite realizar y recibir llamadas, poner llamadas en espera, transferir llamadas, realizar conferencias telefónicas, y así sucesivamente con la ventaja de ser capaz de ver las llamadas utilizando teléfonos de video”




**Imagen 43.** Teléfono Cisco de Video 7985.

**Fuente:** Hoja de datos del teléfono.

2.5.1.2.1 Configuración de los teléfonos Cisco 7985

		<h2 style="text-align: center;">Device Information</h2>	
		<b>Cisco IP Phone CP-7985(SEP0050600380C2)</b>	
<a href="#">Device Information</a> <a href="#">Network Configuration</a> <a href="#">Network Statistics</a> <a href="#">Ethernet Information</a> <a href="#">Access</a> <a href="#">Network</a> <a href="#">Device Logs</a> <a href="#">Console Log</a> <a href="#">Status Messages</a> <a href="#">Streaming Statistics</a> <a href="#">Stream 1</a>	<b>MAC Address</b> <b>Host Name</b> <b>Phone DN</b> <b>App Load ID</b> <b>Boot Load ID</b> <b>Version</b> <b>Hardware Revision</b> <b>Serial Number</b> <b>Model Number</b> <b>Message Waiting</b>	<b>0050600380C2</b> <b>SEP0050600380C2</b> <b>7010</b> <b>cmterm_7985.4-1-4-0</b> <b>S01655, 1.5, 2005-12-19</b> <b>4-1-4-0</b> <b>101031 rev. 07</b> <b>TAN1151AF70</b> <b>7985G</b> <b>No</b>	

**Imagen 44. Información del dispositivo Cisco 7985**  
Fuente: Administración vía web del teléfono. DDTI-UTN

		<h2 style="text-align: center;">Network Information</h2>	
		<b>Cisco IP Phone CP-7985(SEP0050600380C2)</b>	
<a href="#">Device Information</a> <a href="#">Network Configuration</a> <a href="#">Network Statistics</a> <a href="#">Ethernet Information</a> <a href="#">Access</a> <a href="#">Network</a> <a href="#">Device Logs</a> <a href="#">Console Log</a> <a href="#">Status Messages</a> <a href="#">Streaming Statistics</a> <a href="#">Stream 1</a>	<b>DHCP Server</b> <b>MAC Address</b> <b>Host Name</b> <b>Domain Name</b> <b>IP Address</b> <b>Subnet Mask</b> <b>TFTP Server 1</b> <b>Default Router 1</b> <b>DNS Server 1</b> <b>DNS Server 2</b> <b>DNS Server 3</b> <b>DNS Server 4</b> <b>DNS Server 5</b> <b>Operational VLAN Id</b> <b>Admin. VLAN Id</b> <b>CallManager 1</b> <b>CallManager 2</b> <b>CallManager 3</b>	<b>172.20.64.1</b> <b>0050600380C2</b> <b>SEP0050600380C2</b> <b></b> <b>172.20.65.149</b> <b>255.255.254.0</b> <b>172.20.64.2</b> <b>172.20.64.1</b> <b></b> <b></b> <b></b> <b></b> <b></b> <b>64</b> <b>Not set</b> <b>172.20.64.2, Active</b> <b>172.20.64.4, Trying</b> <b></b>	



<b>CallManager 4</b>	
<b>CallManager 5</b>	
<b>Information URL</b>	<b>http://172.20.64.2:8080/ccmcip/GetTelecasterHelpText.jsp</b>
<b>Directories URL</b>	<b>http://172.20.64.2:8080/ccmcip/xmldirectory.jsp</b>
<b>Messages URL</b>	
<b>Services URL</b>	<b>http://172.10.64.2:8080/ccmcip/getservicesmenu.jsp</b>
<b>DHCP Enabled</b>	<b>Yes</b>
<b>Alternate TFTP</b>	<b>No</b>
<b>Proxy Server URL</b>	
<b>Authentication URL</b>	<b>http://172.20.64.2:8080/ccmcip/authenticate.jsp</b>
<b>SW Port Configuration</b>	<b>Auto Negotiate</b>
<b>PC Port Configuration</b>	<b>Auto Negotiate</b>
<b>TFTP Server 2</b>	
<b>Headset Enabled</b>	<b>Yes</b>
<b>PC Port Disabled</b>	<b>No</b>
<b>Speaker Enabled</b>	<b>Yes</b>
<b>Voice VLAN Enabled</b>	<b>Yes</b>
<b>DSCP For Call Control</b>	<b>CS3</b>
<b>DSCP For Configuration</b>	<b>CS3</b>
<b>DSCP For Services</b>	<b>Default</b>
<b>Web Access Enabled</b>	<b>Yes</b>
<b>Span to PC Port</b>	<b>No</b>

**Imagen 45.** Configuración de red del dispositivo  
**Fuente:** Administración vía web del teléfono. DDTI-UTN

#### 2.5.1.1.2. Teléfonos 7985 que existen en la UTN

**Tabla 22.** Lista de teléfonos Cisco 7985

TELÉFONOS IP CISCO 7985		
No.	Dependencia	Extensión
1	RECTOR	7010
2	VICERRECTOR ACADÉMICO	7020
3	VICERRECTOR ADMINISTRATIVO	7030

**Fuente:** Cisco Call Manager. DDTI-UTN.

#### 2.5.2. Fax ATA 186

Es un adaptador de teléfono analógico a Ethernet que convierte a los dispositivos tradicionales de telefonía en los dispositivos IP.



**Imagen 46.** Fax ATA 186

**Fuente:** Hoja de datos Cisco ATA 186

2.5.1.2.1 Configuración del Fax ATA 186

CISCO SYSTEMS		<b>Device Information</b> <b>Cisco ATA 186 (SCCP)</b>	
<a href="#">Device Information</a> <a href="#">Network Configuration</a> <a href="#">Ethernet Statistics</a> <a href="#">RTP Statistics</a> <a href="#">Change Configuration</a> <a href="#">Change UIPassword</a> <a href="#">Network Parameters</a> <a href="#">SCCP Parameters</a> <a href="#">Tone Parameters</a> <a href="#">Audio Parameters</a> <a href="#">Service Parameters</a> <a href="#">Debug Parameters</a> <a href="#">Services</a> <a href="#">Phone Status</a>	<b>MAC Address</b>	001e7a24227c	
	<b>Host Name</b>	ata001e7a24227c	
	<b>Phone 1 DN</b>	7011	
	<b>Phone 2 DN</b>	7911	
	<b>App Load ID</b>	ATA030203SCCP051201A	
	<b>S/W Version</b>	3.02.03(051201A)	
	<b>H/W Version</b>	0x0013 0x0000	
	<b>Serial Number</b>	FCH11478T1S	
	<b>Product ID</b>	ATA186I1-A	
	<b>H/W Features</b>	0x00000016	
	<b>Firmware</b>	ATA030203SCCP051201A.zup	
	<b>VLAN ID</b>	64	
	<b>Config File</b>	ata001e7a24227c	

**Imagen 47.** Información del dispositivo ATA 186  
**Fuente:** Administración vía web del fax. DDTI-UTN

CISCO SYSTEMS		<b>Network Configuration</b> <b>Cisco ATA 186 (SCCP)</b>	
<a href="#">Device Information</a> <a href="#">Network Configuration</a> <a href="#">Ethernet Statistics</a> <a href="#">RTP Statistics</a> <a href="#">Change Configuration</a> <a href="#">Change UIPassword</a> <a href="#">Network Parameters</a> <a href="#">SCCP Parameters</a> <a href="#">Tone Parameters</a> <a href="#">Audio Parameters</a> <a href="#">Service Parameters</a> <a href="#">Debug Parameters</a> <a href="#">Services</a> <a href="#">Phone Status</a>	<b>DHCP Server</b>	172.20.64.1	
	<b>MAC Address</b>	001e7a24227c	
	<b>Host Name (Phone 1)</b>	SEP001e7a24227c	
	<b>Host Name (Phone 2)</b>	SEP1e7a24227c01	
	<b>Domain Name</b>		
	<b>IP Address</b>	172.20.65.166	
	<b>Default Router</b>	172.20.64.1	
	<b>Subnet Mask</b>	255.255.254.0	
	<b>TFTP Enabled</b>	0	
	<b>TFTP Server 1</b>	172.20.64.2	
	<b>TFTP Server 2</b>	0.0.0.0	
	<b>DNS Server 1</b>	0.0.0.0	
	<b>DNS Server 2</b>	0.0.0.0	
	<b>VLAN Id</b>	64	
	<b>CallManager1[1]:</b>	172.20.64.2 Active	
	<b>CallManager2[1]:</b>	172.20.64.4(SRST)	
	<b>CallManager3[1]:</b>		
	<b>CallManager4[1]:</b>		
	<b>CallManager1[2]:</b>	172.20.64.2 Active	
<b>CallManager2[2]:</b>	172.20.64.4(SRST)		
<b>CallManager3[2]:</b>			
<b>CallManager4[2]:</b>			
<b>DHCP Enabled</b>	1		
<b>DHCP Address Released</b>	0		

**Imagen 48.** Configuración de red del dispositivo  
**Fuente:** Administración vía web del fax ATA. DDTI-UTN.

#### 2.5.1.1.2. Faxes ATA 186 que existen en la UTN

**Tabla 23.** Lista de faxes Cisco ATA 186

No.	DEPENDENCIA
1	Dirección Administrativa
2	Dirección Financiera
3	Dirección Postgrado
4	FICA
5	FICAYA
6	SALUD
7	FECYT
8	FACAE

**Fuente:** Cisco Call Manager. DDTI-UTN

## 2.6. TRÁFICO DE TELEFONÍA IP

### 2.6.1. Establecimiento de la Hora Pico de Tráfico

La hora de tráfico son los 60 minutos de un día, en el que el tráfico de telefonía registra un aumento considerable, es decir, es la hora en el cual las llamadas telefónicas tienen un máximo tráfico.

Para calcular la hora de tráfico de manera rápida, se debe tomar en cuenta 1 día de los días laborables del mes y a ese tráfico multiplicarlo por el 15% o 17%, pues se considera como regla general del mayor tráfico que ocurre durante un día.

### 2.6.2. Análisis de la Hora de Tráfico en la Universidad Técnica del Norte

Para determinar la hora de tráfico en la UTN, con la herramienta Wireshark, el monitoreo de la red determina la hora de mayor tráfico (hora pico) está entre las 12:00 y 13:00. En el anexo C., están detallados los días que se monitoreó la red.

A continuación se muestra en las imágenes, el tráfico de telefonía en la hora pico, tomada del día 09 de junio de 2014.

Para muestrear la red de telefonía se tomaron los últimos días del mes de junio y los primeros de mes de julio, siendo el 09 de julio el día de más recurrencia de llamadas telefónicas hechas en la institución, en las imágenes se observa el incremento de las llamadas a lo largo de todo el día:

**Llamadas de 08:00 a 09:00:**

Detected 464 VoIP Calls. Selected 0 Calls.								
Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
14,660401	158,231176	172.20.65.75			SKINNY	17	COMPLETEC	
15,354175	158,235439	172.20.65.45			SKINNY	6	COMPLETEC	
22,542254	31,519949	172.20.64.168			SKINNY	5	COMPLETEC	
31,542652	46,515780	172.20.64.168			SKINNY	25	COMPLETEC	
37,596536	250,759424	172.20.64.174			SKINNY	17	COMPLETEC	
41,987203	116,912571	172.20.64.189			SKINNY	33	COMPLETEC	
42,457491	46,232518	172.20.64.168			SKINNY	5	COMPLETEC	
42,464167	46,232642	172.20.64.174			SKINNY	5	COMPLETEC	

Total: Calls: 464 Start packets: 0 Completed calls: 257 Rejected calls: 1

**Imagen 49.** Análisis de hora pico en la UTN 8:00 a 9:00.  
**Fuente:** Wireshark, UTN, 2014.

**Llamadas de 09:00 a 12:00:**

Detected 4545 VoIP Calls. Selected 0 Calls.								
Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
7,288372	45,550625	172.20.65.5			SKINNY	17	COMPLETEC	
8,001671	45,562710	172.20.64.183			SKINNY	6	COMPLETEC	
10,806422	10,883366	172.20.64.2			SKINNY	5	COMPLETEC	
10,810495	10,810502	172.20.64.203			SKINNY	2	COMPLETEC	
10,811397	10,891517	172.20.64.2			SKINNY	5	COMPLETEC	
10,816770	10,816770	172.20.64.209			SKINNY	2	COMPLETEC	
13,407770	250,695697	172.20.64.4	62959759	7000	H.323	113	COMPLETEC	Tunneling: OFF F
13,431430	46,249278	172.20.64.168			SKINNY	17	COMPLETEC	

Total: Calls: 4545 Start packets: 0 Completed calls: 1995 Rejected calls: 73

**Imagen 50.** Análisis de hora pico en la UTN 9:00 a 12:00.  
**Fuente:** Wireshark, UTN, 2014.

## Llamadas de 12:00 a 13:00

Detected 5750 VoIP Calls. Selected 0 Calls.

Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
7,288372	45,550625	172.20.65.5			SKINNY	17	COMPLETEC	
8,001671	45,562710	172.20.64.183			SKINNY	6	COMPLETEC	
10,806422	10,883366	172.20.64.2			SKINNY	5	COMPLETEC	
10,810495	10,810502	172.20.64.203			SKINNY	2		
10,811397	10,891517	172.20.64.2			SKINNY	5	COMPLETEC	
10,816770	10,816770	172.20.64.209			SKINNY	2		
13,407770	250,695697	172.20.64.4	62959759	7000	H.323	113	COMPLETEC	Tunneling: OFF F
13,431430	46,249278	172.20.64.168			SKINNY	17	COMPLETEC	

Total: Calls: 5750 Start packets: 0 Completed calls: 2624 Rejected calls: 82

**Imagen 51.** Análisis de hora pico en la UTN 12:00 a 13:00.  
Fuente: Wireshark, UTN, 2014.

## Llamadas de 14:00 a 17:00

Detected 8798 VoIP Calls. Selected 0 Calls.

Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
1100,507331	1102,876726	172.20.65.149			SKINNY	12	COMPLETEC	
1103,627787	1117,907341	172.20.65.149	7010	7012	SKINNY	22	COMPLETEC	
1105,425369	1117,721557	172.20.64.108			SKINNY	6	COMPLETEC	
1206,475481	1228,879760	172.20.64.4	62612021	7000	H.323	5	CANCELLED	Tunneling: OFF F
1206,490487	1228,896085	172.20.64.126			SKINNY	6	COMPLETEC	
2002,968369	2059,098984	172.20.64.217			SKINNY	35	COMPLETEC	
2010,539633	2059,024777	172.20.64.2	7309	2950686	H.323	37	COMPLETEC	Tunneling: OFF F
2010,674396	2059,032830	172.20.64.217			SKINNY	5		

Total: Calls: 8798 Start packets: 0 Completed calls: 4689 Rejected calls: 131

**Imagen 52.** Análisis de hora pico en la UTN 14:00 a 15:00.  
Fuente: Wireshark, UTN, 2014.

En resumen, las llamadas originadas el 09 de junio, se muestran en la Tabla 24., a continuación:

**Tabla 24.** Datos de llamadas obtenidas del analizador de tráfico.

HORA DE LLAMADA	NÚMERO DE LLAMADAS
08:00 a 09:00	464
09:00 a 12:00	4545
12:00 a 13:00	5057
14:00 a 17:00	8798

Fuente: Wireshark, UTN, 2014.

Para realizar los cálculos necesarios se toma como referencia los siguientes datos de las llamadas desde las 12:00 hasta las 13:00.

Número de llamadas en 1 hora:

$$\text{Número de llamadas} = 1205$$

$$\text{Tiempo promedio de cada llamada} = 43.25 \text{ segundos}$$

**Ecuación 2.** Total de llamadas en una hora

**Fuente:** Wireshark, UTN, 2014

### 2.6.3. CÁLCULO DEL TRÁFICO OFRECIDO

Es conocido como el flujo de tráfico, su unidad es el Erlang y se calcula mediante la fórmula:

$$A = C * T$$

**Ecuación 3.** Flujo de tráfico

**Fuente:** Tráfico en Redes de Telecomunicaciones. Profesor: Diógenes Marcano

En donde:

A: es el tráfico ofrecido.

C: Número de llamadas generadas en una hora.

T: tiempo promedio de duración de una llamada.

Ahora, para el caso de la UTN, se tiene:

$$A = C * T$$

$$A = \frac{1205 \text{ llamadas} * 47.12 \text{ segundos}}{3600 \text{ segundos}}$$

$$A = 15.77 \text{ Erlangs}$$

**Ecuación 4.** Flujo de Tráfico

**Fuente:** Datos de Wireshark, UTN, 2014

Entonces, el valor aproximado de 15.77 Erlangs, es la cantidad de tráfico que cursa sobre la red de telefonía actual de la Universidad Técnica del Norte. Este requerimiento sirve como referencia para proyectar el crecimiento a futuro en la migración del servicio.

#### 2.6.4. GRADO DE SERVICIO (GOS)

El grado de servicio es una condición de QoS que es usado en telefonía, y se define como la probabilidad de bloqueo de una llamada al primer intento en la hora pico.

Para que el GoS sea aceptable, el valor de la probabilidad debe ser menor a 1% de bloqueo en la hora pico.

La fórmula simplificada de GoS es:

$$GoS = \frac{\text{Número de llamadas rechazadas}}{\text{Número de llamadas realizadas}}$$
$$GoS = \frac{22}{1205}$$
$$GoS = 0.0182$$

**Ecuación 5.** Grado de Servicio.

**Fuente:** Tráfico en Redes de Telecomunicaciones. Profesor: Diógenes Marcano

Mediante la tabla de Erlang B y C, para este caso se utilizaran las dos tablas ya que se debe encontrar los valores por dos casos: Erlang B para cuando se quiera encontrar el GoS sin que existan colas; y Erlang C, cuando se tome en cuenta las colas en el GoS.

Conociendo el número de canales y el tiempo promedio de una llamada se puede encontrar la cantidad de tráfico:

$$\text{Número de canales} = 30$$

$$GoS = 0.0182$$

**Ecuación 6.** Información de canales y GoS

**Fuente:** Datos obtenidos en la UTN

Entonces, basándonos en las siguientes tablas, se tiene:



Con Erlang B, el valor es:

N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89
16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50	15.18	16.81	20.30	24.54
17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52	16.29	18.01	21.70	26.19
18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.55	17.41	19.22	23.10	27.84
19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58	18.53	20.42	24.51	29.50
20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61	19.65	21.64	25.92	31.15
21	8.319	9.501	10.11	11.86	12.84	14.04	16.19	18.65	20.77	22.85	27.33	32.81
22	8.946	10.18	10.81	12.64	13.65	14.90	17.13	19.69	21.90	24.06	28.74	34.46
23	9.583	10.87	11.52	13.42	14.47	15.76	18.08	20.74	23.03	25.28	30.15	36.12
24	10.23	11.56	12.24	14.20	15.30	16.63	19.03	21.78	24.16	26.50	31.56	37.78
25	10.88	12.26	12.97	15.00	16.13	17.51	19.99	22.83	25.30	27.72	32.97	39.44
26	11.54	12.97	13.70	15.80	16.96	18.38	20.94	23.89	26.43	28.94	34.39	41.10
27	12.21	13.69	14.44	16.60	17.80	19.27	21.90	24.94	27.57	30.16	35.80	42.76
28	12.88	14.41	15.18	17.41	18.64	20.15	22.87	26.00	28.71	31.39	37.21	44.41
29	13.56	15.13	15.93	18.22	19.49	21.04	23.83	27.05	29.85	32.61	38.63	46.07
30	14.25	15.86	16.68	19.03	20.34	21.93	24.80	28.11	31.00	33.84	40.05	47.74

Imagen 53. Tráfico ofrecido mediante la tabla de Erlang B  
Fuente: Tabla Erlang B. Anexo

Con Erlang C, el valor es:

N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0100	.0200	.0500	.1000	.1500	.2000	.3000	.4000
2	.0142	.0319	.0452	.1025	.1465	.2103	.3422	.5000	.6278	.7403	.9390	1.117
3	.0860	.1490	.1894	.3339	.4291	.5545	.7876	1.040	1.231	1.393	1.667	1.903
4	.2310	.3533	.4257	.6641	.8100	.9939	1.319	1.653	1.899	2.102	2.440	2.725
5	.4428	.6289	.7342	1.065	1.259	1.497	1.905	2.313	2.607	2.847	3.241	3.569
6	.7110	.9616	1.099	1.519	1.758	2.047	2.532	3.007	3.344	3.617	4.062	4.428
7	1.026	1.341	1.510	2.014	2.297	2.633	3.188	3.725	4.103	4.406	4.897	5.298
8	1.382	1.758	1.958	2.543	2.866	3.246	3.869	4.463	4.878	5.210	5.744	6.178
9	1.771	2.208	2.436	3.100	3.460	3.883	4.569	5.218	5.668	6.027	6.600	7.065
10	2.189	2.685	2.942	3.679	4.077	4.540	5.285	5.986	6.469	6.853	7.465	7.959
11	2.634	3.186	3.470	4.279	4.712	5.213	6.015	6.765	7.280	7.688	8.336	8.857
12	3.100	3.708	4.018	4.896	5.363	5.901	6.758	7.554	8.099	8.530	9.212	9.761
13	3.587	4.248	4.584	5.529	6.028	6.602	7.511	8.352	8.926	9.379	10.09	10.67
14	4.092	4.805	5.166	6.175	6.705	7.313	8.273	9.158	9.760	10.23	10.98	11.58
15	4.614	5.377	5.762	6.833	7.394	8.035	9.044	9.970	10.60	11.09	11.87	12.49
16	5.150	5.962	6.371	7.502	8.093	8.766	9.822	10.79	11.44	11.96	12.77	13.41
17	5.699	6.560	6.991	8.182	8.801	9.505	10.61	11.61	12.29	12.83	13.66	14.33
18	6.261	7.169	7.622	8.871	9.518	10.25	11.40	12.44	13.15	13.70	14.56	15.25
19	6.835	7.788	8.263	9.568	10.24	11.01	12.20	13.28	14.01	14.58	15.47	16.18
20	7.419	8.417	8.914	10.27	10.97	11.77	13.00	14.12	14.87	15.45	16.37	17.10
21	8.013	9.055	9.572	10.99	11.71	12.53	13.81	14.96	15.73	16.34	17.28	18.03
22	8.616	9.702	10.24	11.70	12.46	13.30	14.62	15.81	16.60	17.22	18.19	18.96
23	9.228	10.36	10.91	12.43	13.21	14.08	15.43	16.65	17.47	18.11	19.10	19.89
24	9.848	11.02	11.59	13.16	13.96	14.86	16.25	17.51	18.35	19.00	20.02	20.82
25	10.48	11.69	12.28	13.90	14.72	15.65	17.08	18.36	19.22	19.89	20.93	21.76
26	11.11	12.36	12.97	14.64	15.49	16.44	17.91	19.22	20.10	20.79	21.85	22.69
27	11.75	13.04	13.67	15.38	16.26	17.23	18.74	20.08	20.98	21.68	22.77	23.63
28	12.40	13.73	14.38	16.14	17.03	18.03	19.57	20.95	21.87	22.58	23.69	24.57
29	13.05	14.42	15.09	16.89	17.81	18.83	20.41	21.82	22.75	23.48	24.61	25.50
30	13.71	15.12	15.80	17.65	18.59	19.64	21.25	22.68	23.64	24.38	25.54	26.44

Imagen 54. Tráfico ofrecido mediante la tabla de Erlang C  
Fuente: Tabla Erlang C. Anexo

### 2.6.5. Códecs

Los códecs que se usan actualmente para el servicio de Telefonía IP son: G.711, un códec que utiliza modulación por codificación de pulso (PCM) y es apropiado para la digitalización de la voz y maneja un ancho de banda de 64 Kbps. Los equipos terminales, tienen configurado por defecto el códec G711 ulaw. La tasa de muestreo de G.711 es 8000 muestras por segundo; con un bit rate de 64 Kbps.

A continuación, se muestra el códec en el Cisco Communications Manager (Ver Imagen 55.):

Region	Audio Codec	Video Call Bandwidth
Default	G.711	384

**Imagen 55.** Códec utilizado por Cisco  
**Fuente:** Cisco CUCM, UTN

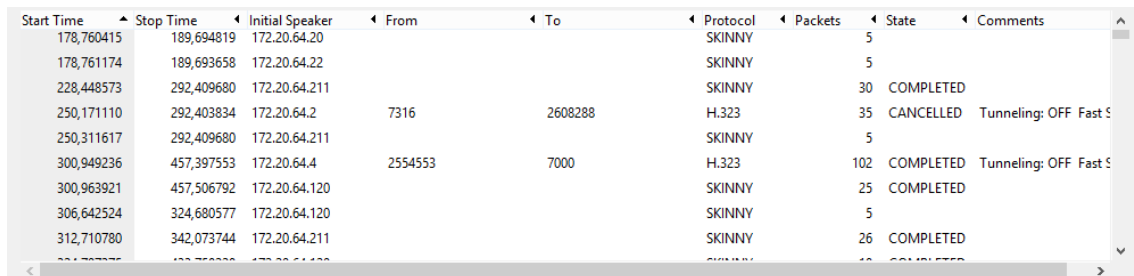
## 2.6.6. Protocolos de Señalización

En la señalización el sistema actual de telefonía utiliza, el protocolo de control de cliente Skinny y H.323.

“Skinny es un protocolo propietario para control de terminales desarrollado perteneciente a Cisco Systems y define un conjunto de mensajes entre un teléfono IP con un cliente Skinny y un servidor de llamadas (Call Manager).

Skinny es un protocolo de señalización ligero que permite una eficiente comunicación con el servidor utilizando TCP/IP. El servidor abre un puerto TCP que normalmente es el 2000 y recibe los eventos de los clientes registrados enviando a su vez respuestas y comandos ante dichos eventos. El audio de las llamadas se transmite usando RTP/UDP/IP.

En julio de 2008, en la introducción del protocolo SCCP, la empresa Teldat define al protocolo SCCP como: “Un protocolo basado en estímulos y está diseñado como un protocolo de comunicaciones para clientes con hardware muy limitado tanto en CPU como en memoria.”



Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
178,760415	189,694819	172.20.64.20			SKINNY	5		
178,761174	189,693658	172.20.64.22			SKINNY	5		
228,448573	292,409680	172.20.64.211			SKINNY	30	COMPLETED	
250,171110	292,403834	172.20.64.2	7316	2608288	H.323	35	CANCELLED	Tunneling: OFF Fast S
250,311617	292,409680	172.20.64.211			SKINNY	5		
300,949236	457,397553	172.20.64.4	2554553	7000	H.323	102	COMPLETED	Tunneling: OFF Fast S
300,963921	457,506792	172.20.64.120			SKINNY	25	COMPLETED	
306,642524	324,680577	172.20.64.120			SKINNY	5		
312,710780	342,073744	172.20.64.211			SKINNY	26	COMPLETED	

**Imagen 56.** Protocolos de señalización utilizados en el CUCM.  
**Fuente:** Wireshark, UTN.

## 2.7. REQUERIMIENTOS A FUTURO

Los requerimientos a futuro son los siguientes:

En la topología de la red, habrá un cambio en el diseño, pues se añadirá el appliance de Elastix y se comunicará mediante un enlace troncal al servidor Cisco que se encuentra funcionando actualmente, para que así puedan coexistir

los dos sistemas, hasta que la migración sea totalmente realizada al equipo Elastix y el protocolo de señalización sea únicamente SIP.

En la infraestructura de Telefonía, se tendrá un servidor, en el que estará instalado un software de libre licenciamiento<sup>32</sup>, unificando los servicios de telefonía IP e IVR en el mismo equipo. Esta reducción de hardware se da, por la integración de servicios que ofrece Elastix.

Se utilizarán los equipos terminales ya existentes en la UTN, que tengan compatibilidad con el protocolo de señalización SIP, una vez que se hayan cambiado de firmware y si este funciona correctamente. También se utilizarán teléfonos SIP nuevos y además el nuevo sistema de telefonía deberá permitir el uso de softphones.

Un aumento en la red de telefonía (extensiones y usuarios) es un hecho real en la UTN, por lo tanto, el servidor tendrá capacidad suficiente de recursos para dicho crecimiento en la red telefónica, que normalmente se lo considera en un 30%. El aumento de extensiones dependerá del equipo utilizado para servidor de voz.

Basándose en el parámetro del valor MOS (Mean Opinion Score), se selecciona el códec G.711, es un códec de audio, usado para aplicaciones de VoIP, utiliza un ancho de banda de 64 Kbps y es libre de licenciamiento.

El nuevo servidor de telefonía deberá trabajar con protocolos de señalización SIP. El protocolo de transporte utilizado será UDP y RTP. Además deberán existir un enlace troncal con el servidor Cisco.

Con todos los requerimientos anteriormente descritos, se migrará al nuevo sistema de telefonía. La nueva plataforma será libre de licencias (reducción de costes); podrá trabajar con diferentes tipos de protocolos y estándares (flexibilidad); dejará de estar sujeta a una única marca de productos (interoperabilidad); se podrá ajustar fácilmente a las necesidades futuras de la

---

<sup>32</sup> **Libre Licenciamiento:** Software de Telefonía, estudiado en el capítulo 3 del presente trabajo de titulación.

Institución (escalabilidad); y al trabajar con protocolo SIP disminuirá el tiempo de procesamiento en los equipos, disminuyendo el riesgo a fallas (eficiencia).

### **3. CAPÍTULO III:**

## **ESTUDIO COMPARATIVO DE ELASTIX, TRIXBOX Y ASTERISK**

### **3.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo, se toma en cuenta requisitos que tiene que cumplir el software que se va a utilizar para la telefonía IP, mediante la comparación de tres softwares distintos basada en la norma IEEE 830.

A continuación se desarrolla paso a paso la norma de comparación de software IEEE 830 SRS, así facilita la elección del software que presente mejores características:

### **3.2. ESPECIFICACIÓN DEL SOFTWARE BASADOS EN LA NORMA IEEE-830 SRS**

#### **3.2.1. Introducción de la norma IEEE-830 SRS**

Este documento es una Especificación de Requerimientos de Software, que permite elegir el software de telefonía IP que se utilizará para la migración del servicio, basado en software de libre licenciamiento.

##### **3.2.1.1. *Propósito***

El propósito de este documento es definir los requerimientos que se debe tomar en cuenta para elegir el software de telefonía que se va a implementar para brindar el servicio de telefonía IP.

El presente documento está dirigido a los administradores de la red de la Universidad Técnica del Norte, es una guía de la implementación del servicio de telefonía IP, que se basa en la norma IEEE 830, usando un software que preste las características más idóneas para el servicio.

### **3.2.1.2. Alcance**

El software de telefonía IP que se utilizará puede ofrecer un sistema de voz sobre el protocolo IP, que pueda soportar los servicios que brinda el sistema actual, que trabaje con diferentes tipos de protocolos y estándares, permita el funcionamiento entre diferentes marcas de dispositivos, y que tenga licenciamiento libre.

Uno de los mayores inconvenientes con el actual sistema de telefonía en la institución, es que las licencias vigentes para la autenticación de los terminales IP, están utilizadas casi en su totalidad. Para adquirir más licencias, se debe tener en cuenta si el Cisco Communications Manager (CUCM) soporta un aumento de extensiones y usuarios; además del costo que tendría la compra de nuevas licencias. Otro inconveniente es que los equipos terminales deben ser de la misma marca, con el mismo protocolo de señalización y códec para que puedan asociarse correctamente con el protocolo propietario que maneja Cisco. Es por este motivo que la migración del sistema de telefonía IP a uno basado en software libre, permitirá la reducción de costos de licencias, el funcionamiento de equipos de diferentes marcas y la integración del protocolo SIP.

### **3.2.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas**

#### **3.2.1.3.1. Definiciones**

##### Voz sobre IP (VoIP)

Es una tecnología que permite la transmisión de la voz mediante paquetes basados en el protocolo IP, el mismo que envía la voz sin necesidad de utilizar circuitos analógicos de la telefonía tradicional PSTN.

##### Telefonía IP

Es la aplicación inmediata de la tecnología VoIP. Se define como la prestación de servicios de telefonía donde la red de transporte para la voz es una red de datos bajo el protocolo IP.

##### Libre Licenciamiento

Es un contrato entre el usuario y los desarrolladores de un software para que el uso, distribuciones y/o copias de este se las haga sin fines de lucro.

### Sistema Propietario

Es cuando el usuario realiza un pago al desarrollador del sistema para obtener el producto. Es el fabricante quien establece los derechos, uso, distribución y copia del producto. Están prohibidas las modificaciones al sistema original y es el propietario del producto quien regula el número de copias a ser instaladas. También se encarga de ofrecer servicios de soporte técnico y actualizar el sistema en el tiempo que el producto esté funcionando.

### IVR

El Interactive Voice Response o respuesta interactiva de voz es un Sistema automatizado orientado a entregar información a través del teléfono. Permitiendo acceder a información y operaciones autorizadas en todo el día.

### Call Manager

Es un software instalado en un servidor, que se encarga de administrar llamadas que se realizan a través de internet (VoIP), las envía por una ruta predeterminada al destino requerido, y ofrece servicios digitales, como: transferencia de llamada, conferencias y puede manejar video.

#### **3.2.1.4. Referencias**

Para cada requisito que el software de telefonía IP tiene que cumplir se toman como referencia:

- IEEE-STD-830-1998: Especificaciones de los Requerimientos del Software.
- Proyecto de Titulación: Migración de Telefonía IP de una Plataforma Propietaria a una Plataforma Bajo Software Libre GNU/LINUX, para la Universidad Técnica del Norte. Quelal, K. 2014.

#### **3.2.1.5. Resumen**

Este documento se encuentra dividido en dos partes: la primera, se enfoca en la visión global del SRS, describiendo cada parte de la comparación. La segunda, que se describe específicamente los requerimientos que se van a tomar en cuenta para la comparación.



## 3.2.2. Descripción General

### 3.2.2.1. *Perspectiva del producto*

El software de telefonía IP puede ser utilizado en cualquier red de datos en la que se desee implementar un sistema de telefonía basado en voz sobre el protocolo IP, siempre que las condiciones de la red sean óptimas para el servicio (ancho de banda y calidad de servicio).

La aplicación de telefonía IP es independiente y puede ser ejecutada para máquinas con arquitecturas a 32 y 64 bits.

### 3.2.2.2. *Funcionalidad del producto*

El software que se utilizará para el servicio de telefonía IP debe contar con funcionalidades definidas como:

- Escalabilidad.
- Interoperabilidad: de fabricantes y protocolos.
- Disponibilidad.
- Seguridad.
- Ahorro en el costo de licencias.

## 3.2.3. Restricciones

El software que se utiliza para la migración deberá soportar los protocolos de transporte, señalización y códecs del sistema que se usa en la institución. (Ver Tabla 25):

**Tabla 25.** Restricciones del Sistema Nuevo

	Cisco Communications Manager
Protocolos de Transporte	TCP UDP
Protocolos de Señalización	SCCP (Skinny Cliente Control Protocol) H.323
Códecs	G.711

**Fuente:** Cisco Communications Manager, UTN

### 3.2.4. Requisitos Específicos

#### 3.2.4.1. Atributos del sistema

##### 3.2.4.1.1. Software

#### REQ01: ARQUITECTURA

En este parámetro se toma en cuenta el modelo de arquitectura que presente el software que brinda servicios de telefonía IP.

**Tabla 26.** Requisito de Arquitectura

	Descripción
Arquitectura	Conservadora y con problemas en bloqueos de canales Modular y conservadora

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

#### REQ02: ESTADO ACTUAL

En el estado actual del sistema se tomará en cuenta la versión y estabilidad del software para la telefonía.

**Tabla 27.** Requisito de Estado Actual

	Descripción
Estado Actual	Versión Beta Versión Estable

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

##### 3.2.4.1.2 Hardware

#### REQ03: INTERFACES

En el requerimiento de interfaces se encuentra la compatibilidad del software con los dispositivos analógicos para comunicarse con la IP-PBX.

**Tabla 28.** Requisito Interfaces

	Descripción
Interfaces	PRI, FXO, FXS o E1, T1 PRI, FXO, FXS y E1, T1

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

#### REQ04: HARDWARE PARA TELEFONÍA IP

En el hardware para telefonía se tomara en cuenta si el software que se escoge tiene compatibilidad de funcionamiento con teléfonos analógicos, digitales y también con softphones.

**Tabla 29.** Requisito Hardware de Telefonía IP

	Descripción
Hardware para Telefonía IP	Solamente análogos y digitales Análogos, digitales y softphones

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

### 3.2.4.2. *Funciones del Sistema*

#### 3.2.4.2.1 *Interfaces de usuario*

##### REQ05: ADMINISTRACIÓN

El software de telefonía IP tiene que poseer una consola de administración centralizada, para que el administrador del sistema pueda tener una visión completa del sistema: los procesos que se ejecutan, el estado de la telefonía y de los servicios que tiene se tienen implementados.

Para el administrador las opciones de acceso tienen que ser vía WEB (interfaz gráfica) y por línea de comandos (CLI).

**Tabla 30.** Requisito Administración

	Descripción
Administración	No posee interfaz de administración Accede solamente por interfaz de administración Accede solamente por CLI Accede por interfaz de administración y por CLI

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

#### 3.2.4.2.2 *Requisitos*

##### REQ06: NÚMERO DE USUARIOS SOPORTADOS

El software de telefonía tiene que soportar el número de usuarios que actualmente cuentan con el servicio de telefonía y parámetros de crecimiento futuros.

**Tabla 31.** Requisito Número de Usuarios Soportados

	Descripción
Número de usuarios soportados	Desde 2 hasta 500 usuarios Desde 2 hasta 1000 usuarios

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

##### REQ07: NÚMERO DE LLAMADAS SIMULTÁNEAS

En este parámetro se toma en cuenta el número de llamadas máximas que se hacen y que el sistema puede soportar en el mismo período de tiempo.

**Tabla 32.** Requisito Número de Llamadas Simultáneas

	Descripción
Número de llamadas simultáneas	Hasta 1000 llamadas
	Más de 1000 llamadas

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

#### 3.2.4.2.3 Medio Comercial

### REQ08: NIVEL COMERCIAL

En el requerimiento 8 se toma en cuenta el nivel de inserción comercial que tiene el software, este parámetro es de gran ayuda si se presentan futuros problemas, se tendrá información en repositorios y foros de los cuales se puede obtener una guía para resolución de inconvenientes.

**Tabla 33.** Requisito Nivel Comercial

	Descripción
Nivel comercial	Bajo
	Medio
	Alto

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

#### 3.2.4.2.4 Protocolos y Códecs

### REQ09: PROTOCOLOS SOPORTADOS

El sistema tiene que ofrecer la posibilidad de soportar diversos protocolos de telefonía para que el sistema pueda tener un mejor funcionamiento.

**Tabla 34.** Requisito Protocolos Soportados

	Descripción
Protocolos Soportados	SIP, IAX, IAX2, MGCP, H.323, SCCP
	SIP, IAX2, H.323, MGCP, SCCP, FXS, FXO, DTMF, PRI

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

### REQ10: CÓDECS SOPORTADOS

Los códecs que son soportados por el software de telefonía ayudan en la compresión de la voz, es importante que el software tenga la capacidad de soportarlos para una mejor calidad en la voz.

**Tabla 35.** Requisito Códecs Soportados

	Descripción
Códecs Soportados	G.711, G.723.1, G.726, G.729, iLBC
	G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM, iLBC

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

#### 3.2.4.2.5 Llamadas sobre IP

### REQ11: REPORTE DE LLAMADAS

El reporte de llamadas es una característica importante que debe tener el software, puesto que ayuda a llevar estadísticas del tráfico de telefonía.

**Tabla 36.** Requisito Reporte de Llamadas

	Descripción
Reporte de llamadas	No hay reporte de llamadas
	Hay reporte de llamadas

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

### REQ12: IVR - CALL MANAGER

El requisito de IVR y Call Manager son características idóneas para telefonía IP, pues con el IVR se manejan directamente las extensiones con las llamadas desde el exterior de la universidad y el Call Manager que se encarga de administrar las llamadas que se realizan en la institución.

**Tabla 37.** Requisito IVR-Call Manager

	Descripción
IVR-Call Manager	No tiene IVR/Call Manager
	Tiene IVR/Call Manager

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

#### 3.2.4.3. *Características del Sistema*

### REQ13: FLEXIBILIDAD

El software debe permitir que se hagan cambios de acuerdo a las necesidades del sistema de telefonía IP.

**Tabla 38.** Requisito Flexibilidad

	Descripción
Flexibilidad	Bajo
	Medio
	Alto

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

### REQ14: ESCALABILIDAD

Con este requerimiento se busca que el software sea capaz de crecimiento a futuro según las necesidades de telefonía que se tenga en la institución.

**Tabla 39.** Requisito Escalabilidad

Descripción
-------------

Escalabilidad	No puede ser escalable
	Puede ser escalable

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

### REQ15: INTEROPERABILIDAD

La interoperabilidad es un requerimiento importante ya que el software a elegir debe soportar la infraestructura del sistema de telefonía IP actual de la UTN que es el Skinny.

**Tabla 40.** Requisito Interoperabilidad

	Descripción
Interoperabilidad	Con versiones anteriores de Asterisk Con Asterisk, Elastix y Trixbox Con Asterisk, Elastix, Trixbox y SCCP

**Fuente:** Características de los programas de telefonía IP estudiados.

## **3.3. ELECCIÓN DEL SOFTWARE**

### **3.3.1. Establecimiento del valor de los Requerimientos**

Una vez establecidos los parámetros para la selección del software, se procede a dar una valoración a cada requerimiento y evaluar cuál es el mejor software a utilizar.

#### REQ01: ARQUITECTURA

- 1 Arquitectura conservadora y con problemas en bloqueos de canales.
- 2 Arquitectura modular y conservadora

#### REQ02: ESTADO ACTUAL

- 0 Versión Beta
- 1 Versión Estable

#### REQ03: INTERFACES

- 1 PRI, FXO, FXS o E1, T1
- 2 PRI, FXO, FXS y E1, T1

#### REQ04: HARDWARE PARA TELEFONÍA IP

- 1 Solamente análogos y digitales
- 2 Análogos, Digitales y Softphones.

#### REQ05: ADMINISTRACIÓN

- 0 No posee interfaz de administración
- 1 Accede solamente por interfaz de administración
- 2 Accede solamente por CLI
- 3 Accede por interfaz de administración y por CLI

#### REQ06: NÚMERO DE USUARIOS SOPORTADOS

- 1 Desde 2 hasta 500 usuarios
- 2 Desde 2 hasta 1000 usuarios

#### REQ07: NÚMERO DE LLAMADAS SIMULTÁNEAS

- 1 Hasta 1000 llamadas
- 2 Más de 1000 llamadas

#### REQ08: NIVEL COMERCIAL

- 0 Bajo
- 1 Medio
- 2 Alto

#### REQ09: PROTOCOLOS SOPORTADOS

- 1 SIP, IAX, IAX2, MGCP, H.323, SCCP
- 2 SIP/IAX2/H.323/MGCP/SCCP/Skinny/FXS/FXO/DTMF/PRI

#### REQ10: CÓDECS SOPORTADOS

- 1 G.711, G.723.1, G.726, G.729, iLBC
- 2 G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM, iLBC

#### REQ11: REPORTE DE LLAMADAS

- 0 No hay reporte de llamadas
- 1 Hay reporte de llamadas

REQ12: IVR - CALL MANAGER

- 0 No tiene IVR/Call Manager
- 1 Si tiene IVR/Call Manager

REQ13: FLEXIBILIDAD

- 0 Bajo
- 1 Medio
- 2 Alto

REQ14: ESCALABILIDAD

- 0 No puede ser escalable
- 1 Puede ser escalable

REQ15: INTEROPERABILIDAD

- 1 Con versiones anteriores de Asterisk
- 2 Con Asterisk, Elastix y Trixbox
- 3 Con Asterisk, Elastix, Trixbox y SCCP



### 3.3.2. Tabla Comparativa de Software

Para una mejor comprensión de los requerimientos anteriormente descritos, en la siguiente tabla se encuentra una comparación entre los tres software estudiados (Asterisk, Elastix, Trixbox).

**Tabla 41.** Tabla Comparativa de Software de Telefonía

REQUERIMIENTOS	ASTERISK	ELASTIX	TRIXBOX
<b>SOFTWARE</b>			
<b>Arquitectura</b>	Conservadora y con problemas de bloqueos	Modular y conservadora	Modular y conservadora
<b>Estado Actual</b>	Estable	Estable	Estable
<b>HARDWARE</b>			
<b>Interfaces</b>	PRI, FXO, FXS y E1, T1	PRI, FXO, FXS y E1, T1	PRI, FXO, FXS y E1, T1
<b>Hardware para telefonía IP soporta Analógicos/Digitales/Sofphone</b>	Si	Si	Si
<b>INTERFACES DE USUARIO</b>			
<b>Administración</b>	Accede solamente por CLI	Accede por interfaz de administración y por CLI	Accede por interfaz de administración y por CLI
<b>REQUISITOS</b>			
<b>Número de Usuarios Soportados</b>	2 a 500	2 a 1000	2 a 500
<b>Número de Llamadas Simultaneas</b>	1000 llamadas	Más de 1000 llamadas	1000 llamadas
<b>Nivel Comercial</b>	Medio	Alto	Bajo
<b>PROTOCOLOS Y CÓDECS</b>			
<b>Protocolos Soportados</b>	SIP, IAX, IAX2, MGCP, H.323, SCCP	SIP/IAX2/H.323/MGCP /SCCP/Skinny/FXS/FXO /DTMF/PRI	SIP, IAX, IAX2, MGCP, H.323, SCCP
<b>Códexs Soportados</b>	G.711, G.723.1, G.726, G.729, iLBC	G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM, iLBC	G.711, G.723.1, G.726, G.729, iLBC
<b>LLAMADAS SOBRE IP</b>			
<b>Reporte de Llamadas</b>	Si	Si	Si
<b>IVR-Call Manager</b>	Si	Si	Si
<b>CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA</b>			
<b>Flexibilidad</b>	Bajo	Medio	Bajo
<b>Escalabilidad</b>	Si	Si	Si
<b>Interoperabilidad</b>	Con Asterisk, Elastix y Trixbox	Con Asterisk, Elastix, Trixbox y SCCP	Con versiones anteriores de Asterisk

**Fuente:** Adaptado de Augusto Reyes, Fernando. Implementación de un prototipo para telefonía IP utilizando software libre, para el distrito Metropolitano de Quito. EPN.

### 3.3.3. Calificación del Software a utilizarse

En base a la calificación designada a cada requerimiento y empleando la norma IEEE 830, se hace la calificación de cada software para telefonía IP y en la siguiente tabla (Tabla 42.), se muestran los resultados:

**Tabla 42.** Valoración de Software

REQUERIMIENTO	ASTERISK	ELASTIX	TRIXBOX
REQ01	1	2	2
REQ02	1	1	1
REQ03	2	2	2
REQ04	2	2	2
REQ05	2	3	3
REQ06	1	2	1
REQ07	1	2	1
REQ08	1	2	0
REQ09	1	2	1
REQ10	1	2	1
REQ11	1	1	1
REQ12	1	1	1
REQ13	1	2	1
REQ14	1	1	1
REQ15	2	3	1
TOTAL	19	28	19

**Fuente:** Basado en estudio de la norma IEEE 830 SRS.

Después de la calificación a los tres softwares observamos que Elastix es la aplicación de telefonía IP que más alto puntaje tiene; por todas sus características y las funcionalidades que puede brindar. Por este motivo es el software que se utilizará en el capítulo siguiente del Diseño e Implementación del Sistema de Telefonía IP.

Elastix es una plataforma de software libre, con un nivel comercial alto, aplicado para soluciones empresariales pequeñas, medianas y grandes por el soporte de usuarios (desde 2 hasta 1000). Como tiene un alto nivel de inserción comercial, existe mucha información en internet y libros que es accesible a los usuarios, por lo que el sistema puede ser actualizado en cualquier momento y en caso de algún fallo la solución puede ser fácilmente encontrada.

Cuenta con una arquitectura modular, es decir, que dentro de la plataforma se agrupan varios servicios que funcionan independientemente: un

sistema operativo Linux Centos, una IP- PBX Asterisk, servidores web y de base de datos, servicios SMTP<sup>33</sup> para correo, y Hylafax<sup>34</sup> para trabajar con servicio de fax. Formando así un software robusto para las comunicaciones de voz IP.

Como Elastix está pensado para soluciones dedicadas de voz sobre IP, tiene compatibilidad de interfaces analógicas y digitales.

Elastix está diseñado nativamente para comunicaciones SIP e IAX, permitiendo trabajar con direcciones IP de extremo a extremo, reduciendo así el tiempo de procesamiento en los equipos de networking por eliminar la conversión análogo-digital. Sin embargo, pueden integrarse a esta plataforma protocolos: MGCP, H.323, SCCP. De esta forma, brinda características de flexibilidad e interoperabilidad.

Elastix es un software que se adapta a cambios sin muchas dificultades, y es fácilmente escalable. Mediante un enlace troncal entre Elastix y Cisco, los dos sistemas pueden coexistir hasta que la migración se complete.

Por las características antes mencionadas se concluye que el mejor software es Elastix, por las prestaciones, por facilidad de administración. Y también por la integración de distribuciones en un mismo software. El sistema propuesto con Elastix, beneficia a la Institución porque se contará con un servicio actualizado y mejorado, dando paso a proyectos futuros encaminados a las comunicaciones unificadas. Cabe recalcar también que Elastix es un producto que ha sido desarrollado en Ecuador, convirtiéndose en una aplicación robusta e innovadora en beneficio del mundo de las TIC's.

---

<sup>33</sup> **SMTP:** Simple Mail Transfer Protocol, es un protocolo de red que se utiliza para el envío de mensajes de correo electrónico a través de dos dispositivos (computadores o dispositivos móviles). Utiliza el puerto 25.

<sup>34</sup> **Hylafax:** Servidor de Fax para sistemas informáticos. Es de código abierto.

## 4. CAPÍTULO IV:

### DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE TELEFONÍA IP BAJO LA PLATAFORMA GNU/LINUX.

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realizará el diseño del servicio de telefonía IP, tomando en cuenta los datos obtenidos del estudio de la situación actual en la Universidad Técnica del Norte y utilizando el software de telefonía comparado y elegido en el estudio de la norma IEEE 830 SRS.

Se procederá, luego a la instalación del sistema de telefonía de libre licenciamiento y se levantarán todos los servicios, brindando a la UTN un servicio de voz adecuado y con buena calidad.

#### 4.2. DISEÑO DE LA MIGRACIÓN DE TELEFONÍA IP

El sistema de telefonía IP en la Universidad Técnica del Norte esta levantado sobre el protocolo Skinny, propietario de Cisco. El diseño propuesto, es la migración de un sistema propietario hacia uno de código abierto Elastix y que pretende la reducción de costos por licenciamiento, además de una fácil escalabilidad en la telefonía, para así permitir que la Universidad este directamente involucrada con las tecnologías de futuro.

El diagrama de flujo que se muestra a continuación, será una herramienta indispensable, como base del diseño que se implementará:



**Imagen 57.** Diagrama de Flujo Diseño de Telefonía IP en la UTN  
**Fuente:** Elastix. Portal Web: [www.elastixtech.com](http://www.elastixtech.com).

## **4.2.1. Descripción del diseño de la Central de Voz**

Para el dimensionamiento de la central de voz, se toma como referencia el modelo ISO/OSI<sup>35</sup>, se estudiará los parámetros de VoIP para cada capa, basándose en los requerimientos que se estudió en los capítulos anteriores. Se tomarán en cuenta todos los parámetros necesarios establecidos en el capítulo II del estudio de la situación actual de la UTN y con el software Elastix que cumple con los requerimientos determinados en el capítulo III: Comparación de Software de Telefonía IP.

### **4.2.1.1. Capa Física**

La red interna de la UTN tiene un cableado estructurado de par trenzado UTP, de categoría 6 en algunas instalaciones, y en otras, categoría 5e. Para la telefonía IP, la institución cuenta con un acceso analógico de un E1 que lo provee CNT, EP. La línea telefónica con la que se comunica a la PSTN, es 2997800.

