



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

AUTOR: BARRERA NAVAS, HÉCTOR MAURICIO

**TEMA: INTEGRACIÓN DE LAS PLATAFORMAS
TELEFONICAS ELASTIX DE CNEL SUCUMBÍOS Y OMNI PCX
ENTERPRISE ALCATEL DE LA EEQ CON CALIDAD DE
SERVICIO**

DIRECTOR: ING. DUQUE, DARÍO

CODIRECTOR: ING. ACOSTA, FREDDY

SANGOLQUÍ, JUNIO 2015

CERTIFICADO DE TUTORÍA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICADO

Ing. Darío Duque.

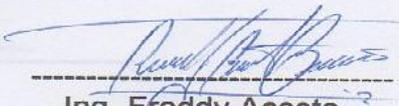
Ing. Freddy Acosta.

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado: “INTEGRACIÓN DE LAS PLATAFORMAS TELEFONICAS ELASTIX DE CNEL SUCUMBÍOS Y OMNI PCX ENTERPRISE ALCATEL DE LA EEQ CON CALIDAD DE SERVICIO”, realizado por el Sr. Héctor Mauricio Barrera Navas, con C.I. 180403477-3, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Debido a que se trata de un trabajo de investigación recomiendan su publicación.

Sangolquí, 18 de Junio de 2015

 ----- Ing. Darío Duque. DIRECTOR	 ----- Ing. Freddy Acosta. CODIRECTOR
--	---

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Héctor Mauricio Barrera Navas

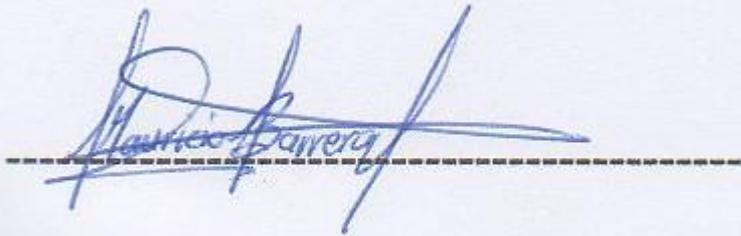
DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “INTEGRACIÓN DE LAS PLATAFORMAS TELEFONICAS ELASTIX DE CNEL SUCUMBÍOS Y OMNI PCX ENTERPRISE ALCATEL DE LA EEQ CON CALIDAD DE SERVICIO”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 18 de Junio de 2015



Héctor Mauricio Barrera Navas

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

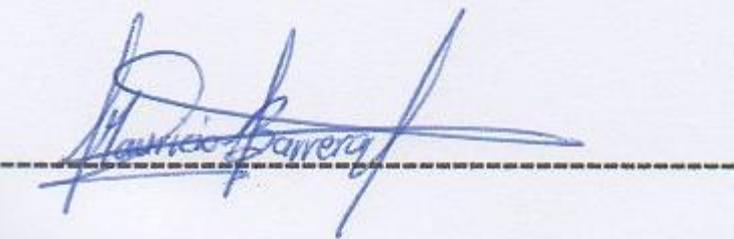
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Héctor Mauricio Barrera Navas

Autorizo a la Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución, el proyecto de grado titulado “INTEGRACIÓN DE LAS PLATAFORMAS TELEFONICAS ELASTIX DE CNEL SUCUMBÍOS Y OMNI PCX ENTERPRISE ALCATEL DE LA EEQ CON CALIDAD DE SERVICIO” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 18 de Junio de 2015



Héctor Mauricio Barrera Navas

DEDICATORIA

Primero y sobre todas las cosas quiero dedicar este proyecto de grado a Dios, a quién debo mi vida entera.

A mis padres Héctor y Mónica quienes con su lucha incansable por hacer de mí un hombre de bien, me supieron guiar ante las adversidades y son el pilar más importante de mi vida. Gracias a ellos he podido culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis hermanos, tíos y primos que siempre están a mi lado, apoyándome y brindándome la alegría incondicional para ver de forma positivas los sucesos y vicisitudes que me forman como una persona de bien.

A mis directores Ing. Miguel Araujo e Ing. Darío Duque quienes les debo gran parte de mis conocimientos y quienes fueron como mis compañeros en este proyecto de grado.

Y finalmente a esta prestigiosa universidad la cual me abrió sus puertas, preparándome para un futuro competitivo y formándome como persona de bien.

Héctor Mauricio Barrera Navas.

AGRADECIMIENTO

A los Ingenieros Miguel Araujo, Darío Duque y Freddy Acosta que fueron mis mentores en este proyecto y depositaron en mí su confianza para demostrar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación profesional y el proceso y culminación de este proyecto de grado.

A la Empresa Eléctrica Quito la cual me permitió desarrollar mi proyecto de grado en sus instalaciones y que sirvió como aporte para mejorar la comunicación con la Corporación Nacional de Electricidad Sucumbíos.

A todas las personas quienes han sido mi compañía todos estos años y pude compartir momentos importantes en mi vida.

Y quiero agradecerles con mayor fervor a mis padres, quienes estuvieron, están y estarán a mi lado compartiendo muchos momentos de mi vida, puesto que saben fortalecer mi espíritu y llena de alegría mi corazón.

Héctor Mauricio Barrera Navas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<i>CERTIFICADO DE TUTORÍA</i>	I
<i>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</i>	II
<i>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN</i>	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE TABLAS	XI
RESUMEN	XII
GLOSARIO DE TÉRMINOS	XIV
CAPÍTULO I	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 OBJETIVOS.....	1
1.2.1 GENERAL.....	1
1.2.2 ESPECÍFICO	1
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO	2
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO.....	2
1.5. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	4
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. CONCEPTO DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA TDM E IP.....	7
2.1.1. CENTRAL TELEFÓNICA ELASTIX	7
2.1.2. CENTRAL TELEFÓNICA OMNIPCX ENTERPRISE ALCATEL	8
2.2. VOZ SOBRE IP.....	8
2.2.1. FUNDAMENTOS DE VOIP	8
2.2.2. RED TELEFÓNICA	9
2.2.3. PROTOCOLO DE VOIP	11
2.2.4. CALIDAD DE SERVICIOS	16
CAPITULO III.....	18
3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED CONVERGENTE DE EEQSA	

Y CNEL SUCUMBIOS	18
3.1. EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	18
3.1.1. EQUIPO DE DATOS.....	18
3.1.2. EQUIPO DE TELEFONÍA	23
3.1.3. TOPOLOGÍAS.....	29
3.1.4. SECTORES DE COBERTURA	33
3.1.5. DIAGRAMA DE LA RED TELEFÓNICA ACTUAL DE EEQSA	34
3.2. CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD SUCUMBÍOS	36
3.2.1. EQUIPOS DE DATOS	36
3.2.2. EQUIPOS DE TELEFONÍA.....	39
3.2.3. TOPOLOGÍAS.....	42
3.2.4. SECTORES DE COBERTURA	44
3.2.5. DIAGRAMA DE LA RED TELEFÓNICA ACTUAL DE CNEL SUCUMBÍOS.....	44
CAPÍTULO IV.....	46
4. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED WAN	46
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS ELASTIX DE CNEL SUCUMBÍOS Y OMNI PCX ALCATEL DE LA EEQS.A.	46
4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA DE LA RED WAN ...	47
4.3. SERVICIOS EN LA PLATAFORMA CONVERGENTE	50
4.4. CONFIGURACIÓN DEL PLAN DE NUMERACIÓN.....	50
4.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERCONEXIÓN.....	55
4.5.1. CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL TELEFÓNICA ALCATEL OMNI PCX ENTERPRISE	55
4.6. DIAGRAMA DE LA INTEGRACIÓN ENTRE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS DE EEQ Y CNEL SUCUMBÍOS.....	62
CAPÍTULO V.....	63
5. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	63
5.1. PRUEBAS EN CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD SUCUMBÍOS	63
5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	63

5.3. PRUEBAS EN EMPRESA ELÉCTRICA QUITO	64
5.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	64
5.5. PRUEBAS ENTRE EMPRESA ELÉCTRICA QUITO Y CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD SUCUMBÍOS	65
5.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	67
CAPÍTULO VI.....	68
6. CALIDAD DE SERVICIO DE LAS DIFERENTES REDES.....	68
6.1. QOS EN LA RED LAN	68
6.2. QOS EN LA RED WAN.....	68
6.3. POLÍTICAS DE SEGURIDAD	70
6.4. ESTADÍSTICAS DE RESULTADOS	70
6.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	73
CAPÍTULO VI.....	75
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
7.1. CONCLUSIONES	75
7.2. RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	78
ANEXOS.....	84

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 CENTRAL TELEFÓNICA ELASTIX3000	7
FIGURA 2.2 CENTRAL TELEFÓNICA OMNI PCX ENTERPRISE	8
FIGURA 2.3 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE UNA RED TELEFÓNICA IP	10
FIGURA 2.4 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO BÁSICO DE UNA RED DE TELEFONÍA FIJA.	10
FIGURA 2.5 LLAMADA A TRAVÉS DE SERVIDORES USANDO SIP	12
FIGURA 2.6 ESTABLECIMIENTO DE UNA LLAMADA CON H.323	14
FIGURA 2.7 PROCESO DE COMUNICACIÓN USANDO EL PROTOCOLO MGCP	16
FIGURA 3.1 TELÉFONO ALCATEL LUCENT 4029	24
FIGURA 3.2 TELÉFONO ALCATEL LUCENT 4018	25
FIGURA 3.3 TELÉFONO ALCATEL LUCENT 4028	26
FIGURA 3.4 TELÉFONO ALCATEL LUCENT TEMPORIS 700	27
FIGURA 3.5 TELÉFONO PANASONIC DECT 6.0 KX-TG4011	28
FIGURA 3.6 PANTALLA DE SOFTPHONE IP DESKTOP SOFTPHONE ...	28
FIGURA 3.7 RED ACTUAL DE EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.....	30
FIGURA 3.8 RED ACTUAL DE EMPRESA ELÉCTRICA QUITO HACIA CENTRALES Y EDIFICIOS.....	31
FIGURA 3.9 RED ACTUAL DE EMPRESA ELÉCTRICA QUITO HACIA AGENCIAS.	32
FIGURA 3.10 RED TELEFÓNICA DE EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.	35
FIGURA 3.11 FIGURA DEL EQUIPO 3COM	38
FIGURA 3.12 LOGO DE ENDIAN FIREWALL COMMUNITY	39
FIGURA 3.13 EQUIPO ELASTIX LXP200	41
FIGURA 3.14 VENTANA PRINCIPAL DEL SOFTPHONE ZOIPER	42
FIGURA 3.15 RED ACTUAL DE CNEL SUCUMBÍOS.	43
FIGURA 3.16 RED TELEFÓNICA DE CNEL SUCUMBÍOS	45
FIGURA 4.1 FIGURA DEL TRADUCTOR DE CODEC'S DE LA CENTRAL ALCATEL OMNI PCX ENTERPRISE.....	47
FIGURA 4.2 CALCULO DE ERLANG.....	48
FIGURA 4.3 CALCULO DEL ANCHO DE BANDA PARA G.711.....	49
FIGURA 4.4 CALCULO DEL ANCHO DE BANDA PARA G.723 MP-MLQ ..	49
FIGURA 4.5 CALCULO DEL ANCHO DE BANDA PARA G.723 ACELP	50
FIGURA 4.6 FIGURA DE LA CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL ALCATEL OMNI PCX ENTERPRISE.	55
FIGURA 4.7 FIGURA DE LA CONFIGURACIÓN DEL ENLACE SIP	56
FIGURA 4.8 FIGURA DE CONFIGURACIÓN DE GRUPO DE ENLACE	57
FIGURA 4.9 FIGURA DE LA TABLA ARS #9.....	57
FIGURA 4.10 FIGURA DE LA CONFIGURACIÓN DE ARS #9.....	58
FIGURA 4.11 FIGURA DEL MODO GRÁFICO DE LA CONFIGURACIÓN BÁSICA.	58
FIGURA 4.12 FIGURA DE NOMBRE DE LA TRONCAL Y HABILITACIÓN DE CALLER ID.	59
FIGURA 4.13 FIGURA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA TRONCAL ...	59
FIGURA 4.14 FIGURA DE CONFIGURACIÓN DE LA RUTA	60

FIGURA 4.15 FIGURA DE CONFIGURACIÓN DE PREFIJOS NUMÉRICOS.....	61
FIGURA 4.16 FIGURA DE SELECCIÓN DE TRONCAL	61
FIGURA 4.17 FIGURA DE LA RED TELEFÓNICA INTEGRADA EEQ Y CNEL SUCUMBÍOS	62
FIGURA 5.1 FIGURA DEL ESTABLECIMIENTO DE SESIÓN DE UNA LLAMADA EN DESDE ELASTIX EN SUCUMBÍOS HACIA ALCATEL EN QUITO.	65
FIGURA 5.2 FIGURA DE LA COMUNICACIÓN DE UNA LLAMADA DESDE ELASTIX EN SUCUMBÍOS HACIA ALCATEL EN QUITO.	65
FIGURA 5.3 FIGURA DEL ESTABLECIMIENTO DE SESIÓN DE UNA LLAMADA DESDE ALCATEL EMPRESA ELÉCTRICA QUITO A ELASTIX CNEL- SUCUMBÍOS.....	66
FIGURA 5.4 FIGURA DE LA CULMINACIÓN DE UNA LLAMADA DESDE EMPRESA ELÉCTRICA QUITO A LA CENTRAL ELASTIX	66
FIGURA 6.1 FIGURA DEL TRÁFICO LA RED LAN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.	68
FIGURA 6.2 FIGURA DEL TRÁFICO ANTES DE LA INTERCONEXIÓN DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS.....	68
FIGURA 6.3 FIGURA DEL TRÁFICO EN LA INTERCONEXIÓN DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS.	69
FIGURA 6.4 FIGURA DEL TRÁFICO DESPUÉS DE LA INTERCONEXIÓN DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS.....	69

INDICE DE TABLAS

TABLA 3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CENTRAL TELFÓNICA OMNI PCX ENTERPRISE	19
TABLA 3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ROUTER CISCO 881C	20
TABLA 3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CISCO CATALYST 6506 E Y CISCO CATALYST 6509 E	21
TABLA 3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS FIREWALL	22
TABLA 3.5 ESPECIFICACIONES DE LOS PCS.	22
TABLA 3.6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ALCATEL LUCENT 4029.....	23
TABLA 3.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ALCATEL LUCENT 4018.....	24
TABLA 3.8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ALCATEL LUCENT 4028.....	25
TABLA 3.9 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ALCATEL LUCENT TEMPORIS 700	26
TABLA 3.10 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PANASONIC DECT 6.0 KX-TG4011	27
TABLA 3.11 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CENTRAL TELFÓNICA ELASTIX 3000.....	37
TABLA 3.12 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SWITCH 3COM 4500.....	38
TABLA 3.13 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ENDIAN COMMUNITY	39
TABLA 3.14 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ELASTIX LXP200.....	40
TABLA 3.15 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SOFTPHONE ZOIPER.	41
TABLA 4.1 ANCHO DE BANDA DE VOIP DE ACUERDO AL CÓDEC	48
TABLA 4.2 PLAN DE NUMERACIÓN DE EMPRESA ELÉCTRICA QUITO	51
TABLA 4.3 PLAN DE NUMERACIÓN DE CNEL SUCUMBÍOS.	53
TABLA 6.1 MEAN OPINIÓN SCORE (MOS) CON LLAMADAS HACIA CNEL SUCUMBÍOS.	70
TABLA 6.2 MEAN OPINIÓN SCORE (MOS) CON LLAMADAS HACIA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.....	72

RESUMEN

El proyecto tiene como finalidad el integrar las plataformas telefónicas Elastix de CNEL Sucumbíos y OMNI PCX Enterprise Alcatel de la EEQSA con calidad de servicio, mismo que proporcionará servicios de telefonía, mensajería, videoconferencia, correo electrónico y fax con un alto grado de productividad en sus labores cotidianas. Su etapa inicial del proyecto de grado, se analiza la situación actual de la infraestructura de comunicación de EEQSA y CNEL Sucumbíos. Se recopila información necesaria para determinar los requerimientos necesarios previamente a la integración de las centrales telefónicas. Se elabora un marco teórico donde se aporta conceptos relacionados sobre la telefonía IP, Voz sobre IP y la integración de las centrales telefónicas Elastix y OMNI PCX Enterprise Alcatel. Se realiza un levantamiento de información de la red telefónica convergente de la EEQSA y Corporación Nacional de Electricidad de Sucumbíos, en el cual se observa los sectores beneficiados por la integración, además se indica los equipos que intervienen en las dos redes telefónicas. Se hace un análisis del dimensionamiento de la red con la que se comunican EEQSA con CNEL Sucumbíos, y se analiza todos los servicios que se puede brindar por medio WAN de las centrales telefónicas, así mismo se describe la forma en la cual se configuró cada central, haciendo posible la interconexión de las centrales telefónicas. Se comprueba y se analiza la interconexión realizando varias llamadas a las agencias, centrales y edificios desde EEQSA hacia CNEL Sucumbíos y viceversa. Se establece políticas de seguridad y se verifica la red WAN y red LAN que utiliza la red de VoIP.

Palabras Claves:

- CNEL
- OMNI PCX
- WAN
- LAN
- VOIP
- EEQSA

ABSTRACT

The project aims to integrate telephone platforms CNEL Elastix of Sucumbios and Alcatel Omni PCX Enterprise EEQSA quality of service; it will provide telephony, messaging, conferencing, e-mail and fax with a high degree of productivity in their everyday tasks. His initial stage of the project grade, the current state of the communication infrastructure EEQSA and CNEL Sucumbíos is analyzed. Necessary information is collected to determine the necessary requirements prior to the integration of telephone exchanges. A theoretical framework related concepts IP telephony, Voice over IP and integration of telephone exchanges Elastix and Alcatel Omni PCX Enterprise is provided is made. Gathering information from the telephone network convergent EEQSA and National Electricity Corporation of Sucumbios, in which sectors benefited from the integration takes place is observed also teams involved in the two telephone networks indicated. An analysis of the dimensioning of the network that communicate CNEL with EEQSA Sucumbíos is done, and all the services you can provide WAN via telephone exchanges is analyzed, also the way in which each plant was configured described, enabling the interconnection of telephone exchanges. It checks and interconnection analyzes made several calls to the agencies, plants and buildings from EEQSA to CNEL Sucumbios and vice versa. Security policies are established and the WAN LAN network using VoIP network and verified.

Keywords:

- CNEL
- OMNI PCX
- WAN
- LAN
- VOIP
- EEQSA

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CNEL:	Corporación Nacional de Electricidad
IP:	Internet Protocol
MCCP:	Mud Client Compression Protocol
MG:	Media Gateway
MGC:	Media Gateway Controller
MGCP:	Media Gateway Control Protocol
PCM:	Pulse Code Mudulation
PSN:	Packet Switched Network
RDSI:	Red Digital de Servicios Integrados
RTP:	Real-time Transport Protocol
SIP:	Session Initiation Protocol
SS7:	Signalling System No. 7
TCP:	Transmission Control Protocol
TDM:	Multiplexación por División de Tiempo
UDP:	User Datagram Protocol
VMXL:	Voice XML
VoIP:	Voice over Internet Protocol
WAN:	Wide Area Network

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del Problema

El requerimiento de la Empresa Eléctrica Quito es la solución sobre diferentes plataformas, con lo que se integrará con la Empresa Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad, CNEL EP – Unidad de Negocios Sucumbíos brindando el servicio de telefonía conjunta entre estas dos instituciones, con un nivel óptimo de Calidad del Servicio, QoS (Quality of Service).