El servidor de voz que se desea instalar, va de acuerdo con los requerimientos y funcionalidades del software seleccionado, Elastix.

### **4.2.1.2. Capa Enlace de Datos**

La capa de enlace de datos en la institución, se encuentra con una arquitectura Ethernet. Esta capa está distribuida lógicamente con equipos de networking (switchs) que están conectados en cada edificio de la Universidad Técnica del Norte. A continuación, se realizó el mapeo de los puertos de los switches a los que están conectados los teléfonos.

---

<sup>35</sup> **OSI (Open System Interconnection):** Es un marco de referencia para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones.

**Tabla 43.** Mapeo de los puntos de red

No.	UNIDAD	EXTENSIÓN	SWITCH	PUERTO
1	OPERADORA	7000	Atenea	Fa 0/46
<b>RECTORADO</b>				
2	RECTOR	7010	Cronos	
3	SECRETARIA RECTORADO	7012	Cronos	Fa 0/6
4	SECRETARIA RECTORADO	7013	Cronos	
5	SECRETARIA RECTORADO	7014	Cronos	Fa 0/7
<b>VICERRECTORADO ACADÉMICO</b>				
6	VICERRECTOR ACADÉMICO	7020		
7	SECRETARIA VIC. ACADÉMICO	7022		
8	SECRETARIA VIC. ACADÉMICO	7023		
9	DIRECTOR SNNA	7026	Kiss	Gi 0/14
10	SECRETARIA SNNA	7027	Kiss	Gi 0/10
<b>VICERRECTORADO ADMINISTRATIVO</b>				
11	VICERRECTOR ADMINISTRATIVO	7030		
12	SECRETARIA VIC. ADMINISTRATIVO	7032	Cratos	Fa 0/16
13	SECRETARIA VIC. ADMINISTRATIVO	7033	Cratos	Fa 0/4
14	SECRETARIO VIC. ADMINISTRATIVO	7034	Cratos	Fa 0/15
<b>SECRETARIA GENERAL</b>				
15	SECRETARIO GENERAL	7041		
16	SECRETARIA SEC. GENERAL	7042		
<b>EMPRESA PUBLICA LA U-EMPRENDE</b>				
17	LA U-EMPRENDE	7046		
<b>RELACIONES INTERNACIONALES</b>				
17	RELACIONES INTERNACIONALES	7047		
18	RELACIONES INTERNACIONALES	7048	Atenea	Fa 0/29
<b>RECURSOS HUMANOS</b>				
19	DIRECCIÓN RECURSOS HUMANOS	7051	Zeus	Fa 4/47
20	SECRETARIA RECURSOS HUMANOS	7052	Zeus	Fa 4/37
21	JEFE RECURSOS HUMANOS	7053		
22	TRANSPORTE RECURSOS HUMANOS	7054	Zeus	Fa 4/41
23	JEFE DE SEGURIDAD RR.HH.	7055		
24	INFORMACIÓN RECURSOS HUMANOS	7056		
25	ANALISTA DE TALENTO HUMANO	7057	Zeus	Fa 4/43
<b>DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO</b>				
26	DIRECTOR DESARROLLO TECNOLÓGICO	7061	Zeus	Fa 6/6
27	SECRETARIA - DESARROLLO TECNOLÓGICO	7062	Zeus	Fa 6/14
28	ANALISTA DE SISTEMAS	7063	Zeus	Fa 5/3
29	PROGRAMADORA	7064	Zeus	Fa 6/40
30	ANALISTA DE SISTEMAS	7065	Zeus	Fa 6/38
31	JEFE REDES Y COMUNICACIONES	7066	DDTI-VINICIO	Gi 0/24
32	GESTIÓN WEB	7067	Zeus	Fa 6/28
33	JEFE DE PROYECTOS	7068	Zeus	Fa 5/2
34	ANALISTA DE SISTEMAS	7069	Zeus	Fa 6/36
35	ANALISTA DE SISTEMAS	7070	Zeus	Fa 6/34

36	ANALISTA DE SISTEMAS	7071	Zeus	Fa 6/19
37	ANALISTA DE SISTEMAS - QUIPUX	7072	Zeus	Fa 6/26
38	REDES Y COMUNICACIONES	7079	DDTI-VINICIO	Gi 0/24

#### DEPARTAMENTO FINANCIERO ALMACÉN Y ADQUISICIONES

39	DIRECCIÓN FINANCIERA	7081	Zeus	Fa 4/14
40	CONTADORA	7082	Zeus	Fa 4/26
41	CONTADORA	7083	Zeus	Fa 4/25
42	AUXILIAR CONTABILIDAD	7084	Zeus	Fa 4/20
43	ANALISTA DE NOMINA	7085		
44	TESORERA II	7086		
45	TESORERA I	7087	Zeus	Fa 4/30
46	RECAUDACIÓN	7088	Zeus	Fa 4/3
47	JEFE PRESUPUESTO	7089	Zeus	Fa 4/6
48	SECRETARIA DIR. FINANCIERA	7090	Zeus	Fa 4/12
49	JEFE ALMACÉN BODEGA	7091	Atenea	Fa 0/10
50	SECRETARIA ALMACÉN BODEGA	7092	Atenea	Fa 0/7
51	GUARDA ALMACÉN	7093	Atenea	Fa 0/11
52	JEFE ADQUISICIONES	7094	Atenea	Fa 0/25
53	SECRETARIA ADQUISICIONES	7095	Atenea	Fa 0/12
54	PRESUPUESTO	7096	Zeus	Fa 4/10
55	CONTADORA	7097	Zeus	Fa 4/23

#### DEPARTAMENTO DE BIENESTAR UNIVERSITARIO

56	DIRECTORA BIENESTAR UNIVERSITARIO	7101		
57	SECRETARIA BIENESTAR UNIVERSITARIO	7102		
58	ENFERMERA BIENESTAR UNIVERSITARIO	7103	Morfeo	Fa 0/12
59	ORIENTADORA BIENESTAR UNIVERST.	7104		
60	ODONTÓLOGO BIENESTAR UNIVERST.	7105		
61	LABORATORIO CLÍNICO	7106		
62	TRABAJADORA SOCIAL	7107		

#### UNIDAD DE SEGURIDAD OCUPACIONAL

63	UNIDAD DE SEGURIDAD OCUPACIONAL	7112	Iris	Gi 0/23
----	---------------------------------	------	------	---------

#### DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO INTEGRAL

64	DIRECTOR DPIU	7121	Eris	Fa 0/12
65	SECRETARIA PLANEAMIENTO	7122	Eris	Fa 0/26
66	ANALISTA ECONÓMICA	7123	Eris	Fa 0/16
67	AUXILIAR DE ESTADÍSTICA	7124	Eris	Fa 0/21
68	ANALISTA ACADÉMICA	7125		
69	ANALISTA DE PLANEAMIENTO	7126	Eris	Fa 0/19

#### CUICYT

70	DIRECTOR CUICYT	7131	Eris	Fa 0/38
71	ASISTENTES DE INVESTIGACIÓN	7133	Eris	Fa 0/34
72	SECRETARIA DEL CUICYT	7134		

#### POSTGRADO

73	DIRECTOR POSTGRADO	7141		
74	SECRETARIA POSTGRADO	7142		
75	SEC. ABOGADO POSTGRADO	7144		

76	POSTGRADO	7145
77	POSTGRADO	7146
78	POSTGRADO	7147
79	POSTGRADO	7148
80	POSTGRADO	7150

#### TELEVISIÓN UNIVERSITARIA

81	DIRECTOR COMUNIC. ORGANIZACIONAL	7161
82	TELEVISORA UNIVERSITARIA	7162
83	PROGRAMACIÓN UTV	7163
84	RADIO UNIVERSITARIA	7164
85	SECRETARIA COMUNIC. ORGANIZACIONAL	7165
86	RELACIONES PUBLICAS	7167

#### PROCURADURÍA GENERAL

87	PROCURADURÍA GENERAL	7171
88	SECRETARIA PROCURADURÍA	7172
89	ABOGADA PROCURADURÍA	7173

#### CUDIC

90	DIRECTOR	7175
91	COORDINADORA	7176
92	SECRETARIA CUDIC	7177

#### AUDITORIA INTERNA

93	AUDITORIA INTERNA	7181
----	-------------------	------

#### DEPARTAMENTO DE VINCULACIÓN

94	DIRECTOR VINCULACIÓN	7185
95	SECRETARIA VINCULACIÓN	7186
96	VINCULACIÓN COLECTIVIDAD	7187
97	OFICINA DEL ESTUDIANTE	7188

#### INSTITUTO ALTOS ESTUDIOS

98	DIRECTOR DE ALTOS ESTUDIOS	7191
----	----------------------------	------

#### UNIDAD DE MANTENIMIENTO

99	UNIDAD MANTENIMIENTO	7192
----	----------------------	------

#### ACREDITACIÓN Y EVALUACIÓN

100	COORD. ACREDITACIÓN Y E.	7195
-----	--------------------------	------

#### ASOCIACIÓN DE EMPLEADOS

101	SECRETARIA ASOC. EMPLEADOS	7196
-----	----------------------------	------

#### FONDO DE JUBILACIÓN INDEXADA UTN

102	FOND. JUBILACIÓN INDEXADA UTN	7198
-----	-------------------------------	------

#### ASOCIACIÓN DE PROFESORES

103	SECRETARIA ASO. PROFESORES	7199
-----	----------------------------	------

#### BIBLIOTECA

104	JEFA DE BIBLIOTECA	7701
105	ANALISTA SISTEMAS BIBLIOTECA	7702
106	BIBLIOTECARIO	7703
107	PROCESOS TÉCNICOS BIBLIOTECA	7704
108	HEMEROTECA	7705
109	NO VIDENTES BIBLIOTECA	7706



110 VIDEOTECA 7707

**CENTRO DE EDUCACIÓN CONTINUA**

111 PRESIDENTE CEC 7721  
112 COORDINACIÓN GENERAL CEC 7724  
113 ASISTENTE CEC 7725  
114 DIRECTOR ESC. CONDUCCIÓN 7741  
115 SECRETARIA ESC. CONDUCCIÓN 7742

**COLEGIO UNIVERSITARIO UTN**

118 RECTORADO COLEGIO UTN 7761  
119 SECRETARIA RECTORADO COLEGIO UTN 7763  
120 SECRETARIA VICERRECTORADO COLEGIO UTN 7764  
121 BIENESTAR ESTUDIANTIL 7765

**CENTRO ACADÉMICO DE IDIOMAS**

116 DIRECTOR CAI 7801  
117 SECRETARIA CAI 7803

**FICA**

119 DECANO FICA 7201 ARISTOTELES Fa5/3  
120 SUBDECANO FICA 7202 ARISTOTELES Fa6/43  
121 SECRETARIA DECANATO FICA 7203 ARISTOTELES Fa5/8  
122 SECRETARIA SUBDECANATO FICA 7204 ARISTOTELES Fa6/40  
123 SECRETARIA TEXTIL 7205 ARISTOTELES Fa6/8  
124 SECRETARIA CIERCOM 7206  
125 SECRETARIA EISIC 7207  
126 DIRECTOR EISIC 7208  
127 SECRETARIA CIME 7209 ARISTOTELES Fa5/15  
128 SECRETARIA ING. INDUSTRIAL 7210 ARISTOTELES Fa6/13  
129 SECRETARIA ABOGADO FICA 7211 ARISTOTELES Fa 6/25  
130 JEFE LAB. COMPUTACIÓN FICA 7212 ARISTOTELES Fa5/26  
131 LABORATORIO TINTORERÍA 7213 ARISTOTELES Fa5/46  
132 LABORATORIO EISIC - FICA 7214 GALILEO Fa 0/18  
133 LABORATORIO CIME - FICA 7215 ATENEA

**FICAYA**

134 DECANO FICAYA 7301 Sw-Batman Fa 1/5  
135 SUBDECANO FICAYA 7302 Sw-Batman Fa 1/11  
136 SECRETARIA DECANATO FICAYA 7303  
137 SECRETARIA SUBDECANATO FICAYA 7304  
138 SECRETARIA FORESTAL 7305  
139 SECRETARIA RECURSOS NATURALES 7306  
140 SECRETARIA AGROINDUSTRIAL 7307  
141 GRANJA EXP. YUYUCOCHA 7308  
142 COORDINACIÓN GEN. FICAYA 7309  
143 SECRETARIA DEL ABOGADO FICAYA 7310  
144 LABORATORIO COMP. FICAYA 7311  
145 LABORATORIO GEOMATICA 7312  
146 SECRETARIO ABOGADO 7313  
147 LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS 7314

148 GRANJA LA PRADERA 7316

SALUD

149	DECANA SALUD	7401	Sw-Fleming	6
150	SUBDECANA SALUD	7402	Sw-Fleming	3
151	DECANATO FCCSS	7403	Sw-Fleming	6
152	SUBDECANATO FCCSS	7404	Sw-Fleming	3
153	SEC. ABOGADO FCCSS	7405	Sw-Fleming	4
154	ENFERMERÍA	7406	Sw-Fleming	5
155	NUTRICIÓN	7407	Sw-Fleming	14
156	LABORATORIO	7408	Sw-Fleming	11
157	LABORATORIO COMP. FCCSS	7409	Sw-Fleming	9
158	LAB. ENFERMERÍA	7410	Sw-Fleming	-
159	TERAPIA FISICA	7411	Sw-Fleming	
160	AUDIOVISUALES	7412	Sw-Fleming	32
161	SECRETARIO ABOGADO	7413	Sw-Fleming	
162	GASTRONOMÍA	7414	Sw-Fleming	37
163	DIR. ENFERMERÍA	7415	Sw-Fleming	20
164	DIR. NUTRICIÓN	7416	Sw-Fleming	
165	LAB. COMPUTACIÓN GASTRON	7417	Sw-Fleming	7

FECYT

166	DECANO FECYT	7501	Aerosmith	fa 0/23
167	SUBDECANO FECYT	7502	Aerosmith	fa 0/25
168	DECANATO FECYT	7503	Aerosmith	fa 0/10
169	SUBDECANATO FECYT	7504	Aerosmith	fa 0/8
170	SEC. ABOGADO FECYT	7505	Aerosmith	fa 0/4
171	PEDAGOGÍA	7506	Aerosmith	fa0/12
172	PROGRAMAS SEMIPRESENCIALES	7507	Aerosmith	fa 0/33
173	EDUCACIÓN TÉCNICA	7508		
174	PRACTICA DOCENTE	7509	Aerosmith	fa 0/16
175	LABORATORIO COMP. FECYT	7510		
176	INS. EDUCACIÓN FÍSICA	7511	Kiss	Gi0/9
177	DIR. INS. EDUCACIÓN FÍSICA	7512	Kiss	Gi0/2
178	PLAN DE CONTINGENCIA	7516	Aerosmith	fa 0/38

FACAE

179	DECANO FACAE	7601	Sw-Alexandra	17
180	SUBDECANA FACAE	7602	Sw-Alexandra	6
181	SECRETARIA DECANATO FACAE	7603	Sw-Andrea	5
182	SECRETARIA SUBDECANATO FACAE	7604	Sw-Andrea	12
183	MERCADOTECNIA	7605	Sw-Alexandra	16
184	SEC. ABOGADO FACAE	7606	Sw-Alexandra	24
185	SEC. CARRERA CONTABILIDAD	7607	Sw-Alexandra	14
186	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS	7608		
187	LABORATORIO COMP. FACAE	7609		
188	CONTABILIDAD SEMIPRES.	7610	Sw-Alexandra	14

Fuente: Red Interna de datos de la UTN. DDTI-UTN

Se recalca que cuando se hizo el mapeo de los puertos para la telefonía, el UTN se encontraba de vacaciones por lo que no se pudo obtener los datos completos.

#### 4.2.1.3. Capa de Red

Utiliza el protocolo Internet, sus direcciones IP están distribuidas por la red 172.20.0.0 con máscara de red /16 (255.255.0.0), esta red esta subdividida lógicamente por VLAN's que se encuentran configuradas en el switch de Core de la Universidad con una diferente para cada dependencia. La VLAN para el servicio de telefonía IP en la UTN es la 20 y se encuentra configurada en todos los puertos de red para que se integre sin ningún inconveniente al servidor de voz.

Además para el diseño del nuevo sistema de telefonía IP, es necesario saber la cantidad de ancho de banda que se debe asignar para brindar un servicio con calidad, es por este motivo que a continuación se calcula el ancho de banda necesario para una llamada VoIP:

Para calcular el ancho de banda para una llamada telefónica por el protocolo IP, debemos basarnos en los siguientes pasos:

- a) Obtener el período de empaquetamiento del códec y el ancho de banda del códec.

La información necesaria del códec, velocidad, ancho de banda, período de empaquetamiento la encontramos en la Imagen 58.

Nombre	Bit rate (kb/s)	Sampling rate (kHz)	Período de Empaquetamiento (ms)	Licencia	MOS <sup>1</sup> ( Mean Opinion Score)
G.711	64	8	20-30	No	4.4

**Imagen 58.** Características de G.711  
Fuente: Comparación de Códecs

Entonces el periodo de empaquetamiento será:

$$\text{Período de empaquetamiento} = 20\text{ms}$$

$$\text{Ancho de Banda} = 64\text{kbps}$$

- b) Obtener la información necesaria del enlace; si se utiliza cRTP o IPSec y se determina el tamaño de la cabecera de protocolo de la capa enlace

Para el caso de la UTN, no se utiliza control del protocolo de transporte y tampoco en la red se tiene configurado un protocolo tipo túnel. Entonces, queda determinar el tamaño de la cabecera de protocolo de capa enlace:

**Tabla 44.** Parámetros de la cabecera de capa enlace

Parámetro	Valor
Cabecera de capa 2	6 a 18 bytes
Cabeceras IP+UDP+RTP	40 bytes
Tamaño del payload	160 bytes para G.711

**Fuente:** Basado en datos de la trama de capa enlace y del códec utilizado.

- c) Calcular el período o tamaño de empaquetamiento

Para calcular el tamaño del empaquetamiento en bytes por paquete utilizamos la siguiente fórmula. En la tabla 43, tenemos los datos de las cabeceras:

$$\text{Tamaño de empaquetamiento} = \left( \frac{\text{Período de empaquetamiento}}{1000} \right) \times \left( \frac{\text{AB códec} \times 1000}{8} \right)$$

$$\text{Tamaño de empaquetamiento} = \left( \frac{20\text{ms}}{1000} \right) \times \left( \frac{64\text{kbps} \times 1000}{8} \right)$$

$$\text{Tamaño del empaquetamiento} = 160 \text{ bytes}$$

**Ecuación 7.** Fórmula para calcular el período o tamaño del empaquetamiento

**Fuente:** Dimensionamiento de sistemas telefónicos IP.

- d) Sumar el tamaño de empaquetamiento con el tamaño de todas las cabeceras y trailers.

Para obtener el tamaño total de paquete, se toma en cuenta la cabecera de capa enlace y la cabecera IP pero no se tomará en cuenta la cabecera del túnel, pues la UTN no cuenta con protocolo IPsec o MPLS, reemplazando los valores se tiene:

$$\text{Total del paquete} = \text{Cabecera Capa Enlace} + (\text{IP} + \text{UDP} + \text{RTP}) + \text{Payload}$$

**Ecuación 8.** Sumatoria de cabeceras que determinan el tamaño del paquete

**Fuente:** Dimensionamiento de sistemas telefónicos IP.

$$Total\ del\ paquete = 6 + 40 + 160$$

$$Total\ del\ paquete = 206\ bytes$$

Ahora, calculamos el tamaño del paquete utilizando la cabecera 802.1Q:

- Overhead Ethernet Trunk 802.1Q: 22 bytes

$$Tamaño\ del\ paquete = 22 + 40 + 160$$

$$Tamaño\ del\ paquete = 222\ bytes$$

El tamaño del empaquetamiento del códec G.711 es un valor alto pero representa mejor calidad de voz, pero se debe recordar que a mayor compresión menor calidad de voz.

- e) Determinar la velocidad del paquete en pps (paquetes por segundo), usamos la siguiente fórmula:

$$Velocidad\ del\ paquete\ [pps] = \frac{1}{(Período\ del\ empaquetamiento/1000)}$$

**Ecuación 9.** Velocidad de empaquetamiento

**Fuente:** Dimensionamiento de sistemas telefónicos IP.

Entonces, la velocidad del paquete para el códec G.711 es:

$$Velocidad\ del\ paquete\ [pps] = \frac{1}{\frac{20ms}{1000}}$$

$$Velocidad\ del\ paquete = 50[pps]$$

- f) Calcular el ancho de banda total

Con los datos de lo calculado anteriormente, el valor del ancho de banda será:

$$\frac{Tamaño\ total\ del\ paquete}{Tamaño\ del\ payload} = \frac{Requerimiento\ total\ de\ ancho\ de\ banda}{Requerimiento\ nominal\ de\ ancho\ de\ banda}$$

**Ecuación 10.** Fórmula del Requerimiento de AB

**Fuente:** Dimensionamiento de sistemas telefónicos IP.

El requerimiento de AB para el sistema de telefonía IP que será implementado en una Red Ethernet, con una cabecera igual a 18 bytes:

$$\text{Requerimiento de AB} = \frac{206 \text{ bytes} * 64 \text{ kbps}}{160 \text{ bytes}}$$

$$\text{Requerimiento de AB} = 82.4 \text{ kbps}$$

Como en la red de la UTN, tenemos una configuración de VLANs, se calcula también el requerimiento de AB con la cabecera Ethernet Trunk 802.1Q igual a 22 bytes:

$$\text{Requerimiento de AB} = \frac{222 \text{ bytes} * 64 \text{ kbps}}{160 \text{ bytes}}$$

$$\text{Requerimiento de AB} = 88.8 \text{ kbps}$$

g) Aplicar VAD (Voice Activity Detection) para la detección de silencios:

Estimadamente, un tercio de las llamadas promedio de voz permanece en silencio; por este motivo se debe aplicar el método VAD para eliminar patrones de silencio; el cual reduce el AB a un 35% de lo que realmente requiere.

Requerimiento de AB para una red Ethernet utilizando VAD:

$$\text{Requerimiento de AB} = 82.4 \text{ kbps} \times 35\%$$

$$\text{Requerimiento de AB} = 53,56 \text{ kbps}$$

Requerimiento de AB para una red con VLANs utilizando VAD:

$$\text{Requerimiento de AB} = 88.8 \text{ kbps} \times 35\%$$

$$\text{Requerimiento de AB} = 57,72 \text{ kbps}$$

Para dimensionar canales para VoIP, el VAD no se toma en cuenta, especialmente en canales que transporten menos de 24 canales de forma simultánea, en el caso de la UTN que tiene una capacidad de 1 E1.

Ahora, es necesario también calcular el número de troncales requeridas para un mínimo GoS. Puesto que este cálculo es complejo para realizarlo matemáticamente se hace uso de las tablas de Erlang B y Erlang C. se utiliza

comúnmente el Erlang B que es bloqueo de una llamada si todos los canales están ocupados.

En el apartado 2.6.3., se calcula el flujo de tráfico y el grado de servicio GoS.

$$A = 15,77 \text{ Erlangs}$$

$$GoS = 0,0182$$

El Grado de Servicio GoS, tiene un valor de 1%, es decir que de cada 100 llamadas realizadas, existe la probabilidad de que una se bloquee y de que de cada 100 llamadas realizadas, una sea rechazada cuando todos los canales estén ocupados.

- Cálculo del número de troncales

Para conocer el número de troncales que se necesitan para un sistema de VoIP, debemos tener en cuenta el flujo de tráfico y el GoS.

Entonces:

$$A = 15,77 \text{ Erlangs}$$

$$GoS = 0,0182$$

Por lo tanto, según la tabla de la Probabilidad de Pérdida de Erlang B (Ver Imagen 59.), con un GoS del 1% para un flujo de tráfico de 15,77 Erl, se necesitan 24 troncales para el dimensionamiento del sistema de VoIP

## Erlang B Table

<i>Ch</i>	<i>1%</i>	<i>2%</i>	<i>5%</i>	<i>Ch</i>	<i>1%</i>	<i>2%</i>	<i>5%</i>
7	2.50	2.94	3.74	29	19.49	21.04	23.83
8	3.12	3.63	4.54	30	20.34	21.93	24.80
9	3.78	4.34	5.37	31	21.19	22.83	25.77
10	4.46	5.08	6.21	32	22.04	23.73	26.75
11	5.16	5.84	7.07	33	22.90	24.63	27.72
12	5.87	6.61	7.95	34	23.77	25.53	28.70
13	6.60	7.40	8.83	35	24.63	26.44	29.68
14	7.35	8.20	9.72	36	25.51	27.34	30.66
15	8.10	9.00	10.63	37	26.38	28.25	31.64
16	8.87	9.82	11.54	38	27.25	29.16	32.62
17	9.65	10.65	12.46	39	28.13	30.08	33.61
18	10.43	11.49	13.39	40	29.01	31.00	34.60
19	11.23	12.33	14.31	41	29.89	31.92	35.58
20	12.03	13.18	15.25	42	30.77	32.83	36.57
21	12.83	14.03	16.19	43	31.66	33.76	37.56
22	13.65	14.90	17.13	44	32.54	34.68	38.56
23	14.47	15.76	18.08	45	33.43	35.60	39.55
24	15.29	16.63	19.03	46	34.32	36.53	40.55
25	16.12	17.50	19.99	47	35.21	37.46	41.54
26	16.95	18.38	20.94	48	36.11	38.39	42.54
27	17.97	19.26	21.90	49	37.00	39.32	43.53
28	18.64	20.15	22.86	50	37.90	40.25	44.53

**Imagen 59.** Número de troncales.

**Fuente:** Network Planning. Portal Web:

[welcome2igor.chat.ru/gsm\\_network\\_planning/gsm\\_network\\_planning.htm](http://welcome2igor.chat.ru/gsm_network_planning/gsm_network_planning.htm)

### 4.2.1.4. *Capa Transporte*

Para que la red interna de datos de la UTN, brinde el servicio de telefonía IP se debe utilizar un protocolo de transporte que no esté orientado a conexión UDP, puesto que no hace un control de flujo ni de errores y no permite retransmisiones, cambiando la confiabilidad por una ganancia de velocidad, propia de aplicaciones VoIP. Además del protocolo UDP, se trabaja con el protocolo RTP, su función es multiplexar varios flujos de datos en tiempo real en un solo paquete UDP.