1.2 Objetivos

1.2.1 General

- Integración de las plataformas telefónicas Elastix de CNEL Sucumbíos y Omni PCx Enterprise Alcatel de la EEQ con Calidad de Servicio.

1.2.2 Específico

- Realizar el levantamiento de la red telefónica convergente de la Empresa Eléctrica Quito y Corporación Nacional de Electricidad de Sucumbíos.
- Diseñar y dimensionar el enlace WAN para dar servicio de interconexión entre las centrales telefónicas Elastix y Omni PCx Enterprise Alcatel mediante protocolo SIP.

- Realizar pruebas de comunicación de voz entre los terminales Ips, análogas y digitales de los edificios de EEQ con edificios y agencias de CNEL Sucumbíos.
- Analizar el desempeño y calidad de servicio en los diferentes equipos involucrados tanto a nivel LAN como WAN con Políticas de Seguridad, pruebas, muestreos, estadísticas y la optimización de la red convergente con la adquisición de equipos.

1.3 Alcance del Proyecto

En este proyecto se realizará el levantamiento de información de la actual red telefónica, equipos de Networking y Seguridad involucrados en la integración de este enlace de comunicaciones entre la Empresa Eléctrica Quito y Corporación Nacional de Electricidad de Sucumbíos, se diseñará la interconexión entre las centrales telefónicas mediante protocolo SIP, se realizarán pruebas de comunicación entre las diferentes extensiones Ips de CNEL Sucumbíos y las diferentes extensiones Ips, análogas y digitales de la Empresa Eléctrica Quito tanto a nivel de edificios principales como de Agencias, diseño de la topología de la red telefónica convergente, dimensionamiento de equipos y adquisición inmediata de los mismos, optimización en el plan de numeración de las entidades involucradas. Analizar el desempeño y la calidad de comunicación con la monitorización del número promedio de conversaciones simultáneas que se puedan tener.

1.4 Justificación e Importancia del Proyecto

Aunque VoIP puede definirse de forma abreviada como una tecnología que aprovecha el protocolo TCP/IP para ofrecer conversaciones de voz, lo cierto es que es mucho más que esto. VoIP puede ser usada para reemplazar la telefonía tradicional en un entorno empresarial, en un pequeño negocio o en casa, o simple mente para añadir ventajas a un sistema de telefonía

tradicional. [1] Los beneficios asociados al uso de VoIP pueden mejorar la comunicación por voz de un entorno empresarial, negocio u hogar, como: ahorro de dinero, hardware y software barato, teletrabajo, fax sobre IP, esquema de red flexible, uso eficiente del ancho de banda, la comunicación entre dos o más personas y el manejo de datos, voz, video e imágenes a la vez.

Desde el año 2012 de acuerdo a un convenio la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad, CNEL EP-Unidad de Negocios Sucumbíos pasó a ser administrada por parte de la Empresa Eléctrica Quito, las cuales disponen de una Central Telefónica ELASTIX 3000 y una Central Telefónica ALCATEL OMNI PCX ENTERPRISE respectivamente. [2]

Las centrales telefónicas están brindando el servicio de telefonía en la Corporación Nacional de Electricidad Unidad de Negocios Sucumbíos cuya área de concesión son las provincias de Sucumbíos y Orellana, y en la Empresa Eléctrica Quito en la provincia de Pichincha, independiente una de otra, pero se requiere que se interconecten estas dos centrales telefónicas diferentes.

Con el propósito de establecer las comunicaciones de voz entre estas empresas públicas, ubicadas en zonas separadas, la Empresa Eléctrica Quito propone el proyecto de “integración de centrales telefónicas”, el cual será ejecutado desde septiembre del 2013 hasta diciembre del 2013 con la meta de interconectar a la Empresa Eléctrica Quito y Corporación Nacional de Electricidad de Sucumbíos, y que se puedan comunicar las diferentes áreas operativas, de comercialización y administrativas de las dos empresas, tanto a nivel de edificios principales como de Agencias.

Actualmente se dispone de un enlace Clear Channel con CNT de 4 Mbps entre las dos empresas y está usándose actualmente para el acceso de

CNEL Sucumbíos a los servidores ubicados en la EEQ para los aplicativos comerciales, de distribución y administrativos.

Este Proyecto de grado aportará con la actualización de la información sobre la actual red telefónica de la Empresa Eléctrica Quito y la de la Corporación Nacional de Electricidad de Sucumbíos, realizará un análisis de todas las extensiones IPs, análogas y digitales de las centrales telefónicas que deben integrarse asegurando el nivel óptimo de comunicación mediante la configuración de Calidad de servicio en todos los equipos de este enlace.

Otro punto importante es evaluar el desempeño de la red y determinar servicios que pueden ser implementados sobre la infraestructura actual para proporcionar apoyo en diferentes áreas donde trabaja la Empresa Eléctrica Quito y Corporación Nacional de Electricidad de Sucumbíos

Con este proyecto se busca beneficiar a Empresa Eléctrica Quito y la Corporación Nacional de Electricidad EP-Unidad de Negocios Sucumbíos, que mediante su enlace dedicado, establecer comunicación de voz y no depender de otras empresas de telecomunicaciones, para de esta manera reducir costos de comunicación de telefonía fija y celular.

1.5. Organización del Documento

Capítulo 1

En este capítulo se presentará, una breve introducción sobre el proyecto denominado Integración de las plataformas telefónicas Elastix de CNEL Sucumbíos y Omni PCx Enterprise Alcatel de la EEQ con Calidad de Servicio. Además, se explicará a través del alcance y objetivos, las metas a las que se pretende llegar, dando a conocer también la importancia de la realización de este proyecto.

Capítulo 2

En este capítulo se encontrará los conceptos básicos que se necesitan para entender el proyecto, así mismo se encuentra los protocolos más usados y parámetros que se necesita para una interconexión de las centrales telefónicas involucradas en el proyecto.

Capítulo 3

En este capítulo se estudiará a los equipos utilizados en cada institución, así como la situación actual de la red convergente de las mismas, la topología que mantienen, los diagramas de la red telefónica a los cuales hay que integrar y los sectores que se benefician por esta integración, con el fin de ver el dimensionamiento del proyecto.

Capítulo 4

En este capítulo se presentará el dimensionamiento y diseño de la red WAN, y la configuración tanto de la central Elastix como de la central Alcatel. Además se presenta el plan de numeración más conveniente para Empresa Eléctrica Quito y CNEL Sucumbíos. Finalmente el diagrama de integración para la solución de la integración de las centrales Alcatel y Elastix.

Capítulo 5

En este capítulo se explica y analizan las pruebas realizadas con la integración de las centrales telefónicas, las cuales primero se realizaron desde Empresa Eléctrica Quito y después desde CNEL Sucumbíos.

Capítulo 6

En este capítulo se presenta el análisis de la calidad de servicio, para lo cual se verifica los enlaces LAN y WAN, también se expone las políticas de

seguridad con las que se transmite voz y por último se analiza los resultados de la integración mediante el MOS.

Capítulo 7

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones a las cuales se llegó durante el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Concepto de una central telefónica TDM e IP

Una central telefónica es un dispositivo de telefonía que actúa como conmutador de llamadas o circuitos en una red telefónica, y así establecer comunicaciones internas entre todos los dispositivos que dependen de esta. [3]

Central telefónica TDMoIP consiste en encapsular al ingreso de la red tramas TDM en paquetes IP agregando las cabeceras apropiadas para el transporte de TDM sobre una red de conmutación de paquetes PSN, con una señalización y sincronismo apropiado para su restauración. [4]

2.1.1. Central telefónica Elastix



Figura 2.1 Central Telefónica Elastix3000. [5].

En la Figura 2.1 se puede observar la central Elastix utilizada en CNEL Sucumbíos, que se basa en software de código abierto, el cual permite comunicarse con medios y alternativas de comunicación existente para ser más eficiente y productivo en su entorno de trabajo. Estas comunicaciones

comprenden VoIP, Fax, mensajería, correo electrónico y Video Conferencia. [6]

2.1.2. Central telefónica OmniPCx Enterprise Alcatel

La Figura 2.2 nos indica la forma de la central Alcatel, que provee del servicio telefónico a Empresa Eléctrica Quito y se basa en una plataforma de servidor de comunicaciones IP, IP/TDM, TDM y un software de administración única, que incorpora tecnologías actuales como Linux, XML, SIP y VMXL y estándares abiertos como QSIG, H.323, CSTA y SIP. [7]



Figura 2.2 Central telefónica OMNI PCX ENTERPRISE. [8]

2.2. Voz sobre IP

Es una tecnología que aprovecha el protocolo TCP/IP sobre redes de datos para ofrecer conversaciones de voz, video, imágenes y datos con dos o más personas al mismo tiempo.

VoIP procesa previamente la información, encapsulando en paquetes para ser transmitida sobre la red de datos. [9]

2.2.1. Fundamentos de VoIP

2.2.1.1. Compresión de Voz

Es una tecnología que aprovecha el protocolo TCP/IP sobre redes de datos para ofrecer conversaciones de voz, video, imágenes y datos con dos o más personas al mismo tiempo.

VoIP procesa previamente la información, encapsulando en paquetes para ser transmitida sobre la red de datos. [10]

2.2.1.2. Codificación de la Voz

Es transformar las ondas sonoras o señales en una adecuada representación para poder transmitir la voz por la red IP optimizando el ancho de banda, esta debe ser codificada mediante el uso de Codecs. Los Codecs son algoritmos que garantizan la codificación, decodificación compresión y descompresión del audio. [11] [12]

2.2.2. Red Telefónica

2.2.2.1. Concepto

Es una red en la que se realiza conmutación de circuitos. Cuando se realiza una llamada, los recursos utilizados en la misma, tanto físicos como temporales, quedan dedicados de forma exclusiva a la misma y no pueden ser utilizados por otros usuarios, ni siquiera cuando no se está transmitiendo ninguna información a través del canal telefónico asignado.[13]

2.2.2.2. Diagrama

En la Figura 2.3 se indica el diagrama esquemático de una red telefónica IP, mientras que en la Figura 2.4 se muestra el diagrama esquemático básico de una red de telefonía fija.

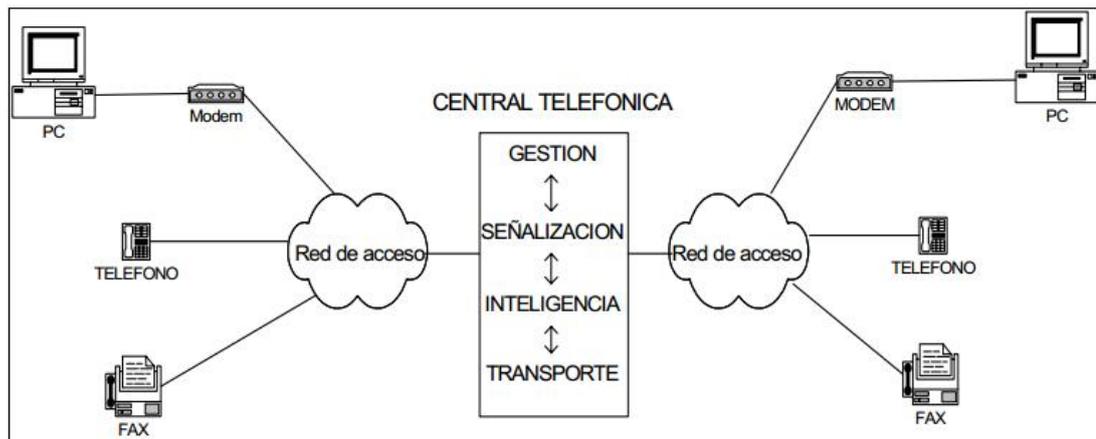


Figura 2.3 Diagrama esquemático de una red telefónica IP. [14]

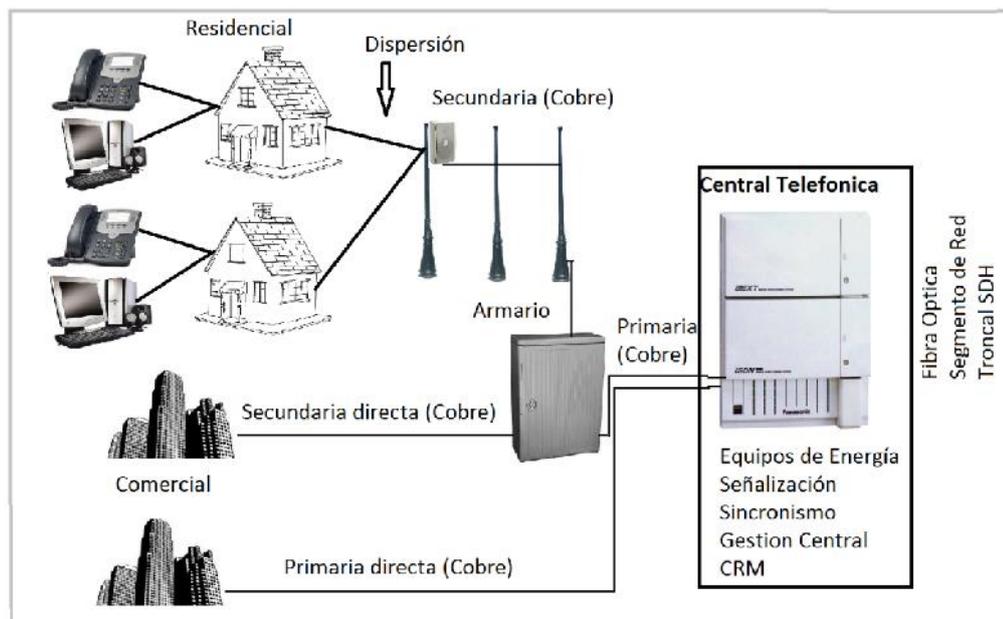


Figura 2.4 Diagrama esquemático básico de una red de telefonía fija.

2.2.2.3. Conmutación

Es la parte encargada de redireccionar adecuadamente la transmisión, y que un abonado pueda establecer la comunicación casi inmediata con otros abonados. [15]

2.2.2.4. Señalización

La señalización es el lenguaje que las centrales telefónicas utilizan para comunicarse entre sí y con los equipos terminales de los abonados. [16]

2.2.2.5. Transmisión

Es el medio físico que conduce las señales portadoras de voz o datos por la red, y pueden ser aire, cableado. [17]

2.2.3. Protocolo de VoIP

2.2.3.1. Definición

Un protocolo es un conjunto de reglas que permiten que los aparatos intercambien información electrónica en una forma ordenada.

Un Protocolo VoIP es una tecnología que manda su voz a través de la red o internet, de manera que usted pueda hacer llamadas por medio de una conexión, en vez de usar una línea regular o analógica de teléfono. [18]

2.2.3.2. Tipos de Protocolos

2.2.3.2.1. SIP [19]

Es un protocolo definido por la 3261 del IETF como el estándar de-facto para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario en el cual intervienen servicios multimedia como voz y video.

Para transportar tráfico de audio y video bajo redes IP, SIP utiliza el protocolo de transporte RTP.

Con este protocolo existen varios procesos durante el establecimiento de llamadas que se pueden observar en la Figura 2.5. Que mediante el protocolo SIP se realiza mediante el intercambio de mensajes entre cliente y servidor que sirve para negociar una sesión.

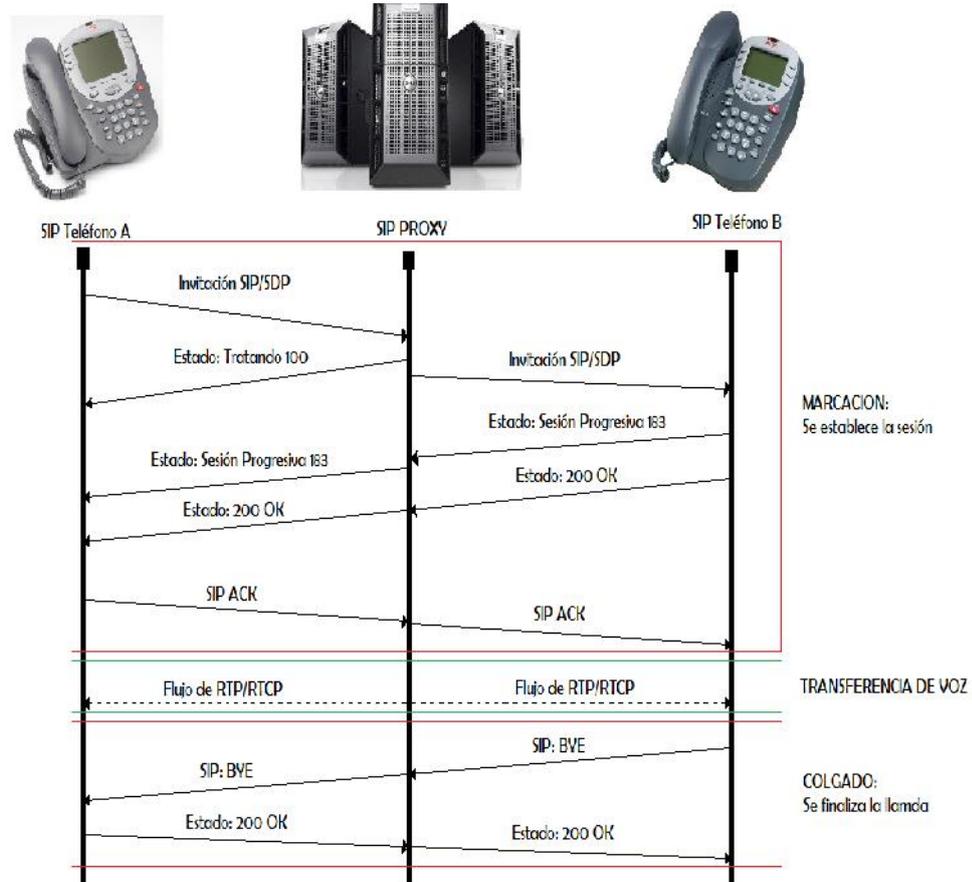


Figura 2.5 Llamada a través de servidores usando SIP. [20]

2.2.3.2.2. IAX

Es un protocolo de señalización creado por Mark Spencer y se utiliza específicamente para VoIP, pues reduce el overhead producido por el protocolo RTP.

Para transportar tráfico de audio, video y datos utiliza el mismo puerto UDP, con el cual permite varias conversaciones sobre una misma conexión, teniendo como límite el ancho de banda disponible.

Es necesario destacar que aunque IAX utilice siempre el mismo puerto, esto no significa que todo el flujo de datos tenga que pasar siempre por la central IP. El propio protocolo tiene previsto que si un determinado nodo

detecta que él mismo no es necesario para mantener la comunicación, puede indicar a los otros nodos renegociar la conexión, sin perderla, para que el flujo de datos lo intercambien los dos abonados, sin tener que pasar por el servidor. [21]

2.2.3.2.3. H.323

Es un protocolo de la familia H.32X de la ITU-T, para implementar servicios multimedia sobre redes RDSI, SS7 y 3G.

Para transportar tráfico de audio y video bajo redes IP, H.323 utiliza el protocolo de transporte UDP, el cual no garantiza ni proporciona calidad de servicio en sus paquetes de datos.

Con este protocolo existen 3 fases principales durante el establecimiento de llamadas que se indica en la Figura 2.6. La primera fase permite el establecimiento de la comunicación entre dos puntos. La segunda fase permite el intercambio de la señalización. La tercera fase de desconexión. [22]

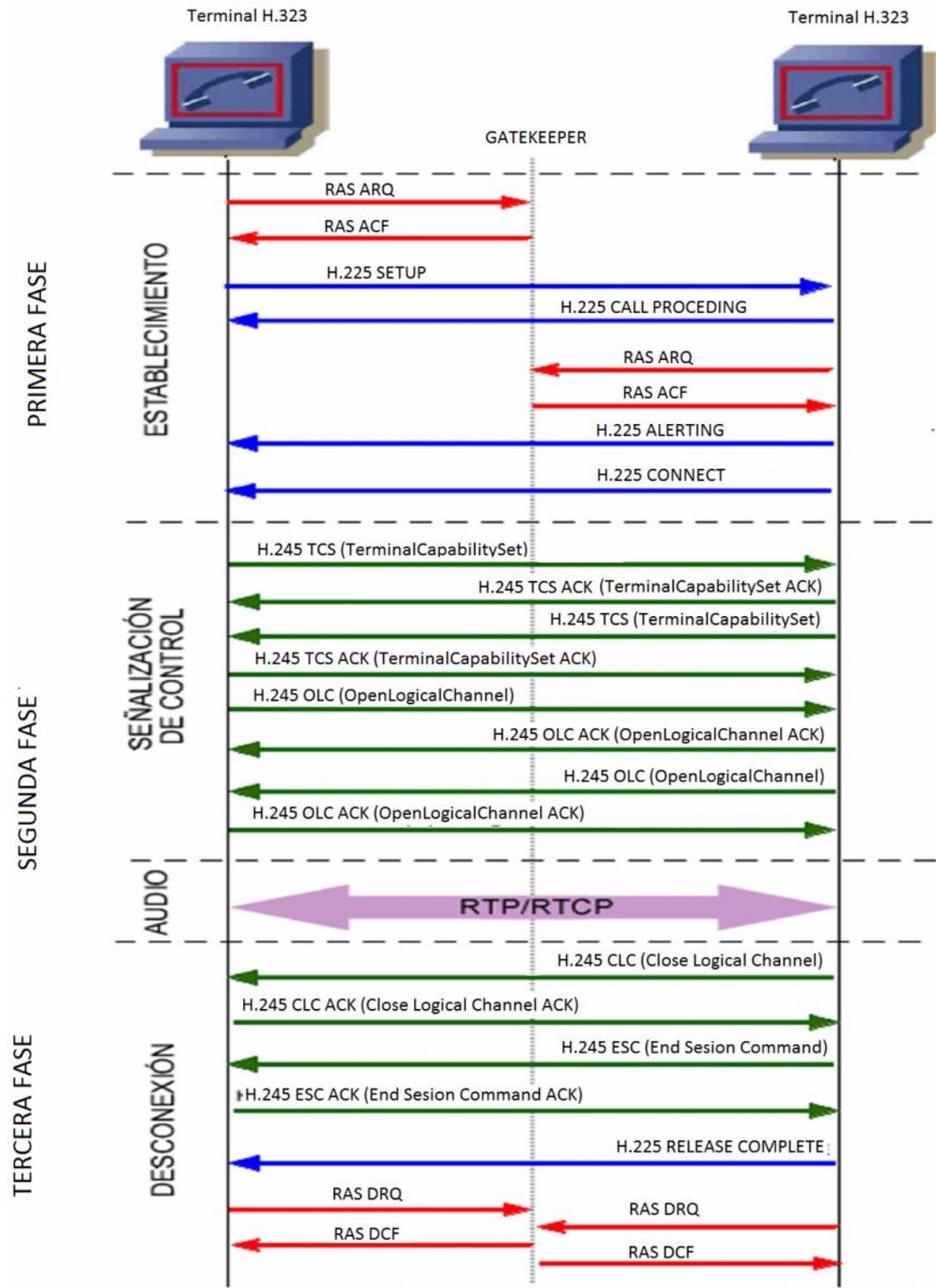


Figura 2.6 Establecimiento de una llamada con H.323 [24]

2.2.3.2.4. MGCP

Es muy utilizado en operadores de telefonía tradicional, donde permite la interconexión entre suscriptores de telefonía IP y la Red Telefónica Conmutada.

Es un protocolo de control escalable de dispositivos, donde un MG es controlado por un MGC. La transportación de datos lo hace sobre UDP con seguridades IPSec. [23]

En este protocolo existen 4 fases principales en el intercambio de datos:

- **NotificationsRequest.** Es el que genera el requerimiento de conexión de un abonado.
- **CreateConnection.** Con el que la conexión inicia entre abonados.
- **DeleteConection.** Utilizado para el cierre de conexión.
- **AuditEndpoint.** Con el cual se puede verificar el estado de un abonado.

2.2.3.2.5. M CCP

Es un protocolo que se utiliza como una opción Telnet, donde el servidor y el cliente negocian el uso de este protocolo y otra subnegociación se utiliza para iniciar la compresión desde el servidor, lo que permite una reducción de ancho de banda Figura 2.7.

La compresión lo resuelve el servidor donde una transmisión, donde una transmisión de datos normal significa volver al modo no comprimido, o con una secuencia IAC NO COMPRESS desde el cliente.

Cualquier error de descompresión es irre recuperable, y da lugar a una desconexión. [25]

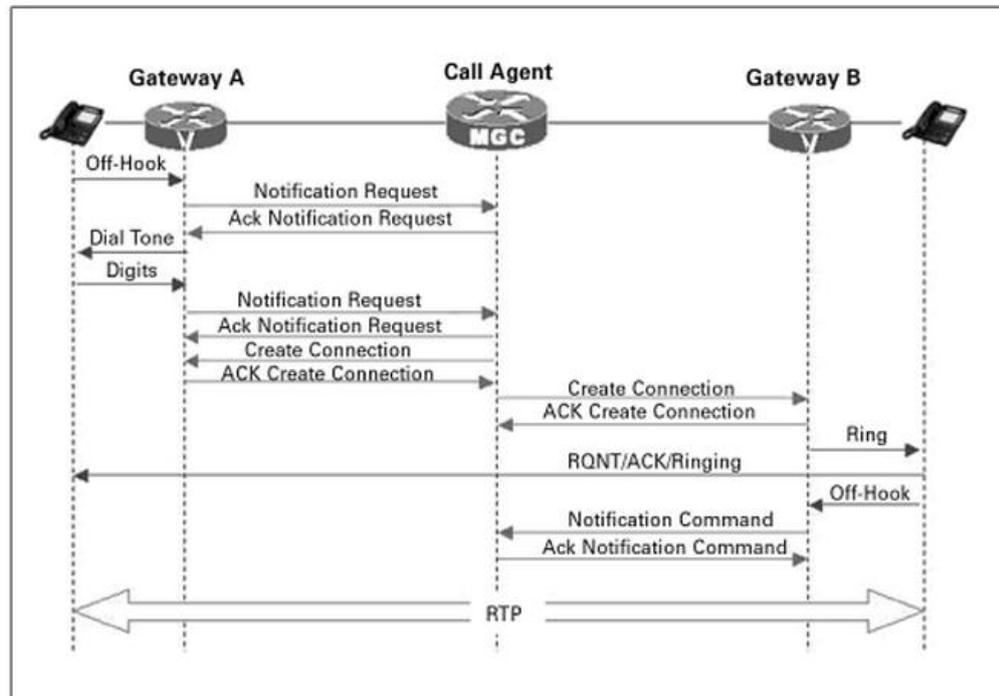


Figura 2.7 Proceso de comunicación usando el protocolo MGCP. [26]

2.2.4. Calidad de Servicios

2.2.4.1. Definición

Es un conjunto de requisitos que la red debe cumplir para asegurar un nivel de servicio adecuado para la transmisión de los datos. [27]

2.2.4.2. Parámetros Generales [28]

2.2.4.2.1. Latencia

Son los retardos acumulados que tiene un paquete al llegar a su destino. La latencia entre el punto inicial y el punto final debe ser menor a 150ms.

2.2.4.2.2. Jitter

Es el efecto por el cual el retardo entre paquetes no es constante, producido por la congestión de tráfico en la red. Para el Jitter lo más

recomendable es el incrementar el ancho de banda en la red o la formación de colas para dar prioridad al tráfico de voz.

2.2.4.2.3. Eco

La latencia conjuntamente con el Jitter produce eco sobre la señal telefónica. Se tiene dos tipos de eco. Uno tiene alto nivel y poco retardo y el otro es de bajo nivel y alto retardo. Para el eco lo más recomendable es el uso de canceladores de eco (IUT G168).

2.2.4.2. Parámetros relacionados con las llamadas [29]

Al igual que existen factores que repercuten en los retardos de la red, existen también factores en la calidad de llamadas y son las siguientes:

- Codificadores.
- Ancho de Banda.
- Pérdida de Paquetes.
- Retardos (Latencia).
- Variación de Retardos (Jitter).

CAPITULO III

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED CONVERGENTE DE EEQSA Y CNEL SUCUMBIOS

3.1. Empresa Eléctrica Quito S.A.

La red de la Empresa Eléctrica Quito está orientada en abastecer servicios de transmisión de datos y comunicación con su personal, razón por la cual el departamento de Ingeniería de Software en abril del 2012 realiza la instalación de su central telefónica ALCATEL con la empresa TELALCA S.A., y así proveer de los servicios de telefonía, mensajería y fax a todas sus agencias.

3.1.1. Equipo de datos

Los componentes involucrados dentro de la red de comunicaciones constan de los siguientes elementos:

- Servidor
- Routers
- Switches
- Firewall
- Gateway

3.1.1.1. Servidor

La Central telefónica Omni PCX Enterprise [30]

La Central telefónica Omni PCX Enterprise consta de varios módulos para su funcionalidad:

- Módulo 4760.- Software encargado de la tarificación de llamadas.
- Módulo 4645.- Servidor encargado de la mensajería de voz.
- Módulo Teamwork/ICS.- Servidor encargado de la distribución de tareas de conferencia, mensajería instantánea y conferencia web.
- Módulo Fax Server.- Servidor encargado del servicio de fax vía IP.
- Módulo Genesys.- Software que representa los IVR.
- Módulo Vocale.- Servidor encargado de la grabación de llamadas.

Los módulos anteriores permiten dar los servicios de Telefonía con VoIP, administración y tarificación, grabador de llamadas y el servicio de call center.

En la tabla 3.1 se muestra las especificaciones técnicas del servidor de telefonía Omni PCX Enterprise:

Tabla 3.1 Especificaciones técnicas de la central telefónica Omni PCX Enterprise [30].

Especificaciones Técnicas	
Tecnologías soportadas	Linux, XML, SIP y VXML
Estándares soportados	QSIG, H.323, CSTA y SIP
Usuarios soportados	15.000 IP y 5.000 TDM
Arquitectura	Centralizada y Descentralizado
Base de datos	SQL/CQL
Comunicación	TDM e IP
Hardware	Modular
Algoritmos de compresión de VoIP	G.711 A y u, G 723.1A ,G729.AB,
Cancelación de eco	64/128ms
QoS	Etiquetado Diffserv, 802.1Pq
Protocolos	QSIG, DPNSS, SIP

3.1.1.2. Routers

Cisco 881 Integrated Services Routers (ISR) [31]

Tabla 3.2 Especificaciones técnicas del router Cisco 881c [31].

Interfaz Física	Interfaz Lógica
10/100 Mbps FE LAN con 4 puertos 10/100 Mbps FE WAN en sus puertos Puerto de consola Puerto auxiliar	Datos de interfaz de entrada Datos de interfaz de salida
10/100 Mbps FE LAN con 4 puertos 10/100 Mbps FE WAN en sus puertos Puerto de consola Puerto auxiliar Botón Reset	Control de interfaz de entrada
10/100 Mbps FE LAN con 4 puertos 10/100 Mbps FE WAN en sus puertos Console Port Auxiliary Port Top Panel Ethernet LED Ethernet Jack LEDs Top Panel Status LED Top Panel Radio LED	Centralizada y Descentralizado
Power Plug Power over Ethernet (POE)	Interfaz de energía

Cisco 881 Integrated Services Routers (ISR) son routers con plataformas de enrutamiento que proporcionan funcionalidad de VPN que proporciona IPsec y GetVPN(GDOI), así como puerta de enlace SIP y señalización de transporte durante TLS. Además proporciona servicios de conectividad y seguridad en un único dispositivo. Estos routers ofrecen velocidades de banda ancha y una gestión simplificada para las pequeñas empresas y pequeñas sucursales y teletrabajadores de la empresa.

3.1.1.3. Switches

Cisco Catalyst 6506 E y Cisco Catalyst 6509 E [32]

Los Cisco Catalyst tiene una plataforma de alto rendimiento inteligente, que con una amplia selección de tarjetas de línea, fuentes de alimentación, y

una arquitectura altamente versátil, que ofrecen los más altos niveles de densidad de puertos y flexibilidad con interruptores modulares, incluyendo Power over Ethernet (PoE), y una escalabilidad para desplegar nuevas aplicaciones convergentes y extender la protección de inversiones en el futuro.

Tabla 3.3 Especificaciones Técnicas de Cisco Catalyst 6506 E y Cisco Catalyst 6509 E [32].

Características	6506 E	6509 E
Slots	6	9
Gigabit Ethernet GBIC/SFP Density	242	386
10/100/1000 Density	241	385
10 GbE XENPAK/X2 Port Density	40	64
100BASE-FX Density	240	384
Max. Watt Power Consumption (redundant mode)		
AC Internal (redundant mode)	8700	8700
DC Internal (redundant mode)	4000	4000
Max. Number of Class 3 Devices (15 .4W)		
Max. Power Supplies		
AC Internal (redundant mode)	284	288
DC Internal (redundant mode)	173	184
Dimension (H x W x D) cm	48.8 x 44.5 x 46.0	62.2 x 44.5 x 46.0
Rack Unit (RU)	12	15

3.1.1.4. Firewall

Son equipos que comprueban la información que se maneja en la red o es procedente de Internet. Estos equipos ayudan a impedir que hackers o software malintencionados obtengan acceso a los equipos.

Se utilizan 3 tipos de equipos con características, Tabla 3.4:

Tabla 3.4 Especificaciones técnicas de los Firewall [33] [34] [35].

Especificaciones Técnicas de los Firewall			
CARACTERISTICAS	Fortigate-1240B	FortiGate-311B	FortiGate-80C
Firewall Throughput	40 / 40 / 38 Gbps - 44 / 44 / 42 Gbps *	8 Gbps	1900/700/120 Mbps
Firewall Latency	7 μ s	-	45us
Concurrent Sessions (TCP)	5 Millones	600,000	1 Millones
New Sessions/Sec (TCP)	120,000	20,000	12,000
Firewall Policies	100,000	8,000	5,000
IPSec VPN Throughput	16 - 18.5 Gbps	6 Gbps	140 Mbps
Gateway-to-Gateway IPSec VPN Tunnels	10,000	6,000 / 3,000	200

3.1.1.5. Gateway

Passive Communication Server PCS

Este servidor ofrece el servicio de gestión de llamadas a uno o varios media Gateway remotos, si los enlaces IP al sitio que aloja los servidores de comunicación no están disponibles o los servidores de comunicación están fuera de servicio.

Tabla 3.5 Especificaciones de los PCS.

Especificaciones Técnicas	
Modelo	Tarjeta
Equipamiento	CPU CS-2
Tipo de memoria	SDRAM
Disco duro	Si
Licencia de funcionamiento	Si

3.1.2. Equipo de telefonía

Los equipos emisores y receptores con los que se emite y recibe voz y datos son los siguientes:

- Teléfonos digitales
- Teléfonos IP
- Teléfonos analógicos
- Teléfonos analógicos inalámbricos
- Softphone

3.1.2.1. Teléfonos digitales

Alcatel 4029 [36]

Este equipo de la serie 9 fue diseñado para personas que utilizan de manera intensiva el teléfono de comunicación empresarial, con las ventajas que ofrecen la pantalla y el poder manejar varias líneas simultáneamente desde el mismo teléfono, Figura 3.1.

Características Técnicas del equipo Alcatel Lucent 4029:

Tabla 3.6 Características Técnicas de Alcatel Lucent 4029 [37].

Alcatel 4029	
Especificaciones	Manos libres – Toma auricular
Líneas soportadas	Varias líneas
Manos libres	Si
Identificación de llamada	Si
Fecha, hora, duración, costo llamada	Si
Led / iconos asociados a las teclas	6
Escucha amplificada	Si
Tecla mute	Si
Funciones programables	40
Funciones pre-programadas	6
Agenda personal	Si

Toma auricular	Si
Modulo extensión teclado	Hasta 2 módulos de 40 teclas
Compatibilidad	Alcatel 4000 / 4200 /4400



Figura 3.1 Teléfono Alcatel Lucent 4029 [37].

3.1.2.2. Teléfonos IP

Alcatel IP Touch 4018

El equipo Alcatel IP Touch 4018 es un equipo de la serie 8, brindando productividad y estética con conexión IP. [38]

Características Técnicas del equipo Alcatel Lucent 4018, Figura 3.2:

Tabla 3.7 Características Técnicas de Alcatel Lucent 4018 [38].

Alcatel 4018	
Especificaciones	Sencillo y cómodo
Líneas soportadas	1
Protocolo	SIP
Pantalla	Si
Núm. de puertos Ethernet	2
Dimensiones (cm)	220 X 175 X 133
Peso (gr)	600



Figura 3.2 Teléfono Alcatel Lucent 4018 [38].

Alcatel IP Touch 4028

El equipo terminal Alcatel IP Touch 4028 es un equipo de la serie 8, diseñado para personas que utilizan intensivamente el teléfono, como una herramienta de comunicación que ofrece una pantalla y la facilidad de manejar varias líneas simultáneamente desde un mismo teléfono Figura 3.3. [39]

Tabla 3.8 Características Técnicas de Alcatel Lucent 4028 [39].

Alcatel 4028	
Especificaciones	Para uso intensivo
Protocolo	SIP
Pantalla	Alfanumérica
Núm. de puertos Ethernet	2
Manos libres	Si
Llamada por nombre	Si
Tecla de rellamada	Si
Tecla mute	Si
Núm. de líneas de pantalla	3
Funciones pre-programadas	6
Varias líneas al mismo tiempo	Si
Toma auricular	Si
Dimensiones (mm)	240 X 175 X 133
Peso (gr)	1015



Figura 3.3 Teléfono Alcatel Lucent 4028 [39].