### 4.2.1.5. *Capa Sesión:*

Como la capa sesión en el modelo OSI, es la encargada de establecer y finalizar el enlace de comunicación entre dispositivos emisores y receptores, de gestionar la sesión, para la telefonía IP en la UTN, se utilizará el protocolo SIP, señalización que establece, configura, modifica y finaliza sesiones multimedia en este caso trabaja entre la central de voz y los terminales.

### 4.2.1.6. *Capa Presentación*

Esta capa del modelo OSI se encarga de cifrar los datos, también los comprime para reducir su tamaño.



Para determinar el códec apropiado para la telefonía IP en la UTN, a continuación, en la tabla 44., se muestra un resumen de los códecs que se utilizan para la Voz sobre el protocolo IP:

**Tabla 45.** Comparación de Códecs

Nombre	Bit rate (kb/s)	Sampling rate (kHz)	Período de Empaquetamiento (ms)	Licencia	MOS <sup>36</sup> ( Mean Opinion Score)
G.711	64	8	20-30	No	4.4
G.722	64	16	20-30	No	3 a 4
G.726	32	8	20-30	No	3.85
G.729	8	8	20	Si	4
GSM	13	8	20	No	3.7
Speex	8, 16, 32	8/16/32	30	No	3
iLBC	8	13.3	20-30	No	2

**Fuente:** Resumen de códecs. Portal Web: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>

Como se puede observar en la tabla los códecs tienen un período de empaquetamiento de 20 ms, por lo tanto no es posible determinar el mejor códec de acuerdo a este parámetro. Para las redes telefónicas, el MOS ayuda a considerar la calidad de servicio, es por este motivo que según este parámetro el mejor códec a utilizarse es el G.711.

#### **4.2.1.7. Capa Aplicación**

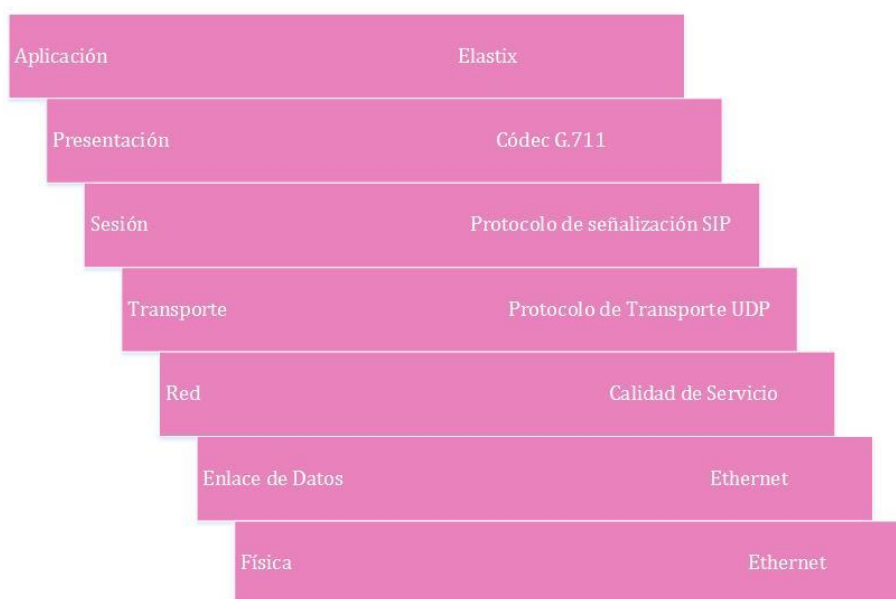
La capa aplicación, proporciona la interfaz y servicios que soportan las aplicaciones. Es lo que se encuentra a la vista del usuario.

Para la migración de telefonía IP, el software que se ha elegido, respetando los requerimientos planteados en el capítulo III de comparación de software de telefonía, el que se ajusta a los requerimientos es Elastix.

Entonces, se presenta un diagrama del diseño del sistema de telefonía IP en la UTN, según el modelo de referencia OSI:

<sup>36</sup> **MOS:** es una prueba usada en redes telefónicas, se obtiene la calidad de servicio de la red desde el punto de vista del usuario

## DISEÑO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP DE LA UTN SEGÚN EL MODELO OSI



**Imagen 60.** Telefonía IP en la UTN dentro del modelo OSI.

**Fuente:** Modelo de referencia OSI. Portal Web: <http://belarmino.galeon.com>.

## 4.3. ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA RED DE TELEFONÍA

### 4.3.1. Requerimientos Generales y Técnicos

#### GENERALES

- La central de voz IP debe ser bajo software libre.
- El nuevo sistema de VoIP debe tener similitud con el sistema que funciona actualmente
- Debe manejar protocolo SIP
- Inicialmente debe ser compatible con el protocolo H.323, para que pueda coexistir con el sistema actual de telefonía en el UTN.
- La solución planteada, debe soportar llamadas a la PSTN y facilidad de conexión en la red interna.
- La central de voz, debe tener la capacidad del acoplamiento a futuro de redundancia de varias funcionalidades.

#### TÉCNICAS

- Inicialmente debe soportar 200 extensiones, con capacidad de crecimiento futuro.
- Requiere un total de 24 troncales SIP.

- Soporte del códec G.711 A-law.
- Un servidor DHCP para asignar las direcciones IP de manera dinámica.

#### 4.3.2. Requerimiento de Hardware de Telefonía IP

Los requerimientos de hardware para la telefonía IP en la UTN, se basa en la red física y de infraestructura que existe en la Institución. Se considera el uso de los siguientes equipos para poder realizar la migración, que depende de los parámetros existentes además del crecimiento a futuro.

Tomando en cuenta que la migración deberá tener las mismas características del sistema que se encuentra en funcionamiento, se considera cumplir con lo siguiente, para que exista armonía entre lo que está operando y lo que se propone:

- Las autoridades principales de la Universidad, es decir, el Rector y Vicerrectores Administrativo y Académico respectivamente, deberán tener un equipo terminal con características de soporte de video y salas de conferencia.
- Para los directores de cada departamento, decanos y subdecanos de cada facultad, se requiere un total de 24 teléfonos, con características menores que los teléfonos de las autoridades principales.
- Para las demás extensiones se recomienda un teléfono SIP con características básicas, que permitan la comunicación.
- Para el operador, es necesario un teléfono tipo operadora para que se puedan gestionar las llamadas que entran a esta extensión.

A continuación se presenta una tabla (Ver Tabla 45.) resumida del hardware de telefonía IP necesario:

**Tabla 46.** Hardware de telefonía IP.

HARDWARE PARA TELEFONÍA IP			
Nro.	COMPONENTES	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Servidor VoIP Elastix	1	Servidor para comunicaciones
2	Teléfono Ejecutivo Tipo I	3	Equipo para autoridades principales

3	Teléfono Ejecutivo Tipo II	24	Equipo para directores de departamento, decanos y subdecanos
4	Teléfono Operadora	1	Teléfono para la extensión 7000
5	Teléfono Básico	150	Equipo para los usuarios

**Fuente:** Basado en el sistema de telefonía IP actual.

Se sugiere en la implementación del nuevo sistema contar con equipos de marca Elastix y Yealink, que son los que actualmente se están usando para otros sistemas de telefonía IP. Se detallan las características de estos equipos:

### A. SERVIDOR DE VOZ

El servidor de VoIP que se recomienda utilizar, tiene las siguientes características:

#### Elastix Appliances - Elx5000



**Imagen 61.** Appliance Elx5000  
**Fuente:** Galería de imágenes de Elastix.org

El Elastix ELX5000 es un servidor de comunicaciones unificadas, creado para soluciones telefónicas IP robustas, tiene soporte para 600 extensiones y un máximo de 250 llamadas simultáneas.

**Tabla 47.** Características Elx5000

ELASTIX ELX5000	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Puertos Analógicos:	Hasta 72
Puertos Digitales:	8 E1/T1/J1
Número de Extensiones:	Hasta 600
Número de Llamadas simultaneas:	Máximo 250 Llamadas
HARDWARE	
CPU:	Quad Core 2.2GHz
RAM:	4 GB
Disco Duro:	1TB (2x500GB)
Interfaces de Red:	2 Gigabit Ethernet
Puertos USB:	4

Otros Puertos: Consola Serial, VGA

#### SOFTWARE

Sistema Operativo: Elastix 64 bits

Fuente: Guía de Inicio Elx5000. Portal Web: [www.elastix.org/appliance/ELX5000](http://www.elastix.org/appliance/ELX5000)

## B. TELÉFONO EJECUTIVO TIPO I



**Imagen 62.** Teléfono Yealink VP-530  
Fuente: [www.voipsupply.com/yealink-vp-530](http://www.voipsupply.com/yealink-vp-530)

El teléfono VP-530 es un equipo terminal, tiene audio, video y aplicaciones integradas. Su capacidad de llamadas de video o videoconferencia de 3 vías, se ajusta a los requerimientos de las autoridades de las compañías, en el caso de la UTN, para sus autoridades principales, rector y vicerrectores.

**Tabla 48.** Características Teléfono VP-530

Yealink VP-530
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>
7", pantalla táctil de 800x480 LCD digitales
Voz HD, altavoz de dúplex completo
4 cuentas de VoIP, video conferencia de 3 vías
<b>CARACTERÍSTICAS DE VIDEO</b>
Códec de vídeo: H.264 y H.263
Códec de imagen: JPEG, GIF, PNG, BMP
Selección de ancho de banda: 128kbps - 1 Mbps
Selección de velocidad de fotogramas: 10 - 30 fps
Ajuste de ancho de banda adaptativo
<b>CARACTERÍSTICAS DE AUDIO</b>
Códec de alta definición, HD auricular, HD altavoz.
Códec de banda ancha: G.722
Códec de banda estrecha: G.711 (A / $\mu$ ), G.729AB
Generación de ruido comfortable
Buffers de jitter adaptables
Ocultamiento de pérdida de paquetes
<b>CARACTERÍSTICAS DE TELÉFONO</b>
4 cuentas de VoIP, llamadas de vídeo / voz
Desvío de llamadas, Llamada en espera.
Transferencia de llamada, Retención de llamada

Mudo, Volver a marcar, respuesta automática  
Pantalla de identificación de llamadas, llamada en la historia  
Correo de voz, conferencia de audio de 3 vías Local  
Agenda telefónica con imagen de contacto.  
Menú basado en iconos

#### RED Y SEGURIDAD

Protocolo SIP v1(RFC2543), v2 (RFC3261)  
NAT transversal  
Asignación de IP: estática / DHCP / PPPoE  
HTTP / HTTPS del servidor web  
El tiempo y la sincronización de fecha usando SNTP  
UDP / TCP / DNS-SRV (RFC 3263)  
QoS: 802.1p / Q tagging (VLAN), Layer 3 ToS y DSCP  
SRTP para voz y vídeo  
Transport Layer Security (TLS)  
Administrador de certificados HTTPS  
Encriptación AES para el archivo de configuración  
La autenticación implícita utilizando MD5 / MD5-sess

#### MANEJO

Configuración: navegador/teléfono/auto-prestación  
Restablecer la configuración original, Reboot  
Paquete rastreo de exportación, registro del sistema

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Pantalla táctil resistiva  
Cámara con sensor CMOS giratorio con 2M píxeles  
Flash de 128 MB y 256 MB de memoria DDR2  
2 puertos RJ45 Ethernet 10/100Mbps  
Puerto USB 2.0, ranura para tarjeta SD

Fuente: Hoja de datos del equipo.

### C. TELÉFONO EJECUTIVO TIPO II



Imagen 63. Teléfono Yealink T-28P

Fuente: [www.yealink.com](http://www.yealink.com)

El teléfono Yealink T-28P, es un equipo de características medianas, es decir, tienen mejores características que los teléfonos IP básicos, pero no son tan sofisticados que los de las autoridades. Estos teléfonos son apropiados en la

Universidad para los directores de departamentos y los decanos y subdecanos de las facultades.

**Tabla 49.** Características Teléfono T-28P

Yealink T-28P
<b>CARACTERÍSTICAS DEL TELÉFONO</b>
<b>6 cuentas VoIP, línea directa, llamada de emergencia</b> <b>Llamada en espera, transferencia de llamadas</b> <b>Mantener, silencio, flash, auto-respuesta, volver a marcar</b> <b>Conferencia de 3 vías, marcación rápida</b> <b>Lista Negro, historial de llamadas (100 entradas)</b> <b>Ajuste de volumen, selección de tono de llamada</b> <b>Esquema de tono, registro del sistema</b> <b>Multi-idioma (más de 20)</b> <b>Soporta hasta 6 módulos de expansión</b>
<b>CÓDECS Y FUNCIONES DE VOZ</b>
<b>Códec de banda ancha: G.722</b> <b>Códec de banda estrecha: G.711, G.723.1, G.726, G.729AB</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DE RED</b>
<b>Protocolo SIP v1(RFC2543), v2 (RFC3261)</b> <b>Capacidad de NAT</b> <b>Asignación de IP: Estática / DHCP / PPPoE</b> <b>Modo de puente / enrutador</b>
<b>MANEJO</b>
<b>Configuración: navegador / teléfono / auto-prestación</b>
<b>SEGURIDAD</b>
<b>HTTPS (servidor / cliente)</b> <b>SRTP (RFC3711)</b> <b>Transport Layer Security (TLS)</b> <b>VLAN (802.1 pq), calidad de servicio</b> <b>La autenticación implícita utilizando MD5 / MD5-sess</b> <b>Bloqueo del teléfono para protección de la privacidad personal</b> <b>Modo de configuración / usuario Admin</b>
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>
<b>320x160 LCD gráfico con escalas de grises de 4 niveles</b> <b>2 puertos Ethernet RJ45 10/100Mbps</b>

Fuente: Hoja de datos del equipo

## D. TELÉFONO ESTÁNDAR



**Imagen 64.** Teléfono Yealink T-19P

**Fuente:** [www.voipsupply.com/yealink-sip-t19p](http://www.voipsupply.com/yealink-sip-t19p)

El teléfono SIP T-19P, es un equipo terminal de nivel básico, que ofrecen características y el rendimiento de teléfonos más avanzados. Tiene una sola cuenta SIP, tiene un diseño simple y flexible.

**Tabla 50.** Características Teléfono Yealink T-19P

Yealink T-19P
CARACTERÍSTICAS GENERALES
Tiene 1 cuenta VoIP/SIP
2 puertos 10/100 Mbps, PoE integrado.
Altavoz bidireccional
Soporta códecs: G.711, G.723, G.729
Agenda local para 1000 entradas.

**Fuente:** Hoja de datos del equipo.

## E. TELÉFONO OPERADOR



**Imagen 65.** Teléfono Yealink T-46G+EXP40

**Fuente:** [www.888voip.com](http://www.888voip.com)

Para el operador el teléfono Yealink T-46G juntamente con un módulo de expansión de teléfono para que se puedan realizar las transferencias de las llamadas.

**Tabla 51.** Características Teléfono Yealink T-46G

Yealink T-46G
---------------



## CARACTERÍSTICAS GENERALES

**Capacidad de 6 cuentas VoIP/SIP**

**Alta definición de voz, audio, códec.**

**Tiene 2 puertos RJ45.**

**PoE integrado.**

**Soporte de puertos 100/1000 Mbps.**

Fuente: Hoja de datos del equipo

### **4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS APLICACIONES DE ELASTIX**

Tomando en cuenta las necesidades y características de la Institución se considera trabajar con Elastix, una plataforma completamente dedicada a comunicaciones de VoIP, que generan a la Universidad un ahorro económico por ser Software Libre y las aplicaciones que presenta, adaptándose al sistema que funciona en la actualidad y también proyectándose al crecimiento futuro en aporte a la educación del norte del país.

El manejo y administración de Elastix se lo realiza por acceso web por facilidad en su interfaz gráfica.

Para que la UTN ahorre en la migración propuesta, se recomienda el uso de softphones, especialmente a los usuarios que tengan computadores All-in-One, se requiere la instalación del softphone Jitsi, que es gratuito y fácil de utilizar.

### **4.4. APLICACIONES DE ELASTIX**

Para explotar los recursos de Elastix, en la Universidad Técnica instalarán aplicaciones enfocadas a la simplificación de las comunicaciones.

#### **4.4.1. Voicemail**

El voicemail, es el servicio del buzón de voz, se lo utiliza en caso que la extensión a la que está llamando no sea atendida, la persona que llama podrá dejar un mensaje a la persona que llamo.

El voicemail deberá estar configurado en todas las extensiones y cada persona podrá consultar los mensajes que tiene marcando \*97.

#### 4.4.2. Grupo de Llamada

Son un conjunto de extensiones que están en un mismo grupo, configuradas para que cuando entre una llamada suenen en una extensión, pueda contestarse en otra. Y así contestar la llamada.

En la UTN, se ha tomado en cuenta dos dependencias que necesitan tener este servicio:

- Biblioteca: En esta dependencia las extensiones que integran el mismo grupo “Grupo 1”, serán;

**Tabla 52.** Grupo de llamada 1

DEPENDENCIA	EXTENSIÓN
JEFA DE BIBLIOTECA	7701
ANALISTA SISTEMAS BIBLIOTECA	7702
BIBLIOTECARIO	7703
PROCESOS TÉCNICOS BIBLIOTECA	7704

Fuente: Directorio Telefónico UTN. DDTI-UTN

- Centro de Educación Continua: Las dos extensiones pertenecientes al “Grupo 2” serán;

**Tabla 53.** Grupo de llamada 2

DEPENDENCIA	EXTENSIÓN
COORDINACIÓN GENERAL CEC	7724
ASISTENTE CEC	7725

Fuente: Directorio Telefónico UTN. DDTI-UTN

#### 4.4.3. Tratamiento y redirección de llamadas

- Identificador de llamadas
- Parqueo de llamadas, recogida de llamadas
- Call back
- Bloqueo de llamada por Caller-ID
- Transferencia de llamadas automático, las llamadas se direcciona a una extensión sin necesidad de transferirla.
- Música en Espera .wav o .mp3
- Colas de Atención
- Limitación de tiempo de llamadas y niveles de servicio

#### **4.4.4. Conferencias**

- Sala de Conferencia simple
- Conferencia instantánea
- Mínimo 1 sala de conferencia, se considera un crecimiento a futuro determinado por el administrador de la red.
- Manejo mínimo de 15 usuarios por cada sala de conferencia.

#### **4.5. PLAN DE NUMERACIÓN**

Para el plan de numeración para la migración, se ha tomado en cuenta el mismo plan de numeración que existe en la UTN, puesto que el directorio guarda un orden establecido y sobretodo los usuarios ya están familiarizados con él. Por lo tanto, el directorio estará configurado:

Consta de 4 dígitos;

El primero será a nivel general: 7;

El segundo será de la dependencia;

- [0 - 1]: Administrativos Planta Central
- [2]: Facultad FICA
- [3]: Facultad FICAYA
- [4]: Facultad FFCCSS
- [5]: Facultad FECYT
- [6]: Facultad FACA E
- [7 – 8]: Administrativos edificios CAI, Postgrados, Biblioteca, Colegio Universitario.

El tercero y cuarto números, está establecido por orden de numeración para cada dependencia.

A continuación la tabla. 54. nos indica la forma de distribución de las extensiones:

**Tabla 54.** Asignación de Extensiones

1er. Dígito		2do. Dígito		3er. Dígito	4to. Dígito
Número General		De acuerdo a las dependencias		Cantidad de usuarios en cada dependencia	
Universidad Técnica del Norte	Entidad	Dígito	Dependencia	Dígito	Dígito
		7	Operadora	0	0-0
			Rectorado	0	10. - 14
			Vicerrectorado Académico	0	20 - 27
			Vicerrectorado Administrativo	0	30 - 34
			Secretaría General	0	41-42
			Empresa U-Emprende	0	46
			Relaciones Internacionales	0	47-48
			Recursos Humanos	0	51-57
			Informática	0	61-79
			Financiero, Almacén y Adquisiciones	0	81-97
			Bienestar Universitario	1	01. - 07
			Planeamiento Integral	1	21 - 26
			Cuicyt	1	31 - 34
			Postgrado	1	40 - 50
			Televisión Universitaria	1	61 - 67
			Procuraduría	1	71 - 73
			Cudic	1	75 - 77
			Auditoria Interna	1	81
			Vinculación	1	85 - 88
			Instituto de Altos Estudios	1	91
			Unidad de Mantenimiento	1	92
			Acreditación y Evaluación	1	95
			Aso. Empleados	1	96
			Fondo Jubilación	1	98
			Aso. Profesores	1	99
			Biblioteca	7	01. - 07
			Centro de Educación Continua	7	21- 25 y 41, 42
			Colegio UTN	7	61 - 64
			CAI	8	01. - 03
		FICA	2	00 - 15	
		FICAYA	3	00 - 17	
		Ciencias de la Salud	4	00 - 17	
		FECYT	5	00 - 16	
		FACAE	6	01. - 12	

**Fuente:** Directorio Telefónico UTN. DDTI-UTN

## 4.5.1. Plan de Mercado

Tabla 55. Plan de Mercado UTN

LLAMADAS	GRUPOS				
	Operador	Autoridades	Directores de Departamento	Secretarias	Funcionarios
<b>Internas</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Llamadas 1700</b>	✓				
<b>Llamadas 1800</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Locales</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Nacionales</b>	✓	✓	✓		
<b>Internacionales</b>		✓			
<b>Celulares</b>		✓			
APLICACIONES					
<b>Interceptar llamadas</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Voicemail</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Grupos de llamada</b>					✓
<b>Salas de Conferencia</b>		✓	✓	✓	✓
<b>IVR</b>	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Directorio Telefónico UTN. DDTI-UTN

## 4.6. IMPLEMENTACIÓN DE LA CENTRAL DE VOZ Y DE LOS SERVICIOS PARA EL SISTEMA DE TELEFONÍA IP

### 4.6.1. Instalación de Elastix

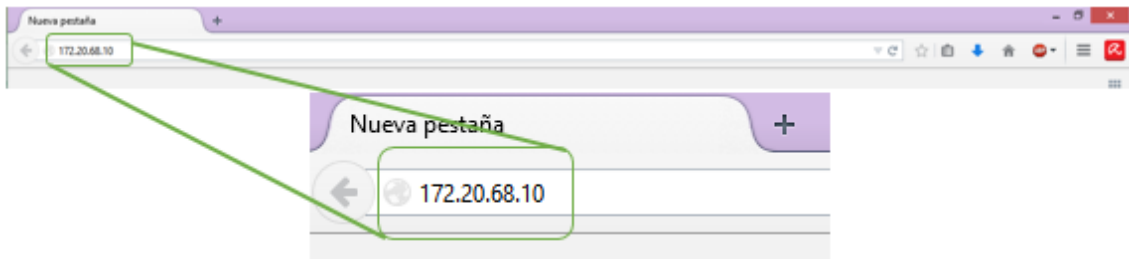
Al momento de implementar un sistema de VoIP, lo primero que se considera es el software de Telefonía IP, en este caso después de la comparación de software realizado en el capítulo III de este trabajo se considera la instalación de Elastix. En el Anexo D, se encuentra la guía de instalación de este software.

### 4.6.2. Administración Web de Elastix

La administración de Elastix por medio de la web, es una herramienta del software de telefonía que lo hace de fácil uso y así manejar de mejor manera la aplicación:

Una vez que se haya instalado el software en el equipo, se puede acceder ya a la configuración del Elastix:

Para poder acceder a la administración Web de Elastix, con la IP del servidor, abrimos en cualquier navegador:



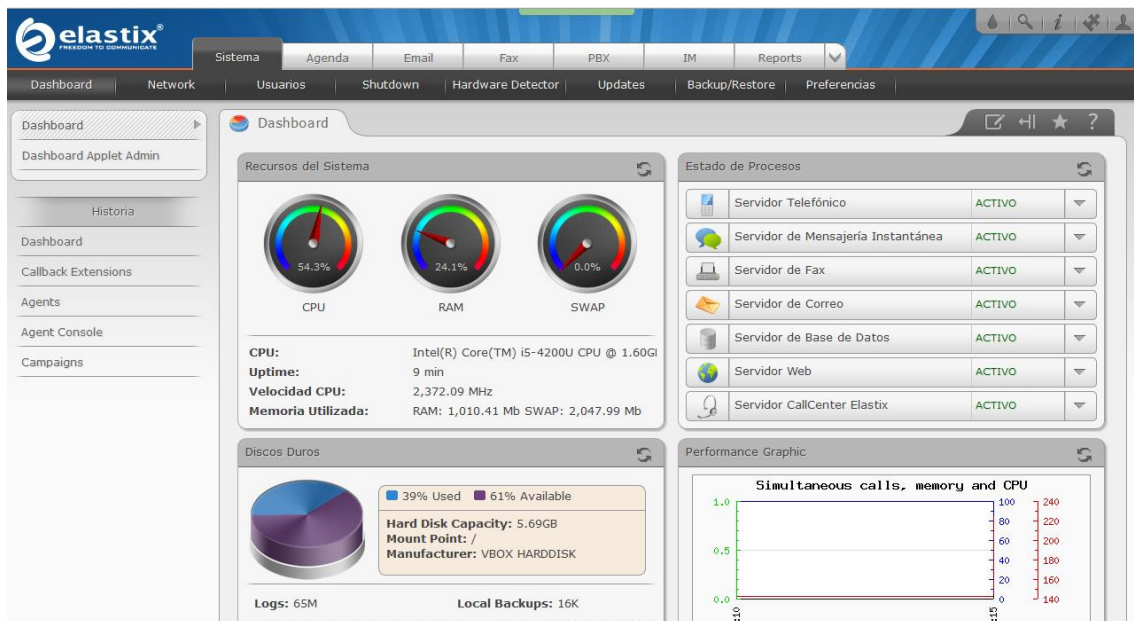
**Imagen 66.** Acceso web de Elastix  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.