3.1.2.3. Teléfonos analógicos

Alcatel Temporis 700

Es un equipo de sobremesa de gama alta, que puede estar conectado directamente a una línea analógica o a su vez conectado a una central telefónica, además posee una toma de conexión al PC con la que se puede conectar con un modem a su ordenador para facilitar la transmisión de datos y acceso al internet, Figura 3.4. [40]

Tabla 3.9 Características Técnicas de Alcatel Lucent Temporis 700 [40].

Alcatel Temporis 700	
Especificaciones	Analógico
Memorias directas	10
Memorias indirectas	50
Agenda	Si
Manos libres	Si
Mensajería	Si
Indicador Luminoso	Si
Tecla mute	Si
Núm. de líneas de pantalla	3
Alimentación Externa	No
Toma auricular	Si



Figura 3.4 Teléfono Alcatel Lucent Temporis 700 [40].

3.1.2.4. Teléfonos analógicos inalámbricos

Panasonic Dect 6.0 KX-TG4011

Este equipo de la serie DECT 6.0 proporciona mejor calidad y mayor alcance en comparación a las DECT 6.0 convencionales, Figura 3.5, esto se debe a un incremento en su resolución de corrección de señales, además que reduce su consumo de energía cuando el auricular está cerca de la unidad base. [41]

Tabla 3.10 Características Técnicas de Panasonic Dect 6.0 KX-TG4011 [41][42].

Panasonic Dect 6.0 KX-TG4011	
Estándar	DECT
Rango de frecuencias	1.91 a 1.93 GHz
Potencia de transmisión RF	115 mW (max)
Alimentación	220-240 VC, 50/60 Hz
Condiciones de Operación	Interiores
Unidad base	1.0 W a 4.0 W
Cargador	0.1 W a 2.6 W
Núm. de líneas en pantalla	3
Unidades expandible	6
Vías de comunicación	4
Tipo de baterías	AAA



Figura 3.5 Teléfono Panasonic Dect 6.0 KX-TG4011 [42].

3.1.2.5. Softphone

IP desktop SoftPhone

Es una aplicación de softphone económica que ofrece las mismas prestaciones que un teléfono convencional, y todo esto en una misa PC estándar que debe estar conectado al servidor OmniPCX Enterprise mediante un enlace IP. Esta emulación de teléfonos Alcatel IP touch se puede personalizar y es compatible para cualquier entorno CTI en modos business o en modo Pro-ACD Figura 3.6. [43]



Figura 3.6 Pantalla de softphone IP desktop SoftPhone [43].

3.1.3. Topologías

Empresa Eléctrica Quito tiene una infraestructura de red, conformada por dos Data Center. El principal se encuentra en el Edificio Matriz Las Casas y el Data Center de respaldo se encuentra ubicado en el Edificio Ñaquito Figura 3.7. Para interconectar las agencias, edificios y centrales de la Empresa Eléctrica Quito se utiliza enlaces con los proveedores TRANSELECTRIC, Telconet, CNT y la misma red de la institución. Estos enlaces se conectan a través de routers, switch y gateway que ayudan a brindar una gestión de comunicación unificada pero a la vez de trabajo independiente Figuras 3.8 y 3.9.

En el caso particular de la conexión con Torre Alba y Edificio Fortune Plaza se utiliza un radio enlace que se comunica directamente con la Matriz las Casas y para proteger la red de esta institución se utiliza los equipos Firewall de marca Fortigate que impiden el acceso a la red a cualquier software maligno o intruso no deseado.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones y la empresa TELECONET proveen los enlaces para la comunicación entre EEQ con sus agencias, con lo que acopla más a esta institución. Figura 3.9.

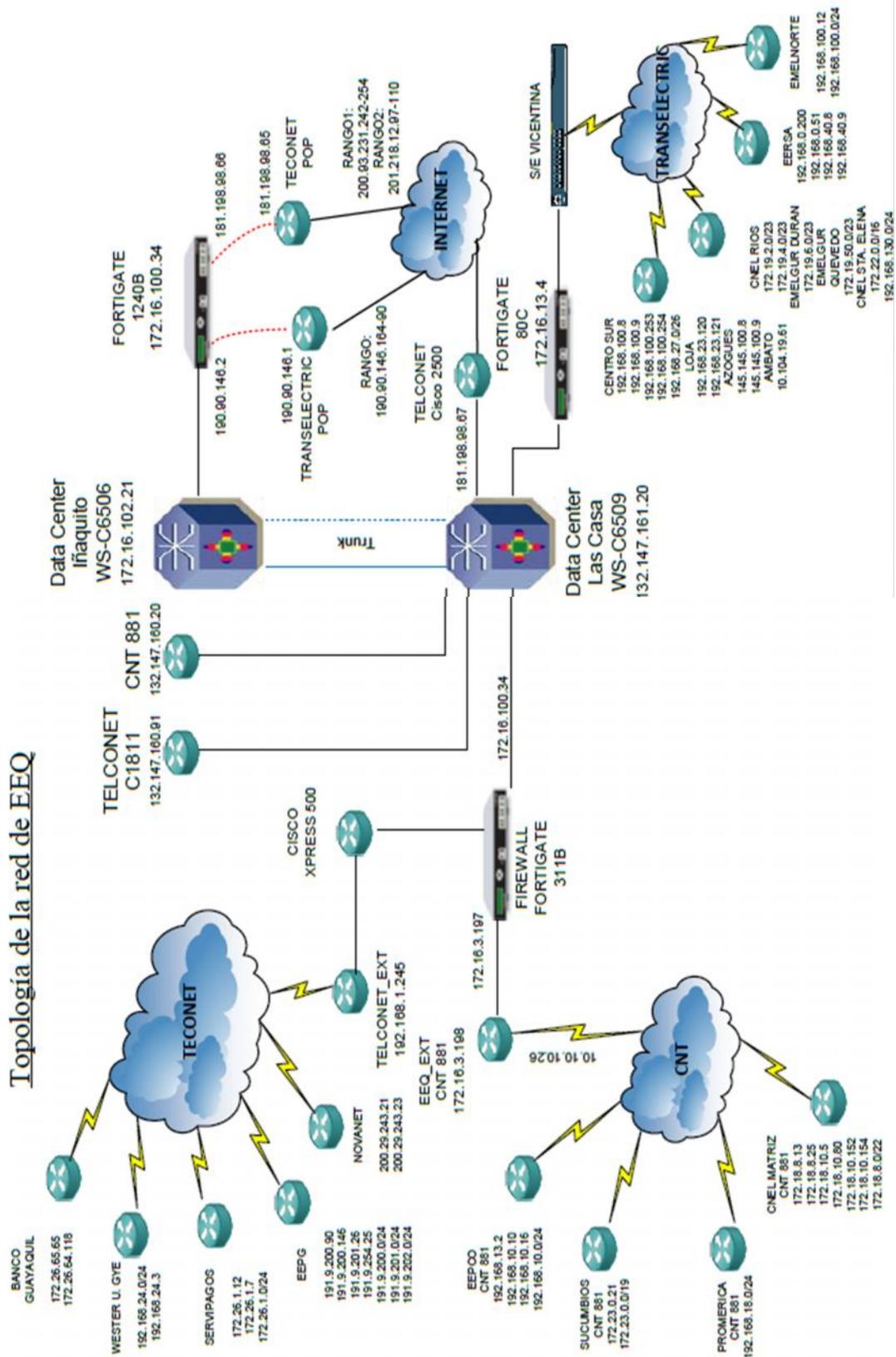


Figura 3.7 Red Actual de Empresa Eléctrica Quito.

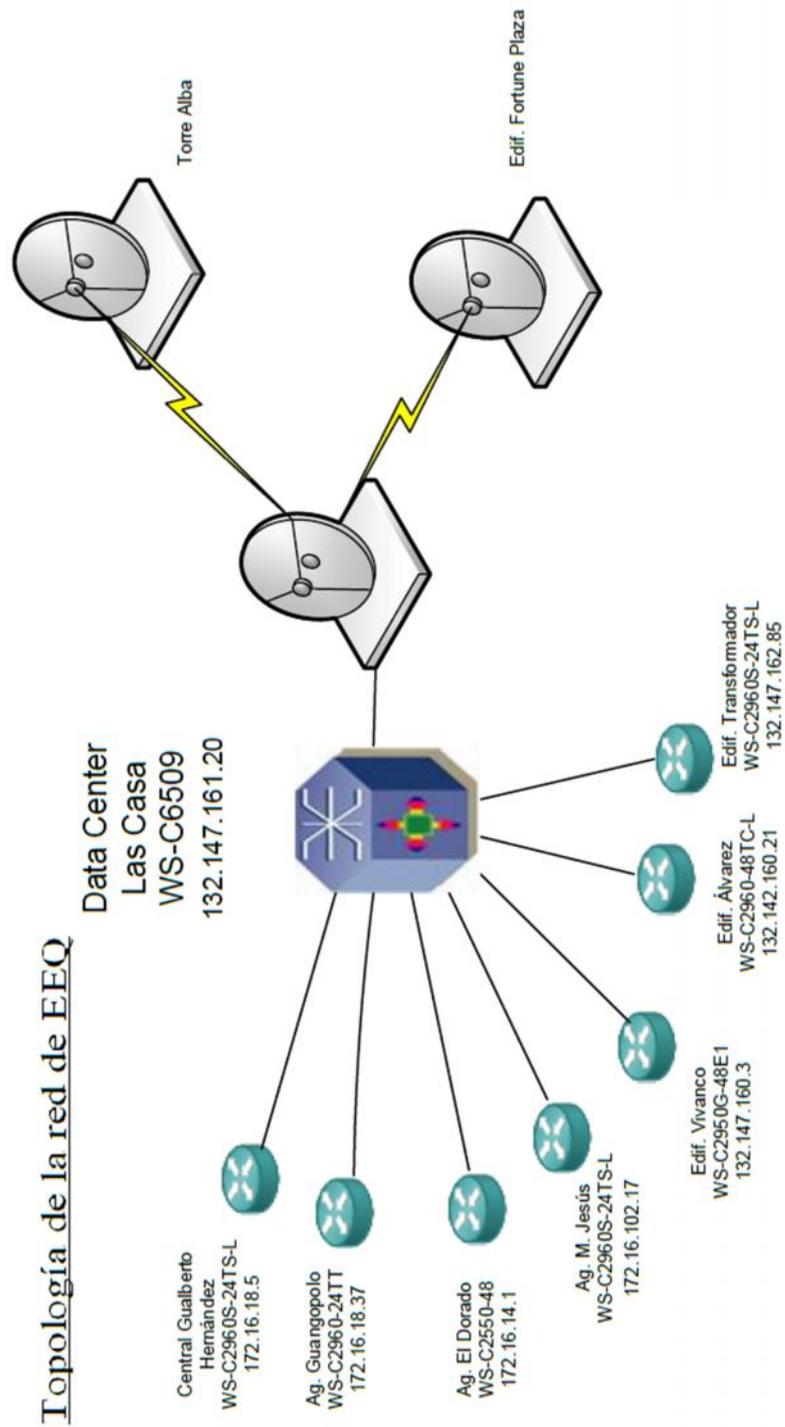


Figura 3.8 Red Actual de Empresa Eléctrica Quito hacia Centrales y Edificios.

3.1.4. Sectores de Cobertura

Los sectores de cobertura con la central telefónica ALCATEL:

1. Agencia Aeropuerto
2. Agencia Baeza
3. Agencia Calderón
4. Agencia Chiriyacu
5. Agencia Conocoto
6. Agencia Cumbaya
7. Agencia El Inca
8. Agencia El Quinche
9. Agencia Iñaquito
10. Agencia Los Bancos
11. Agencia Machachi
12. Agencia Nanegalito
13. Agencia Pedro Vicente Maldonado
14. Agencia Plaza del Valle
15. Agencia Puellaro
16. Agencia Quito Centro
17. Agencia San Antonio
18. Agencia Sangolquí
19. Agencia Solanda (Ajavi)
20. Agencia Tumbaco
21. Balcon de servicios Valle de los Chillos
22. Central Gualberto Hernández.
23. Central Hidroelectrica Guangopolo
24. Edificio Álvarez
25. Edificio El Dorado
26. Edificio Fortune Plaza
27. Edificio Matriz Las Casas
28. Edificio Mariana de Jesús
29. Edificio Transformador
30. Edificio Vivanco
31. Torre Alba

3.1.5. Diagrama de la red telefónica actual de EEQSA

Empresa Eléctrica Quito cuenta con una de red telefónica, que se fundamenta en tener servidores Alcatel Lucent OmniPCX Enterprise de comunicaciones ubicadas en Las Casas e Iñaquito con los módulos de tarificación, mensajería y conferencia web, fax, software de IVR y el grabador de llamadas que se encargan de administrar la central telefónica y el call center, figura 3.10.

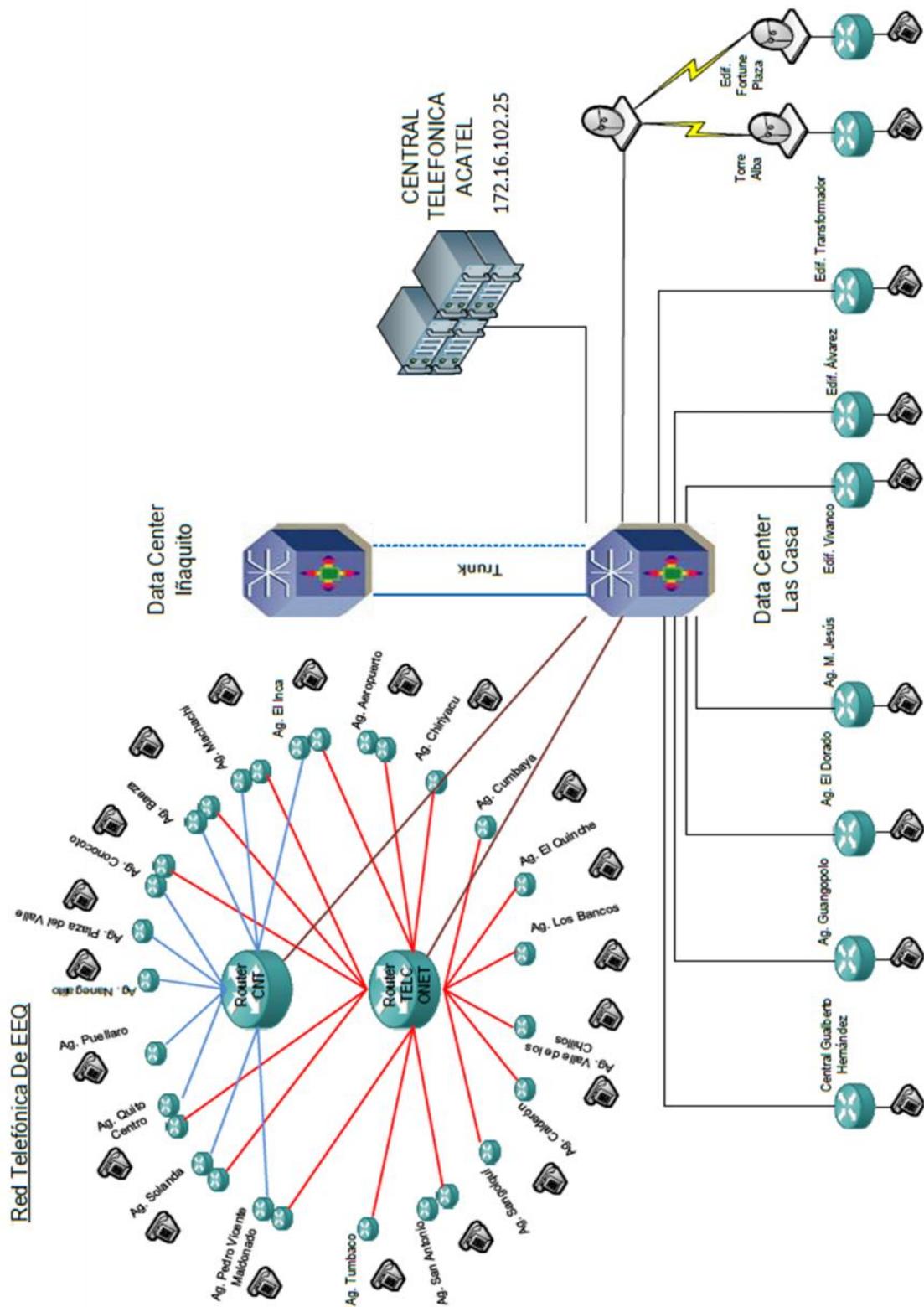


Figura 3.10 Red Telefónica de Empresa Eléctrica Quito.

En los otros edificios, centrales, subestaciones y agencias también constan de una red telefónica conmutada con módulos independientes que van según las necesidades de estos sitios.

3.2. Corporación Nacional de Electricidad Sucumbíos

La red de la Corporación Nacional de Electricidad Sucumbíos está diseñada para abastecer los servicios de transmisión de datos y comunicación con el personal de CNEL Sucumbíos y el resto de Agencias que conforman Corporación Nacional de Electricidad. Pero a partir del convenio, en el cual Empresa Eléctrica Quito pasa a administrar a CNEL Sucumbíos se ve la necesidad de tener una comunicación permanente entre estas dos entidades, motivo por el cual se desea proveer los servicios de telefonía, mensajería y Fax.

3.2.1. Equipos de datos

Los equipos que conforman la red de comunicaciones constan de los siguientes elementos:

- Servidor
- Routers
- Switches
- Firewall

3.2.1.1. Servidores

Elastix 3000

Esta central telefónica pequeña en hardware pero de gran capacidad, puede manejar hasta 95 llamadas simultáneas y con capacidad de expandirse hasta con dos slots PCI. Posee un aspecto elegante con una pantalla LCD que permite ver las estadísticas con dos núcleos Intel Duo de poder [5].

Tabla 3.11 Características Técnicas de la central telefónica Elastix 3000 [5].

Elastix 3000	
Puertos analógicos	24
Puertos digitales	2 E1/T1/J1
Puertos PCI	2
Puertos USB	4
Extensiones SIP/IAX	250
Sistema operativo	32 bits
Memoria RAM	4GB(DDR3)
Disco Duro	250 o 500 GB
Potencia nominal	1800 W
Voltaje operativo	120/240 V
Dimensiones	70 X 425 X 342 mm

3.2.1.2. Routers

Cisco 881 Integrated Services Routers (ISR)

Cisco 881 es la plataforma de enrutamiento que funciona como puerta de enlace SIP y señalización de transporte durante TLS. Además proporciona servicios de conectividad y seguridad en un único dispositivo, ofreciendo velocidades de banda ancha y una gestión simplificada [31].

3.2.1.3. Switches

3COM 4500

Estos Equipos 3COM de la familia 4500 proporcionan una conectividad LAN flexible y segura ofreciendo un switching de capa 2 y routing dinámico de capa 3 con la funcionalidad de QoS para 26 y 50 puertos, Figura 3.11. Además este equipo detecta la presencia de teléfonos IP y ofrece privilegio al tráfico IP automáticamente [44].

Tabla 3.12 Características Técnicas del switch 3COM 4500 [44].

3COM 4500	
Capacidad de Switching	50 puertos: 13,6 Gbps 26 puertos: 8,8 Gbps
Ancho de banda de apilamiento	2 Gbps full dúplex
Direcciones MAC	8000
VLAN (802.1Q)	256
Control de trafico	Full dúplex IEEE 802.3x Presión trasera para half dúplex
Rutas	Rutas estáticas: 12 Dinámicas / Estáticas : 1990/10
Routing IP	Interfaces IP: 4 V1y v2: 2000 rutas Aprendizaje local :10 rutas
Capacidad de apilamiento	8 unidades ó 384 puertos fast Ethernet
Priorización de trafico	CoS/QoS (IEEE 802.1p) en salida DSCP EF Reenvió autorizado de código Diffserv para VoIP
Fuente de alimentación	Frecuencia de línea 50/60 Hz Tensión de entrada 90-240 VAC
Dimensiones	43.6 X 440 X 270 mm 43.6 X 440 X 427 mm
Peso	3,3 Kg 6,2 Kg

**Figura 3.11** Figura del Equipo 3COM [44].

3.2.1.4. Firewall

Endian Community

Este software es una llave para la seguridad en Linux que hace un dispositivo de seguridad con función de inspección de paquetes, proxies para aplicativos con varios protocolos como HTTP, FTP, POP3, SMTP y

soporte de antivirus y filtrado de spam para el tráfico del Internet y el correo electrónico, Figura 3.12. [45]

Tabla 3.13 Características Técnicas de Endian Community [45].

Elastix 3000	
Seguridad de Red	Si
Seguridad Web	Si
Seguridad de Correo	Si
Redes virtuales privadas	Si
Enrutamiento	Si
Registro	Si
Conectividad	USB UMTS/3G
Traslado de dirección de red (NAT)	Si

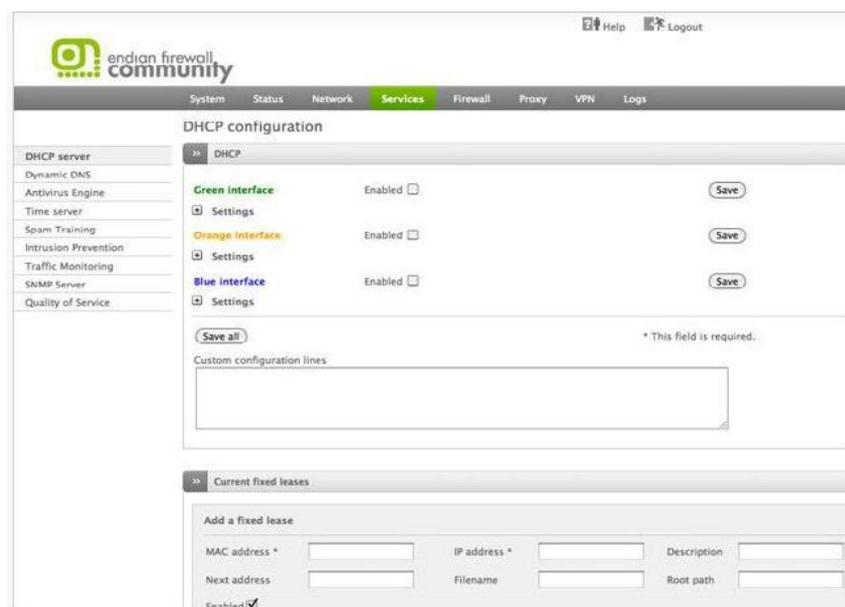


Figura 3.12 Logo de Endian Firewall Community [46].

3.2.2. Equipos de telefonía

Los equipos emisores y receptores con los que se emite y recibe voz y datos son los siguientes:

- Teléfonos digitales

- Softphone

3.2.2.1. Teléfonos digitales

Elastix LXP200

Este equipos de la corporación Elastix posee una funcionabilidad IP que puede ser usado en oficinas, utilizando la misma red empresarial que incorpora una pantalla gráfica retroiluminada y calidad de sonido HD, por lo que se puede aprovechar en sitios ruidosos y centros de contactos, Figura 3.13 [47].

Tabla 3.14 Características Técnicas de Elastix LXP200 [47].

Elastix LXP200	
Codecs soportados	G.729 a/b G.722 G.711 u/a/law G.726 G.723.1
Compatible PoE	Si
N° Puertos Ethernet	2 X 10/100
Métodos de aprovisionamiento	HTTP TFTP FTP Interfaz Web
Sistemas compatibles	Asterisk / Sistemas SIP
Protocolos soportados	SIP
N° de líneas	2
Conferencia	3



Figura 3.13 Equipo Elastix LXP200 [47].

3.2.2.2. Softphone

Zoiper

Es un aplicativo para llamadas de VoIP disponible para Windows, Mac, Linux, iOS, y Android, e ideal para ser usado en callcenter, CRM, ERP o en gestión de contactos. Este softphone soporta protocolos IAX y SIP con excelente calidad de audio y menor latencia, figura 3.14 [48].

Tabla 3.15 Características Técnicas de Softphone Zoiper [48].

Zoiper	
Reduccion de latencia	Si
Cancelación de eco	Si
Soporta bluetooth	Si
Llamadas soportadas	3G y WiFi
Protocolos	SIP, IAX y RFC
Multitarea	Si
Protocolos de transportes	UDP y TCP
Codecs	G.711 ulaw / ALAW GSM



Figura 3.14 Ventana principal del Softphone Zoiper [48].

3.2.3. Topologías

La Corporación Nacional de Electricidad Sucumbíos posee una infraestructura de red, que está centralizada con un Data Center localizado en Sucumbíos, Figura 3.14. Este Data Center se comunica con todas las agencias de CNEL Sucumbíos, a través de la red corporativa que proporciona CNT. Para la protección de la red propia de CNEL Sucumbíos se utiliza el Firewall Endian Community proporcionando seguridad para el manejo del tráfico seguro de esta red.

Topología de la red de Sucumbios

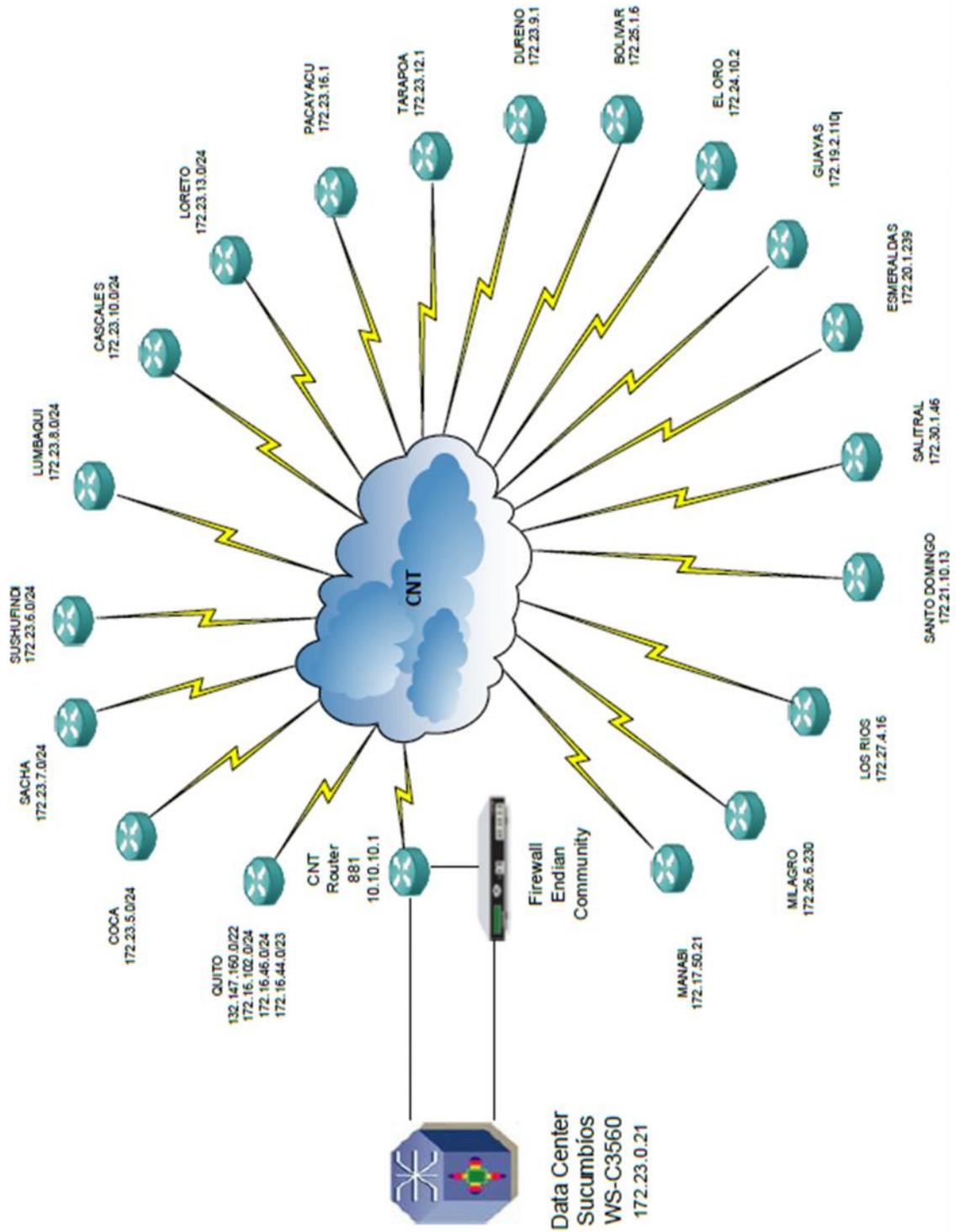


Figura 3.15 Red Actual de CNEL Sucumbios.

3.2.4. Sectores de Cobertura

1. Agencia Coca
2. Agencia Sacha
3. Agencia Shushufindi
4. Agencia Lumbaqui
5. Agencia Cascales
6. Agencia Loreto
7. Agencia Pacayacu
8. Agencia Tarapoa
9. Matriz Lago Agrio

3.2.5. Diagrama de la red telefónica actual de CNEC Sucumbíos

La Corporación Nacional de Electricidad Sucumbíos posee una infraestructura de red telefónica, basada en su central telefónica Elastix 3000 ubicada Lago Agrio, Figura 2.14. Esta central telefónica de un solo módulo consta de tarifación, mensajería y conferencia web, fax, software IVR. Para la comunicación con el resto de las agencias de CNEC Sucumbíos utiliza la misma red de la institución y los enlaces que provee CNT para la comunicación a través de routers, switch y conversores de fibra ópticas que consolidan la comunicación en esta institución.

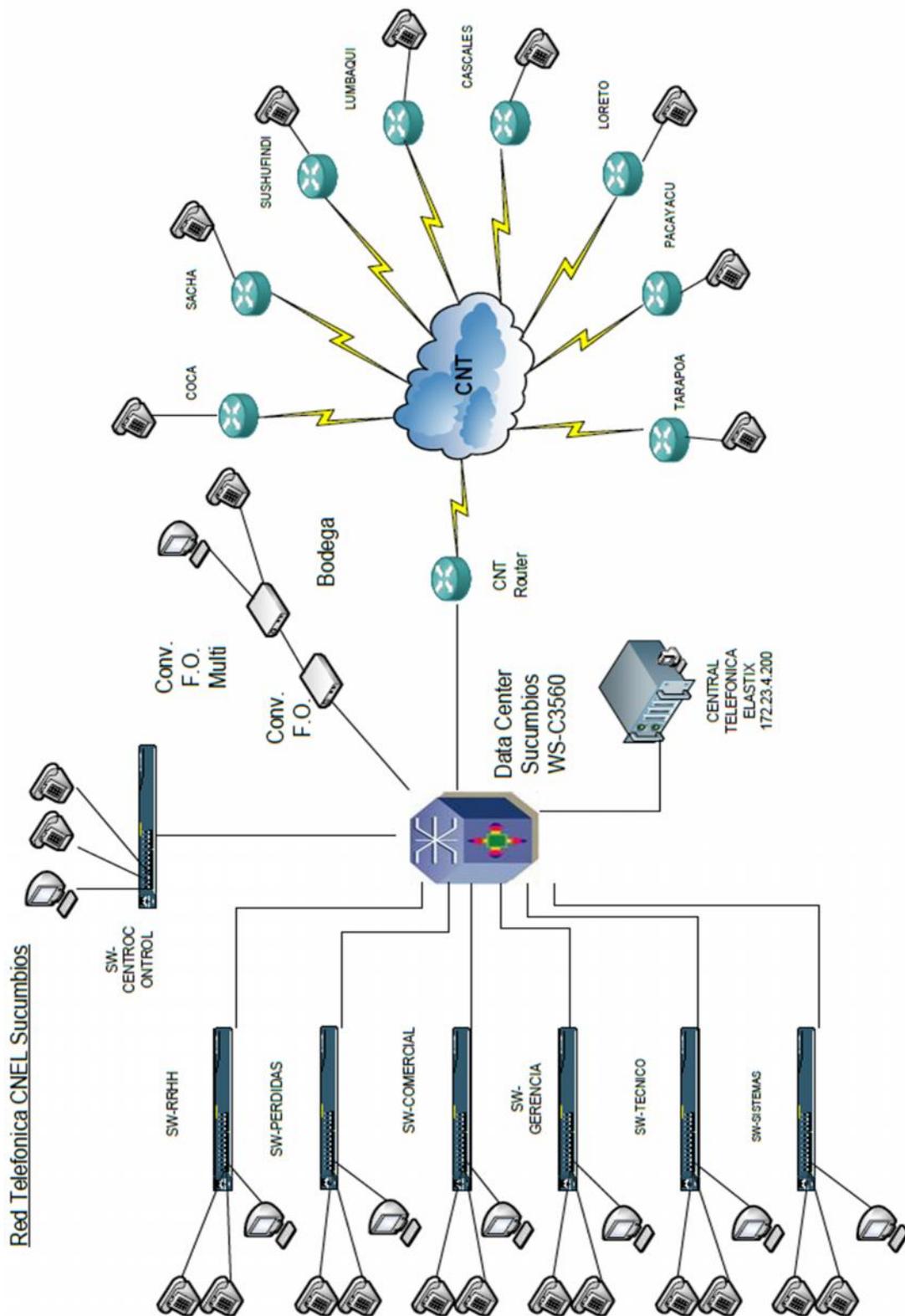


Figura 3.16 Red Telefónica de CNEL Sucumbios

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED WAN

Este capítulo se enfoca a la fase de diseño y dimensionamiento de la integración de las centrales telefónicas de Empresa Eléctrica Quito y CNEL Sucumbíos. Por esta razón se ha recopilado información importante relacionada con la situación actual de estas dos instituciones. El análisis del tráfico en la red con la cual se comunican es importante para mejorar la infraestructura de comunicación y servicios.

Como primer punto, se hará una descripción de la integración de las centrales telefónicas Elastix de CNEL Sucumbíos y Omni PCx Alcatel de EEQ, en base a las características en común de estas y los requerimientos de la Empresa Eléctrica Quito para posteriormente realizar el cálculo de ancho de banda adecuado de la red WAN para dar un óptimo servicio, y finalmente detallar la interconexión con un plan de numeración con el cual no afecte a ninguna de las dos partes.

4.1. Descripción de la integración de las centrales telefónicas Elastix de CNEL Sucumbíos y Omni PCx Alcatel de la EEQS.A.

Para realizar la integración entre estas dos centrales se analizaron las características de las mismas, protocolos de comunicación y los codecs, que facilita cada central para su uso. De forma secuencial se revisaron los servicios que brindan las dos centrales para sacar el máximo provecho de estas y poder dar un mejor servicio en las dos instituciones. Posteriormente se realizó un sistema de numeración sin afectar al sistema de marcado ya establecido en Empresa Eléctrica Quito y en CNEL Sucumbíos, debido a su funcionamiento independientemente.

Seguido se configuró la central Elastix de CNEL Sucumbíos para que tenga comunicación con la central Alcatel de Empresa Eléctrica Quito, donde se establecieron las rutas, las troncales, codecs y nuevas extensiones.

Asimismo se realizó un seguimiento del tráfico de la red WAN antes, durante y después de la integración donde se verificó el crecimiento de tráfico en el enlace después de la integración que conecta telefónicamente estas dos instituciones, y finalmente se hicieron pruebas y verificación de la calidad en las llamadas desde las agencias de la Empresa Eléctrica Quito hacia la Corporación Nacional de Electricidad Sucumbíos y viceversa.

4.2. Dimensionamiento del ancho de banda de la red WAN

Para el dimensionamiento de VoIP es importante tomar en cuenta los codecs a utilizar, así como el tipo de conexión. El codec seleccionado para la central Alcatel es el G723, mientras que la central Elastix es tendrá G711, los cuales se podrán comunicar mediante un traductor habilitado en la central Alcatel, Figura 4.1, y como medio de transporte Ethernet con el que obtendremos el mayor ancho de banda.

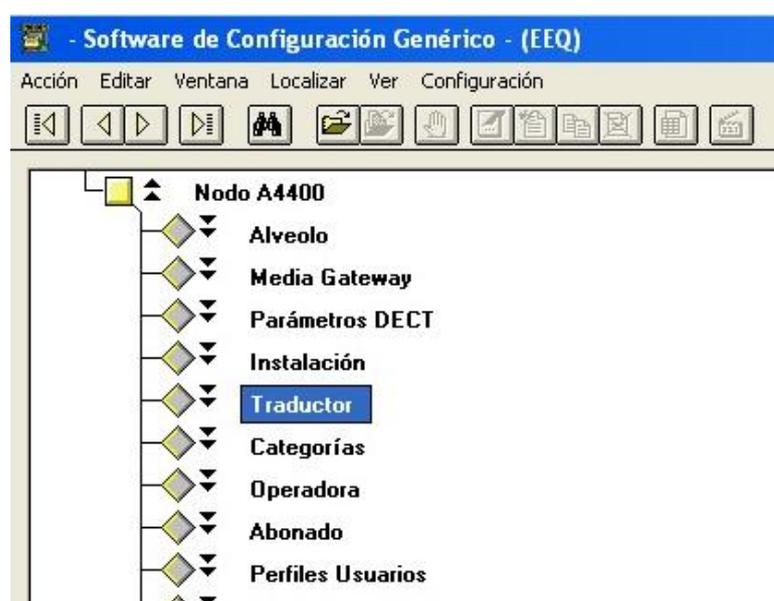


Figura 4.1 Figura del Traductor de Codec's de la Central Alcatel Omni PCX Enterprise.

Número de llamadas aproximadas = 20 llamadas que se configuró en la central Elastix para que pueda establecerse con la central Alcatel, y representa el mayor número de llamadas que se pueden mantener al mismo tiempo y la cifra de bloqueo 0,03 que es una cifra razonable y además alta, la que las personas que llamen obteniendo un bloqueo será del 3%.