Una vez que hemos ingresado a la administración de Elastix, se puede ver la página principal:



**Imagen 67.** Autenticación de Elastix para administración web  
**Fuente:** Servidor Elastix. UTN.

Después de ingresar el usuario y la contraseña, se accede a la página principal:



**Imagen 68.** Pantalla principal de Elastix  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.

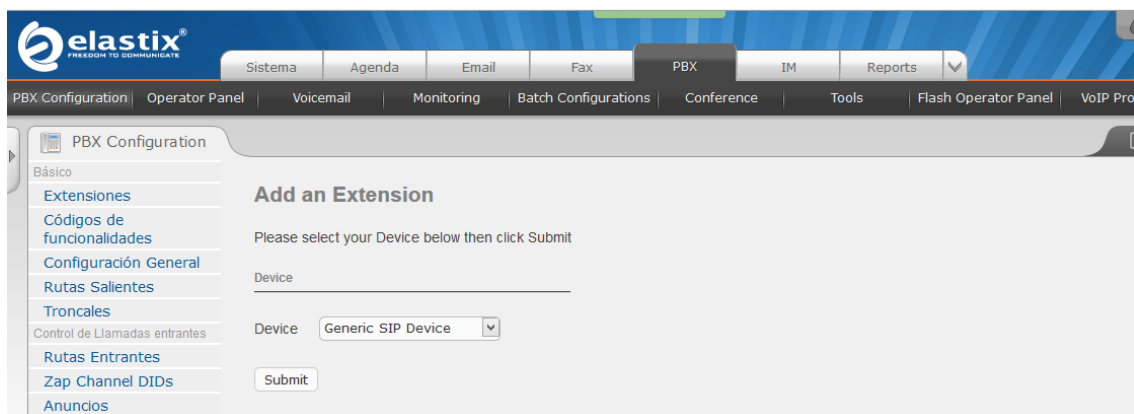
Cuando la administración web de Elastix se ha realizado, se procede a instalar los servicios del sistema.

Para la implementación de los servicios de telefonía en la institución, dependiendo de los requerimientos de la institución y, además del criterio del administrador de la red.

### 4.6.3. Extensiones

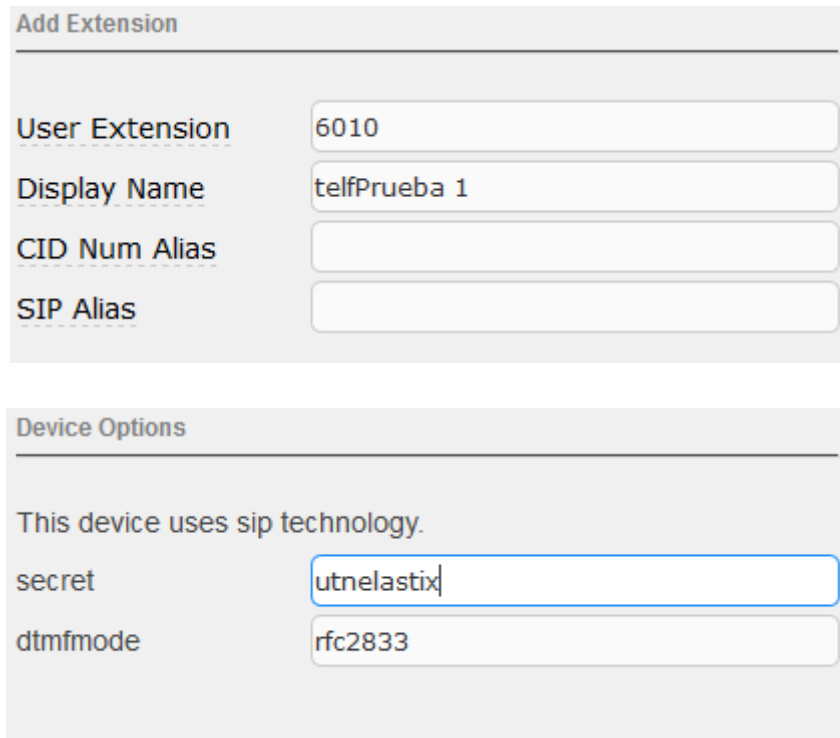
Son los números telefónicos, asignados a cada usuario para el servicio.

Para crear las extensiones, en la parte del menú de Elastix en: PBX →PBX Configuration→Extensiones→Add Extensión



**Imagen 69.** Creación de extensiones  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.

- Seleccione: Generic SIP Device
- Se debe ingresar: número de extensión, display name y secret.
- El modo DTMF entre el teléfono y la extensión deben ser el mismo. Este es predeterminado y es: rfc2833.



**Add Extension**

User Extension: 6010

Display Name: telfPrueba 1

CID Num Alias:

SIP Alias:

---

**Device Options**

This device uses sip technology.

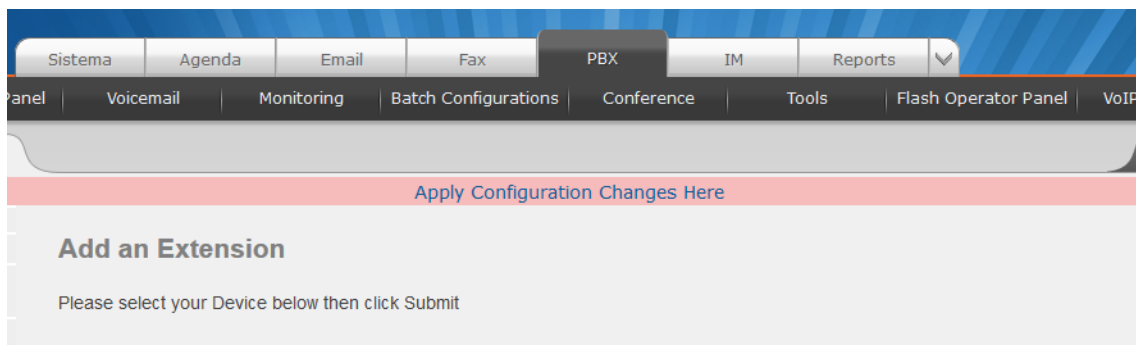
secret: utnelastix

dtmfmode: rfc2833

**Imagen 70.** Creación de extensiones.  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.

Una vez ingresada la configuración, se debe guardar en Submit.

Es necesario tomar en cuenta que después de cada configuración que se haga, se tiene que aplicar los cambios y así se reinicie el servidor Elastix:



**Imagen 71.** Aplicar los cambios de configuración de Elastix.  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.



En la Universidad Técnica del Norte, se tiene configuradas 200 extensiones, que están distribuidas por dependencia, y responsable de la extensión. En el anexo 5. Está la información con nombres, dependencias y número de extensión.

El plan de marcado interno se lo realiza con un número de cuatro dígitos que empiezan con 7, las extensiones que están destinadas a fax se suprimieron del diseño puesto que este servicio ya no está disponible en la institución.

En el Elastix, las extensiones se pueden ver en el Operator Panel:

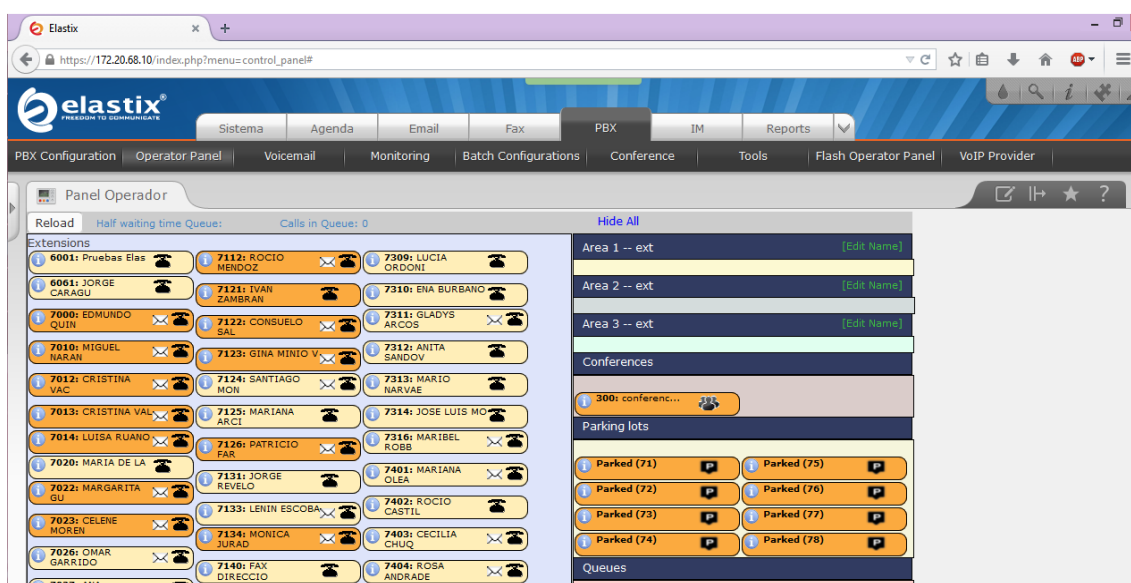


Imagen 72. Operator Panel Elastix  
Fuente: Servidor Elastix, UTN.

#### 4.6.4. Voice Mail

Para activar el voicemail, en las extensiones, en Voicemail & Directory se debe habilitar la opción Status, introducir una clave y si se desea una dirección de correo electrónico, para cuando que mediante un correo se notifique al usuario de la extensión que ha recibido una llamada y que tiene un mensaje de VOZ.

Voicemail & Directory

---

Status

Voicemail Password

Email Address

Pager Email Address

Email Attachment  yes  no

Play CID  yes  no

Play Envelope  yes  no

Delete Voicemail  yes  no

IMAP Username

IMAP Password

VM Options

VM Context

**Imagen 73.** Configuración de Voicemail  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

En el operator panel se puede observar la extensión que tiene un mensaje de voz por escuchar:



**Imagen 74.** Mensaje de voz en Elastix  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

#### 4.6.5. Grupo de llamada

Un grupo de llamada es un conjunto de extensiones que pertenecen a un mismo número de llamada entrante, cuando ingresa una llamada, todas las extensiones pertenecientes al grupo sonaran hasta que sea contestada la llamada.

Para crear un grupo de llamada desde las extensiones, se debe configurar el mismo grupo de llamada y el pickupgroup, de manera que cuando una reciba la llamada, la otra extensión pueda hacer un call pickup.

Se selecciona la extensión y se la edita con los parámetros mencionados anteriormente, para ejemplo se muestra la configuración de unos de los teléfonos de prueba, telfPrueba1:

En donde se pondrá la extensión en el grupo y el pickup número 2, además se configura el códec que por defecto es el G.711:

Device Options	
This device uses sip technology.	
secret	utnelastix
dtmfmode	rfc2833
canreinvite	no
context	from-internal
host	dynamic
type	friend
nat	yes
port	5060
qualify	yes
callgroup	2
pickupgroup	2
disallow	all
allow	ulaw
dial	SIP/6010
accountcode	
mailbox	6010@device
vmexten	
deny	0.0.0.0/0.0.0.0
permit	0.0.0.0/0.0.0.0

**Imagen 75.** Configuración del grupo de llamada.  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.

Se configuran los campos disallow en donde se pone all; esto es para especificar que no está especificado ningún códec, y en el campo allow se pone ulaw, para indicar que el códec habilitado es únicamente G.711u.

## 4.6.6. Colas

Las colas permiten administrar un gran número de llamadas entrantes hacia números internos distribuidos en grupos.

Para configurar las colas se debe hacer:

PBX → PBX Configuration → Colas



The screenshot displays the Elastix web interface for PBX configuration. The top navigation bar includes 'Sistema', 'Agenda', 'Email', 'Fax', 'PBX', 'IM', and 'Reports'. The 'PBX' menu is active, showing sub-items like 'PBX Configuration', 'Operator Panel', 'Voicemail', 'Monitoring', 'Batch Configurations', 'Conference', 'Tools', and 'Flash'. The left sidebar lists various configuration categories, with 'Colas' (Queues) highlighted under 'Control de Llamadas entrantes'. The main content area is titled 'Añadir cola' and contains the following fields:

- Número de cola:
- Nombre de la cola:
- Contraseña de la cola:
- Prefijo del nombre del CID:
- Prefijo de tiempo de espera:
- Información de alerta:
- Agentes fijos:
- Captura rápida de extensión:
- Dynamic Members:
- Captura rápida de extensión:

**Imagen 76.** Configuración de Colas  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

Entonces se añaden las colas, para las extensiones telPrueba1 y telPrueba2:

Añadir cola

Número de cola:

Nombre de la cola:

Contraseña de la cola:

Prefijo del nombre del CID:

Prefijo de tiempo de espera:

Información de alerta:

Agentes fijos:

Captura rápida de extensión:

Dynamic Members:

Captura rápida de extensión:

Restrict Dynamic Agents:  Sí  No

Agent Restrictions:

**Imagen 77.** Añadir cola  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.

Cuando se tiene un número alto de extensiones en una cola, lo que se debe hacer es seleccionar el Ring Strategy para que los teléfonos no suenen a la misma vez.

Se escoge la estrategia lineal para que los teléfonos suenen de manera ordenada:

Opciones de la cola

---

Anuncio de agente: Ninguno

Anuncio de entrada: Ninguno

Clase de música en espera: Anterior

Hacer sonar en lugar de música en espera:

Tiempo máximo de espera: Sin límite

Llamantes máximos: 0

Entrar si vacía: Sí

Salir cuando vacía: No

Ring Strategy: **linear**

Tiempo de espera de agente: 15 segundos

Reintentar: 5 segundos

Wrap-Up-Time: 0 segundos

Grabación de llamadas: No

Event When Called: No

Estado: No

Skip Busy Agents: No

Queue Weight: 0

Autofill:

Agent Regex Filter:

Report Hold Time: No

Service Level: 60 segundos

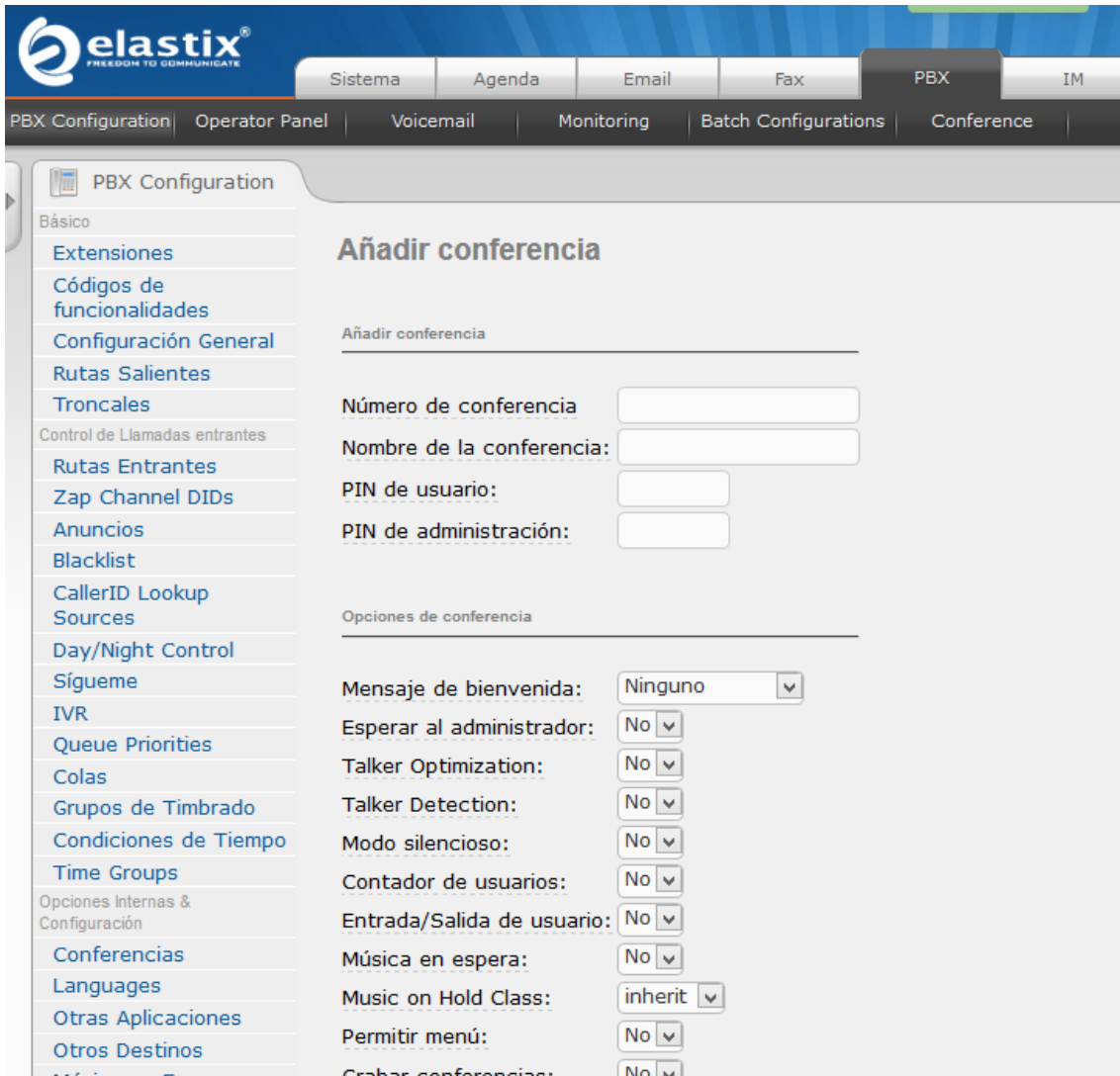
**Imagen 78.** Seleccionar agente de cola  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

Una vez terminada la configuración, se debe guardar los cambios y reiniciar Elastix.

#### 4.6.7. Conferencias

La sala de conferencias es un servicio preestablecido en Elastix y se trata de una intercomunicación de varias extensiones al mismo tiempo para que puedan hablar y escuchar entre sí. Es recomendable utilizar la sala de conferencias para reuniones.

Para este servicio de Elastix, se debe ir a: PBX → PBX Configuration → Conferencias



**Imagen 79.** Configuración de conferencias  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.

Entonces se añade una conferencia se crea el número al cual van a llamar y el nombre de la conferencia.



Añadir conferencia

---

Número de conferencia:

Nombre de la conferencia:

PIN de usuario:

PIN de administración:

---

Opciones de conferencia

Mensaje de bienvenida:

Esperar al administrador:

Talker Optimization:

Talker Detection:

Modo silencioso:

Contador de usuarios:

Entrada/Salida de usuario:

Música en espera:

Music on Hold Class:

Permitir menú:

Grabar conferencias:

Maximum Participants:

**Imagen 80.** Añadir colas  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

Se guardan los cambios y si se marca el número de la conferencia, los usuarios podrán acceder a la sala de conferencias de Elastix.

## 4.7. DISEÑO DEL INTERACTIVE VOICE RESPONSE (IVR)

El IVR que se implementará en la Universidad, se lo habilita en el servidor Elastix, para levantar los servicios de una contestadora automática se graban los mensajes en formato .wav.

### 4.7.1. Grabaciones del Sistema

Las grabaciones del sistema son archivos de audio que están precargados en Elastix o que pueden grabarse personalizados y también

archivos que pueden cargarse al Elastix, y sirven para la respuesta interactiva de voz (IVR).

PBX → PBX Configuration → Grabaciones del Sistema

**Grabaciones del sistema**

**Añadir grabación**

Paso 1: Grabar o enviar

Si desea realizar y comprobar grabaciones desde su teléfono, por favor, escriba aquí su extensión:  Ir

O también puede enviar un archivo grabado en cualquier formato soportado por Asterisk. Tenga en cuenta de que si está usando archivos WAV (por ejemplo, grabados con la grabadora de sonidos de Windows) el archivo debe estar codificado en PCM, 16 bits y a 8000Hz:

Examinar... No se ha seleccionado ningún archivo. Enviar

Paso 2: Nombre

Asigne un nombre a esta grabación:

Pulse "Guardar" cuando haya terminado de realizar la grabación desde su teléfono haya seleccionado un archivo a enviar Guardar

**Imagen 81.** Grabaciones del sistema  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

Las grabaciones de voz en el sistema se las realizan desde una extensión configurada anteriormente:

**Añadir grabación**

Paso 1: Grabar o enviar

Si desea realizar y comprobar grabaciones desde su teléfono, por favor, escriba aquí su extensión: 6010 Ir

**Imagen 82.** Añadir grabación  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

Desde la extensión marcamos \*77 (número preestablecido por Elastix), se escuchará un tono de inicio de la grabación, grabe su mensaje y marque #.

Cuando termine de grabar, se escuchará como queda el mensaje, se puede modificarlo las veces que se crea necesario. Se pone un nombre a la grabación y se guarda.

Para crear el IVR de la Universidad Técnica del Norte empezamos realizando las grabaciones del sistema:

En el IVR estará una grabación en la cual la persona que llame escuchará un mensaje que le indicará que marque la extensión si la conoce o que espere a

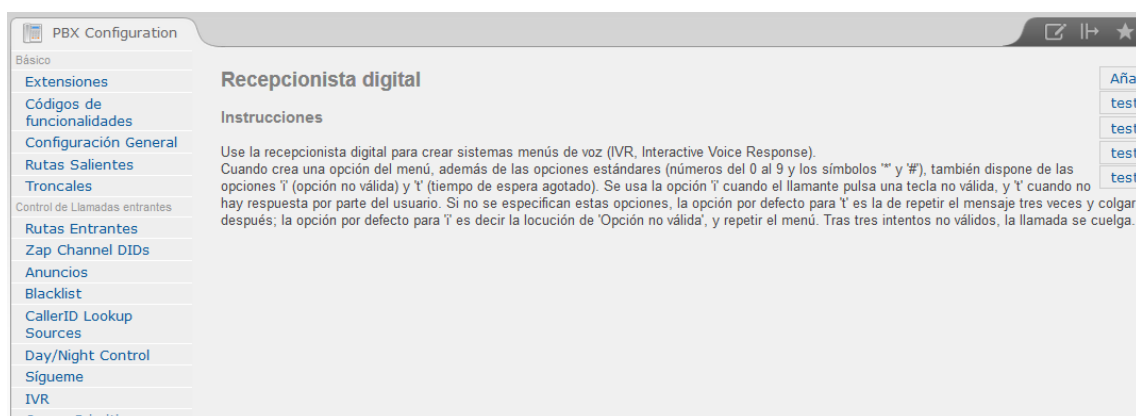
que la llamada sea transferida al operador. Textualmente, en la grabación se escuchará lo siguiente:

“Usted se ha comunicado a Universidad Técnica del Norte, si sabe el número de extensión a la que desea comunicarse márkela ahora, caso contrario marque 0 para que le atienda un operador”.

#### 4.7.2. IVR

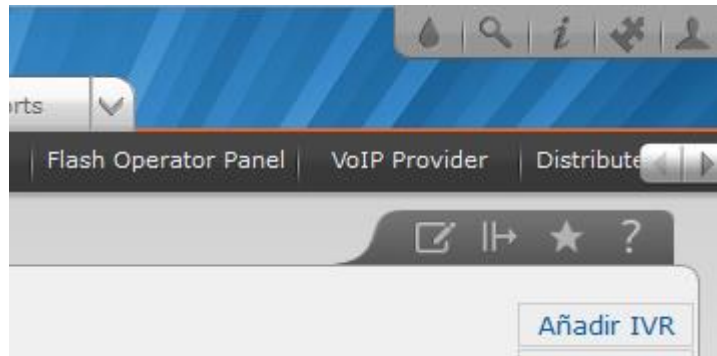
La respuesta de voz interactiva es una grabación para cuando las personas que llamen a la institución, tengan la opción de hablar con el operador para que él les comunique con la persona que desean hablar o marcar directamente la extensión del usuario si la conocen.

En Elastix, para crear un IVR se debe ir a PBX → PBX Configuration → IVR.



**Imagen 83.** IVR de Elastix  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

Para añadir el IVR, se debe ir a la parte superior derecha de la pantalla de administración:



**Imagen 84.** Añadir IVR  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

Y seguir con la configuración:

### Recepcionista digital

#### Editar menú Unnamed

---

Cambiar nombre:

Anuncio:

Tiempo de espera:

VM Return to IVR:

Habilitar marcación directa:

Loop Before t-dest:

Timeout Message:

Loop Before i-dest:

Mensaje de 'Opción no válida':

Repeat Loops:

---

---

== choose one ==

== choose one ==

== choose one ==

**Imagen 85.** Configuración de IVR  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN

## **4.8. GATEWAY DE VOZ**

Una de las diferencias más importantes de la telefonía IP de Cisco, implementada actualmente en la UTN, con la telefonía Elastix, no solamente está en el protocolo de señalización SIP sino también en su appliance<sup>37</sup>, que integra el servicios de IVR y gateway de voz, por lo tanto se necesita solamente de un equipo para poder tener la conexión a la PSTN.

El appliance de Elastix, tiene conexiones que permiten que la telefonía IP de la UTN se pueda comunicar con el exterior.

El gateway de voz de la UTN, está configurado de la siguiente manera, para que las llamadas que marcan al 2997800 puedan ser atendidas por el operador en la extensión 7000.