Tabla 4.16 Ancho de Banda de VoIP de acuerdo al códec

Codec	Codec Speed	Sample Size
G.711	64000	240
G.711	64000	160
G.723r63	6300	48
G.723r63	6300	24
G.723r53	5300	40
G.723r53	5300	20

Se realizará el análisis para los codec's G711 y G723 que se utilizan para la comunicación telefónica con el software para el cálculo de Erlag B "Erlangs and VoIP Bandwidth calculator".

Con 20 llamadas que soporta la central Elastix y un bloqueo de 0.03, se tiene un valor de 13.95 Erlang Figura 4.2.

Figura 4.2 Calculo de Erlang

Con el valor de 13.95 procedemos a obtener el ancho de banda que ocupara el códec G.711 en VoIP, que será un valor máximo de 1.84Mbps, Figura 4.3

Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator		
Coding algorithm		
G.711 (PCM) 64kbps uncompressed ▼		
Packet duration		
20 milliseconds (160 samples) ▼		
BHT (Erl.)	Blocking	B/W (kbps)
<input type="radio"/> Unknown	<input type="radio"/> Unknown	<input checked="" type="radio"/> Unknown
13.950	0.010	1840

Figura 4.3 Calculo del ancho de banda para G.711

En cambio para el códec G.723, que es un codificador de voz híbrida, con alta tasa de bits utilizando Multi-Pulse Cuantificación máxima verosimilitud (MP-MLQ) y baja tasa de bits utilizando código algebraico Excited Linear Prediction (CELP) para las 20 líneas ocupadas con un bloqueo del 0.03 tenemos 342 Kbps y 320 Kbps respectivamente, Figura 4.4 y 4.5.

Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator		
Coding algorithm		
G.723.1 (MP-MLQ) 6.4kbps compression ▼		
Packet duration		
30 milliseconds (1 sample) ▼		
BHT (Erl.)	Blocking	B/W (kbps)
<input type="radio"/> Unknown	<input type="radio"/> Unknown	<input checked="" type="radio"/> Unknown
13.950	0.030	342

Figura 4.4 Calculo del ancho de banda para G.723 MP-MLQ

Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator		
Coding algorithm		
G.723.1 (ACELP) 5.3kbps compression		
Packet duration		
30 milliseconds (1 sample)		
BHT (Erl.)	Blocking	B/W (kbps)
<input type="radio"/> Unknown	<input type="radio"/> Unknown	<input type="radio"/> Unknown
13.950	0.030	320

Figura 4.5 Calculo del ancho de banda para G.723 ACELP

4.3. Servicios en la plataforma convergente

Este proyecto de grado se basa solo en el servicio de voz, pero las plataformas convergentes de la Empresa Eléctrica Quito así como las de CNEL Sucumbíos pueden soportar servicios de:

- Voz.
- Datos.
- Video conferencia.
- Fax.
- Mensajería.
- Correo electrónico.

4.4. Configuración del plan de numeración

Para la configuración del plan de numeración se tomó en cuenta el número de dígitos que tiene cada institución y los prefijos libres que se puede utilizar en las centrales telefónicas.

Como Empresa Eléctrica Quito tiene una marcación de 4 dígitos, a diferencia de CNEL Sucumbíos que tiene una marcación de 3 dígitos Tabla 4.2. Por esta razón para comunicarse desde CNEL Sucumbíos hacia Empresa Eléctrica Quito se hace un marcado normal sin prefijos, por el contrario en la central telefónica Alcatel se configuro el prefijo #9, que se antepone a las extensiones de CNEL Sucumbíos.

Tabla 4.2 Plan de numeración de Empresa Eléctrica Quito

LUGAR	PLAN DE NUMERACIÓN
Edificio Matriz las Casas Agencia Los Bancos Central Hidroeléctrica Guangopolo Torre Alba	1100 a 1999
Edificio Fortune Plaza Edificio El Transformador Edificio Vivanco	2000 a 2999
Edificio Mariana de Jesús	3000 a 3999
Edificio Álvarez	4000 a 4599
Agencia El Inca	4800 a 4899
Edificio El Dorado	5000 a 5499
Agencia Ajaví	5500 a 5599
Agencia Iñaquito	5600 a 5799
Agencia Machachi	6000
Agencia Sangolquí	6100
Agencia Conocoto Agencia Plaza del Valle Balcón de Servicios Valle de los Chillos	6200
Central Gualberto Hernández	6300
Agencia y central Cumbayá	6400 a 6599
Agencia Tumbaco	6600
Agencia Baeza	6700
Agencia El Quinche	6800
Agencia Calderón	6900
Agencia San Antonio	7000

Agencia Nanegalito	7100
Agencia Pedro Vicente Maldonado	7200
Agencia Puéllaro	7300
Agencia Aeropuerto	7400
Agencia Quito Centro	7500
Agencia Chiriyacu	7600
Matriz Sucumbíos(Lago Agrio)	#9101 a #9186 y 6720 y 6721
Agencia Coca	#9150 a #9154 y #9178
Agencia Shushufindi	#9155 a #9156 y #9171
Agencia Sacha	#9157 y #9158
Agencia Lumbaqui	#9159
Agencia Cascales	#9160
Agencia Loreto	#9161
Agencia Pacayacu	#9176
Agencia Tarapoa	#9177

La Tabla 4.2 indica el plan de numeración y la forma de marcado desde Empresa Eléctrica Quito hacia sus propios edificios, agencias y centrales, así como también el marcado para CNEL Sucumbíos y sus respectivas agencias. Se puede observar que el #9 aparece en el plan de numeración para todo CNEL Sucumbíos en la que están las extensiones desde la 101 a la 186 con la central Elastix y las extensiones 6720 y 6721 que son configuradas con la central Alcatel para una comunicación directa con el área de sistemas de CNEL Sucumbíos Matriz que queda ubicada en Lago Agrio. Para llegar a las otras agencias se utilizan enlaces dedicados con la Corporación Nacional de Telecomunicaciones que se conectan a la red de la central Elastix con la cual se puede dar el servicio de telefonía. Las

extensiones 159,160, 161, 176 y 177 son provenientes de teléfonos IP que son instalados en las diferentes agencias dedicadas a la parte de cobranzas por lo que no hay necesidad de muchas extensiones.

Tabla 17 Plan de numeración de CNEL Sucumbíos.

LUGAR	PLAN DE NUMERACIÓN
Matriz Sucumbíos(Lago Agrio)	101 a 186 y 6720 y 6721
Agencia Coca	150 a 154 y 178
Agencia Shushufindi	155 a 156 y 171
Agencia Sacha	157 y 158
Agencia Lumbaqui	159
Agencia Cascales	160
Agencia Loreto	161
Agencia Pacayacu	176
Agencia Tarapoa	177
Edificio Matriz las Casas Agencia Los Bancos Central Hidroeléctrica Guangopolo Torre Alba	1100 a 1999
Edificio Fortune Plaza Edificio El Transformador Edificio Vivanco	2000 a 2999
Edificio Mariana de Jesús	3000 a 3999
Edificio Álvarez	4000 a 4599
Agencia El Inca	4800 a 4899
Edificio El Dorado	5000 a 5499
Agencia Ajaví	5500 a 5599

Agencia Iñaquito	5600 a 5799
Agencia Machachi	6000
Agencia Sangolquí	6100
Agencia Conocoto Agencia Plaza del Valle Balcón de Servicios Valle de los Chillos	6200
Central Gualberto Hernández	6300
Agencia y central Cumbayá	6400 a 6599
Agencia Tumbaco	6600
Agencia Baeza	6700
Agencia El Quinche	6800
Agencia Calderón	6900
Agencia San Antonio	7000
Agencia Nanegalito	7100
Agencia Pedro Vicente Maldonado	7200
Agencia Puéllaro	7300
Agencia Aeropuerto	7400
Agencia Quito Centro	7500
Agencia Chiriyacu	7600

La Tabla 4.3., indica el plan de numeración con el que pueden marcar desde CNEL Sucumbíos hasta Empresa Eléctrica Quito, el cual utiliza 4 dígitos para la comunicación interna, por lo que se configuró la central Elastix para que al detectar 4 dígitos se dirija a la central Alcatel. Empresa Eléctrica Quito tiene organizado su plan de numeración en la cual el mayor número de extensiones se encuentran en los edificios, agencias, torres y centrales que conformaron la primera red de EEQ como son: Edificio

Matriz las Casas, Central Hidroeléctrica Guangopolo, Torre Alba, Edificio Fortune Plaza, Edificio El Transformador, Edificio Vivanco, Edificio Mariana de Jesús, Edificio Álvarez, Edificio El Dorado y Agencia Los Bancos que ocupan la mayor parte de áreas corporativas el resto de agencias tienen configuradas dos dígitos para facilitar su localización, estas son 56XX, 57XX, 6XXX y del 70XX al 76XX.

4.5. Implementación de la interconexión

4.5.1. Configuración de la Central telefónica Alcatel Omni PCX Enterprise

La configuración de la central Alcatel Omni PCX Enterprise se la ejecutó en el entorno gráfico que presta esta central, para lo cual se tomó en cuenta las características de instalación que tiene esta central telefónica, en especial el tipo de muestreo a utilizar puesto que el tipo de Codec debe ser el mismo en todas las centrales que se comuniquen entre sí Figura 4.6.



Figura 4.6 Figura de la Configuración de la Central Alcatel Omni PCX Enterprise.

Seguido se creó una pasarela SIP direccionando la central Alcatel con IP 172.16.102.25, Figura 4.7 y servirá para configurar la troncal que comunicará con la central telefónica Elastix 3000. La Empresa Eléctrica Quito tiene un enlace de 4 Mbps directo con CNEL Sucumbíos, no requiere autenticación, pero si el direccionamiento de la central telefónica Elastix con IP 172.23.4.200 para que puedan interconectarse entre sí, con protocolo SIP.

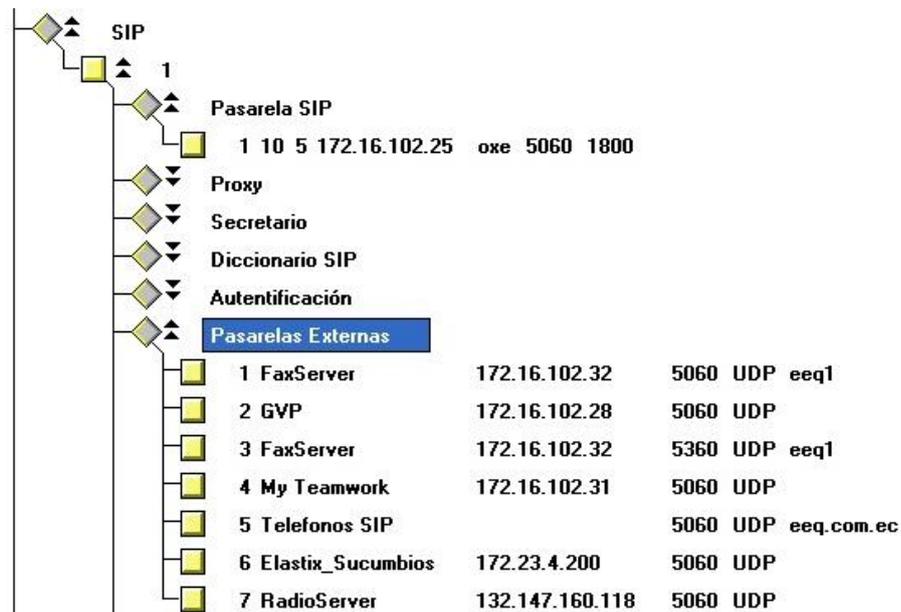


Figura 4.7 Figura de la Configuración del Enlace SIP

Para el grupo de enlace se especifica la multiplexación que tendrá el número de canales sobre el medio de comunicación. Debido a que la señal analógica es muestreada, la central Alcatel nos permite escoger el nivel de multiplexación se escogió T2 (6312 kbps) y el tipo de protocolo a usar SIP Figura 4.8.

Para culminar la configuración de la central Alcatel debemos diferenciar la llamada con un prefijo el cual fue escogido como #9 para ello se crea en Plan de prefijo que es la opción donde se diferencia las llamadas o especifica números especiales. Esta opción se encuentra en la parte de Traductor, y en la opción de Tablas ARS indica donde se direccionará las llamadas con el prefijo #9 y también sirve para configurar números especiales Figura 4.9.

Nr. grupo de enlace	5
Tipo grupo	T2
Nombre del grupo	LVP
Nombre del grupo de enlaces UTF8	
Nr. del nodo	1
Grupo transcom	<input type="checkbox"/> Sí
Reserva automática por operador	<input type="checkbox"/> Sí
Nr. grupo desbordamiento	-1
Toma sobre toma	<input type="checkbox"/> Sí
Grupo privado	<input checked="" type="checkbox"/> Sí
Búsqueda de persona	
Nr. de tabla búsqueda	
Señalización Discapers.	
Control de ronda	
T2 específico	SIP

Figura 4.8 Figura de Configuración de Grupo de Enlace

En la tabla ARS de prefijo #9 se la enlaza al grupo con la cual se especificó las características que tendrá la troncal como el nombre de la ruta, la ruta, el tipo de ruta y la calidad, que llevará a comunicarse con la central Elastix Figura 4.10.

Número	9
Significación prefijo	Toma gr. enl. prof. ARS con solap.
Información prefijo	
Nr. de la Red	
Grupo enlaces ABC-F / Nr. Nodo	
Número de dígitos	
Facilidades del terminal	

Figura 4.9 Figura de la tabla ARS #9.

The screenshot shows a configuration window titled "Edición VEEQ...ARS::1\Tabla de encaminamiento ARS::13\Encaminamien...". The window contains a list of configuration parameters for a routing table, each with a help icon (question mark) and a corresponding input field or dropdown menu.

Parámetro	Valor
Ruta	[]
Nombre	Elast.Sucum
Origen grupo enlaces	Ruta
Grupo Enlace	4
Número de dígitos a eliminar	0
Dígitos a añadir	[]
Nr. tabla comandos marc.	6
Umbral coste VPN	0
Tipo protocolo	Dependiendo tipo grupo
Nr. descripción plan numeración	255
Tipo de ruta	Pública
Id. de direcciones ATM	-1
Preempter	<input type="checkbox"/> Sí
Calidad	01: Voz

At the bottom of the window, there are buttons for "Ok", "Anterior", "Siguiete", and "Cerrar".

Figura 4.10 Figura de la Configuración de ARS #9.

4.5.2. Configuración de la Central telefónica Elastix 3000



Figura 4.11 Figura del modo gráfico de la Configuración Básica.

La configuración de la Central telefónica Elastix se la realizó en el ambiente gráfico que proporciona esta central Figura 4.11. Primero se configuró la opción de Troncales para establecer comunicación con la central

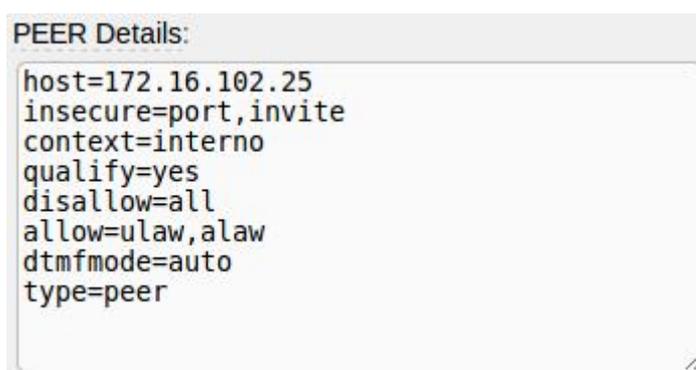
de Alcatel Omni PCX Enterprise que interconecta las llamadas internas con las externas utilizando protocolo SIP y habilitando todos los caller ID Figura 4.12.



Trunk Name:	troncal-sip-a-Quito
Outbound Caller ID:	
CID Options:	Allow Any CID ▼

Figura 4.12 Figura de Nombre de la Troncal y habilitación de Caller ID.

Seguido se escribe las características del proveedor, las cuales van a ser asignadas cuando se utilice esta troncal Figura 4.13.



```
PEER Details:
host=172.16.102.25
insecure=port,invite
context=interno
qualify=yes
disallow=all
allow=ulaw,alaw
dtmfmode=auto
type=peer
```

Figura 4.13 Figura de las características de la troncal.

Donde esta troncal tendrá las siguientes características:

- host=172.16.102.25; es la dirección IP de la central Alcatel Omni PCX Enterprise ubicada en Empresa Eléctrica Quito a la cual se direccionará todas las llamadas que pasen por esta Troncal.
- insecure=port, invite; define la conexión con la central telefónica Alcatel.
- context=interno; Indica que el contexto asociado al dialplan va a ser por la central Elastix.

- Qualify=yes; Indica que la latencia entre conexiones es menor a 2 segundos.
- disallow=all; Desactiva los codecs.
- allow =ulaw,alaw; Permite el funcionamiento del códec ulaw u alaw.
- dtmfmode=auto; Permite los dos modos de transmisión de los tonos.
- Type=peer; Indica que la configuración es para proveedor

Con este tipo de configuración indicamos que es para un proveedor, y redireccionará las llamadas que paseen por esta troncal hacia la dirección host 172.16.102.25. Así mismo con context=interno configura que todas las llamadas pasarán por la central Elastix para una mejor administración teniendo siempre en cuenta que la latencia será menor a 2s, pues con los comandos allow y disallow activa el códec que mejor responda a la llamada y desactiva el otro que no se esté utilizando, con los tonos de transmisión que mejor se adapte.

The image shows a web-based configuration interface titled "Route Settings". It contains several input fields and checkboxes:

- Route Name:** HaciaQuito
- Route CID:** (empty text box)
- Route Password:** (empty text box)
- Route Type:** Includes checkboxes for "Emergency" and "Intra-Company", both of which are unchecked.
- Music On Hold?:** A dropdown menu with "default" selected.
- Time Group:** A dropdown menu with "---Permanent Route---" selected.
- Route Position:** A dropdown menu with "---No Change---" selected.
- Override Extension:** An unchecked checkbox.

Figura 4.14 Figura de Configuración de la Ruta

Para culminar la configuración de la integración entramos a la opción de Rutas Saliente y en ajustes de ruta proporcionar un nombre con el que se va a diferenciar de las otras rutas, caller ID si es necesario identificar la ruta, en

nuestro caso nos interesa identificar por extensión por lo que no ponemos identificación CID Figura 4.14.

Figura 4.15 Figura de Configuración de Prefijos Numéricos.

En Dial Patterns that will use this Route se configuró la forma del marcado con el que se va a identificar a la ruta, y como la diferencia de CNEL Sucumbíos con respecto a Empresa Eléctrica Quito es un dígito colocaremos – XXXX – indicando que si en los equipos telefónicos se marca 4 dígitos tendrá que salir por la ruta HaciaQuito Figura 4.15.

Figura 4.16 Figura de Selección de troncal

Por último seleccionamos la troncal con la que direccionamos todas las llamadas salientes de cuatro dígitos troncal-sip-a-Quito, que fue creada en la opción troncal y tendrán como destino la central telefónica de Alcatel Omni PCX Enterprise Figura 4.16.

CAPÍTULO V

5. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. Pruebas en Corporación Nacional de Electricidad Sucumbíos

La Figura 5.1 indica cómo se genera una llamada desde la central Elastix hasta la Central Alcatel. El establecimiento de sesión se realiza como primer paso, con una llamada desde la extensión -148-, que será procesada desde la central Elastix, para posteriormente realizar la invitación SIP a la central Alcatel. Una vez establecida la sesión se envían los datos de la extensión opuesta, como nombre de la persona con el número de extensión configurada en cada central. La secuencia de eventos según la figura 5.1 es: 4 – 1 – 2 – 3. Para el establecimiento de la llamada, en este caso de la extensión -2070- , se establecen los canales para la comunicación de voz. Para la transferencia de voz se convierte de análoga a digital dando un flujo de datos RTP y a la vez la central Elastix tiene una configuración automática para la calidad de servicio, así mismo se puede observar que por el canal 277 se enviará el flujo de datos y por el 278 se tendrá respuesta de los mismos. Para culminar la llamada se hace un hangupcall y la otra parte revisa que la llamada fue terminada. La secuencia de eventos según la figura 5.2 es: 1 – 2 – 3 – 4.

5.2. Análisis de los resultados

Con el propósito de alcanzar los objetivos planteados al inicio de este proyecto de grado se logró la comunicación entre CNEL Sucumbíos con Empresa Eléctrica Quito en el que interceden varios elementos, y en particular la voz, que forma un componente fundamental de análisis.

Para este análisis se usaron los equipos de telefonía digital situados en CNEL Sucumbíos, además se puede observar el proceso de marcación con

la solicitud del enlace “SIP/hacia-quito” hasta la transferencias de datos RTP. Así se pudo obtener y generar comunicación entre las dos centrales. A través de generación de tráfico de voz y datos entre edificios y agencias se realizaron los respectivos análisis y desempeño de los enlaces de comunicación.

5.3. Pruebas en Empresa Eléctrica Quito

En la Figura 5.3. y 5.4. Se puede constatar con WIRESHARK, la comunicación que se genera desde una extensión de Empresa Eléctrica Quito hasta la central Elastix en CNEL Sucumbíos. La Figura 5.3. indica la extensión desde cual se realizó la llamada y se comunica con la CPU principal del Alcatel la cual verifica que es una comunicación de voz y la direcciona hacia la central telefónica Omni PCX Enterprise, la que indica la dirección IP de la central Elastix con la que se gestionará la llamada con el abonado receptor, para lo cual se hace una previa sincronización, y se escoge el Codec, que es el G711 perteneciente a la central Elastix, y la G723 utiliza la central Alcatel; pero para la comunicación entre estas dos centrales, la central OMNI PCX Enterprise utiliza un traductor haciendo la comunicación posible. Para ello también utiliza la transferencia de voz mediante paquetes RTP. La secuencia de eventos según la figura 5.3 es: 1 – 2 – 3 – 5 – 4 – 6.

Para finalizar la llamada se corta la comunicación con la central Elastix y la central Alcatel verifica que no exista comunicación, ni audio, con lo que detiene la transmisión de paquetes RTP, con esto se comunica con el CPU principal de Alcatel para que termine la comunicación por lo que configura la calidad de servicio para la transferencia de datos. La secuencia de eventos según la figura 5.4 es: 1 – 2 – 3.

5.4. Análisis de resultados

Para lograr una interconexión efectiva entre Empresa Eléctrica Quito con CNEL Sucumbíos intervinieron factores como este caso específico la voz,

que es el elemento importante del análisis. Se verifica tramas RTP, UDP propias de un protocolo SIP con óptimos resultados.

5.5. Pruebas entre Empresa Eléctrica Quito y Corporación Nacional de Electricidad Sucumbíos

```

root@elx3k:~#
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Goto (macro-hangupcall,s,9)
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:9] NoOp("SIP/hacia-quito-00000277", "End of MIXMON check") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:10] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "1?noneetmenon") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Goto (macro-hangupcall,s,28)
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:28] NoOp("SIP/hacia-quito-00000277", "End of MEETME check") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:29] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "1?noautomon2") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Goto (macro-hangupcall,s,34)
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:34] NoOp("SIP/hacia-quito-00000277", "TOUCH_MONITOR_OUTPUT=") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:35] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "1?noautomon2") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Goto (macro-hangupcall,s,41)
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:41] NoOp("SIP/hacia-quito-00000277", "MONITOR_FILENAME=") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:42] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "1?skipprg") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:s,45] Goto (macro-hangupcall,s,45)
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:45] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "1?skipbkvn") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Goto (macro-hangupcall,s,48)
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:48] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "1?theend") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Goto (macro-hangupcall,s,58)
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:58] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "1?skipprg") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:50] AGI("SIP/hacia-quito-00000277", "hangup.agi") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] res_agl.c: -- Launched AGI Script /var/lib/asterisk/agi-bin/hangup.agi
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] res_agl.c: -- <SIP/hacia-quito-00000277>AGI Script hangup.agi completed, returning 0
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:51] Hangup("SIP/hacia-quito-00000277", "") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] app_macro.c: == Spawn extension (macro-hangupcall, s, 51) exited non-zero on 'SIP/hacia-quito-00000277' in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: == Spawn extension (macro-dial-one, h, 1) exited non-zero on 'SIP/hacia-quito-00000277' in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] app_macro.c: == Spawn extension (macro-dial-one, s, 37) exited non-zero on 'SIP/hacia-quito-00000277' in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] app_macro.c: == Spawn extension (macro-exten-ym, s, 9) exited non-zero on 'SIP/hacia-quito-00000277' in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: == Spawn extension (interno, 148, 1) exited non-zero on 'SIP/hacia-quito-00000277' in new stack
root@elx3k:~#

```

Figura 5.1 Figura del establecimiento de sesión de una llamada en desde Elastix en Sucumbíos hacia Alcatel en Quito.

```

root@elx3k:~#
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [dstring@macro-dial-one:9] Set("SIP/hacia-quito-00000277", "DSTRING=SIP/1488") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [dstring@macro-dial-one:10] Set("SIP/hacia-quito-00000277", "ITER=2") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [dstring@macro-dial-one:11] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "0?begin") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [dstring@macro-dial-one:12] Set("SIP/hacia-quito-00000277", "DSTRING=SIP/148") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [dstring@macro-dial-one:13] Return("SIP/hacia-quito-00000277", "") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:27] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "0?nodial") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:28] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "0?skiptrace") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:29] GosubIf("SIP/hacia-quito-00000277", "1?ctset,1:ctclear,1") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [ctset@macro-dial-one:1] Set("SIP/hacia-quito-00000277", "DB(CALLTRACE/148)=2070")
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [ctset@macro-dial-one:2] Return("SIP/hacia-quito-00000277", "") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:30] Set("SIP/hacia-quito-00000277", "DB_OPTIONS=trw") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:31] ExecIf("SIP/hacia-quito-00000277", "0?SIPAddHeader(Alert-Info)") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:32] ExecIf("SIP/hacia-quito-00000277", "0?SIPAddHeader()") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:33] ExecIf("SIP/hacia-quito-00000277", "0?Set(CHANNEL(musicclass)") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:34] GosubIf("SIP/hacia-quito-00000277", "0?qwait,1") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:35] Set("SIP/hacia-quito-00000277", "CWIGNORE=") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:36] Set("SIP/hacia-quito-00000277", "KEEPID=TRUE") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-dial-one:37] Dial("SIP/hacia-quito-00000277", "SIP/148," tTrw") in new stack
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] netsock2.c: == Using SIP RTP TOS bits 184
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] netsock2.c: == Using SIP RTP CoS mark 5
[Feb 5 08:58:37] VERBOSE[7479][C-000001f3] app_dial.c: -- Called SIP/148
[Feb 5 08:58:38] VERBOSE[7479][C-000001f3] app_dial.c: -- SIP/148-00000278 is ringing
[Feb 5 08:58:44] VERBOSE[7479][C-000001f3] app_dial.c: -- SIP/148-00000278 answered SIP/hacia-quito-00000277
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [h@macro-dial-one:1] Macro("SIP/hacia-quito-00000277", "hangupcall,") in new stack
[Feb 5 09:01:54] VERBOSE[7479][C-000001f3] pbx.c: -- Executing [s@macro-hangupcall:11] GotoIf("SIP/hacia-quito-00000277", "1?noneetmenoncheck") in new stack
root@elx3k:~#

```

Figura 5.2 Figura de la comunicación de una llamada desde Elastix en Sucumbíos hacia Alcatel en Quito.

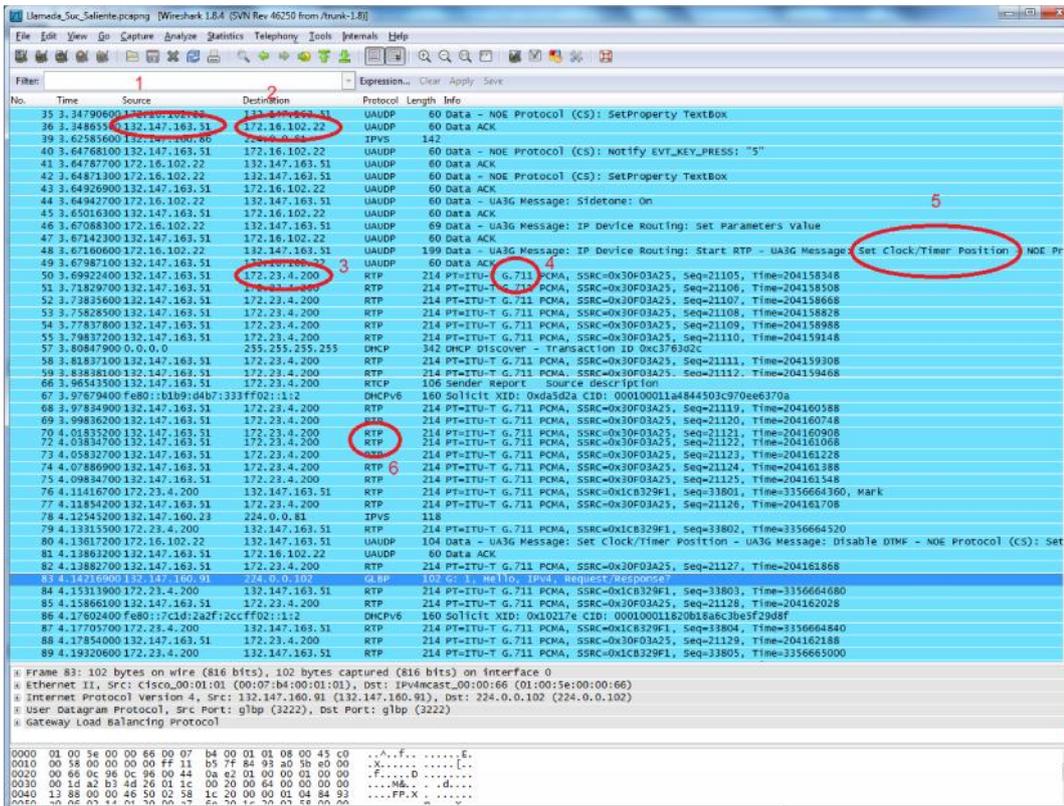


Figura 5.3 Figura del establecimiento de sesión de una llamada desde Alcatel Empresa Eléctrica Quito a Elastix CNEL- Sucumbíos.

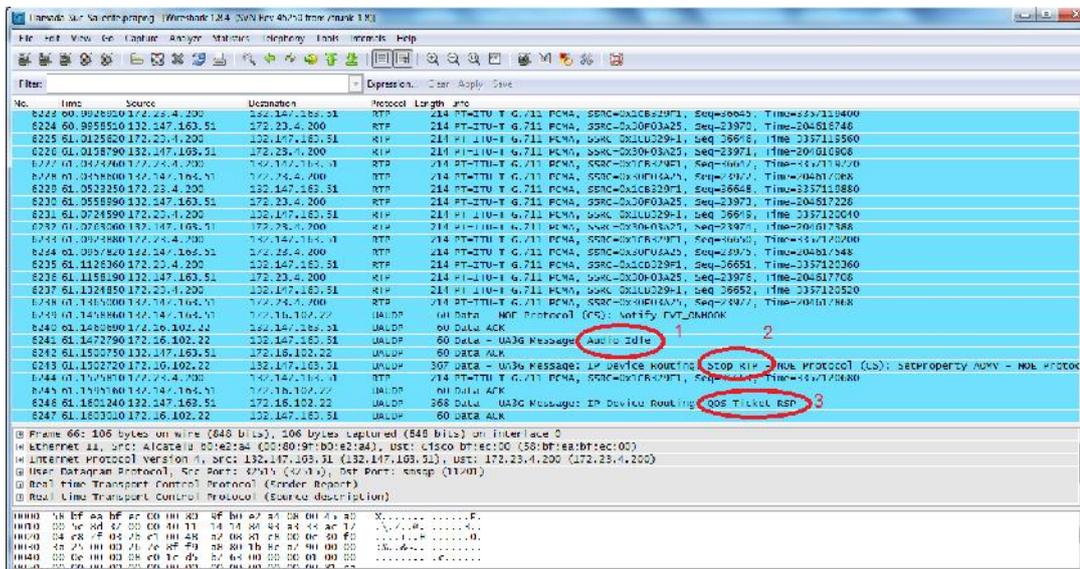


Figura 5.4 Figura de la culminación de una llamada desde Empresa Eléctrica Quito a la Central Elastix

5.6. Análisis de resultados

Los factores más importantes para una conexión buena entre estas dos Instituciones son los datos de la voz transmitidos que se representaran en formato RTP que es un parámetro importante en el análisis de la interconexión entre las dos centrales diferentes.

Para ello se utilizaron computadoras y equipos de telefonía situados en las dos empresas, así como también la perspectiva auditiva de los compañeros, con lo que se pudo obtener una excelente conectividad, comprensión y un proceso de llamadas desde estas empresas.

También fue de gran ayuda Corporación Nacional de Telecomunicaciones debido a que el clear channel es gestionado y adquirido por esta empresa, los equipos de medición de tráfico de Corporación Nacional de Telecomunicaciones facilitaron la observación del estado del enlace de 4 Mbps que interconecta las dos instituciones. Varias muestras de medición de tráfico se tomaron para la obtención de resultados, antes, durante y después de la interconexión. Esta interconexión dio como resultado un incremento de tráfico en el enlace.

CAPÍTULO VI

6. CALIDAD DE SERVICIO DE LAS DIFERENTES REDES

6.1. QoS en la red LAN

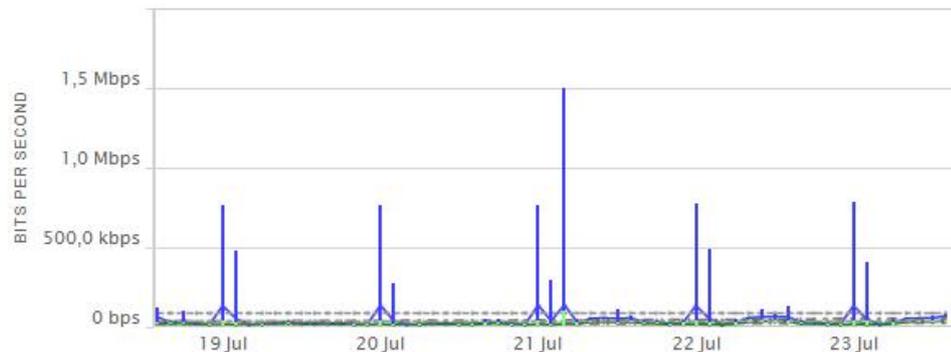


Figura 6.1 Figura del tráfico la red LAN de la Empresa Eléctrica Quito.

En la figura 6.1 Se puede apreciar el tráfico telefónico que cruza por la red LAN que interconecta a Empresa Eléctrica Quito con todas sus agencias y edificios. Esta figura muestra el máximo valor del tráfico telefónico recibido de color azul y transmitido de color verde siendo la tasa más alta de 1.5 Mbps después de la interconexión de las centrales telefónicas.

6.2. QoS en la red WAN

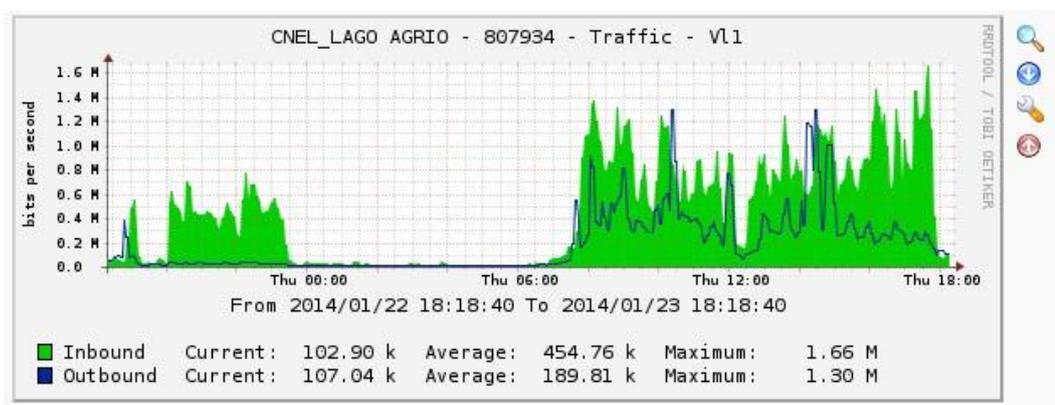


Figura 6.2 Figura del tráfico antes de la interconexión de las centrales telefónicas.

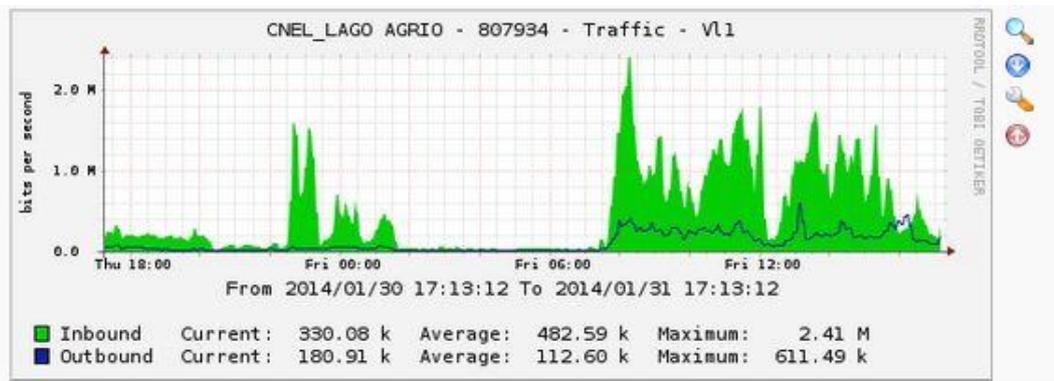


Figura 6.3 Figura del tráfico en la interconexión de las centrales telefónicas.