### **4.8.1. Configuración de Troncales y Dial-Peer en el Gateway de Voz**

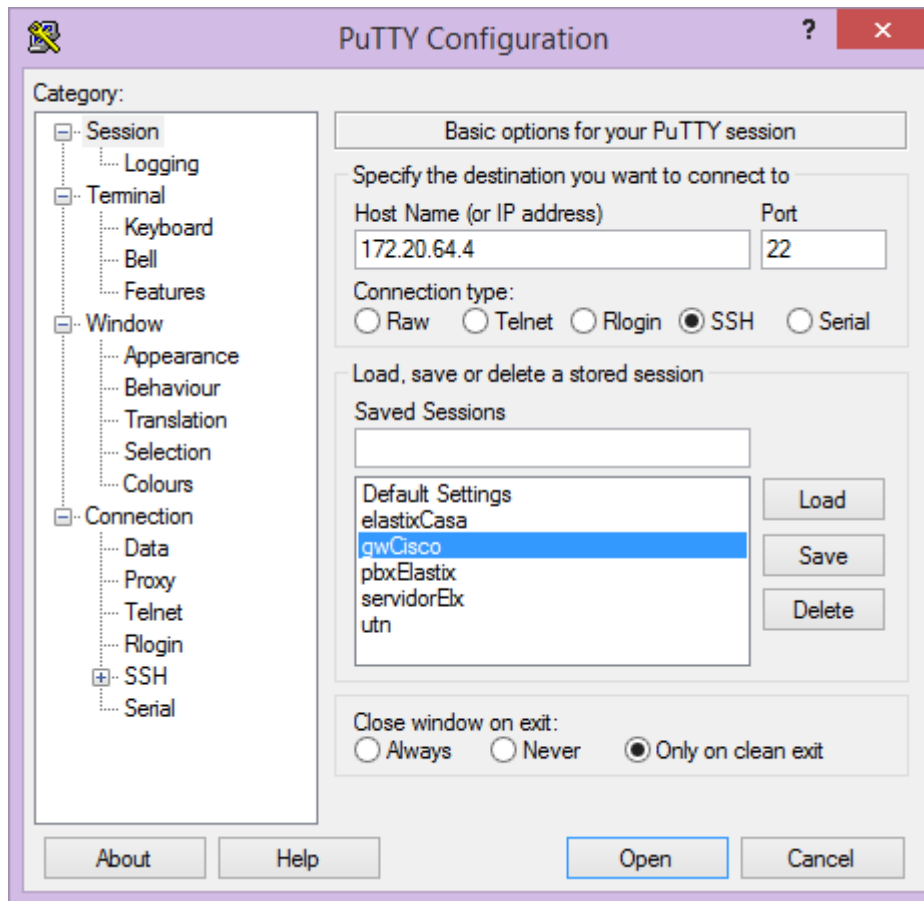
#### **Cisco**

Para tener acceso a la PSTN, se debe realizar un enlace troncal entre el gateway de voz Cisco con el servidor Elastix. Para realizar esta troncalización, desde el terminal Putty, se configura el gateway de voz de la siguiente manera:

Se accede por SSH al CLI del gateway de voz Cisco, con la siguiente dirección IP: 172.20.64.4

---

<sup>37</sup> Appliance: Es un dispositivo de hardware, que se encuentran cerrado y sellado, que tienen el software y hardware pre-instalado y pre-configurado



**Imagen 86.** Pantalla de inicio Putty  
**Fuente:** Gateway de voz Cisco. DDTI-UTN

Una vez que se introduce el usuario y la contraseña, se accede al gateway en el modo privilegiado:



**Imagen 87.** Modo Privilegiado Gateway de Voz  
**Fuente:** Gateway de Voz Cisco. DDTI-UTN

Para la salida de llamadas el servidor Elastix posee un troncal SIP. Los datos de la troncal son los siguientes:

IP Gateway de Voz: 172.20.64.4  
IP Local de Registro SIP: 172.20.68.10

Para la configuración de la troncal SIP al Gateway de Voz, se debe permitir las conexiones SIP.

```
voice service voip
allow-connections h323 to h323
allow-connections h323 to sip
allow-connections sip to h323
allow-connections sip to sip
redirect ip2ip
fax protocol t38 ls-redundancy 0 hs-redundancy 0 fallback
pass-through g711ulaw
h323
modem passthrough nse codec g711ulaw
sip
registrar server
```

### **CONFIGURAR EL ENLACE TRONCAL**

La Integración se la realiza mediante troncales SIP bajo los siguientes parámetros. Se muestra la configuración general de troncales SIP

- Protocolo: SIP
- Puerto de comunicación: 5060
- Modo de seguridad: No seguridad
- Tipo de protocolo de transporte de entrada: TCP y UDP
- Tipo de protocolo de transporte de salida: UDP

La configuración de las troncales las puede encontrar en Device → Trunk



**Imagen 88.** Configuración de la troncal  
Fuente: CUCM-UTN. DDTI-UTN

Desde el lado del Elastix, se realiza la siguiente configuración:

Trunk Name ELX-CISCO

#### PEER Details

```
disallow=all  
allow=ulaw  
dtmfmode=rfc2833  
host=172.20.XX.XX  
insecure=very  
qualify=yes  
type=peer
```



## Add CUSTOM Trunk

**General Settings**

---

Trunk Name:

Outbound Caller ID:

CID Options:

Maximum Channels:

Disable Trunk:  Disable

Monitor Trunk Failures:  Enable

**Dialed Number Manipulation Rules**

---

(  ) +  |

Dial Rules Wizards:

Outbound Dial Prefix:

**Imagen 89.** Troncal desde Elastix hacia Cisco  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.

## CONFIGURAR DIAL-PEER

Según la página web de Ibitec, (2012) un dial-peer “Es un indicador a un terminal, identificado por una dirección (patrón de dígitos)”.

Para la salida de llamadas hacia la PSTN se configura un dial-peer el cual se muestra a continuación:

```
dial-peer voice 1 voip
description VOIPGW TO PSTN
destination-pattern .T
voice-class codec 1
voice-class sip dtmf-relay force rtp-nte
session protocol sipv2
session target ipv4:172.20.68.10
dtmf-relay rtp-nte
clid network-number 23815280
```

Entre los parámetros más importantes de esta configuración están:

- destination-pattern .T → Patrón de llamada. Condición (Si digitan cualquier número)
- session protocol sipv2 → Protocolo de la llamada SIPv2.
- session target ipv4:172.20.68.10 → IP de Elastix.
- clid network-number 23815280 → ANI. Número identificador con el cual debe salir la llamada.

### **CONFIGURAR DIAL-POTS**

Para que las llamadas entrantes desde la PSTN, puedan ser contestadas por el operador, es decir la extensión 7000, se configura el dial-pots, a continuación se muestra cómo se configuró en el gateway de Voz en la UTN:

```
dial-peer voice 1000 pots
description ** Dial-Peer llamadas entrantes 2997800 a
2997809 siguientes**
translation-profile incoming 7000_to_7009
incoming called-number 29978..
direct-inward-dial
port 0/3/0:15
```

De esta manera tenemos la configuración del enlace troncal entre el gateway Cisco.

Después de haber configurado la troncalización y el gateway de voz, se realizan las pruebas de funcionamiento, en el capítulo siguiente.

## **5. CAPÍTULO V:**

### **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

#### **5.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo, se muestra los resultados del diseño y la implementación del sistema de telefonía IP bajo la plataforma Elastix en la Universidad Técnica del Norte, las capturas de pantalla de cada una de los servicios que presenta el servidor de Voz IP. Con las pruebas de funcionamiento podemos observar cómo se fueron levantando los servicios, utilizando los datos obtenidos de capítulos anteriores, lo que hace que se presente un Sistema de Telefonía IP que cumple con características de seguridad, flexibilidad y escalabilidad.

#### **5.2. CREACIÓN DE EXTENSIONES**

Las extensiones creadas en el servidor de telefonía Elastix son las mismas que se utilizaban en el directorio del Cisco Communications Manager, de la siguiente manera:

Extensions		
6001: Pruebas Elas	7105: BLADIMIR BEN	7307: BLANCA AYALA
6061: JORGE CARAGU	7106: MONICA CARDE	7308: MIGUEL ECHEV
6066: VINICIO GUER	7107: GLORIA POSSO	7309: LUCIA ORDONI
6068: CAMILO PONCE	7112: ROCIO MENDOZ	7310: ENA BURBANO
6079: JAVIER TORRE	7121: IVAN ZAMBRAN	7311: GLADYS ARCOS
7000: EDMUNDO QUIN	7122: CONSUELO SAL	7312: ANITA SANDOV
7010: MIGUEL NARAN	7123: GINA MINIO V	7313: MARIO NARVAE
7012: CRISTINA VAC	7124: SANTIAGO MON	7314: JOSE LUIS MO
7013: CRISTINA VAL	7125: MARIANA ARCI	7316: MARIBEL ROBB
7014: LUISA RUANO	7126: PATRICIO FAR	7401: MARIANA OLEA
7020: MARIA DE LA	7131: JORGE REVELO	7402: ROCIO CASTIL
7022: MARGARITA GU	7133: LENIN ESCOBA	7403: CECILIA CHUQ
7023: CELENE MOREN	7134: MONICA JURAD	7404: ROSA ANDRADE
7026: OMAR GARRIDO	7140: FAX DIRECCIO	7405: GLORIA POTOS
7027: ANA CEVALLOS	7141: FERNANDO CAI	7406: SONIA VIVERO
7030: NEY MORA GRI	7142: MARIA ELENA	7407: ANABEL ROLDA
7032: DIANA REVELO	7144: VLADIMIR BAS	7408: BYRON BECERR
7033: ELCIRA PITA	7145: TULI GARCIA	7409: ROGER MAFLA
7034: WILLIAN JIJO	7146: MARIA JOSE S	7410: MARIAN JURAD
7041: LUIS CHILIQUE	7147: PROMETEOS UT	7411: GLADYS SALGA
7033: ELCIRA PITA	7145: TULI GARCIA	7412: GEOVANNA ALT
7034: WILLIAN JIJO	7146: MARIA JOSE S	7413: JORGE GUEVAR
7041: LUIS CHILIQUE	7147: PROMETEOS UT	7414: SALOME GORDI
7042: INES CARRERA	7148: PATRICIA AND	7415: JANETH VACA
7046: ANITA QUINTE	7150: PATRICIA AGU	7416: HILDA SALAS
7047: MIRIAN VITER	7161: JHANNET SIER	7417: MARCIZA ANDR
7048: KATHARINA ST	7162: WIDMAN MARTI	7501: RAIMUNDO LOP
7051: ALEJANDRA BE	7163: MARIA INES L	7502: ALEXANDRA MI
7052: ULVIA GOMEZ	7164: FRANKLIN TOR	7503: MONICA BAEZ
7053: ANIBAL ROSER	7165: MERCI BONILL	7504: MARGARITA JI
7054: SILVANA CABE	7167: BELEN ARGUEL	7505: ANA VASQUEZ
7055: WINSTON ZAMO	7171: HUGO SALAZAR	7506: CARMITA CHAM
7056: LILIAN PASQU	7172: DIANA BEDON	7507: MARTA VASQUE
7057: JACQUELINE O	7173: ESTEFANY YEP	7508: ROSITA RIVER
7061: JORGE CARAGU	7175: JUAN RUALES	7509: MARILU BASAN
7062: SAMIA BEDON	7176: AMPARITO CAB	7510: GALO ALVAREZ
7063: JUAN RODRIGU	7177: ESPERANZA AL	
7064: JUANA ROSERO	7181: FERNANDO ZUM	
7065: MARIA FERNAN	7185: GUSTAVO GUAL	
7066: VINICIO GUER	7186: MARIA TIRADO	

7065: MARIA FERNAN	7185: GUSTAVO GUAL	7509: MARILU BASAN
7066: VINICIO GUER	7186: MARIA TIRADO	7510: GALO ALVAREZ
7067: ALEX GUEVARA	7187: JUAN CARLOS	7511: ESMERALDA LA
7068: JUAN GARCIA	7188: CATHY GUEVARA	7512: MARCELO ANDI
7069: EVELIN ENRIQ	7190: OSWALDO ECHE	7516: ALEXANDRA CU
7070: LUIS AGUILAR	7191: NURY RIVERA	7601: SORAYA RHEA
7071: JAVIER CARLO	7192: SONIA CAZAR	7602: EDGAR MONTER
7072: SAYELI TIXIL	7195: TULIA VACA S	7603: XIMENA TERAN
7079: JAVIER TORRE	7196: VERONICA VIL	7604: MARIELA CARR
7080: CUMANDA NOBO	7198: DIANA CHAMOR	7605: VIVIANA NAVA
7081: MARIA DE LOS	7199: CARMITA BAST	7606: MONICA ANDRA
7082: KATY CABRERA	7201: MILTON GAVIL	7607: VERONICA CER
7083: MIRIAN BAEZ	7202: FERNANDO GAR	7608: SANDRA ANDRA
7084: SONIA JIMENE	7203: PAMELA MENDE	7609: LORENA FLORE
7085: SANDRA CEVAL	7204: VIVIANA CUAS	7610: MARIANA MUNI
7086: FRANCISCA MA	7205: MONICA GONZA	7630: ANDRES CARDE
7087: OLGUITA RAMI	7206: SILVIA MOLIN	7701: BETHY CHAVEZ
7088: MONICA ROMO	7207: MONICA BENIT	7702: IVAN CHILES
7089: MONICA FLORE	7208: PEDRO GRANDA	7703: JUAN DOMINGU
7090: CRUZ MONTESD	7209: MERY PAEZ MO	7704: MALLURI TOAQ
7091: LUCIA VILLAL	7210: MONICA GONZA	7705: MARGARITA EC
7092: SILVANA LOPE	7211: MERCEDES CAS	7706: JANETH ENRIQ
7093: GRACIELA AZA	7212: LUDMILA STAR	7707: MESIAS MOROC
7094: LORENA JARAM	7213: CECILIA PIJA	7721: ANTONIO POSS
7095: VANESSA ESPI	7214: DAISY IMBAQU	7724: WILSON CAMPO
7096: JANETH IBADA	7215: HUGO SALAZAR	7725: DARWIN CRIOL
7097: STEFFANY SAR	7216: EDGAR JARAMI	7741: NELSON LOPEZ
7098: CRISTINA TER	7301: BOLIVAR BATA	7742: LUCIA DAVILA
7099: CENTRO INFAN	7302: HERNAN CADEN	7761: PABLO AYALA
7101: EUGENIA ORBE	7303: CATALINA SAL	7763: VIOLETA ALDA
7102: ROSARIO ORTE	7304: CECILIA SUAR	7764: TARGELIA CAZ
7103: LILA CAZAR G	7305: LOURDES CARR	7765: HERNAN SARMI
7104: MARTHA MOLIN	7306: ALBA PUENTE	7801: DANIEL CAZCO
		7803: NURY ESPINOZ

Imagen 90. Extensiones creadas en Elastix  
Fuente: Elastix UTN, 2014.

Para crear las extensiones se toma en cuenta el número de extensión (7XXX), la persona a cargo de la extensión, la contraseña del servidor (pbxElastix886), el protocolo (SIP). Con todos estos datos se crea un archivo con extensión .csv<sup>38</sup> que contenga todos estos campos. En el servidor Elastix se pone realizan los siguientes pasos, para crear el bloque de extensiones que deseamos:

1. En un archivo de Excel, se escribe los siguientes campos:  
DISPLAY NAME: En este campo se pone el nombre de la extensión.  
USER EXTENSION: Aquí se coloca el número de cada extensión.  
SECRET: Esta clave es la que se pone en el servidor Elastix para la autenticación, ya sea de un softphone o de un hardphone.  
TECH: En este campo se pone el tipo de protocolo que se vaya a utilizar.
2. Después de haber creado el archivo con los campos anteriormente descritos, se guarda con extensión .csv, que es el archivo que delimita los campos mediante una coma.
3. En el menú de Elastix, PBX→ Batch Configurations → Batch Extensions, guardamos el archivo .csv.

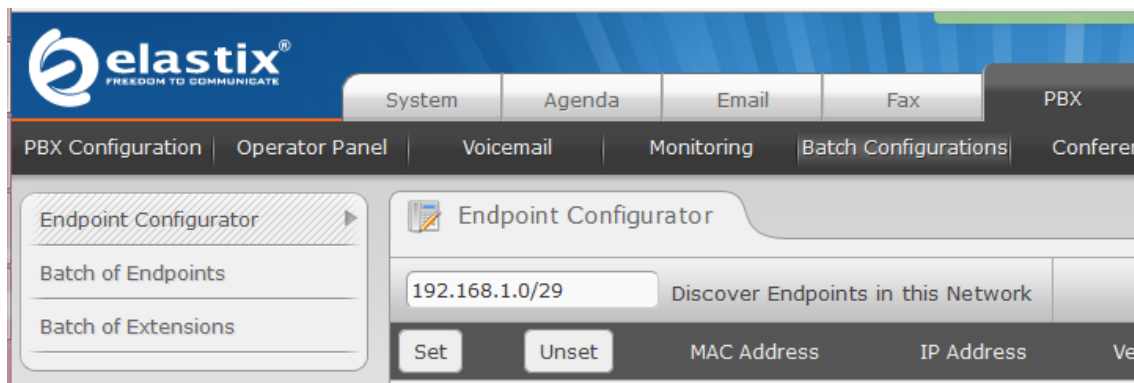
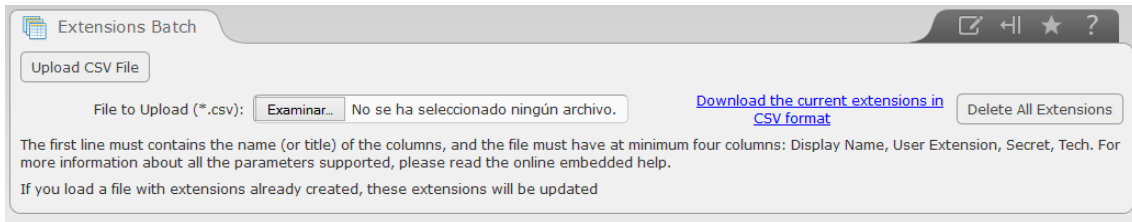


Imagen 91. Creación Bloque de Extensiones en Elastix  
Fuente: Servidor Elastix, UTN, 2014

Cargamos el archivo .csv que se había creado con anterioridad, en el Anexo E, se encuentran el archivo con los datos de los usuarios:

<sup>38</sup> **.csv (comma-separated values):** Son un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla.



**Imagen 92.** Batch Extensions Elastix  
Fuente: Servidor Elastix, UTN, 2014

Una vez creadas las extensiones en el servidor, se instala y configura los teléfonos IP que operen con protocolo SIP.

Para el caso de la UTN, en la emergencia de la Telefonía IP por una falla eléctrica en el Cisco Call Manager, se instaló para todos los usuarios, softphones (Jitsi). En el anexo ., se observa cómo poner en funcionamiento el softphone Jitsi.

### 5.2.1. Monitoreo de llamadas desde la interfaz web y el terminal Putty

Luego de creadas las extensiones, instalados y configurados las extensiones en cada computador, se puede observar el funcionamiento de las mismas mediante dos maneras:

Desde la interfaz web del servidor Elastix, el administrador de la red puede observar las llamadas que se están generando en cualquier momento, como se muestra a continuación:

Las llamadas externas, ingresan a la extensión 7000 que es el número del operador o a cualquiera que se encuentre en línea, y también se puede visualizar desde el panel de operación:



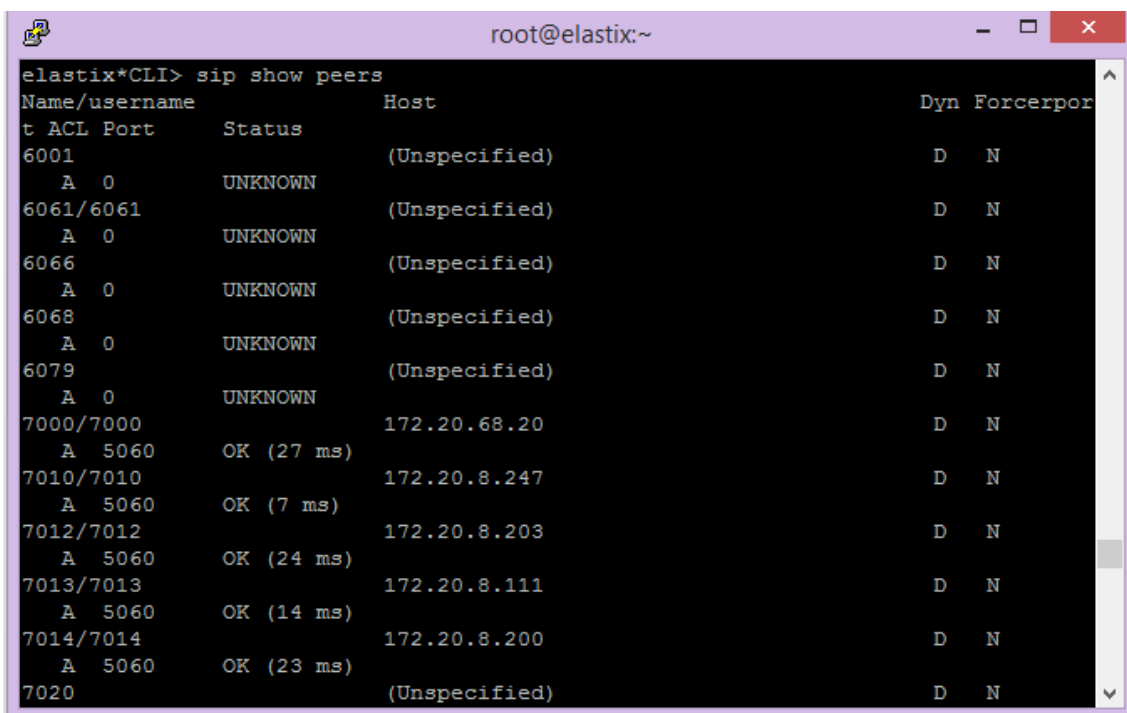
**Imagen 93.** Interfaz Web llamadas entrantes al panel operador.

Fuente: Servidor Elastix, UTN, 2014.

Otra manera para visualizar el funcionamiento de las extensiones, es hacerlo mediante línea de comandos en Putty:

Si ponemos en el CLI el comando, sip show peers, podemos mostrar la información de todas las extensiones creadas en el Elastix:

```
sip show peers
```



```
elastix*CLI> sip show peers
Name/username      Host                               Dyn Forcerpor
t ACL Port        Status
6001                (Unspecified)                    D   N
  A 0              UNKNOWN
6061/6061          (Unspecified)                    D   N
  A 0              UNKNOWN
6066                (Unspecified)                    D   N
  A 0              UNKNOWN
6068                (Unspecified)                    D   N
  A 0              UNKNOWN
6079                (Unspecified)                    D   N
  A 0              UNKNOWN
7000/7000          172.20.68.20                      D   N
  A 5060           OK (27 ms)
7010/7010          172.20.8.247                      D   N
  A 5060           OK (7 ms)
7012/7012          172.20.8.203                      D   N
  A 5060           OK (24 ms)
7013/7013          172.20.8.111                      D   N
  A 5060           OK (14 ms)
7014/7014          172.20.8.200                      D   N
  A 5060           OK (23 ms)
7020                (Unspecified)                    D   N
```

Imagen 94. Comando sip show peer.

Fuente: Servidor Elastix, UTN, 2014.

En el terminal Putty se van a desplegar todas las extensiones, al final se tiene un resumen:



```

root@elastix:~
A 36256 OK (4 ms)
7741 (Unspecified) D N
A 0 UNKNOWN
7742 (Unspecified) D N
A 0 UNKNOWN
7761 (Unspecified) D N
A 0 UNKNOWN
7763 (Unspecified) D N
A 0 UNKNOWN
7764 (Unspecified) D N
A 0 UNKNOWN
7765 (Unspecified) D N
A 0 UNKNOWN
7801/7801 172.20.28.245 D N
A 5060 OK (6 ms)
7803 (Unspecified) D N
A 0 UNKNOWN
gat-elx 172.20.68.10 N
5060 Unmonitored
sipp_test (Unspecified) D N
0 Unmonitored
206 sip peers [Monitored: 78 online, 126 offline Unmonitored: 1 online, 1 offline]
elastix*CLI>

```

**Imagen 95.** Extensiones de Elastix, Acceso SSH  
Fuente: Servidor Elastix, UTN, 2014

Cuando ingresa una llamada a la extensión del operador (7000), en el Putty se observa lo siguiente:

```

root@elastix:~
LLTRACE/7000)=998626865") in new stack
-- Executing [ctset@macro-dial-one:2] Return("SIP/172.20.64.4-00000575", "")
in new stack
-- Executing [s@macro-dial-one:30] Set("SIP/172.20.64.4-00000575", "D_OPTION
S=tr") in new stack
-- Executing [s@macro-dial-one:31] ExecIf("SIP/172.20.64.4-00000575", "0?SIP
AddHeader(Alert-Info: )") in new stack
-- Executing [s@macro-dial-one:32] ExecIf("SIP/172.20.64.4-00000575", "0?SIP
AddHeader()") in new stack
-- Executing [s@macro-dial-one:33] ExecIf("SIP/172.20.64.4-00000575", "0?Set
(CHANNEL(musicclass)=)") in new stack
-- Executing [s@macro-dial-one:34] GosubIf("SIP/172.20.64.4-00000575", "0?qw
ait,1") in new stack
-- Executing [s@macro-dial-one:35] Set("SIP/172.20.64.4-00000575", "__CWIGNO
RE=") in new stack
-- Executing [s@macro-dial-one:36] Set("SIP/172.20.64.4-00000575", "__KEEPCHI
D=TRUE") in new stack
-- Executing [s@macro-dial-one:37] Dial("SIP/172.20.64.4-00000575", "SIP/700
0,15,tr") in new stack
== Using SIP RTP TOS bits 184
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/7000
-- SIP/7000-00000576 is ringing
elastix*CLI>

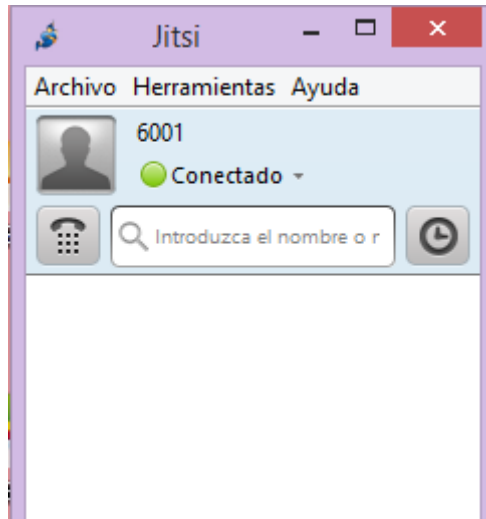
```

**Imagen 96.** Monitoreo de llamadas desde el terminal  
Fuente: Servidor Elastix, UTN, 2014

## 5.2.2. Llamadas desde una extensión Elastix

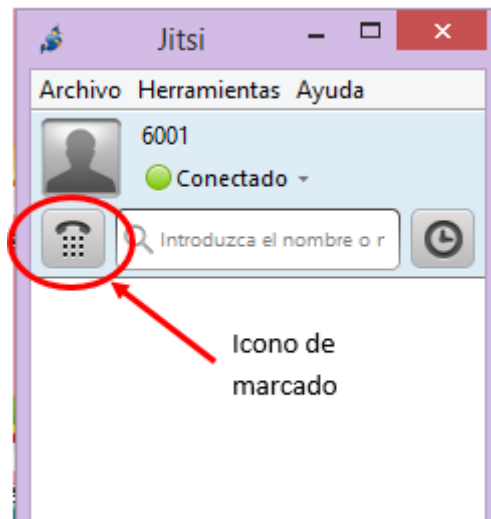
Para llamar de una extensión a otra, dentro de la UTN,

1. Abrimos el softphone instalado.



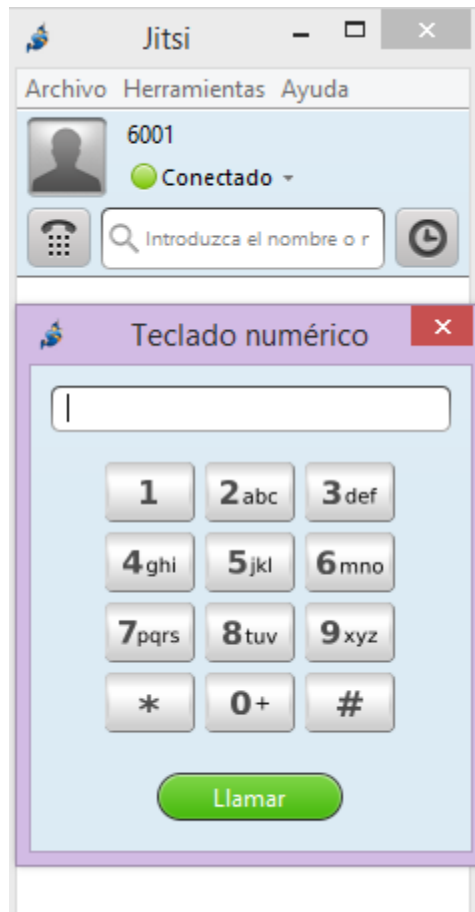
**Imagen 97.** Softphone Jitsi  
**Fuente:** Softphone instalado en las máquinas de la UTN

2. Marcamos el número de la extensión que deseamos llamar, se da clic en el siguiente icono



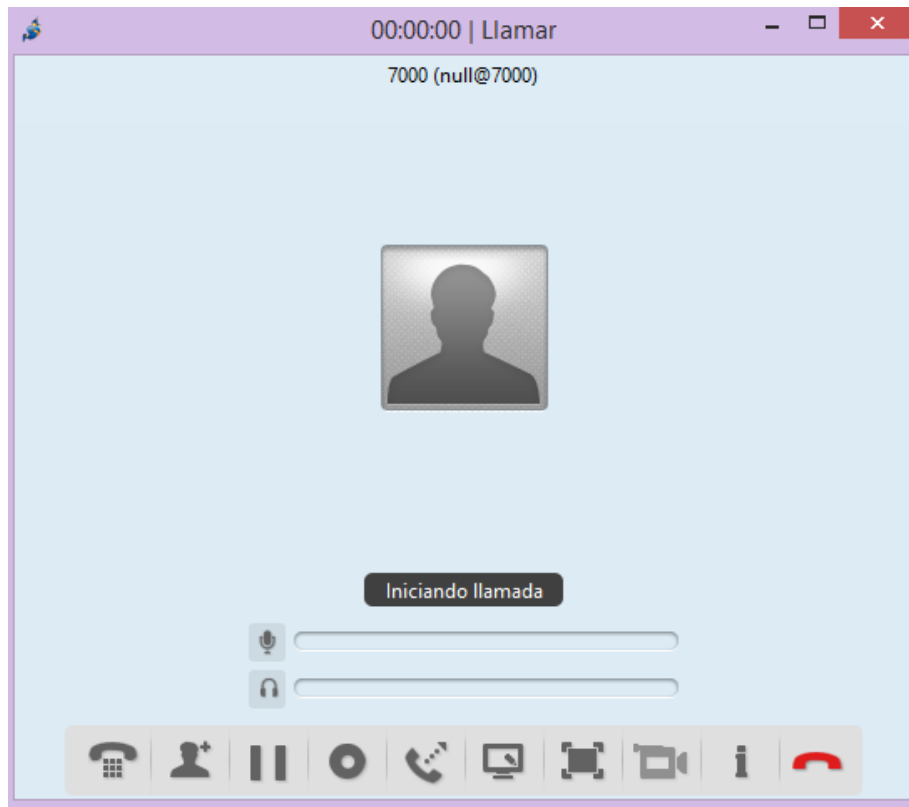
**Imagen 98.** Icono de Marcado Jitsi  
**Fuente:** Softphone instalado en las máquinas de la UTN

3. Una vez que se da clic en el icono nos aparece un teclado numérico:



**Imagen 99.** Teclado de marcación Jitsi  
**Fuente:** Softphone instalado en las máquinas de la UTN

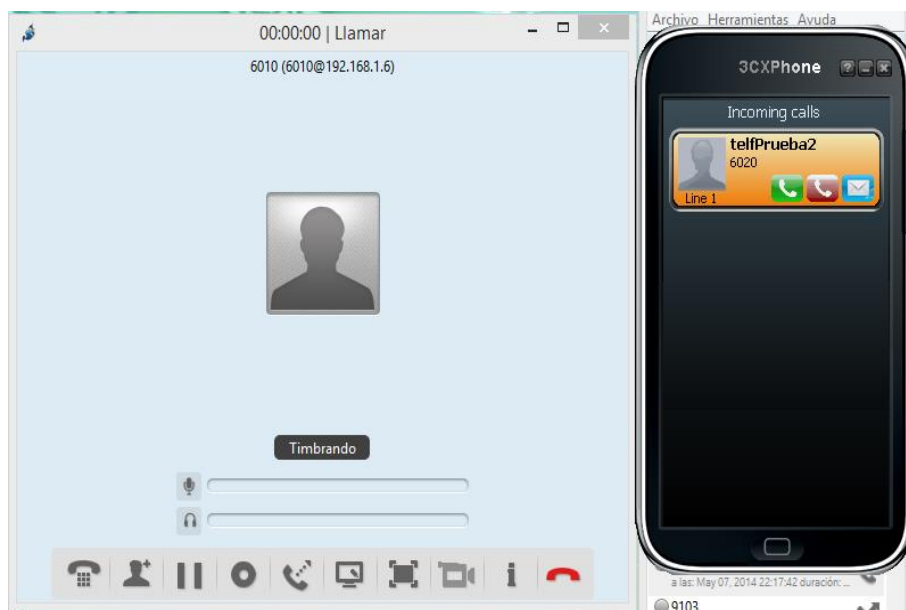
4. Se digita la extensión a la que se desea llamar y nos aparece lo siguiente:



**Imagen 100.** Inicio de una llamada

**Fuente:** Softphone instalado en las máquinas de la UTN

5. Después que iniciamos la llamada el softphone timbra y nos aparece la siguiente pantalla en el computador:



**Imagen 101.** Llamadas desde extensión prueba 6010.

**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.



**Imagen 102.** Llamadas desde extensión 6020  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.



**Imagen 103.** Llamadas desde extensión prueba 6030.  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN.

### 5.3. GRUPO DE LLAMADA



**Imagen 104.** Grupo de llamadas  
**Fuente:** Softphones de prueba. UTN





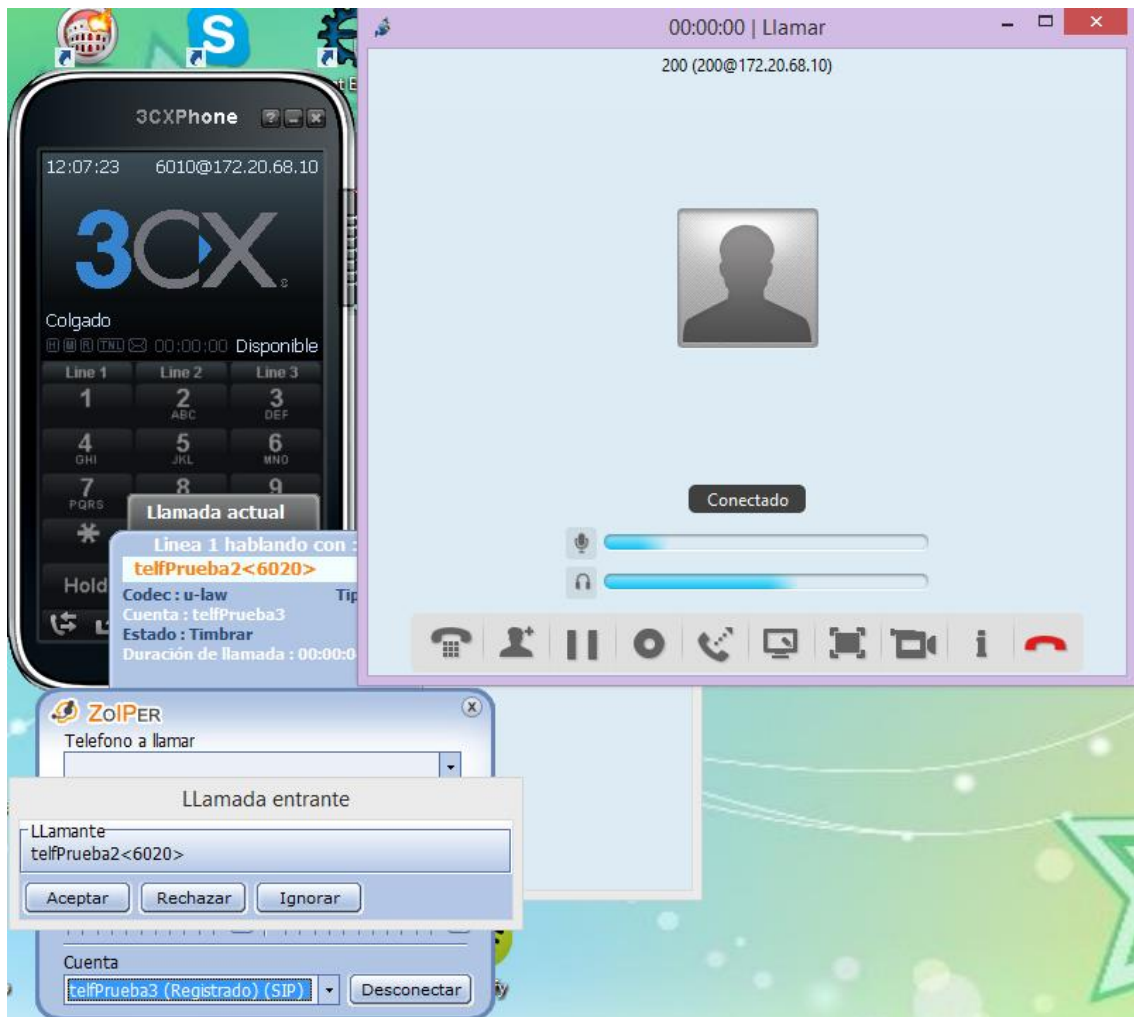
**Imagen 105.** Grupo de llamadas con \*8  
**Fuente:** Softphones de prueba, UTN

#### 5.4. VOICEMAIL

Para configurar el voice mail, solamente tenemos que configurar el estado del voicemail y la contraseña para acceder.

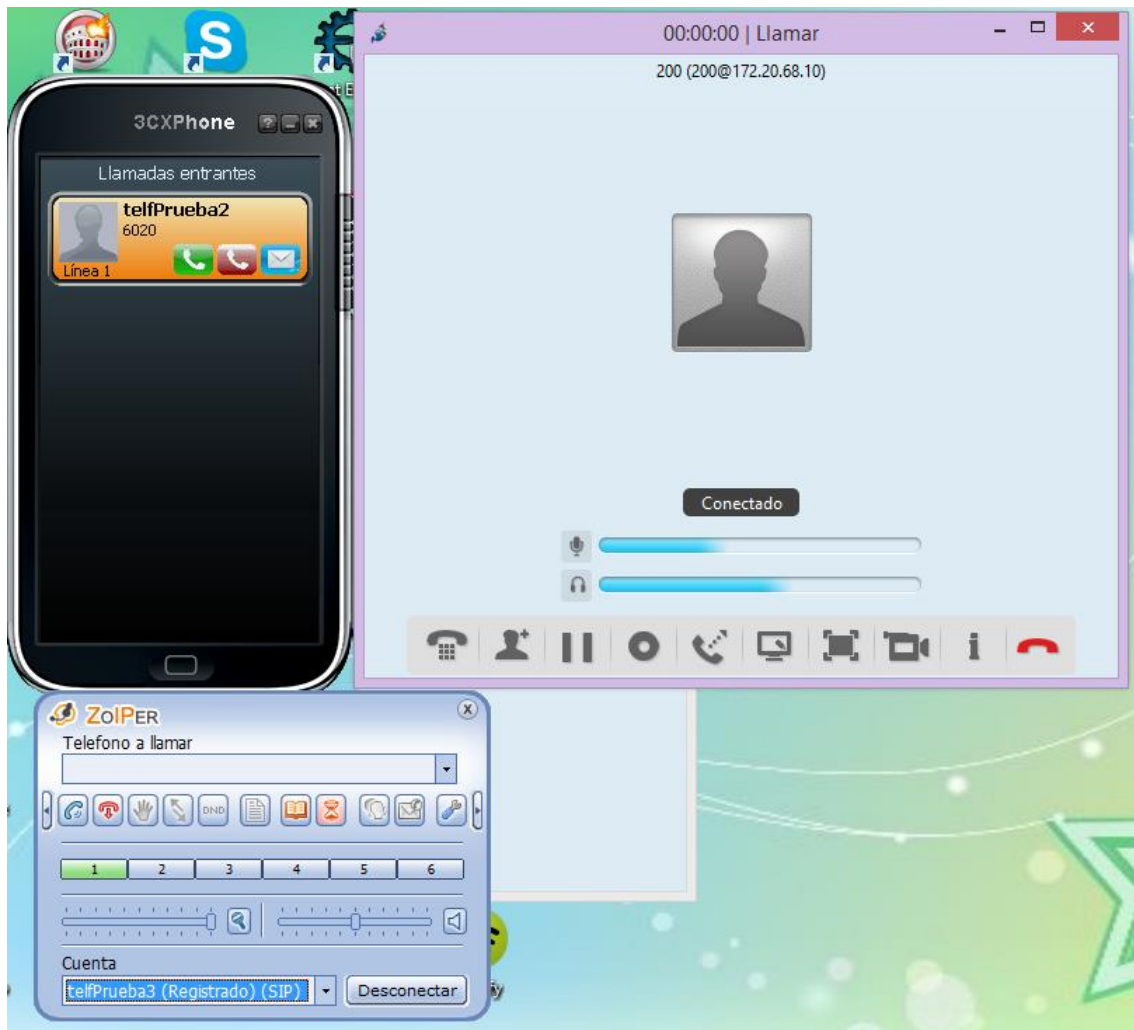
## 5.5. COLAS

Las colas se encuentran disponibles para las oficinas que en las que los usuarios comparten una extensión de teléfono, por ejemplo en la dependencia de la U Emprende.



**Imagen 106.** Llamadas en Cola  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN, 2014.





**Imagen 107.** Llamadas en cola (1)  
**Fuente:** Servidor Elastix, UTN, 2014

## 5.6. CONFERENCIAS

Las conferencias se habilitan cuando 3 o más extensiones marcan desde su dispositivo 300. Este servicio puede ser utilizado cuando se necesite dar un mensaje por ejemplo a las secretarias de los diferentes departamentos. Así, el comunicado será escuchado por todos los usuarios al mismo tiempo.



**Imagen 108.** Llamada a conferencia  
Fuente: Servidor Elastix, UTN, 2014

## 5.7. GRABACIONES DEL SISTEMA

Las grabaciones del sistema se encuentran grabadas en archivo con extensión .wav.

Se ha grabado un solo saludo, con la ayuda del departamento de comunicación de la UTN, el texto del saludo es el siguiente: “Usted se ha comunicado a la Universidad Técnica del Norte, si sabe el número de extensión a la que desea comunicarse márquela ahora, caso contrario, marque 0 (cero) para que le atienda un operador”.

## 5.8. IVR

En el IVR, cuando marcamos el número (06)2997800, se dirige a la extensión 7000 (Operador) y luego de escuchar el texto, usted se podrá comunicar con la persona que desea.

## 5.9. GATEWAY DE VOZ

En el gateway de voz después de realizadas las configuraciones desde el terminal Putty, con el comando show running-config, se despliega toda la información:

```
!  
version 12.4  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
service password-encryption  
!  
hostname UTN  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
enable secret 5 $1$w9Gt$wLh2iUE1b0mWS0Zn7BAT/  
!  
aaa new-model  
!  
!  
!  
aaa session-id common  
!  
resource policy  
!  
no network-clock-participate slot 1  
no network-clock-participate slot 2  
network-clock-participate wic 3  
!  
!  
ip cef  
!  
!  
ip domain name espe.int  
!  
isdn switch-type primary-net5  
voice-card 0  
no dspfarm  
!  
voice-card 1  
no dspfarm  
!  
voice-card 2  
no dspfarm  
!  
!
```

```
!  
!  
voice service voip  
  allow-connections h323 to h323  
  allow-connections h323 to sip  
  allow-connections sip to h323  
  allow-connections sip to sip  
  redirect ip2ip  
  fax protocol t38 ls-redundancy 0 hs-redundancy 0 fallback pass-through  
  g711ulaw  
  h323  
  modem passthrough nse codec g711ulaw  
  sip  
  registrar server  
!  
!  
voice class codec 1  
  codec preference 1 g729r8  
  codec preference 2 g711ulaw  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
voice translation-rule 1  
  rule 1 /2997800/ /7000/  
  rule 2 /2997801/ /7000/  
  rule 3 /2997802/ /7000/  
  rule 4 /2997803/ /7000/  
  rule 5 /2997804/ /7000/  
  rule 6 /2997805/ /7000/  
  rule 7 /2997806/ /7000/  
  rule 8 /2997807/ /7000/  
  rule 9 /2997808/ /7000/  
  rule 10 /2997899/ /7066/  
  rule 11 /2997871/ /7071/  
  rule 12 /2997863/ /7063/  
  rule 13 /2997862/ /7062/  
!  
voice translation-rule 13  
!  
!  
voice translation-profile 7000_to_7009
```

```

translate called 1
!
!
!
crypto pki trustpoint TP-self-signed-973852193
enrollment selfsigned
subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-973852193
revocation-check none
rsakeypair TP-self-signed-973852193
!
!
crypto pki certificate chain TP-self-signed-973852193
certificate self-signed 01
  30820242 308201AB A0030201 02020101 300D0609 2A864886
F70D0101 04050030
  30312E30 2C060355 04031325 494F532D 53656C66 2D536967
6E65642D 43657274
  69666963 6174652D 39373338 35323139 33301E17 0D313230
33323831 37313235
  335A170D 32303031 30313030 30303030 5A303031 2E302C06
03550403 1325494F
  532D5365 6C662D53 69676E65 642D4365 72746966 69636174
652D3937 33383532
  31393330 819F300D 06092A86 4886F70D 01010105 0003818D
00308189 02818100
  C6D588B8 933BA9A2 0A2B857A 7B6809BD 52CF0964 09EE6A0D
BEACA622 C084EB21
  AA2FB8F3 1503BBA8 70E97094 87005638 9733AF12 69B2A01F
EA30197E 2EFB69AB
  49CA8686 E67694D1 29428F75 26A73044 738CD140 2D8993B3
122B1571 6F7E9B96
  8D651292 83D951A4 5CED42C2 7AEB9BAA A6792F96 4B6F849B
647D3D0F 81A8D197
  02030100 01A36C30 6A300F06 03551D13 0101FF04 05300301
01FF3017 0603551D
  11041030 0E820C55 544E2E65 7370652E 696E7430 1F060355
1D230418 30168014
  39A09ECA 62BBFA66 6A3FDEF3 C480D4F0 03913B87 301D0603
551D0E04 16041439
  A09ECA62 BBFA666A 3FDEF3C4 80D4F003 913B8730 0D06092A
864886F7 0D010104
  05000381 8100799E 5D98FE59 5944C6C5 688B7E17 6E7E219E
4C912055 A3F979BF
  084D403A A46C1E10 980A03AC 66C5B09B E2ACAD2C 16DC8BAF
172540A1 FA12DA56
  5EBDF425 2362F4A5 819971E4 6F6BE235 9B54D358 85341316
B2B3CC77 7ADC8FC2
  B7C98896 F2F2C05E 8B4847E3 F03A8D9F FDE1687A C33EEFA7
50997D9F E2DC9344
  A6EA1458 37E6

```

```

quit
username cisco privilege 15 password 7 14141B180F0B
!
!
controller E1 0/3/0
framing NO-CRC4
pri-group timeslots 1-31
!
!
!
!
interface GigabitEthernet0/0
description *****INTERFACE VOICE*****
ip address 172.20.64.4 255.255.254.0
duplex auto
speed auto
media-type rj45
h323-gateway voip interface
h323-gateway voip bind srcaddr 172.20.64.4
!
interface GigabitEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
media-type rj45
!
interface Serial0/3/0:15
no ip address
encapsulation hdlc
isdn switch-type primary-net5
isdn incoming-voice voice
no cdp enable
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.20.64.1
!
!
ip http server
ip http authentication local
ip http secure-server
!
!
!
control-plane
!
!
!
voice-port 0/0/0
connection plar opx 8000
!

```

```
voice-port 0/0/1
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/0/2
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/0/3
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/3/0:15
!
voice-port 0/1/0
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/1/1
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/1/2
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/1/3
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/2/0
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/2/1
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/2/2
  connection plar opx 8000
!
voice-port 0/2/3
  connection plar opx 8000
!
voice-port 1/0/0
  connection plar opx 8000
!
voice-port 1/0/1
  connection plar opx 8000
!
voice-port 1/0/2
  connection plar opx 8000
!
voice-port 1/0/3
  connection plar opx 8000
!
voice-port 1/1/0
  connection plar opx 8000
!
```

```

voice-port 1/1/1
  connection plar opx 8000
!
voice-port 1/1/2
  connection plar opx 8000
!
voice-port 1/1/3
  connection plar opx 8000
!
voice-port 2/0/0
  connection plar opx 8000
!
voice-port 2/0/1
  connection plar opx 8000
!
voice-port 2/0/2
  connection plar opx 8000
!
voice-port 2/0/3
  connection plar opx 8000
!
voice-port 2/1/0
  connection plar opx 8000
!
voice-port 2/1/1
  connection plar opx 8000
!
voice-port 2/1/2
  connection plar opx 8000
!
voice-port 2/1/3
  connection plar opx 8000
!
!
!
!
dial-peer voice 1000 pots
  description ** Dial-Peer llamadas entrantes 2997800 a 2997809
siguientes**
  translation-profile incoming 7000_to_7009
  incoming called-number 29978..
  direct-inward-dial
  port 0/3/0:15
!
dial-peer voice 2000 voip
  description ***** HACIA EXT. DEL CALLMANAGER *****
  destination-pattern 7...
  no modem passthrough
  voice-class codec 1
  session target ipv4:172.20.64.2

```



```

dtmf-relay h245-alphanumeric rtp-nte
!
dial-peer voice 3000 pots
description ** LLAMADAS INTERNACIONALES **
destination-pattern .T
fax rate disable
port 0/3/0:15
forward-digits all
!
dial-peer voice 2001 voip
description ***** HACIA EXT. DEL CALLMANAGER *****
destination-pattern 8...
no modem passthrough
voice-class codec 1
session target ipv4:172.20.64.2
dtmf-relay h245-alphanumeric rtp-nte
!
dial-peer voice 1 voip
description VOIPGW TO PSTN
destination-pattern .T
voice-class codec 1
voice-class sip dtmf-relay force rtp-nte
session protocol sipv2
session target ipv4:172.20.64.2
dtmf-relay rtp-nte
clid network-number 23815280
!
dial-peer voice 4000 voip
destination-pattern 7...
session protocol sipv2
session target ipv4:172.20.68.10
dtmf-relay rtp-nte
codec g711ulaw
no vad
!
!
!
!
line con 0
password 7 14141B180F0B
logging synchronous
line aux 0
line vty 0 4
password 7 05080F1C2243
logging synchronous
transport input ssh
!
scheduler allocate 20000 1000
!
end

```

## **6. CAPÍTULO VI: ANÁLISIS COSTO BENEFICIO**

### **6.1. INTRODUCCIÓN**

El análisis Costo-Beneficio de un proyecto es un método Financiero de utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros en la institución, para un análisis futuro que evalúe económicamente la eficacia del proyecto.

Por lo tanto este estudio nos permite establecer el costo beneficio del proyecto y además determinar si la inversión es conveniente para la Institución y el impacto que va a generar en un futuro.

### **6.2. DEFINICIÓN**

Según Baca, U. (1999):

“El análisis Costo-Beneficio, permite definir la factibilidad de un proyecto a ser desarrollado.

La técnica de análisis de Costo - Beneficio, tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de los costos en que se incurren en la realización de un proyecto y a su vez comparar dichos costos previstos con los beneficios esperados de la realización de dicho proyecto”.

### **6.3. UTILIDAD**

Para Dupuit, J. (1976), en su guía de análisis de costo-beneficio: “La característica que distingue al análisis de costo beneficio es el intento de llevar al máximo posible la cuantificación los beneficios y costos en términos monetarios. Sin embargo, el análisis muy pocas veces logra ese ideal de medir todos los beneficios y costos en términos monetarios”

## 6.4. PROCESO

El Análisis de Costo / Beneficio en el caso de la migración del servicio de telefonía IP en la UTN, el concepto de eficiencia se va a definir como la relación que existe entre el resultado y el costo que la ejecución del proyecto implica.

La idea de un proyecto puede tener distintos tipos de orígenes, los más importantes son:

Políticas sectoriales

La existencia de necesidades insatisfechas

Potencialidades de utilización de recursos

La conveniencia de complementar otras acciones.

Con el análisis de costo beneficio en la Universidad Técnica del Norte se podrá resolver dos problemáticas:

- La existencia de necesidades insatisfechas, y
- Potencialidades de utilización de recursos.

### 6.4.1. Inversión Propuesta

El presupuesto referencial del sistema de telefonía IP en la plataforma Elastix, se basa en el estudio de los equipos y de la tecnología propuesta, en la siguiente tabla, se muestra la inversión propuesta para la migración de la Telefonía IP en la UTN.

**Tabla 56.** Presupuesto Referencial del Sistema de Telefonía IP, Elastix

EQUIPOS	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
Elastix Appliances - Elx5000	1	6500,00	6500,00
Teléfono Ejecutivo Tipo I Yealink VP-530	3	460,00	1380,00
Teléfono Ejecutivo Tipo II Yealink T-28P	24	180,00	4320,00
Teléfono Estándar Yealink T-19P	150	89,00	13350,00
Teléfono Operador T-46G	1	320,00	320,00
Módulo de Expansión Yealink EXP-40	1	170,00	170,00
<b>TOTAL</b>			<b>26040,00</b>

**Fuente:** Propuesta Económica Telefonía Elastix. Distribuidor MaxiGroup.

## 6.5. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Para realizar el análisis del costo beneficio del proyecto propuesto, intervienen varias constantes económicas como: TRM (Tasa de Rendimiento Medio), Factor de Actualización, VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno), Beneficio-Costo, y ROI (Retorno de Inversión). Con este estudio financiero del proyecto, se determina, la rentabilidad del mismo.

Para empezar, se compara los costos de adquisición de nuevos terminales, tanto del sistema actual, como del propuesto. En la siguiente tabla (Ver Tabla 52.), podremos darnos cuenta del ahorro del sistema que se propone implementar:

**Tabla 57.** Análisis de Nuevos Teléfonos

Teléfonos Cisco 7941G		
Equipo	\$	460,00
Licencias	\$	200,00
TOTAL (1)	\$	660,00
Teléfonos Yealink T-28P		
Equipo	\$	180,00
Licencias	\$	-
TOTAL (2)	\$	180,00
<b>AHORRO</b>	<b>\$</b>	<b>480,00</b>

**Fuente:** Propuesta Económica, Distribuidor MaxiGroup.

El valor del ahorro será de \$480 dólares americanos en cada teléfono que se adquiera. Ahora, se calcula el valor anual, tomando en cuenta que un proyecto tiene una vida útil de 5 años.

En el capítulo II: Estudio de la Situación Actual de la UTN, se prevé un crecimiento máximo del 30% de extensiones cada año.

Entonces, del ahorro por cada teléfono multiplicado por la cantidad de años y el crecimiento aproximado de extensiones, se tiene:

- En el primer año, se aumentarán 30 extensiones.
- En el segundo año, se aumentarán 20 extensiones.
- En los siguientes tres años, se aumentarán 10 extensiones por cada año.

Por lo tanto, el ahorro en el tiempo de vida útil del proyecto será:

**Tabla 58.** Ahorro Anual de Teléfonos

NÚMERO DE EXTENSIONES AHORROS OBTENIDOS	AÑOS DE VIDA ÚTIL					
	0	1	2	3	4	5
		30	20	10	10	10
		\$ 14.400,00	\$ 9.600,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00

Fuente: Valores de Crecimiento. Capítulo II: Situación Actual de la UTN.

### 6.5.1. Flujo de Efectivo

“El flujo de efectivo o de caja, se calcula restando las entradas y salidas de efectivo, que representan las actividades operativas de una empresa”.

Fuente: Enciclopedia Financiera. Porla Web:

<http://www.encyclopediainanciera.com/analisisfundamental/valoraciondeactivos/flujo-de-efectivo.htm>

**Tabla 59.** Flujo de Efectivo

	FLUJO DE EFECTIVO					
Tiempo en años	0	1	2	3	4	5
<b>INGRESOS</b>						
Ahorros obtenidos por implementación de nuevo sistema de telefonía		14400	9600	4800	4800	4800
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>0</b>	<b>14400</b>	<b>9600</b>	<b>4800</b>	<b>4800</b>	<b>4800</b>
<b>EGRESOS</b>						
Costos mano de obra		-360	-370,8	-381,92	-393,38	-405,18
Costo de repuestos		-100	-103	-106,09	-109,27	-112,55
Inversión	-26040					
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>-26040</b>	<b>-460</b>	<b>-473,8</b>	<b>-488,01</b>	<b>-502,65</b>	<b>-517,73</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-26040</b>	<b>13940</b>	<b>9126,2</b>	<b>4311,99</b>	<b>4297,35</b>	<b>4282,27</b>

Fuente: Valores Obtenidos en tablas anteriores.

### 6.5.2. Tasa de Rendimiento Medio (TRM)

La tasa de rendimiento medio, es una forma de expresar la utilidad neta que se obtiene de la inversión promedio. La condición aceptable de la tasa de rendimiento promedio debe ser mayor que el costo de la inversión, se rechaza, si es menor.

La tasa de rendimiento medio, en el presente proyecto se va a fijar en un valor porcentual de 9, de donde:

El 5% será la tasa pasiva y el 4% será el valor de la inflación.

### 6.5.3. Factor de Actualización

Es un factor por el cual se actualizará periódicamente el dinero a pagar, tomando en cuenta la variación del precio del bien o servicio durante el período contratado.

El factor de actualización, sigue la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Factor de Actualización} = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

**Ecuación 11.** Factor de Actualización

**Fuente:** Excel para contadores. Portal Web: [www.gerencie.com](http://www.gerencie.com)

Aplicando la Ecuación 10., al sistema propuesto, se tendrá:

**Tabla 60.** Cálculo del Factor de Actualización

TRM = 9%

Año	Flujo Neto	Factor de Actualización	Valor Actual
0	-26040,00	1	-26040
1	13940,00	0,917	12788,991
2	9126,20	0,842	7681,340
3	4311,99	0,772	3329,644
4	4297,35	0,708	3044,348
5	4282,27	0,650	2783,179
<b>VALOR ACTUAL NETO</b>			<b>3587,502</b>

**Fuente:** Valores calculados en tablas anteriores.

Según Iturrioz del Campo, Javier: El Valor Actual Neto (VAN), es un método de valoración de inversiones que puede definirse como la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos generados por una inversión. Proporciona una medida de la rentabilidad del proyecto analizado en valor absoluto, es decir expresa la diferencia entre el valor actualizado de las unidades monetarias cobradas y pagadas.

**Fuente:** Economía Aplicada. Portal Web: <http://www.expansion.com/diccionario-economico/valor-actualizado-neto-van.html>

### 6.5.4. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Este valor, se define como la tasa a la que el valor actual neto (VAN) se hace 0.

Por lo tanto, para un VAN de \$3587,502, la tasa interna de retorno TIR, será del 15,86%.

### 6.5.5. Relación Beneficio-Costo

Es la relación entre el valor de los beneficios actualizados del proyecto sobre el valor de los costos actualizados del proyecto, para determinar cuáles son los beneficios por cada dólar que se sacrifica en el proyecto.

$$B/C = \frac{\text{Beneficios Actualizados}}{\text{Costos Actualizados}}$$

**Ecuación 12.** Fórmula de la Relación Beneficio-Costo

**Fuente:** Contabilidad y Finanzas. Portal Web: <http://www.contabilidadyfinanzas.com/relacion-beneficio-costo-bc.html>

**Tabla 61.** Beneficios Actualizados

TRM = 9%

Año	Flujo Neto	Factor de Actualización	Valor Actual
0	0,00	1	0
1	14400,00	0,917	13211,009
2	9600,00	0,842	8080,128
3	4800,00	0,772	3706,481
4	4800,00	0,708	3400,441
5	4800,00	0,650	3119,671
Beneficios Actualizados			31517,729

**Fuente:** Valores calculados en tablas anteriores.

**Tabla 62.** Costos Actualizados

TRM = 9%

Año	Flujo Neto	Factor de Actualización	Valor Actual
0	26040,00	1	26040
1	460,00	0,917	422,018
2	473,80	0,842	398,788
3	488,01	0,772	376,836
4	502,65	0,708	356,093
5	517,73	0,650	336,492

Costos Actualizados 27930,227

Fuente: Valores calculados en tablas anteriores.

Entonces aplicando la Ecuación 11., tenemos:

$$B/C = \frac{31517,729}{27930,227}$$

$$B/C = 1,128$$

Por lo tanto, por cada \$1 dólar americano invertido en el proyecto, la UTN se beneficiara con 0,128 centavos.

### 6.5.6. Retorno de Inversión (ROI)

Según Kume, Arturo: El índice de retorno sobre inversión, es un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión, es decir, la relación que existe entre la utilidad neta o la ganancia obtenida, y la inversión.

Fuente: Crece Negocios. Portal Web: <http://www.crecenegocios.com/retorno-sobre-la-sobre-inversion-roi/>

La fórmula para calcular el ROI es:

$$ROI = \left( \frac{\text{Beneficios} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} \right) \times 100$$

**Ecuación 13.** Cálculo del ROI

Fuente: Crece Negocios. Portal Web: <http://www.crecenegocios.com/retorno-sobre-la-sobre-inversion-roi/>

$$ROI = \left( \frac{31517,729 - 26040}{26040} \right) \times 100$$

$$ROI = 21.04\%$$

Después de realizar el estudio económico del proyecto, se concluye que: La migración de Telefonía IP de una plataforma propietaria (Cisco) a una plataforma bajo Software Libre (Elastix) en la Universidad Técnica del Norte, es un proyecto rentable, dado que:

En términos económicos, todos los valores favorecerán a la Institución, tenemos un valor neto actual (VAN) positivo, el valor de la tasa interna de retorno (TIR) es mayor que la tasa de rendimiento medio (TRM), la relación del beneficio costo es mayor que 1 y el retorno de inversión es del 21.04%. Todos estos valores calculados, ayudan al ahorro de costes de telefonía IP de la UTN.



En términos de beneficio social para la UTN, tenemos:

En este proyecto no se espera obtener beneficios económicos puesto que, al ser una entidad educativa, las comunicaciones son vitales, tanto en el interior del campus universitario, como en el exterior.

El tener un sistema de telefonía IP con una tecnología actual, hace que la UTN se vea encaminada hacia la excelencia académica.

En el Modelo Educativo de Desarrollo Humano que promueve la Universidad Técnica del Norte, se contempla el cambio de interacción con las nuevas TIC's, como herramienta de un aprendizaje compartido y contemporáneo, es por este motivo que al ser la telefonía IP una aplicación de la voz a través del protocolo de Internet VoIP, conocidas como tecnologías de convergencia o múltiple servicio, que unifica voz y datos en un protocolo de comunicación común que es el de Internet IP, se logra la integración de servicios, encaminados al desarrollo de aplicaciones futuras, en beneficio de las personas que conforman la Institución.

## CONCLUSIONES

- Con la migración de la telefonía IP de una plataforma propietaria Cisco, a una bajo Software Libre, la Universidad tendrá un servicio de voz, actualizado y, a partir de él, se podrán desarrollar otros proyectos que vayan encaminados a la integración de servicios enfocados a las comunicaciones unificadas.
- Con la implementación de una telefonía IP que no tiene costo de licenciamiento, la UTN estará reduciendo costos por adquisición de licencias que limitan el crecimiento y flexibilidad del servicio.
- Al momento de trabajar con el protocolo H.323, un modelo complejo y rígido, utilizado especialmente por equipos fabricantes (propietarios), se genera carga en el procesador, por ende el tiempo también aumentará, haciendo que en ocasiones la red de datos consuma más recursos de los que normalmente lo hace.
- Un protocolo de señalización completamente digital como lo es SIP, está basado en direcciones IP, las cuales al utilizar la infraestructura de datos, no tienen que hacer una conversión análogo-digital, brindando a la red un ahorro en tiempos de procesamiento y también facilidad de escalabilidad e interoperabilidad.
- Para determinar parámetros de servicio, como número de llamadas concurrentes y hora de mayor tráfico, en el servidor de voz (Call Manager Cisco), se utiliza un software de monitoreo como Wireshark, mediante un puerto espejo en la interfaz de salida del tráfico, de donde se puede resaltar que:
  - El número de llamadas concurrentes puede llegar a ser de 100.
  - La hora de mayor tráfico de llamadas son los lunes de 8:00 a 9:00 de la mañana. Pero también existen dos horas críticas: todos los días se presenta un aumento en el flujo de llamadas entre las 12:30 a 13:00.

- Para realizar un estudio comparativo, basado en la norma IEEE-830 SRS se definen aspectos importantes como el propósito y el alcance del proyecto. Se toma en cuenta para realizar la comparación parámetros técnicos y comerciales.
- La implementación de un sistema nuevo de telefonía IP, permite a la institución pensar en nuevos servicios de comunicación, unificando servicios y softwares que se manejan de forma independiente, pero al unirse pueden formar una plataforma de comunicaciones unificadas robusta y con mucha aplicabilidad para los trabajadores administrativos, docentes y alumnos de la UTN.
- El códec seleccionado para la implementación del sistema bajo la plataforma Elastix es G.711 A-law, por dos características básicas, es un códec no licenciado y cuenta con una alta calidad de voz; determinada por el MOS.
- De acuerdo con el capítulo IV, para el cálculo del ancho de banda total, intervienen variables como el códec, el tamaño del paquete que comprende: la cabecera de capa enlace, las cabeceras de las tramas IP, UDP y RTP; así el requerimiento del ancho de banda para la telefonía IP es de 82.4 kbps.
- Elastix es un software de telefonía IP cimentado en Asterisk, el mismo que se basa en Web y permite el acceso del administrador desde cualquier dispositivo y sistema operativo.
- Los equipos terminales planteados para la implementación, Yealink, cuentan con características de calidad de servicio con la finalidad de mejorar las comunicaciones telefónicas.
- El hardware es un producto dedicado para la telefonía IP, las comunicaciones unificadas y la integración de múltiples servicios, son equipos nativos para comunicaciones SIP e IAX, y pueden ser integrados con TDM y GSM.
- Elastix es una plataforma que busca robustez en la VoIP, es por eso que basa su arquitectura en otras distribuciones de software libre, su sistema operativo

está basado en Centos, la IP-PBX en Asterisk, un servidor web Apache, un servidor MySQL de base de datos, servidor SMTP Postfix para correo y Hylafax para aplicación de fax, Open Fire para mensajería instantánea y Vtiger como servidor CRM.

- Se determinó que el proyecto propuesto es viable, desde el punto de vista económico para la UTN, por medio del estudio de variables económicas y también en el aspecto tecnológico, ya que la institución en su Modelo Educativo de Desarrollo Humano, contempla un cambio en la forma de interactuar con las nuevas TIC's, que nos permita adentrarnos a un mundo globalizado como un puente hacia un aprendizaje compartido y contemporáneo.

## RECOMENDACIONES

- Para entrar al administrador web del CUCM, es necesario utilizar siempre el navegador Mozilla Firefox.
- Cuando se tiene un protocolo de señalización SIP, se disminuye el tiempo de procesamiento en los equipos porque ya no se hace una conversión análogo-digital, esto en cuanto a los equipos de la red interna, se propone migrar la salida a la PSTN, con troncales SIP hasta el proveedor de servicios en este caso CNT, brindando una alta disponibilidad en el servidor.
- Se debe aplicar correctamente políticas de QoS con la finalidad de priorizar el tráfico de voz, para que las comunicaciones no se vean afectadas por retardos, ecos, pérdida de paquetes y otros factores a los que la voz puede ser susceptible.
- Se recomienda que los puntos de red que faltan hacer el mapeo, se los debe hacer para tener un registro de los puertos a los que están conectados los teléfonos IP.
- Es necesario utilizar mecanismos de seguridad que lleven al sistema de voz IP propuesto a impedir el ingreso de agentes externos que puedan perjudicar las comunicaciones telefónicas.
- Se debe tener un monitoreo constante del servidor de voz por parte de los administradores de la red en la UTN, mediante algún herramienta de administración y monitoreo (Nagios).

- Siempre se debe revisar que el procesamiento del servidor de voz sea siempre menor al 30%, y la información debe estar respaldada, en caso de una eventual falla de los equipos.
- Los equipos que se adquieran deben tener una garantía de mínimo un año.
- Los equipos especificados en el diseño, presentan puertos PoE; por lo que se recomienda disponer de una fuente de alimentación eléctrica UPS, de esta forma tener disponibilidad del servicio de telefonía IP sin importar interrupciones por cortes de energía eléctrica.
- El appliance Elastix debe ubicarse en el Cuarto de Equipos de la UTN, que cuenta con los parámetros adecuados, como la climatización. Los teléfonos IP deberán estar localizados en lugares seguros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3CX. (2005). *Preguntas Frecuentes. Metodos*. Recuperado el 20 de Octubre de 2013, de <http://www.3cx.es/faqs/sip-methods/>
- 3CX. (2005). *QoS: Quality of Service VoIP*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2013, de [http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_Latencia.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Latencia.php)
- 3CX. (2013). *3CX Corporation*. Recuperado el 28 de Octubre de 2013, de <http://www.3cx.es>
- 3CX. (s.f.). *Introducción a Asterisk*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2013, de [http://www.voipforo.com/asterisk/asterisk\\_introduccion.php](http://www.voipforo.com/asterisk/asterisk_introduccion.php)
- 3CX. (s.f.). *VoIP Gateway*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2013, de <http://www.3cx.es/voip-sip/pasarela-voip/>
- 3CX. (s.f.). *Códecs*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2013, de <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php#g711>
- Acosta, J. (2010). *Asterisk y Trixbox*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/33442035/Asterisk-y-Trixbox>
- Arias, M. (s.f.). *Introducción a la Teoría de Tráfico*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/38098317/19-Teoria-del-Trafico-Telefonica>
- Caballar, J. (s.f.). *VoIP: La telefonía de Internet*. Thomson.
- Cisco. (s.f.). *Cisco Enhanced Conferencing and Transcoding for Voice Gateway Routers*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2013, de [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/voice-modules-interface-cards/product\\_data\\_sheet0900aecd801b97a6.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/voice-modules-interface-cards/product_data_sheet0900aecd801b97a6.html)
- Cisco. (s.f.). *Cisco Unified IP Interactive Voice Response (IVR)*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2013, de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/customer-collaboration/unified-ip-interactive-voice-response-ivr/index.html>
- Cisco. (s.f.). *Troubleshooting saliente IVR-basado del marcador*. Recuperado el 18 de Mayo de 2014, de [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/111/1119/1119071\\_116084-trouble-ivr-dialer-00.html](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/111/1119/1119071_116084-trouble-ivr-dialer-00.html)
- Comunidad Asterisk. (s.f.). *Introducción a Asterisk*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2013, de [http://comunidad.asterisk-es.org/index.php?title=Introduccion\\_a\\_Asterisk](http://comunidad.asterisk-es.org/index.php?title=Introduccion_a_Asterisk)
- Departamento de Tecnología Electrónica. (2010). *Protocolo IP*. Recuperado el 14 de octubre de 2013, de [www.dte.us.es](http://www.dte.us.es).

- EcuRed. (2010). *Trixbox*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2013, de <http://www.ecured.cu/index.php/Trixbox>
- Elastix. (s.f.). *Introducción a Elastix*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2013, de <http://www.elastix.org/index.php/es/informacion-del-producto/informacion.html>
- Elastix. (s.f.). *Qué es Elastix*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2013, de <http://www.certificacionelastix.es/2.html>
- Flores, M. (2006). *Análisis de los protocolos en tiempo real en Ethernet*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2013, de <http://www.slideshare.net/manuelfloresv/analisis-de-los-protocolos-de-tiempo-real-rtp-rtcp-y-rtsp>
- Fonlogic. (2007). *Diferencias entre VoIP y Telefonía IP*. Recuperado el 19 de Octubre de 2013, de <http://www.fonlogic.net/>
- Galeon.com. (2006). *Convergencia Tecnológica*. Recuperado el 18 de Octubre de 2013, de <http://technologicalconver.galeon.com/>
- Gil, J. (2009). *Protocolo de Transporte en Tiempo Real*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2013, de <http://www.uco.es/~i62gicaj/RTP.pdf>
- ibitec. (s.f.). *CCNA Voice*. Recuperado el 18 de Mayo de 2014, de [http://www.forumtech.net/cisco/voice\\_1/voice1/otros/cap10-11.pdf](http://www.forumtech.net/cisco/voice_1/voice1/otros/cap10-11.pdf)
- inConcert. (s.f.). *Cuatro pasos para implementar un IVR*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2013, de <http://blog.inconcertcc.com/blog/bid/292621/4-pasos-para-implementar-un-IVR>
- InetDaemon. (2013). *IP Datagram Structure*. Recuperado el 14 de Octubre de 2013, de [http://www.inetdaemon.com/tutorials/internet/ip/datagram\\_structure.shtml#IHL](http://www.inetdaemon.com/tutorials/internet/ip/datagram_structure.shtml#IHL)
- Informatica Hoy. (s.f.). *En que consiste la VoIP*. Recuperado el 14 de Octubre de 2013, de <http://www.informatica-hoy.com.ar/voz-ip-voip/En-que-consiste-la-tecnologia-VoIP.php>
- Inphonex. (s.f.). *Códecs*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2013, de <http://www.inphonex.es/soporte/voip-codecs.php>
- Interactive Intelligence. (2009). *SIP Softphone versus SIP Hard Phone*. Recuperado el Octubre 17 de 2013, de <http://blog.inin.com/sip-softphone-versus-sip-hard-phone/>
- ITU-T. (s.f.). *Recomendación G.711*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2013, de <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.711-198811-I/es>
- Landívar, E. (2009). *Comunicaciones Unificadas con Elastix* (Vol. Volúmen 1). California: Creatives Common.
- Landívar, E. (2009). *Comunicaciones Unificadas con Elastix* (Vol. Volúmen 2). California: Creatives Common.



- Marcano, D. (2010). *Tráfico en Redes de Telecomunicaciones*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2013, de [http://departamento.pucp.edu.pe/ingenieria/images/documentos/seccion\\_telecomunicaciones/Capitulo%205%20Modelos%20de%20Tráfico.pdf](http://departamento.pucp.edu.pe/ingenieria/images/documentos/seccion_telecomunicaciones/Capitulo%205%20Modelos%20de%20Tráfico.pdf)
- Merayo, L. (s.f.). *Telefonía sobre IP ToIP*. Recuperado el 15 de Octubre de 2013, de <http://telos.fundaciontelefonica.com/url-direct/pdf-generator?tipoContenido=articulo&idContenido=2010022410280001>
- Molina, M. (2012). *Protocolo IP*. Recuperado el 14 de Octubre de 2013, de [www4.ujaen.es/~mdmolina/rrcc/practica2.pdf](http://www4.ujaen.es/~mdmolina/rrcc/practica2.pdf)
- Morales, M. (2010). *Control de Congestión*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2013, de <http://www.slideshare.net/guest23ccda3/congestion-en-redes>
- Muñoz, A. (2010). *Elastix a Ritmo de Merengue*. Creatives Common.
- Narvaez, W. &. (2006). *Telefonía IP*. Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 14 de Octubre de 2013
- Netcerts. (s.f.). *CBWFQ and LLQ*. Recuperado el 05 de Noviembre de 2013, de <http://netcerts.net/cbfq-and-llq-congestion-management-techniques/>
- Padilla, J. (s.f.). *Servicios Diferenciados*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2013, de <http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co/QoS/DiffServ1%20Introduccion.pdf>
- Palo Santo Solutions. (s.f.). *Manual de Elastix*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2013, de <http://www.slideshare.net/miguelangelperezhenao/manual-para-configuracin-de-elastix>
- Quispe, R. &. (s.f.). *VoIP y Telefonía IP*. Recuperado el 31 de Octubre de 2013, de <http://eficiencia.urjc.es/bitstream/10115/5939/1/Voz%20sobre%20IP.pdf>
- rationalyPARANOID. (s.f.). *TCPDUMP*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2013, de <http://www.rationalyparanoid.com/articles/tcpdump.html>
- Saenz, A. (s.f.). *Estudio de H.323 y SIP*. Recuperado el 05 de Noviembre de 2013, de [http://www.grc.upv.es/docencia/tdm/trabajos2007/Abel\\_H.323%20vs%20SIP%20\(1\).pdf](http://www.grc.upv.es/docencia/tdm/trabajos2007/Abel_H.323%20vs%20SIP%20(1).pdf)
- Santamaría, W. (2011). *Protocolos de Señalización para terminales móviles e IP*. Recuperado el 19 de Octubre de 2013, de [http://www.konradlorenz.edu.co/images/stories/articulos/explorando\\_bases\\_telecomunicaciones.pdf](http://www.konradlorenz.edu.co/images/stories/articulos/explorando_bases_telecomunicaciones.pdf)
- Security Artwork. (2008). *VoIP: Protocolos de Transporte*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2013, de <http://www.securityartwork.es/2008/02/27/voip-protocolos-de-transporte/>
- Sharif, B. (2008). *Elastix without Tears*. Creatives Common.

- Software Call Center. (2011). *Qué es IP-PBX*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2013, de <http://www.softwarecallcenter.net/2011/03/%C2%BFque-es-un-ip-pbx/>
- Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y Redes de Computadores* (Septima ed.). México: Prentice Hall.
- Tanenbaum, A. (2004). *Redes de Computadoras* (Quinta ed.). Pearson.
- Telefonía sobre IP. Desventajas*. (s.f.). Recuperado el 15 de Octubre de 2013, de <http://www.telefoniavozip.com/voip/desventajas-de-la-telefonía-ip.htm>
- TeletelPERU. (2010). *Telefonía VoIP: Presentación de Códecs*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2013, de <http://teletelperu.blogspot.com/2010/11/telefonía-voip-presentacion-de-codecs.html>
- Tutorial PC. (s.f.). *VoIP*. Recuperado el 16 de Octubre de 2013, de <http://tutorialpc.wordpress.com/about/>
- Universidad Don Bosco. (s.f.). *Configuración de Puertos VoIP*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2013, de <http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/electronica-ingenieria/fundamentos-de-voz-sobre-ip-y-calidad-de-servicio/2013/i/guia-8.pdf>
- Valencia, U. P. (1998). *Transmisión de Datos en Tiempo Real*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2013, de <http://www.disca.upv.es/enheror/pdf/Doctorado2Creditos.PDF>
- Voipers Network. (2007). *Diferencias entre ToIP y VoIP*. Recuperado el 17 de Octubre de 2013, de <http://www.voipers.net/2007/01/diferencias-entre-toip-y-voip.html>