En las figuras 6.2, 6.3, 6.4 se puede observar el incremento del tráfico que cruza por la red WAN que interconecta a Empresa Eléctrica Quito con CNEL Sucumbíos. Estas figuras indican los máximos valores de datos que cruzan por el enlace que interconecta las dos centrales y se las obtuvo antes, durante y después de la interconexión de las centrales telefónicas, y donde se puede apreciar el incremento del tráfico que cruza por la red WAN cuando ya se tuvo conexión telefónica, siendo el incremento de 1.66 Mbps a 3.68 Mbps.

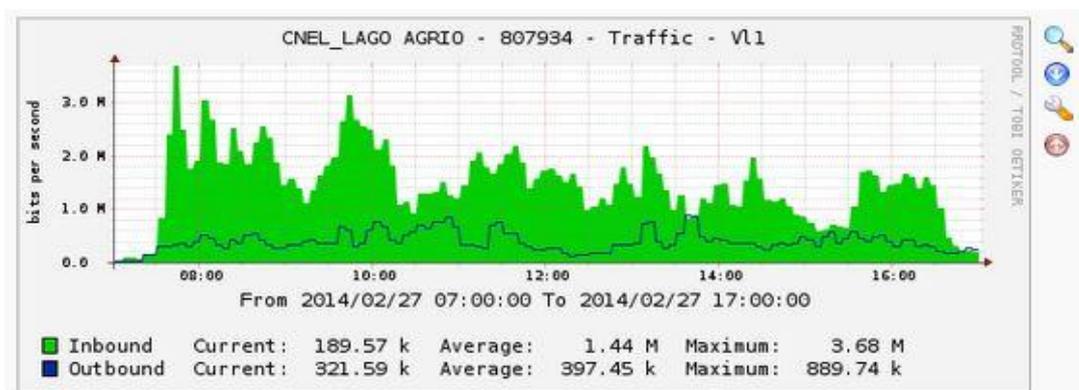


Figura 6.4 Figura del tráfico después de la interconexión de las centrales telefónicas.

Agencia Iñaquito	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Agencia Los Bancos	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Agencia Machachi	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Agencia Nanegalito	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Agencia Pedro Vicente Maldonado	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Agencia Plaza del Valle	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Agencia Puellaro	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Agencia Quito Centro	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Agencia San Antonio	4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4
Agencia Sangolquí	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Agencia Solanda (Ajavi)	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4
Agencia Tumbaco	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Balcon de servicios Valle de los Chillos	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Central Gualberto Hernández	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Central Hidroeléctrica Guangopolo	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Edificio Álvarez	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio El Dorado	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Fortune Plaza	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Matriz Las Casas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Mariana de Jesús	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Transformador	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Vivanco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Torre Alba	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

En la Tabla 6.1 se puede verificar el Mean Opinion Score obtenido desde los edificios, centrales y agencias de Empresa Eléctrica Quito hacia el edificio y agencias de CNEL Sucumbíos en las que se adquirió valores de 5 en MOS sin problemas en las llamadas y la puntuación más baja es de 3.5 cuando se realizaba las llamadas a la Agencia de Cascales desde en Agencia

Balcón de servicios Valle de los Chillos	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Central Gualberto Hernández.	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Central Hidroeléctrica Guangopolo	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Edificio Álvarez	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio El Dorado	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Fortune Plaza	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Matriz Las Casas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Mariana de Jesús	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Transformador	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edificio Vivanco	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Torre Alba	5	5	5	5	5	5	5	5	5
TOTAL	4.6	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6

En la Tabla 6.2 se puede identificar el MOS tomado con las llamadas realizadas desde el edificio y las agencias de Corporación Nacional de Electricidad hacia Empresa Eléctrica Quito en la que se adquirió valores de 5 sin problemas en las llamadas y la puntuación más baja es de 3.5 en las Agencias de Cascales y Loreto, este valor se dio por lo que estas agencias se encuentran muy distantes y se notaba un ruido en la conversación bastante evidente pero que no altera ni distorsiona la voz. En las otras agencias el ruido era ligero y casi no se distinguía en la conversación.

6.5. Análisis de resultados

Con el propósito de analizar la calidad de servicio presente en la integración de centrales telefónicas se realizó múltiples llamadas para obtener el Mean Opinion Score para sacar una perspectiva de calidad de la red vista desde el usuario. Las opiniones de estas llamadas se las hizo desde cada agencia, central o edificio de Empresa Eléctrica Quito hacia las

agencias y el edificio de CNEL Sucumbíos, Tabla 6.1. y así mismo se realizaron las llamadas desde CNEL Sucumbíos hasta Empresa Eléctrica Quito, Tabla 6.2.

Con el MOS se pudo obtener con ayuda del personal que labora en estas dos instituciones y se verificaron los resultados establecidos para una muy buena red telefónica con valores de 3.5 la más baja en las llamadas desde las agencias de Cascales y Loreto de CNEL Sucumbios hacia las agencias de Empresa Eléctrica Quito y desde Conocoto y 4.6 la más alta en la mayoría lugares, y constatando la buena red, infraestructura y calidad de servicio que poseen estas dos instituciones, dando valores totales de 4.3 a 5 en las llamadas hacia CNEL Sucumbios y 4.4 a 4.5 en llamadas hacia Empresa Eléctrica Quito que son valores muy buenos y aceptables para la perspectiva del usuario.

El MOS es uno de los parámetros indicadores para determinar la calidad de servicio en una llamada telefónica. Se ha comprobado de acuerdo a las tablas anteriores, que se tiene una buena comunicación en un entorno IP.

CAPÍTULO VI

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- El sistema de VoIP disponible en E.E.Q y CNEL Sucumbíos, no disponía de información actualizada por lo que fue necesario hacer un levantamiento de la red telefónica convergente con la información de equipos que brindaban el servicio de VoIP independiente en cada empresa, para realizar un análisis técnico e integrar las centrales telefónicas Elastix y Alcatel existentes.
- VoIP resulta rentable, por cuanto utiliza la red de datos existente para comunicarse entre abonados de la misma empresa o los abonados beneficiados que resultan de la integración de las centrales telefónicas, prescindiendo de inversiones económicas para la transmisión de voz.
- Se verifica la magnitud y alcance de comunicación en las dos empresas, utilizando la herramienta Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator para la máxima capacidad, saturando la comunicación entre las centrales telefónicas, obteniendo una tasa de transmisión de 2.16 Mbps, la cual es menor al enlace disponible de 4 Mbps, valor que permite asegurar que no es necesario el aumento de ancho de banda en el enlace.
- Del análisis técnico realizado en el presente estudio, se considera la utilización de los equipos existentes de la red telefónica convergente, así como los equipos del enlace dedicado, que conecta a Empresa Eléctrica Quito con CNEL Sucumbíos, por la facilidad que ofrece la central telefónica Alcatel Enterprise para la comunicación con diferentes tipos de Codec's, la cual conlleva al objetivo principal de este proyecto, siendo

necesario únicamente adquirir nuevos teléfonos IP para incrementar y proporcionar mayores extensiones.

- A través del MOS se comprueba que la calidad de servicio en la comunicación de la red telefónica convergente entre las dos empresas es óptima, alcanzando valores de 3.5 en las peores condiciones y 5 en condiciones óptimas, lo que significa que la comunicación en el valor más bajo va acompañado de un ruido leve y en el valor más alto se tiene una comunicación nítida, ausente de ruido, aceptable al oído humano.
- El análisis técnico ha posibilitado la implementación de la integración de las dos centrales Alcatel y Elastix, con resultados satisfactorios en la operación y en la comunicación de Empresa Eléctrica Quito con CNEL Sucumbíos.

7.2. Recomendaciones

- Actualizar los diagramas de la red, cuando se realicen cambios futuros o modificaciones en las mismas, lo que permitirá una mejor toma de decisiones en un menor tiempo.
- Optar por soluciones actuales que soporten y optimicen la utilización de los componentes de la red actual, con menores inversiones y potenciando la innovación en el área tecnológica.
- Monitorear y revisar de manera continua y permanente el enlace que comunica Empresa Eléctrica Quito y CNEL Sucumbíos, de modo que cuando este por saturarse el enlace con datos, prever la adquisición de mayor ancho de banda para evitar problemas futuros de congestión en la capacidad de transmisión.
- Realizar un estudio técnico dirigido a la capacidad de transmisión, y optimizar la utilización de la red mediante la implementación de otros servicios de comunicación tales como: fax, video sobre IP, mensajería, etc.
- Ampliar el servicio de comunicación celular, mediante conexiones inalámbricas que faciliten la movilidad de los abonados, efectuando la

instalación y configuración de los equipos móviles a través de un softphone.

- Configurar un plan de numeración único para Empresa Eléctrica Quito y CNEL Sucumbíos para la utilización de un directorio telefónico común que sea de conocimiento y aplicación para las dos empresas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Julio Gómez López y Francisco Gil Montoya , "*VoIP y Asterisk Redescubriendo la telefonía*", Almería 2008
- [2] Empresa Electrica Quito , "Convenio CNEL EP-UNIDAD DE NEGOCIOS SUCUMBIOS SG117-2013", numeral No 13, 2013
- [3] Julio Gómez López y Francisco Gil Montoya , "*VoIP y Asterisk Redescubriendo la telefonía*", Almería 2008
- [4] Elastix (2013) , "*TDM sobre IP – TDMoIP*", 2014,
 [En línea]. Available:
<http://elastixtech.com/tdm-sobre-ip-tdmoip/>
- [5] VOIPON SOLUTION, "*PBX IP Elastix 3000*", 2014
 [En línea]. Available:
<http://www.voipon.co.uk/elastix-elx3000-ip-pbx-p-5007.html>
- [6] Elastix (2013), "*Características de Elastix*", 2014,
 [En línea]. Available:
<http://elastixtech.com/curso-basico-de-elastix/caracteristicas-de-elastix/>
- [7] ALCATEL (2008) , "*OmniPCXEnterprise*", 2014,
 [En línea]. Available:
http://www.telalca.com/components/com_djcatalog/files/4c670a4d19043b94293c691d89c1169fOmniPCXEnterprise.pdf
- [8] TELECOM SPARES, "Central telefónica OMNI PCX ENTERPRISE", 2014,
 [En línea]. Available:
http://telecomspares.com/index.php?main_page=product_info&product

s_id=1817

- [9] García B., Ronald D , "INTEGRACIÓN DE PBX ANALÓGICA/DIGITAL (NEC) CON PBX IP POR SOFTWARE (ASTERISK) DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA CULTURA E INTERCONEXIÓN CON LA RED PSTN DE CANTV", Caracas-Venezuela, 2008.
- [10] Nelly, Timothy. Wiley Publishing , "*VoIP for Dummies*", 2005
- [11] Miguel Adrian Montalvo Zaragocín , "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE COMUNICACIONES UNIFICADAS PARA LA EMPRESA ISEYSO C.A", Sangolquí-Ecuador. 2013
- [12] García B., Ronald D , "INTEGRACIÓN DE PBX ANALÓGICA/DIGITAL (NEC) CON PBX IP POR SOFTWARE (ASTERISK) DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA CULTURA E INTERCONEXIÓN CON LA RED PSTN DE CANTV", Caracas-Venezuela, 2008.
- [13] María Carmen España Boquera , "*Servicios avanzados de telecomunicación*", 2003
- [14] Sandra Rodríguez y Mauro Zavala , "BANDA ANCHA APLICADA A LA RED TELEFONICA DE PACIFICTEL: EVALUACIÓN DEL ESTADO DE L ESTADO DE LA RED DE COBRE", Guayaquil-Ecuador. 2004
- [15] Juan Carlos Martín Catillo , "*Instalaciones de Telecomunicaciones*", 2005
- [16] García B., Ronald D , "INTEGRACIÓN DE PBX ANALÓGICA/DIGITAL (NEC) CON PBX IP POR SOFTWARE (ASTERISK) DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA CULTURA E INTERCONEXIÓN CON LA RED PSTN DE CANTV", Caracas-Venezuela, 2008.
- [17] García B., Ronald D , "INTEGRACIÓN DE PBX ANALÓGICA/DIGITAL (NEC) CON PBX IP POR SOFTWARE (ASTERISK) DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA CULTURA E INTERCONEXIÓN CON LA RED PSTN DE CANTV", Caracas-Venezuela, 2008.
- [18] Heather Ball, Mark L. Chambers, Chey Cobb , "*TI para pequeñas empresas para Dummies*, " 2010
- [19] Miguel Adrian Montalvo Zaragocín , "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

DE UNA SOLUCIÓN DE COMUNICACIONES UNIFICADAS PARA LA EMPRESA ISEYSO C.A", Sangolquí-Ecuador. 2013

- [20] PROTOCOLO SIP, "Figura de Llamada a través de servidores usando SIP", 2014,

[En línea]. Available:

<http://elastixtech.com/puertos-tcp-udp-utilizados-en-elastix/>

- [21] ROMERO y OTROS , "*Servicios en Red*", 2010.

- [22] Miguel Adrian Montalvo Zaragocín , "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE COMUNICACIONES UNIFICADAS PARA LA EMPRESA ISEYSO C.A", Sangolquí-Ecuador. 2013

- [23] Miguel Adrian Montalvo Zaragocín, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE COMUNICACIONES UNIFICADAS PARA LA EMPRESA ISEYSO C.A", Sangolquí-Ecuador. 2013

- [24] VoipForo , "H323", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.voipforo.com/H323/H323ejemplo.php>

- [25] José Manuel Huidobro Moya, Rafael Conesa Pasto, "*Sistemas de Telefonía*", 5ta edición 2006.

- [26] MCCP, "*Mud Client Compression Protocol*", 2014

[En línea]. Available:

<http://www.zuggsoft.com/zmud/mcp.htm>

- [27] José Manuel Huidobro Moya, Rafael Conesa Pasto, "*Sistemas de Telefonía*", 5ta edición 2006.

- [28] José Manuel Huidobro Moya, Rafael Conesa Pasto , "*Sistemas de Telefonía*", 5ta edición 2006.

- [29] José Manuel Huidobro Moya, Rafael Conesa Pasto, "*Sistemas de Telefonía*", 5ta edición 2006.

- [30] ALCATEL (2008) , "OmniPCXEnterprise", 2014,

[En línea]. Available:

http://www.telalca.com/components/com_djcatalog/files/4c670a4d19043b94293c691d89c1169fOmniPCXEnterprise.pdf

- [31] Router Cisco 881C, "Router Cisco 881", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/881-integrated-services-router-isr/index.html>

- [32] Cisco Catalyst Switch Guide, "Cisco Catalyst 6506 E y Cisco Catalyst 6509 E", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.andovercg.com/datasheets/catalyst-switches.pdf>

- [33] Firewall FortiGate 1240B, "FORTINET FortiGate 1240B", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.fortinet.com/sites/default/files/productdatasheets/FortiGate-1240B.pdf>

- [34] Firewall FortiGate 311B, "FORTINET FortiGate 311B", 2014,

[En línea]. Available:

http://www.fortinet.com/sites/default/files/productdatasheets/FGT300Series_DS.pdf

- [35] Firewall FortiGate 80C, "FORTINET FortiGate 80C", 2014

[En línea]. Available:

<http://www.fortinet.com/sites/default/files/productdatasheets/FortiGate-80CM.pdf>

- [36] Teléfono Digital Alcatel Lucent 4029, "Alcatel Lucent 4029", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.ts-telecon.es/producto/alcatel-lucent-4029>

- [37] Teléfono Digital Alcatel Lucent 4029, "Alcatel Lucent 4029", 2014,

[En línea]. Available:

http://www.udec.cl/dti/sci/docs/manual_4028-4029.pdf

- [38] Teléfono IP Alcatel Lucent 4018, "Alcatel Lucent 4018", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.onedirect.es/productos/alcatel-lucent/alcatel-4029>

- [39] Teléfono IP Alcatel Lucent 4028, "Alcatel Lucent 4028", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.onedirect.es/productos/alcatel-lucent/alcatel-4028-ip-touch>

- [40] Teléfono Analógicos Alcatel Lucent Temporis 700, "Alcatel Lucent Temporis 700", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.ts-telecon.es/producto/alcatel-temporis-700-blanco-o-negro>

- [41] Teléfono Analógicos Inalámbricos Panasonic Dect 6.0 KX-TG4011, "Panasonic Dect 6.0 KX-TG4011", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.tiendajr.com/telefono-inalambrico-panasonic-dect-6-0-kx-tg4011-identificador.html>

- [42] Teléfono Analógicos Inalámbricos Panasonic Dect 6.0 KX-TG4011, "Panasonic Dect 6.0 KX-TG4011", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.panasonic.com/ar/consumo/comunicaciones/telefonos-inalambricos/kx-tg4011.html>

- [43] Softphone IP desktop SoftPhone, "IP desktop SoftPhone", 2014,

[En línea]. Available:

<http://www.mcctelecom.es/contenidos/documentacion/documentos/ALCATEL-LUCENT%20-%20Soluci%C3%B3n%20BICS%20para%20Clientes.pdf>

- [44] Equipo Switch 3COM 4500, "3COM 4500", 2014,

[En línea]. Available:

http://www.tarconis.com/documentos/3COM_4500ds.pdf

[45] Firewall Endian Community, "Endian Community", 2014,

[En línea]. Available:
<http://sourceforge.net/projects/efw/>

[46] Logo Firewall Endian Community, "Endian Community", 2014,

[En línea]. Available:
<http://www.efwsupport.com/index.php?topic=1015.30>

[47] Teléfono Digital Elastix LXP200, "Elastix LXP 200", 2014

[En línea]. Available:
<http://www.voipcentrix.com/p/840/elastix-lxp200>

[48] Software Softphone Zoiper, "Softphone Zoiper", 2014,

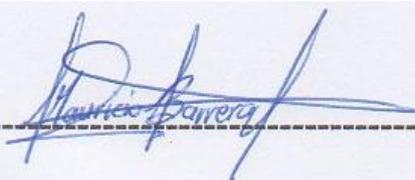
[En línea]. Available:
http://goautodial.org/projects/goautodialce/wiki/Zoiper_Classic_Configuration

ANEXOS

ACTA DE ENTREGA

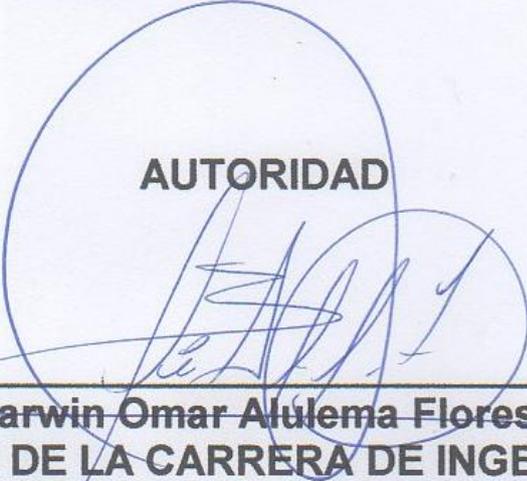
El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, desde:
Sangolquí, 18 de Junio de 2015

ELABORADO POR:



HÉCTOR MAURICIO BARRERA NAVAS
180403477-3

AUTORIDAD



Ing. Darwin Omar Alulema Flores MSc.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES