ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

"DISEÑO DE PROYECTO DE MIGRACIÓN DE UN CENTRO DE LLAMADAS A UN CENTRO DE CONTACTOS BASADO EN IP"

TESINA DE SEMINARIO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN TELEMÁTICA

Presentado por:

Johanna Katherine Pacheco Pico

Hermes Darío Rueda Lino

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2012

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios porque en él encontré paz y fortaleza en los momentos difíciles, a mis padres por guiarme y darme sus sabios consejos, a Juan Maroto por el apoyo académico y comprensión brindada a lo largo de mi carrera, a mis amigos y compañeros con quienes compartí buenos y malos momentos, a aquellos profesores que estuvieron pendientes de mis avances académicos y personales, a esas personas anónimas que me impulsaron a estudiar en esta institución, a mi compañero de tesis por ser un excelente amigo y colaborar con la realización de este trabajo.

Johanna Katherine Pacheco Pico.

Le agradezco primero a Dios fuente de mi fortaleza moral y a mis padres Hermes y Margarita por el apoyo incondicional brindado a lo largo de mis estudios.

Hermes Darío Rueda Lino.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres quienes con sus acciones me ayudaron a cumplir este gran sueño. A mi papá Kléber quién estuvo pendiente de todos los sucesos de mi vida universitaria, a mi mamá Bélgica quien a pesar de sus problemas de salud dio todo de ella de forma incondicional para que nada me falte, ellos fueron los motores de esta etapa de mi vida porque sin ellos no lo hubiera logrado por eso este trabajo no es mío sino de y para ellos. A las personas que siempre me dieron aliento para continuar y en especial a cada uno de los que no creyeron en mí porque con sus críticas me ayudaron a ser fuerte y cumplir mi objetivo.

Johanna Katherine Pacheco Pico.

Dedico este trabajo en especial a mis padres, demás familiares, amigos y todos aquellos que me aprecian de corazón, por haberme brindado continuamente la motivación que necesitaba.

Hermes Darío Rueda Lino.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Vicente Paredes

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Ing. Lenin Freire

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta tesina, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

CIB-ESPOL

Johanna Katherine Pacheco Pico

Hermes Darío Rueda Lino

RESUMEN

El presente trabajo “Diseño de proyecto de migración de un Centro de llamadas a un Centros de Contactos basado en IP” es uno de los temas de la Materia de Graduación “SISTEMAS DE CENTROS DE CONTACTOS BASADOS EN TECNOLOGÍAS IP”. Uno de los principales objetivos es conocer el funcionamiento de los protocolos de voz sobre IP y de los diferentes equipos que se usan en un Centro de Contactos.

Para realizar el plan de migración se revisó las características de los equipos, el funcionamiento de la red de datos y de voz que actualmente maneja la empresa. Se realizó comparaciones de precios, características y funcionalidad con el fin de escoger el mejor software y hardware para el desarrollo óptimo del Centro de Contactos.

El proyecto se divide en 4 capítulos que los detallamos a continuación:

El capítulo 1, describe de forma general el estado actual de la tecnología, intentando dar una solución óptima proponiendo la implementación del presente proyecto.

El capítulo 2, describe el marco teórico; tratando de explicar de forma comprensible los conceptos sobre voz sobre IP que se deben tener en

cuenta para este tipo de trabajo. Algunos de los conceptos que explicamos son: modelo OSI aplicado a la tecnología de VoIP, telefonía IP, Voz sobre IP, protocolos, factores que intervienen en la calidad de servicios y equipos necesarios en un Centro de Contactos.

El capítulo 3, trata la auditoría realizada al Centro de Llamadas del Grupo Torres & Torres que es la empresa con la que trabajaremos a lo largo de este trabajo; además se realiza una breve explicación sobre el campo en que trabaja esta empresa y su funcionamiento actual incluido información relevante sobre el Centro de Llamadas como: situación actual, deficiencias, el problema encontrado y la propuesta de solución planteada.

El capítulo 4, abarca el diseño del proyecto de migración, incluyendo el tipo de software que usaremos en los puestos de trabajo del Centro de Contactos, establece además la distribución física de todos los equipos. Se realiza: cálculo de ancho de banda, elección de equipos, diseño y diagrama de la red con la ayuda del plan de direccionamiento, cálculos de costos de nuevos equipos, presupuesto final, retorno de la inversión y cronograma que indique las actividades que se realizarán por día cuya finalidad es obtener el tiempo que durará la migración.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ABREVIATURAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1. Alcance y limitaciones del proyecto 1

1.2. Objetivos.....2

1.2.1. Objetivos Generales.....2

1.2.2. Objetivo Específico.....2

1.3. Antecedentes.....3

1.4. Descripción del Proyecto 4

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Modelo OSI.....5

2.2. Voz sobre Protocolo de Internet - VoIP.....7

2.2.1. Definición de VoIP.....7

2.2.2. Protocolos de señalización utilizados en VoIP. 7

2.2.2.1. H.323 7

2.2.2.2. IAX 7

2.2.2.3. SIP 8

2.2.3. Protocolos de aplicación y transporte utilizados en VoIP 8

2.2.3.1. TCP y UDP 8

2.2.3.2. RTP y RTCP 9

2.2.3.3. Protocolo SDP 10

2.2.4. Códecs de audio 10

2.2.4.1. G.711 10

2.2.4.2. G.726 10

2.2.4.3. G.729A 11

2.2.4.4. GSM 11

2.2.4.5. iLBC 11

2.3. Telefonía IP. 12

2.3.1. Definición de Telefonía IP. 12

2.3.2. Estructura de una red de Telefonía IP 12

2.3.3. Funcionamiento de la Telefonía IP. 13

2.3.3.1. Comunicación entre Teléfonos IP fijos o virtuales: 14

2.3.3.2. Comunicación de teléfonos IP a teléfonos análogos: 14

2.3.3.3. Comunicación entre teléfonos Análogos: 15

2.3.4. Ventajas y Desventajas de la Telefonía IP. 15

2.3.5. Aplicaciones de la Telefonía IP. 16

2.4. Factores que intervienen en la Calidad de Servicio (QoS) 16

2.4.1. Jitter - Fluctuación de Datos.....17

2.4.2. Latencia.....17

2.4.3. Pérdida de Paquetes.....17

2.4.4. Eco 17

2.4.5. Ancho de banda. 18

2.4.6. Calidad de la Voz 18

2.5. Modelo Teórico para el diseño de una red IP para transmisión de voz. 18

2.6. Protocolo SIP.....19

2.6.1. Funcionamiento y características de SIP 20

2.6.2. Ventajas y desventajas de SIP.....20

2.6.3. Componentes SIP 20

2.6.3.1. UA.....21

2.6.3.2. Servidor SIP.....21
2.6.4. Mensajes SIP 22
2.6.4.1. Peticiones SIP 22
2.6.4.2. Respuestas SIP. 23
2.6.5. Errores SIP.....24
2.6.6. Cabecera SIP. 24
2.6.7. Direccionamiento SIP.....25
2.6.8. Ejemplo de Transacciones SIP. 25
2.7. Centro de Contactos.....27
2.7.1. Definición y características de Centros de Contactos. 27
2.7.2. Tipos de un Centro de Contactos.....27
2.7.3. Estructura de un Centro de Contactos. 28
2.7.4. Terminales de los Agentes.....28
2.7.5. Agentes IP.....29
2.7.6. Reportes y Estadísticas de un Centro de Contactos. 29
2.7.7. Centro de Llamadas. 30
2.7.8. Diferencias entre un Centro de Contactos y un Centro de Llamadas. 30
CAPÍTULO 3: AUDITORÍA

3.1. Objetivos de la Auditoría.....32

3.2. Desarrollo de la Auditoría 33

3.2.1. Descripción de la Empresa 33

3.2.2. Organización y Personal 35

3.2.3. Situación Actual en el Proceso de Comunicaciones. 37

3.2.4. Deficiencias Percibidas en los Procesos de Comunicación de Voz Actual Usados en la Empresa. 41

3.2.5. Declaración del Marco Problemático.....42

3.2.6. Propuesta de Solución 42

CAPÍTULO 4: DISEÑO DE LA RED

4.1. Cálculo del Ancho de Banda de la Red 44

4.1.1. Cálculo de Líneas Telefónicas 45

4.1.2. Elección del Códec de Voz y Ancho de Banda 48

4.2. Elección de la Configuración de Equipos.....50

4.2.1. Servidor SIP 51

4.2.1.1. Plan de Marcación.....58

4.2.1.2. Configuraciones Sip.....61

4.2.2. Equipos Terminales.....64

4.2.3. Gateway de Voz Analógica 69

4.2.4. Dispositivos Para Datos 71

4.3. Diseño de la Red 73

4.3.1. Plan de Direccionamiento 74

4.3.2. Diagrama del diseño realizado 75

4.3.3. Diagrama de Operaciones de la Red 77

4.3.3.1. Llamadas Internas en el Local Principal 77

4.3.3.2. Llamadas entre locales 78

4.3.3.3. Llamadas hacia abonados externos 79

4.4. Cronograma de la implementación del diseño 80

4.5. Análisis de Costo 82

4.5.1. Servicios 82

4.5.2. Presupuesto 82

4.5.3. Retorno de inversión 83

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1.- Esquema donde RTP y RTCP trabajan juntos. [11] 9

Figura 2-2.- Estructura de una red de telefonía IP [3] 12

Figura 2-3.- Lado izquierdo Softphone X-lite, lado derecho teléfono IP. 13

Figura 2-4.- La comunicación se hace de forma digital y no necesita tarjeta [9] 14

Figura 2-5.- Comunicación VoIP - Analógica [9] 14

Figura 2-6.- Comunicación Analógica – Analógica usando tarjeta interfaz [9] 15

Figura 2-7.- Representación gráfica del Modelo Teórico 19

Figura 2-8.- Diagrama de transacciones. [7][8] 26

Figura 2-9.- Estructura de una red de un centro de contactos [10] 28

Figura 2-10.- Reporte generado en un centro de contactos [10] 29

Figura 3-1. Diagrama Organizacional de Torres & Torres 36

Figura 3-2 Diagrama de red de voz actual 39

Figura 3-3 Diagrama red de datos actual 40

Figura 3-4 Estructura de la red de voz sobre IP 43

Figura 4-1 Cálculo de líneas telefónicas a partir de llamadas entrantes. 46

Figura 4-2 Cálculo de líneas telefónicas a partir de llamadas salientes..... 47

Figura 4-3 Calculadora de Ancho de Banda 50

Figura 4-4 Teléfono IP GrandStream GXP-2000 65

Figura 4-5 ATA VoIP HT-488 67

Figura 4-6 Softphone X-Lite 68

Figura 4-7 Auricular Plantronics Blackwire C220M 68

Figura 4-8 Gateway de voz GrandStream GTW-4108 71

Figura 4-9 Switch Linksys SFE2000 73

Figura 4-10 Diagrama de red del local principal 76

Figura 4-11 Diagrama de red del local remoto..... 77

Figura 4-12 Llamadas internas 78

Figura 4-13 llamadas entre locales 79

Figura 4-14 Llamadas externas 80

Figura 4-15 Gráfico del retorno de la inversión 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1.- Capas del modelo OSI [1]..... 6

Tabla 2-2.- Protocolos de VoIP que trabajan en capas de OSI, cuando se trata de telefonía. [3]..... 6

Tabla 2-3.- Características de los Códecs de voz [8]..... 11

Tabla 3-1. Número de puntos telefónicos por área..... 37

Tabla 3-2.- Deficiencia en la parte de Voz de la empresa. 41

Tabla 4-1 Parámetros de la calculadora cc-Modeler Lite..... 46

Tabla 4-2 Parámetros de la calculadora Calls Minutes Calculator..... 47

Tabla 4-3 Parámetros para usar la calculadora de ancho de banda..... 49

Tabla 4-4 Comparación entre Asterisk y 3CX [11]..... 53

Tabla 4.5 Principales distribuciones de Linux. 54

Tabla 4-6 Recomendación de hardware mínimo [11] 57

Tabla 4-7 Hardware propuesto para el servidor..... 58

Tabla 4-8 Plan de marcación asignado..... 59

Tabla 4-9 Comparación de teléfonos IP..... 65

Tabla 4-10 Adaptadores de teléfono analógico..... 67

Tabla 4-11 Comparación de gateways analógicos 71

Tabla 4-12 Switches 73

Tabla 4-13 Programación realizada de VLAN..... 74

Tabla 4-14 Direcciones IP en el local principal 75

Tabla 4-15 Direcciones IP en el local remoto..... 75

Tabla 4-16 Sectores de la empresa..... 80

Tabla 4-17 Cronograma de actividades. 81

Tabla 4-18 Resumen de presupuesto..... 83

Tabla 4-19 Retorno de la inversión..... 86

ABREVIATURAS

ACD	Distribución Automática de Llamadas.
ADPCM	Modulación Adaptativa Diferencial por Codificación de Impulsos.
ATA	Adaptador de Teléfono Analógico
Códecs	Acrónimo de Codificador - Decodificador
CRM	Manejo de la relación con el cliente
CTI	Integración del teléfono con la computadora.
FXO	Intercambio de Oficina Exterior
FXS	Intercambio de Estación Exterior
IAX	Protocolo de Intercambio Inter - Asterisk
IETF	Comisión de Ingeniería de Internet
iLBC	Códec de Internet de tasa baja de bits.
IMS	Subsistema Multimedia IP
IP	Protocolo de Internet
ISO	Organización Internacional de Estandarización
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
IVR	Respuesta Interactiva de Voz
MBONE	Sistema de Multidifusión
MMUSIC	Control de Sesión Multimedia
MOS	Medida de Calidad de Voz
NS	Servidor de Red
OSI	Sistema de Interconexión Abierto

PBX	Central Telefónica Privada
PCM	Modulación por Codificación de Impulsos
PSTN	Red de Teléfono Público Conectado
QoS	Calidad de Servicios
RPE-LPT	Predicción a Largo Plazo de Excitación del Pulso Regular
RTP	Protocolo de Transporte en Tiempo Real
RTCP	Protocolo de Control de Transporte en Tiempo Real
SDP	Protocolo de Descripción de Sesión
SIP	Protocolo de Inicio de Sesión
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
UA	Agentes de Usuarios
UAC	Agentes de usuario Clientes
UAS	Agentes de Usuario Servidores
UDP	Protocolo de Datagrama de Usuario
URI	Recursos de Identificadores Uniforme
VAD	Detección de Actividad de Voz
VoIP	Voz sobre Protocolo de Internet
3GPP	Proyecto Asociación de Tercera Generación

INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología ha evolucionado en diferentes áreas, en base al desarrollo de las telecomunicaciones e informática, debido a que la mayoría de sectores tienen acceso a esta tecnología y se benefician de ella; otro campo que ha progresado es la tecnología digital por medio de los avances que ha tenido la electrónica; lo que ha permitido desarrollar soluciones cada vez más sofisticadas en el campo de las telecomunicaciones.

El uso de las redes de datos ha permitido que los usuarios usen más aplicaciones multimedia como videoconferencias, mensajería instantánea, correos electrónicos entre otros. Este avance ha dejado a un lado el uso de un centro de llamadas convirtiéndolo en un optimizado centro de contacto donde la calidad de servicio es lo primordial.

El desarrollo del centro de contactos tiene que usar protocolos de VoIP, con el fin de no solo interactuar con los usuarios por medio de voz, sino que dependiendo del programa que instalemos realizará diferentes aplicaciones de comunicaciones.

El centro de llamadas de Torres & Torres, cuenta con una muy buena distribución de equipos y cables para la parte de datos, pero la parte de voz es deficiente; al finalizar de este trabajo se presentará la propuesta de migración mediante la propuesta que desarrollemos para la empresa.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

Esta sesión se dedica a explicar el funcionamiento del proyecto, alcances, limitaciones, objetivos, antecedentes e importancia del desarrollo del mismo.

1.1. Alcance y limitaciones del proyecto

Con el fin de reducir costos se utilizarán equipos que la empresa actualmente posee, los mismos que deben cumplir con los requisitos del nuevo sistema. Se realizó un análisis comparativo para escoger el hardware y software que se usará en la migración, en base a: los requerimientos, economía de la empresa y compatibilidad con los otros equipos que ya tiene la empresa. El desarrollo del proyecto es de tipo teórico, con la posibilidad de ser implementado en caso que la empresa lo requiera.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos Generales

De forma general este trabajo permite el entendimiento de conceptos básicos sobre telefonía IP, Voz sobre IP, protocolos que trabajan en VoIP, factores que intervienen en la Calidad de Servicio, modelo teórico del diseño teórico de una red IP para la transmisión de voz, protocolos SIP e información sobre Centro de Contactos.

1.2.2. Objetivo Específico

El objetivo principal de este proyecto es lograr realizar la migración del centro de llamadas actual al centro de contactos usando tecnología IP, optimizando el costo del trabajo final al utilizar equipos que la empresa ya posee.

Entre otros objetivos tenemos:

- ✓ Levantamiento de una auditoría en el Centro de Llamadas con el fin de determinar la situación actual de este departamento y verificar que equipos son adecuados para usar en la implementación del Centro de Contactos.
- ✓ Escoger un software para el funcionamiento del Centro de Contactos e instalarlo en el servidor de comunicaciones para obtener aplicaciones como: IP PBX, sistemas de puertas de enlace VoIP, servidores de conferencia entre otros.

- ✓ Ofrecer diferentes tipos de servicios como: llamadas, correo electrónico, atención por redes sociales, mensajería instantánea y videollamadas.
- ✓ Escoger los equipos terminales que se usarán en cada máquina del Centro de Contactos, puede ser un teléfono IP físico o virtual.
- ✓ Ofrecer mínimo tres servicios multimedios a la empresa.

1.3. Antecedentes

La telefonía ha evolucionado al igual que la demás tecnología; al inicio se desarrolló el teléfono convencional con métodos no muy eficientes, constaba de una central a donde los usuarios se comunicaban con operadoras quienes enchufaban el cable del teléfono emisor al teléfono receptor.

El servicio telefónico fue optimizado hasta que aparecieron los Centros de Llamadas, los mismos que nacieron con el fin de prestar un servicio inmediato al cliente a través del teléfono fijo, dando servicio de ofertas e información. Este servicio al inicio era de lujo, después se convirtió en un canal habitual y necesario de contacto con el cliente.

La innovación tecnológica permitió desarrollar los centros de contactos que interactúan con los usuarios de manera más dinámica; ofreciéndoles a los clientes un único punto de contacto para resolver sus necesidades.

La comunicación de voz por IP posee aplicaciones que permiten establecer diferentes tipos de comunicación a través de un clic permitiendo un ahorro en

el consumo telefónico. Gracias a todos estos avances el centro de llamadas se ha convertido en un estratégico elemento del sistema CRM de las empresas.

1.4. Descripción del Proyecto

El proyecto de diseño de migración de un centro de llamadas a un Centro de Contactos basado en IP, consiste en analizar y diseñar un plan de migración de un sistema tradicional de comunicación existente en una empresa que cuente con un centro de llamadas a un sistema de voz sobre IP convirtiéndolo en un centro de contactos, haciendo uso de la infraestructura de red existente en la empresa, utilizando la tecnología IP. Durante el desarrollo de este proyecto se realiza la investigación de diferentes protocolos de señalización, diversas clases de códecs, características de algunas herramientas de software como softphones, y de hardware como teléfonos IP, gateway de vos, adaptadores ATAs, equipos de datos con soporte VoIP.

El análisis de algunos parámetros importantes como el ancho de banda y líneas telefónicas necesarias para cubrir con los requerimientos de comunicación que demanda la empresa, para luego diseñar la red VoIP, que consiste en un servidor principal que junto a las demás herramientas mencionada harán posible el funcionamiento correcto de este proyecto, que notablemente reducirá gastos económicos para la empresa.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Describe brevemente los conceptos que utilizaremos en este proyecto, para así familiarizarnos con ellos y entender de forma más clara su funcionamiento. Se tratará de explicar desde modelo OSI hasta los equipos que usaremos.

2.1. Modelo OSI.

Fue desarrollado por la ISO, con el objetivo de ser un marco de referencia. Provee un conjunto de estándares para protocolos de redes, pretendiendo que estos realicen funciones en cada una de las capas; este modelo está constituido por siete capas.

La Tabla 2-1, describe brevemente las funciones que realizan por capa.

CAPA	DESCRIPCIÓN
Aplicación	Define los protocolos que usan las aplicaciones de correos electrónicos, gestores de bases de datos y servidor de ficheros.
Presentación	Cifra datos y los comprimen actuando como traductor, permite que los datos lleguen de manera reconocible con la semántica y la sintaxis de los mismos.
Sesión	Establece, gestiona y cierra las conexiones entre las aplicaciones.
Transporte	Proporciona procedimientos de recuperación de errores y control de flujo origen-destino.
Red	Establece, mantiene y cierra las conexiones, indicando el camino que debe seguir la transmisión.
Enlace de datos	Proporciona un servicio de transferencia de datos a través del enlace físico, lleva a cabo sincronización, control de errores y de flujo.
Física	Transmite cadenas de bits en el medio físico; relacionada con características mecánicas, eléctricas y funcionales.

Tabla 2-1.- Capas del modelo OSI [1]

En este trabajo se usan los protocolos descritos en la Tabla 2-2.

CAPA	PROTOCOLOS DE VoIP
Aplicación	Softphones - Administrador de Llamadas.
Presentación	Códecs
Sesión	H.323 / SIP / MGCP
Transporte	RTP / UDP (media) TCP / UDP (señal)
Red	IP
Enlace de datos	Frame Relay
Física	No usa protocolos

Tabla 2-2.- Protocolos de VoIP que trabajan en capas de OSI, cuando se trata de telefonía. [3]

2.2. Voz sobre Protocolo de Internet - VoIP.

2.2.1. Definición de VoIP.

Se refiere a la difusión del tráfico de voz sobre internet. La transmisión de VoIP facilita procesos y servicios que normalmente son muy difíciles y costosos de implementar usando la tradicional red de voz PSTN:

- ✓ Transmite más de una llamada sobre la misma línea telefónica.
- ✓ Las funcionalidades como: identificación, transferencia o remarcado automático de llamadas; no tienen costo.
- ✓ Permite integración de servicios disponibles como: video, chat, etc. [23]

2.2.2. Protocolos de señalización utilizados en VoIP.

En esta sección se describen los protocolos de señalización más usados.

2.2.2.1. H.323

Primer estándar internacional de comunicaciones multimedia diseñado específicamente para el transporte de videoconferencia. Construido para redes basadas en conmutación de paquetes. Implementa la QoS de forma interna y el control de conferencias. [14]

2.2.2.2. IAX

Es un protocolo abierto por lo que se puede descargar y desarrollar libremente, creado y estandarizado por Asterisk. [13]

La media y la señalización viajan en el mismo flujo de datos, por lo que no necesita abrir rangos de puertos para el tráfico RTP.

Permite autenticación, y cifrado aes128 a partir de Asterisk 1.4, siempre sobre canales de autenticación MD5. [24]

2.2.2.3. SIP

Es un protocolo usado para conferencia, telefonía, notificación de eventos y mensajería instantánea a través de Internet.

Permite el mapeo de nombres y la redirección de servicios ofreciendo la implementación de la Red Inteligente de la PSTN.

Funcionalidades de SIP: Localización, Capacidades y Disponibilidad de Usuario, Establecimiento y mantenimiento de una sesión. [12]

2.2.3. Protocolos de aplicación y transporte utilizados en VoIP

Los protocolos de transporte son los que segmentan y re-arman los datos que las aplicaciones de la capa superior envían, en el mismo flujo de datos.

2.2.3.1. TCP y UDP

Ambos protocolos pertenecen a la capa de transporte.

TCP: Asegura una transmisión fiable de datos dúplex completo, orientado a la conexión (crea un circuito virtual entre el host emisor y receptor), proporciona control de flujo de datos y corrección de errores.

UDP: No es confiable porque no tiene un método de control de errores e intercambia datagramas sin confirmación ni entrega garantizada.

2.2.3.2. RTP y RTCP

Ambos protocolos trabajan mejor en UDP porque tiene menor retardo que TCP, ganando velocidad aunque no la confiabilidad que tiene TCP, son usados para el transporte de datos en VoIP.

RTP: Surgió de la idea de crear un protocolo específico para la gran demanda de recursos en tiempo real por parte de los usuarios; estos recursos son aplicaciones multimedia como: música, videoconferencia, video, telefonía en internet entre otros.

RTCP: Trabaja en conjunto con RTP; proporcionando mecanismos de realimentación para informar sobre la calidad en la distribución de datos.

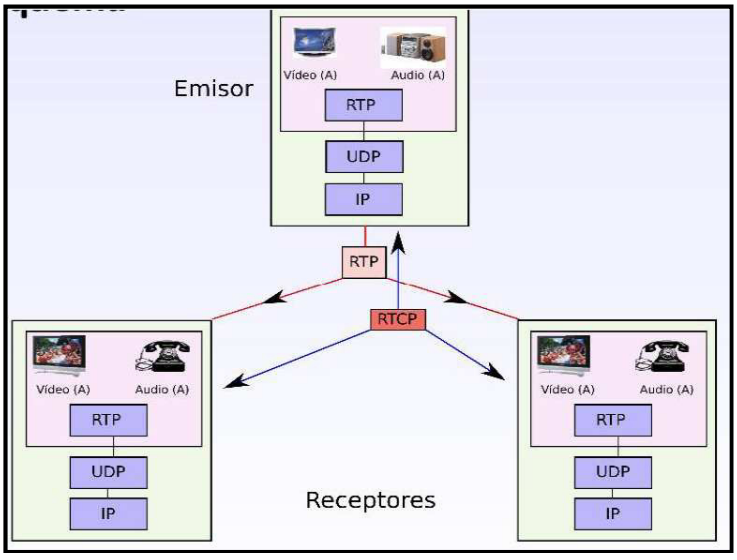

Figura 2-1.- Esquema donde RTP y RTCP trabajan juntos. [22]

La Figura 2-1 muestra que el emisor envía paquetes RTP a los receptores, y paquetes RTCP al emisor y receptores para controlar el flujo y la calidad.

2.2.3.3. Protocolo SDP

Usado por SIP para describir sesiones de multidifusión en tiempo real, siendo útil para invitaciones, anuncios, y otros inicios de sesiones; usa codificación de texto y no es fácilmente extensible. Se maneja por mensajes que se compone de una serie de campos, dónde los nombres son abreviados por una sola letra, y está en un orden requerido para simplificar el análisis.

2.2.4. Códecs de audio

Permiten que la señal de audio sea digitalizada, comprimida y codificada antes de ser transmitida encontrando el equilibrio entre eficiencia y calidad. Para realizar este proceso se usan diferentes tipos de algoritmos matemáticos implementados en el programa.

2.2.4.1. G.711

Es el principal códec de la PSTN. Muestrea a una frecuencia de 8 KHz y utiliza PCM para comprimir, descomprimir, codificar y decodificar.

2.2.4.2. G.726

Conocido como ADPCM, sustituyó al estándar G.721; disminuye el ancho de banda sin incrementar la carga computacional.

2.2.4.3. G.729A

Necesita de un ancho de banda de 8 Kbps, carga computacional es elevada y licencia. No puede transportar tonos como DTMF, o fax.

2.2.4.4. GSM

Carga computacional media, y no requiere de licencia.

2.2.4.5. iLBC

Muestrea a 8 KHz, es libre, por lo que no necesita ser licenciado.

NOMBRE	ESTANDAR	BIT RATE (Kb/s)	SAMPLING RATE (KHz)	FRAME SIZE (ms)	MOS
G. 711	ITU –T	64	8	Muestreada	4.1
G. 726	ITU –T	16/24/32/40	8	Muestreada	3.85
G. 729	ITU –T	8	8	10	3.92
GSM	ETSI	13	8	22.5	3.5 – 3.7
iLBC	-	15.2 / 13.3	8	20/30	4.1

Tabla 2-3.- Características de los Códecs de voz [8].

Los campos de la Tabla 2-3 son detallados a continuación.

Bit Rate: Indica la cantidad de información que se manda por segundo.

Sampling Rate: Indica la frecuencia de muestreo.

Frame size: Indica cada cuantos milisegundos se enviará un paquete.

MOS: Indica la calidad general del códec (valor de 1 a 5), refiriéndose a la instalación de un sistema VoIP corporativo basado en Asterisk.

2.3. Telefonía IP.

Gracias al desarrollo de VoIP, aparece la telefonía IP. La misma que permite usar internet como medio de transmisión de llamadas telefónicas.

2.3.1. Definición de Telefonía IP.

La telefonía IP difiere de la tradicional porque usa conmutación por paquetes; permite que la voz viaje de forma digital por teléfonos analógicos o digitales; enviando los datos de voz en paquetes usando estándares del protocolo de internet en lugar de circuitos de transmisión telefónicos. [6]

2.3.2. Estructura de una red de Telefonía IP.

En la siguiente Figura se muestra la estructura de una red de telefonía IP.

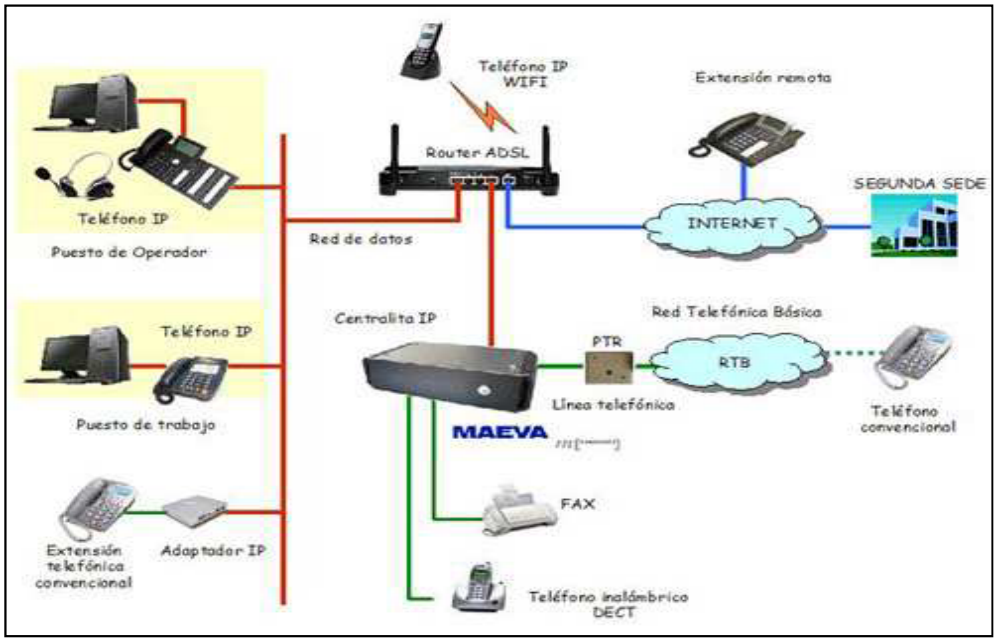

Figura 2-2.- Estructura de una red de telefonía IP [3]

2.3.3. Funcionamiento de la Telefonía IP.

Existen 2 tipos de teléfonos que se pueden usar:

Figura 2-3.- Lado izquierdo Softphone X-lite, lado derecho teléfono IP.

Un softphone es una aplicación que se instala en el computador y se asemeja a teléfono IP pero de forma virtual, y el teléfono IP es tan cómodo como uno tradicional; en ambos casos se maneja direccionamiento IP.

Para poder transmitir la voz se utilizan tarjetas de interfaz; que convierten las señales analógicas de la voz en señales digitales, permitiendo realizar y recibir llamadas desde teléfonos análogos hacia el interior de la red LAN.

A continuación se explica el funcionamiento de las mismas.

FXO: Se denomina puerta de enlace y es el encargado de comunicar la Red IP con la PSTN. Se ubica normalmente en el Servidor IP.

FXS: Permite conectar teléfonos análogos o tradicionales a un computador, se conecta directamente con el Servidor IP.

Existen tres tipos de comunicaciones que podemos usar:

2.3.3.1. Comunicación entre Teléfonos IP fijos o virtuales:

No utiliza ningún tipo de tarjetas de interfaz; la voz se empaqueta y se codifica sin necesidad de Códecs.

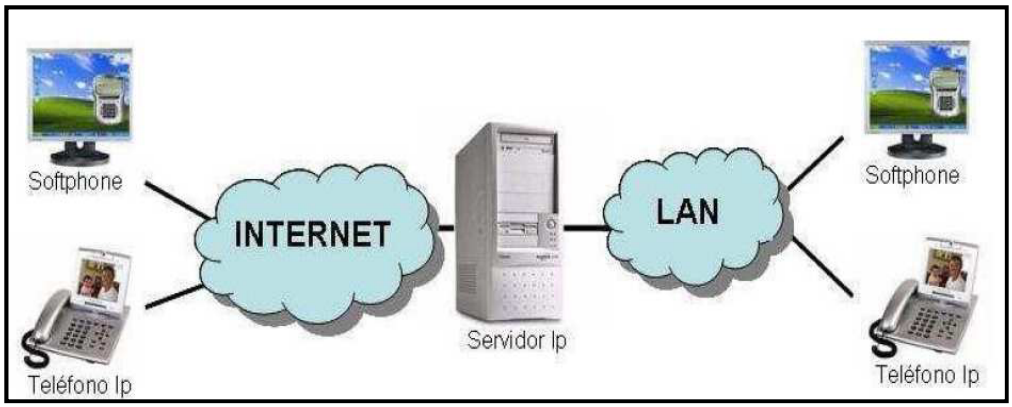

Figura 2-4.- La comunicación se hace de forma digital y no necesita tarjeta [9]

2.3.3.2. Comunicación de teléfonos IP a teléfonos análogos:

Se usa la tarjeta FXO que se conecta directamente a la PSTN en el lado del teléfono análogo como se muestra en la Figura 2-5.

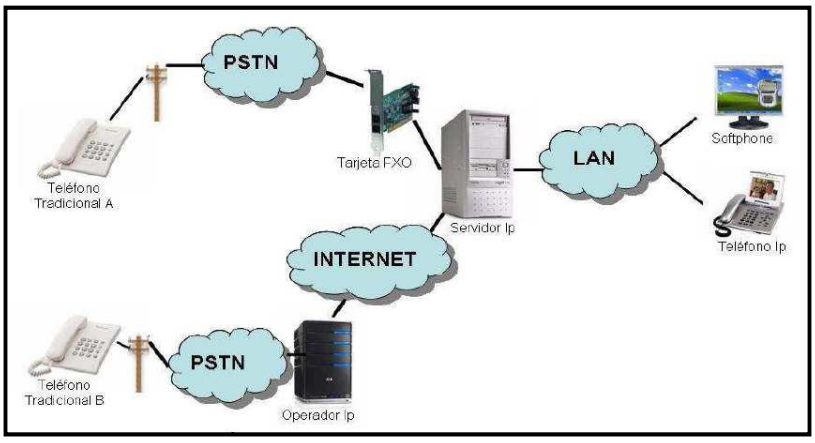

Figura 2-5.- Comunicación VoIP - Analógica [9]

2.3.3.3. Comunicación entre teléfonos Análogos:

Se conecta del lado de los teléfonos análogos la tarjeta FXO hacia el PSTN y del lado de la LAN la tarjeta FXS para conectar al teléfono analógico con el servidor.

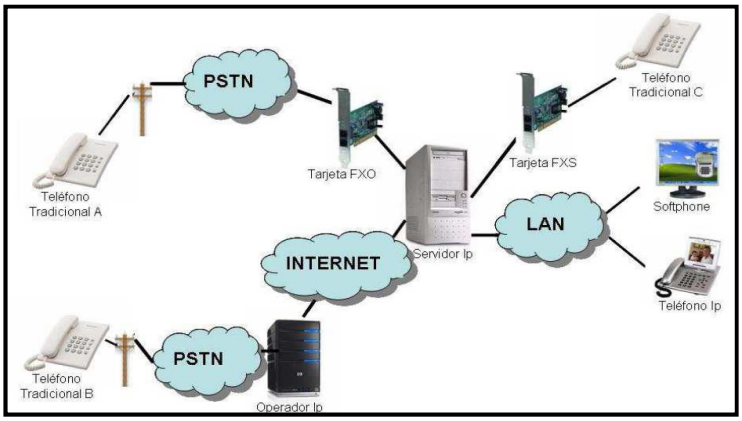

Figura 2-6.- Comunicación Analógica – Analógica usando tarjeta interfaz [9]

2.3.4. Ventajas y Desventajas de la Telefonía IP.

Una de las principales **ventajas** es que simplifica la infraestructura de comunicación, permite la integración de diferentes sedes y trabajadores móviles de la organización, maneja llamadas internas gratuitas, plan de numeración integrado y optimización de las líneas de comunicación.

Reduce costos porque utiliza la misma red para transmisión de datos y voz; la telefonía convencional tiene costos fijos y la telefonía IP no. El costo de la telefonía IP depende del proveedor de internet y de la velocidad de transferencia; estas llamadas se pueden realizar desde cualquier parte donde exista conectividad a internet. [4]

Una de las mayores **desventajas** es la interrupción de la comunicación por ecos, distorsiones de sonido y otros factores que varían según la conexión de Internet, la velocidad de conexión ISP, el servidor proxy o simplemente no ofrecen posibilidad de que el computador reciba una llamada. Los servicios de VoIP funcionan con gran ancho de banda, las conexiones por módem no son suficientes para usar telefonía IP.

Realizar llamadas a números de emergencias como 911, es un gran problema porque un teléfono IP solo reconoce direcciones IP; y necesitan de una conexión eléctrica. Como todo sistema informático está expuesto a virus, gusanos y hacking aunque sea muy raro. [5]

2.3.5. Aplicaciones de la Telefonía IP.

Las llamadas se realizan desde cualquier tipo de teléfono y lugar del mundo; permitiendo la transmisión de información por fax, voz, video, correo electrónico y mensajería instantánea.

Las aplicaciones con las que cuenta son: identificación de llamadas, servicio de llamadas en espera, servicio de transferencia de llamadas entre otros.

2.4. Factores que intervienen en la Calidad de Servicio (QoS)

Principales problemas que se presentan con respecto a la QoS son: Jitter, Latencia, Pérdida de Paquetes, Eco, Ancho de Banda y Calidad de Voz.

2.4.1. Jitter - Fluctuación de Datos

Variación del tiempo de llegada de paquetes; causada por: congestión de red, perdida de sincronización o por diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. El valor recomendado debe ser menor o igual a 100 ms para tener una comunicación sin molestias. [7]

2.4.2. Latencia

Conocida también como retardo; se define como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino, usada para obtener la velocidad de la red. [8]

2.4.3. Pérdida de Paquetes

Se produce por descartes de paquetes que no llegan a tiempo al receptor, se puede minimizar tratando de transmitir solo la información indispensable.

Actualmente se usa la técnica de Detección de Actividad de Voz, que consiste en no transmitir los silencios, disminuyendo el ancho de banda y así se reduce la cantidad de pérdidas de paquetes. [9]

2.4.4. Eco

Es la reflexión retardada de la señal acústica original, producida por la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y regresa por el micrófono. [10]

2.4.5. Ancho de banda.

Determina la velocidad de una red, es limitado y es compartido por diferentes aplicaciones como: web, correo electrónico, descarga de archivos, etc.

Se debe tener mayor ancho de banda para comunicaciones de voz. [11]

2.4.6. Calidad de la Voz

En un diseño está bien estructurado si se puede establecer una excelente comunicación; para comprobar esto se realizan pruebas de voz de maneras: subjetiva y objetivamente.

Los humanos realizan pruebas subjetivas, mientras que las computadoras realizan pruebas objetivas.

2.5. Modelo Teórico para el diseño de una red IP para transmisión de voz.

Se realiza un tipo de diagrama teórico de un diseño de red de Voz sobre IP. Cuando se lo pone en práctica hay que tener en cuenta los costos que implican la instalación, operación, mantenimiento y gestión de la red, estos gastos deben ser menores que es ofrecido por un servicio telefónico convencional.

En el diseño tiene que haber una buena relación costo / beneficio; hay que escoger el protocolo de señalización que cumpla con las necesidades que se requieran; equipos de acuerdo al protocolo elegido y las aplicaciones que

necesitamos. Hay que proyectar la posibilidad de expansión, dentro de la misma empresa o alguna apertura de nuevas sucursales dentro de la localidad o en el interior del país e inclusive en el exterior.

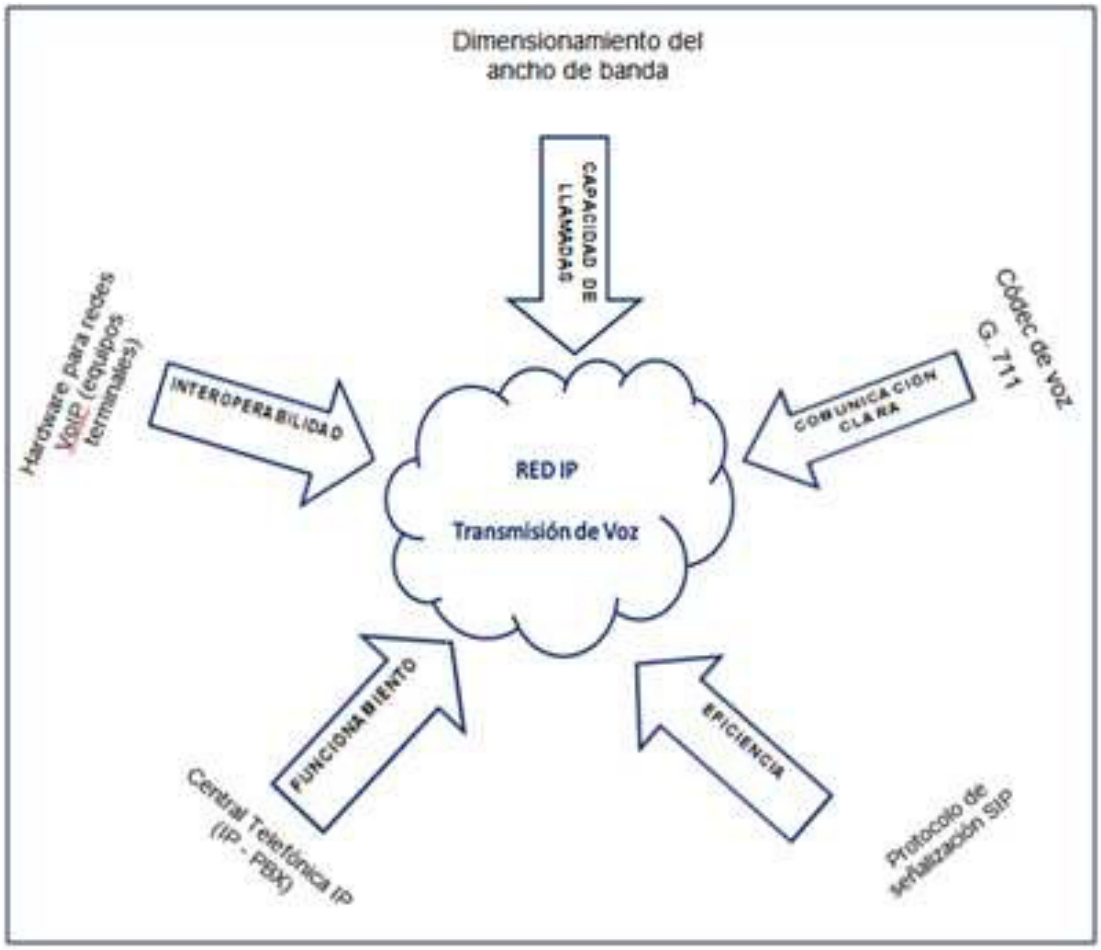

Figura 2-7.- Representación gráfica del Modelo Teórico

2.6. Protocolo SIP

Desarrollado por MMUSIC del IETF**,** definiendo una arquitectura de señalización y control para VoIP. SIP usa dos protocolos que son RTP/RTCP y SDP para establecer la comunicación. [16]

2.6.1. Funcionamiento y características de SIP

SIP es un protocolo de señalización que almacena toda lógica y estado de conexión en los dispositivos finales.

Las principales funciones que realiza son establecer, mantener y terminar sesiones multimedia.

Posee características de negociación, utilización de recursos, flexibilidad y escalabilidad y diferentes funcionalidades como: proxy, redirección, localización / registro todas estas funciones pueden permanecer en un único servidor o varios distribuidos. [16]

2.6.2. Ventajas y desventajas de SIP

Una de las **ventajas** del protocolo SIP es que tiene mayor simplicidad, utiliza mensajes de peticiones y respuestas para establecer sesiones.

En la telefonía IP, SIP puede incluir protocolos como: TCP/UDP, RTP y SDP.

En el caso de las **desventajas** tenemos que surgen problemas para resolver direcciones privadas con públicas, no atraviesa firewalls ya que tiene problemas con el NAT. [16]

2.6.3. Componentes SIP

SIP tiene dos elementos fundamentales: UA y servidores.

2.6.3.1. UA

Pueden realizar una comunicación sin un servidor de por medio, existen 2 tipos de agentes que permiten la comunicación entre diferentes agentes de usuario mediante comunicaciones de tipo cliente-servidor. [16]

UAC: Es una entidad lógica que genera peticiones SIP y recibe respuestas a esas peticiones.

UAS: Es una entidad lógica que genera respuestas a las peticiones SIP.

2.6.3.2. Servidor SIP

Procesa peticiones provenientes de los UA y genera alguna respuesta. Existen 3 tipos, divididos de forma conceptual, por escalabilidad y por rendimiento, físicamente cualquiera de los ellos puede estar en una máquina.

Servidor de Delegación: Retransmite solicitudes y decide qué otro servidor debe remitir, alterando los campos de la solicitud en caso necesario. Actúa como cliente y servidor con el propósito de establecer llamadas entre los usuarios y encaminar las peticiones que recibe de otras entidades más próximas al destinatario. [16]

Existen dos tipos de Proxy Servers:

Servidor de Delegación con Estado: mantienen el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones.

Servidor de Delegación sin Estado: no mantienen el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones, únicamente reenvían mensajes.

Servidor Registrador: Acepta peticiones de registro de los usuarios y guarda la información de estas peticiones para suministrar un servicio de localización y traducción de direcciones en el dominio que controla.

Servidor de Desvío: Genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe. Este servidor reencamina las peticiones hacia el próximo servidor. [1]

2.6.4. Mensajes SIP

Los UAC realizan las peticiones y los UAS retornan respuestas a las peticiones de los clientes. Los mensajes SIP son enviados en texto plano y emplea un formato de mensaje genérico establecido en RFC 2822; que consiste en una línea inicial seguida de un o más campos de cabecera, una línea vacía que indica el final de las cabeceras, y el cuerpo del mensaje que es opcional. [16]

2.6.4.1. Peticiones SIP

Son caracterizadas por la línea inicial del mensaje llamada Línea de Petición; contiene: el nombre del método, el identificador del destinatario de la petición y la versión del protocolo SIP. [16]

Existen seis métodos básicos que describen las peticiones de los clientes:

INVITAR: Permite invitar a un usuario o servicio, a participar en una sesión o modificar parámetros de una ya existente.

CONFIRMAR: Confirma el establecimiento de una sesión.

OPCIÓN: Solicita información sobre las capacidades de un servidor.

ADIÓS: Indica la terminación de una sesión.

CANCELAR: Cancela una petición pendiente.

REGISTRAR: Registra al Agente de Usuario.

2.6.4.2. Respuestas SIP.

Después de la recepción e interpretación del mensaje de solicitud SIP, el receptor responde con un mensaje; donde la línea inicial es llamada Línea de Estado y contiene: la versión de SIP, el código de respuesta y una pequeña descripción. [16]

Las respuestas SIP están compuestas por tres dígitos. A continuación se indica el significado del primer dígito:

1xx: Mensajes provisionales.

2xx: Respuestas de éxito.

3xx: Respuestas de redirección.

4xx: Respuestas de fallo de método.

5xx: Respuestas de fallos de servidor.

6xx: Respuestas de fallos globales.

2.6.5. Errores SIP.

Los errores SIP también tienen un código de 3 dígitos. A continuación se explica el significado del primer dígito:

4xx: Respuestas de fallo de método.

5xx: Respuestas de fallos de servidor.

6xx: Respuestas de fallos globales.

2.6.6. Cabecera SIP.

Las cabeceras se usan para transportar información necesaria a las entidades SIP. [16]

Se describe a continuación los campos que se usan en la cabecera:

Vía: Indica el transporte usado para el envío e identifica la ruta de la petición.

Desde: Indica la dirección del origen de la petición.

Para: Indica la dirección del destinatario de la petición.

Id. de Llamada: Identifica cada llamada y contiene la dirección del host.

Cseq: inicia con un aleatorio e identifica de forma secuencial cada petición.

Contacto: Contiene todas las direcciones para poder contactar al usuario.

Agente de Usuario: Permite realizar la comunicación con los clientes.

2.6.7. Direccionamiento SIP.

Los servidores SIP permiten localizar a los usuarios y hacer la resolución de nombres. [16]

Identifica a los usuarios usando SIP URI, que tiene un formato similar al de un e-mail consta de: usuario y dominio delimitado por un @, como se muestra en los siguientes casos:

usuario@dominio: Dominio es un nombre de dominio completo.

usuario@equipo: Equipo es el nombre de la máquina.

usuario@dirección_ip: Dirección_ip es la dirección IP del dispositivo.

número_teléfono@gateway: El gateway permite acceder al número de teléfono a través de la red telefónica pública.

2.6.8. Ejemplo de Transacciones SIP.

Varias transacciones SIP ocurren en una llamada, realizadas mediante un intercambio de mensajes entre cliente y servidor.

Consta de varias peticiones y respuestas agrupadas con el parámetro Cseq en la misma transacción. [16]

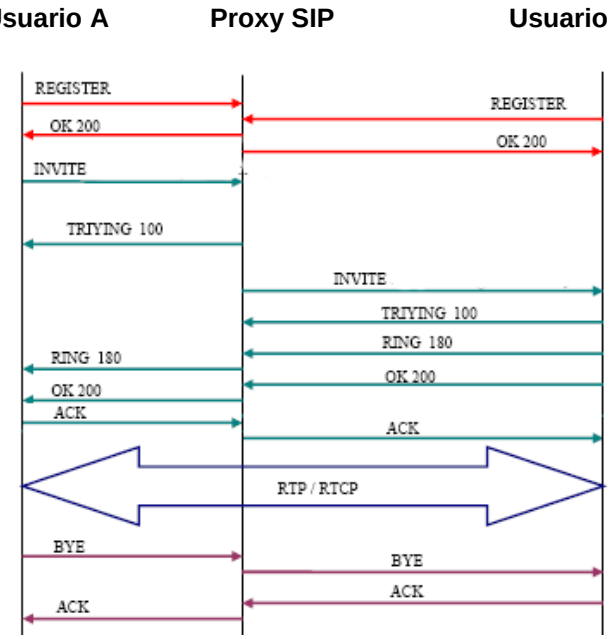

Figura 2-8.- Diagrama de transacciones. [16]

Las dos primeras transacciones corresponden al registro de los usuarios, para ser encontrados por otros usuarios. Los terminales envían una petición registrar. El servidor de delegación, consulta si el usuario puede ser autenticado y envía un mensaje de OK en caso positivo.

Ocurre otra transacción que corresponde a un establecimiento de sesión, que consiste en una petición invitación del usuario al servidor. El servidor envía un Trying100 para parar las retransmisiones y reenvía la petición al usuario B, quién a su vez envía un Ringing 180. Por último, el OK 200 corresponde a aceptar la llamada donde el usuario B descuelga y se establece la llamada que permite el funcionamiento de RTP con los parámetros establecidos en la negociación mediante el protocolo SDP.

La finalización de sesión es la última transacción que ocurre, se envía al servidor una petición de Adiós, y posteriormente reenviada al usuario B. Este usuario contesta con un OK 200 para confirmar que se ha recibido el mensaje final correctamente. [16]

2.7. Centro de Contactos

Ofrece a los clientes más canales de contacto multimedia, posee una plataforma que analiza la información del cliente en tiempo real; con esto se intenta obtener una velocidad de respuesta mayor para satisfacer al cliente.

2.7.1. Definición y características de Centros de Contactos.

Son usados para recibir y transmitir un amplio volumen de llamadas o pedidos, los mismos que se pueden realizar por otros canales como: fax, e-mail, chat, mensajes de texto y multimedia entre otros. Los centros de contactos cuentan con UA y estaciones de trabajos donde se incluyen computadoras, teléfonos, auriculares con micrófonos conectados a interruptores telefónicos. [17]

2.7.2. Tipos de un Centro de Contactos.

Existen dos grupos de centro de contactos: entrante y saliente.

Entrante: Si el contacto comienza desde el mundo exterior. Generalmente son usados para realizar compras, obtener asistencia técnica, respuestas sobre servicios públicos, ayuda de emergencia entre otras razones. [17]

Saliente: El Centro de Contactos inicia el contacto. Algunos motivos que impulsaron crearlos son: no haber cancelado una factura, ofrecimientos de nuevos productos, dar seguimiento a un problema del cliente, entre otros. [17]

2.7.3. Estructura de un Centro de Contactos.

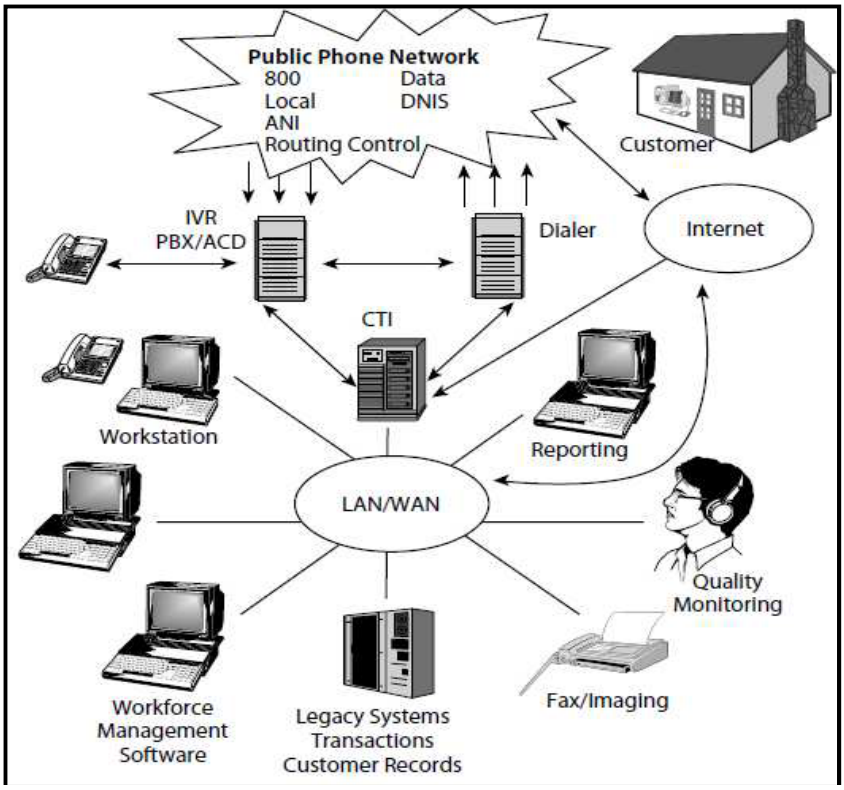

Figura 2-9.- Estructura de una red de un centro de contactos [20]

2.7.4. Terminales de los Agentes.

Los agentes pueden trabajar desde la oficina, sus casas o cualquier lugar del mundo que disponga de conexión a internet; las empresas tienen mayor beneficio cuando el empleado rinde al trabajar remotamente porque invierte menos en el sueldo de ese trabajador. [20]

2.7.5. Agentes IP.

Es una aplicación de escritorio capaz de proporcionar múltiples modos conexión que poseen los teléfonos virtuales IP, y permiten mejorar la productividad de los agentes.

Los agentes IP se integran e interoperan con otras aplicaciones que pueden ser funciones que proporcionan Microsoft Internet Explorer, Outlook y dispositivos que mejoran aún más la productividad. [18]

2.7.6. Reportes y Estadísticas de un Centro de Contactos.

Los centros de contacto son fábricas de datos; porque casi todas las herramientas que un UA usa permiten recopilar, almacenar e informar sobre algo en particular. Los administradores usan esta información generalmente para analizar el desempeño de los agentes y la satisfacción de los clientes.

Work Group Performance by Queue Group - Summary

Help

Work Groups: Custom Box Orders, Standard Box Orders
Queue Groups: Billing Queues, Customer Service Queues, Reporting: queues, Sales Queues, dadsdev2: queues
Time Period: Yesterday (Sep 18, 2007 12:00:00 AM - Sep 19, 2007 12:00:00 AM)
Time Zone: CHI-Beijing

Work Group	Queue Group	Handles	% Transfers	% Confs.	% Redirects	% Rejects	% Held Contacts	% Disc. from On Hold	Avg. In Focus Hold Dur.	Avg. Preview Dur.	Avg. Alert Dur.	Avg. Active Dur.	Avg. Wrap-up Dur.
Custom Box Orders	Customer Service Queues	2,412	1%	0%	0%	0%	2%	41%	00:00:20		00:00:00	00:00:17	00:00:39
	dadsdev2: queues	18,329	5%	0%	0%	0%	6%	7%	00:00:09		00:00:00	00:00:57	00:00:33
	Reporting: queues	1,144	0%	0%	0%	0%	2%	100%	00:01:13			00:00:00	
	Sales Queues	15,917	6%	0%	0%	0%	6%	5%	00:00:09		00:00:00	00:01:03	00:00:32
Custom Box Orders		**37,802**	**5%**	**0%**	**0%**	**0%**	**6%**	**7%**	**00:00:09**		**00:00:00**	**00:00:57**	**00:00:33**
Standard Box Orders	Customer Service Queues	2,412	1%	0%	0%	0%	2%	41%	00:00:20		00:00:00	00:00:17	00:00:39
	dadsdev2: queues	18,424	5%	0%	0%	0%	6%	7%	00:00:10		00:00:00	00:00:57	00:00:33
	Reporting: queues	1,149	0%	0%	0%	0%	2%	100%	00:01:13			00:00:00	
	Sales Queues	16,012	6%	0%	0%	0%	6%	5%	00:00:09		00:00:00	00:01:03	00:00:32
Standard Box Orders		**37,997**	**5%**	**0%**	**0%**	**0%**	**6%**	**7%**	**00:00:10**		**00:00:00**	**00:00:57**	**00:00:33**
Summary		**75,799**	**5%**	**0%**	**0%**	**0%**	**6%**	**7%**	**00:00:10**		**00:00:00**	**00:00:57**	**00:00:33**

Figura 2-10.- Reporte generado en un centro de contactos [20]

2.7.7. Centro de Llamadas.

Es un conjunto tecnológico y administrativo, que suministra información personalizada por medio de llamadas telefónicas. Los componentes típicos de un centro de llamadas son:

PBX: Es una central de conmutación de llamadas telefónicas.

Servidor CTI: Imparte órdenes para el envío de información a los diferentes puestos de los agentes, almacena y estructura la información para los diferentes reportes de operación que se requieran.

Servidores de Bases de Datos: Son repositorios de información de los clientes de una organización.

Sistema Interactivo de Respuesta de Voz: Permite y facilita la entrega de mensajes hablados a los llamantes, logrando acceder a la información de las bases de datos de las organizaciones.

Estación de trabajo de los agentes: Es cada uno de los puestos de operación donde se ubican los agentes telefónicos. [21]

2.7.8. Diferencias entre un Centro de Contactos y un Centro de Llamadas.

Un Centro de Contactos es la evolución del Centro de Llamadas.

El usuario usa cada vez más los canales online en su vida diaria y cuando piensa en comprar algo o necesita información sobre un producto, una de las

primeras cosas que hace es recurrir a Internet para navegar y utilizar sus recursos.

Los canales que usan los centros de llamadas son Voz y Fax - Correo ordinario, mientras que en el centro de contactos añade otras interacciones como e-mail, sesiones de chat, colaboración web, mensajes de texto, mensajes multimedia y todo aquello que las personas usan actualmente para comunicarse.

El uso de internet ha crecido en la sociedad haciendo que la comunicación entre usuarios y empresas sea más fácil, usando multimedia; entre ellos también se encuentran los recursos compartidos y redes sociales, que influyen poderosamente en otros usuarios o Clientes. [21]

CAPÍTULO 3

AUDITORÍA

Este capítulo describe la auditoría de la empresa, a la que se va a realizar la migración del Centro de Llamadas al Centro de Contactos, con el fin de tener una perspectiva sobre la funcionalidad de esta empresa y como está organizada actualmente en el ámbito de comunicación.

3.1. Objetivos de la Auditoría

En esta auditoría se plantearon los siguientes objetivos:

- ✓ Tener conocimiento acerca de la función que realiza la empresa y como está conformada organizacionalmente.
- ✓ Saber el estado actual de comunicación que se maneja en la empresa en mención.

- ✓ Percibir las deficiencias en el proceso de comunicación de voz que se usa actualmente.
- ✓ Proponer una solución a las deficiencias detectadas.

3.2. Desarrollo de la Auditoría

En esta parte se mostrará información sobre la empresa.

3.2.1. Descripción de la Empresa

La empresa escogida se llama Torres & Torres, es una compañía especializada en el agenciamiento Aduanero, con cobertura a nivel Nacional, que por más de 20 años viene asesorando a Importadores y Exportadores, en la búsqueda de mejores alternativas logísticas dentro de las normas legales aduaneras.

Su misión es satisfacer las necesidades logísticas y operacionales de sus clientes en el área de comercio exterior y aduana brindando un servicio total justo a tiempo.

Su política de calidad consiste en proveer servicio personalizado con un alto estándar de calidad y seguridad en operaciones logísticas de comercio exterior y transporte, a través de profesionales constantemente capacitados y comprometidos con la organización, utilizando la tecnología apropiada, aliados con proveedores calificados; para satisfacer las necesidades de sus clientes dentro de las normas legales.

Entre los servicios que se brindan están:

- ✓ Elaboración Documento de Análisis de Importación.
- ✓ Trámites de Exportación.
- ✓ Trámites de Importación y Regímenes Especiales.
- ✓ Trámites Legales.
- ✓ Re-exportación.
- ✓ Seguro Local, cuentan con una alianza estratégica con GENERALI ECUADOR CIA DE SEGUROS S.A.
- ✓ Departamento de Servicio Al Cliente y Comercialización.
- ✓ Servicio Tercerizado – INHOUSE.
- ✓ Desaduanización de mercaderías.
- ✓ Transporte y Distribución de carga a nivel Nacional.
- ✓ Proceso de Seguimiento y control de mercadería, desde el arribo hasta la entrega en sus bodegas.
- ✓ Servicio de Clasificación y Valoración de Producto.
- ✓ Accesoria Legal para procesos especiales.
- ✓ Servicio de elaboración de documentos en Ministerios e Instituciones.

- ✓ Charlas de capacitación sobre temas aduaneros.

Y tienen la visión de consolidarse como los mejores operadores logísticos de comercio exterior en el Ecuador con presencia internacional.

3.2.2. Organización y Personal

La empresa Torres & Torres se encuentra conformada básicamente por cuatro áreas principales claramente distinguidas: gerencia, operaciones, comercial y administración.

Todas las áreas deben interactuar, algunas de forma más frecuente que otras.

A continuación se muestra en la figura 3-1 el diagrama organizacional de la empresa en estudio:

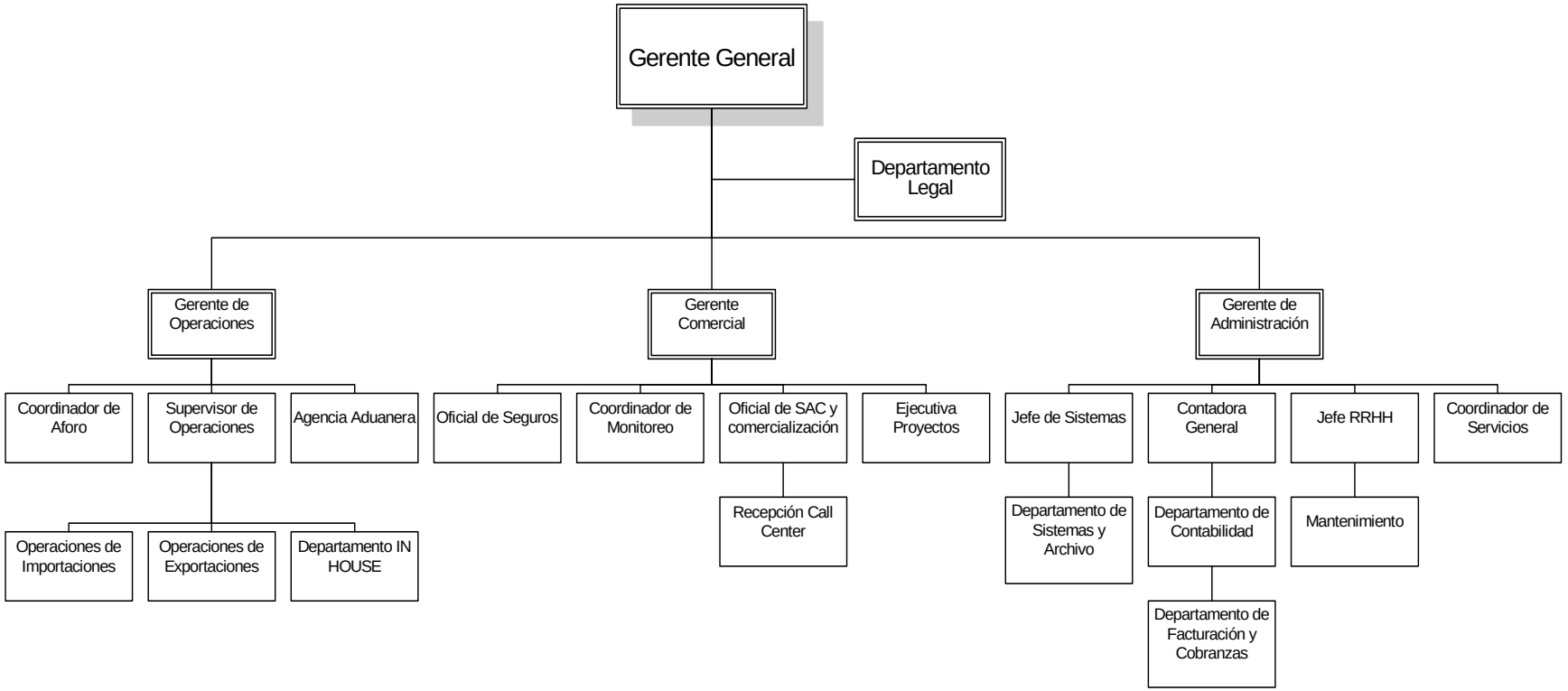

Figura 3-1. Diagrama Organizacional de Torres & Torres

Cada área cuenta con ciertos números de puntos telefónicos, el centro de llamadas forma parte del área de comercialización por lo que tendrá mayor cantidad de puntos telefónicos.

El número de puntos telefónicos en las diferentes áreas se detalla en el tabla 3-1.

Área	Puntos Telefónicos
Gerencia	2
Departamento Legal	1
Operaciones	9
Comercialización	5
Agencia Aduanera	1
Centro de Llamadas	10
Administración	8
TOTAL	**36**

Tabla 3-1. Número de puntos telefónicos por área.

3.2.3. Situación Actual en el Proceso de Comunicaciones.

Como cualquier otra empresa, la interacción entre los empleados tanto de una misma área como de distintas es indiscutible. La comunicación es un factor importante a tener en cuenta para lograr una buena productividad, por lo tanto es un recurso muy importante. Para el caso de desarrollo de

proyectos la coordinación entre los mismos empleados y, empleados – clientes, es fundamental.

Ante esta necesidad, las formas de comunicación más populares son el correo electrónico y la telefonía, siendo ésta última la más usada cuando se necesita una comunicación rápida y eficiente.

En la actualidad las empresas pequeñas rentan líneas telefónicas y ellos son los que administran sus líneas utilizando una centralita privada conocida como PBX, ya sea propia o alquilada por el mismo proveedor de servicios.

La PBX es un equipo de telefonía diseñado para lograr la conmutación de circuitos igual que en las centrales de conmutación pero con un menor número de abonados como es el caso de ésta empresa.

La empresa *Torres & Torres* a la cual se refiere la presente investigación cuenta con la siguiente infraestructura tecnológica para el proceso de comunicación de voz:

- ✓ Una centralita PBX Panasonic hibrido D500.
- ✓ 13 líneas telefónicas analógicas externas.
- ✓ 1 línea telefónica adicional para el departamento legal.
- ✓ 1 línea telefónica para agencia aduanera.

- ✓ 36 teléfonos analógicos de los cuales 10 pertenecen al Centro de Llamadas.

El diagrama de la red de voz actual de la empresa en estudio se muestra en la figura 3-2.

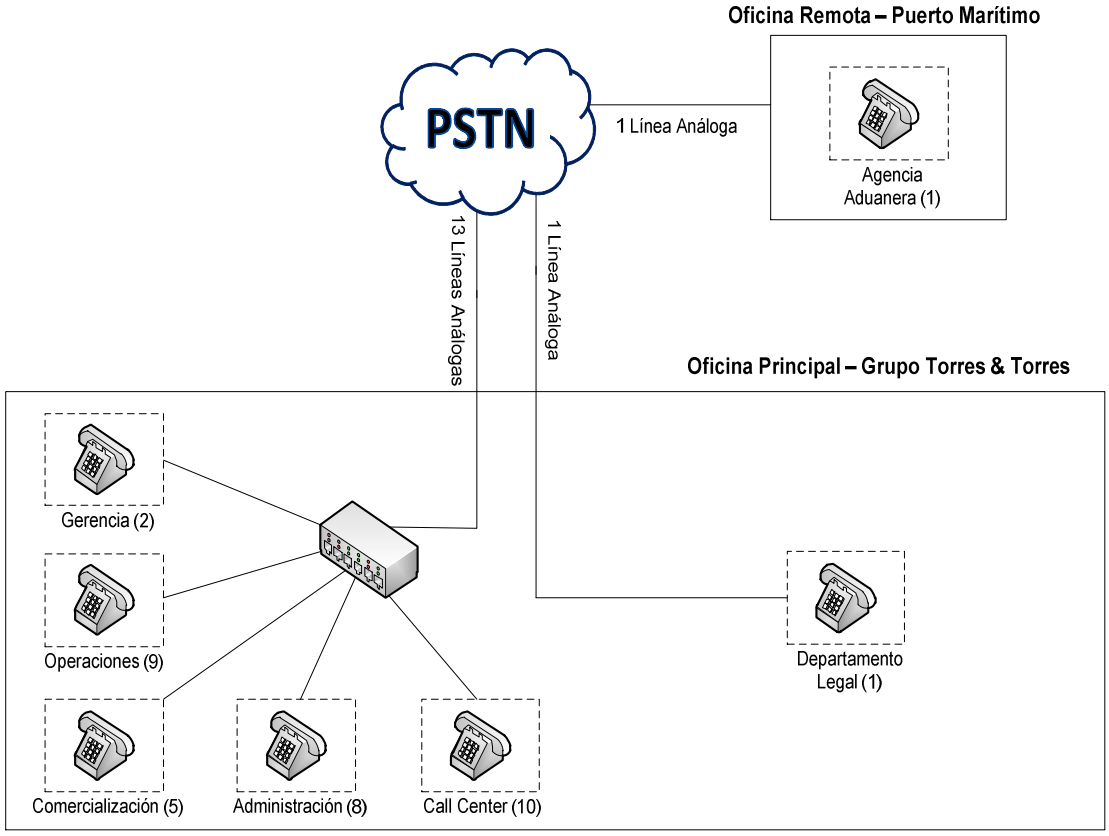

Figura 3-2 Diagrama de red de voz actual

Así mismo, se cuenta con la siguiente infraestructura para la comunicación de datos:

- ✓ Una línea con conexión de fibra óptica de 10MB para la oficina principal y una línea ADSL 2048/512 kbps para la oficina remota.

- ✓ Firewall Astaro security gateway.
- ✓ Switches 3com 24 puertos
- ✓ Router cisco 1841 para el local principal y un router Kasda KW5862 para el local remoto.
- ✓ Servidores DHCP, Data Center, WEB, Proxy.

El diagrama de la red de datos actual de la empresa en estudio se muestra en la figura 3-3.

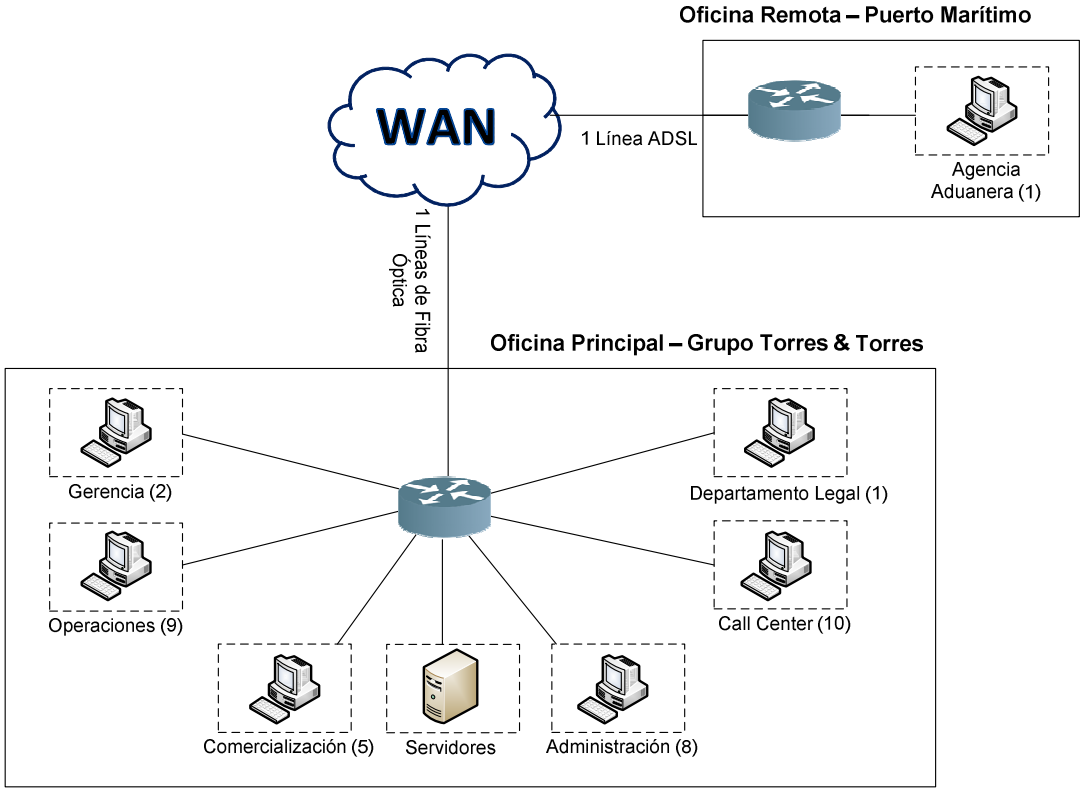

Figura 3-3 Diagrama red de datos actual

3.2.4. Deficiencias Percibidas en los Procesos de Comunicación de Voz Actual Usados en la Empresa.

HECHOS	PROBLEMAS Y CAUSAS
Uso frecuente de la comunicación de voz	A pesar de las rebajas de tarifas de la telefonía tradicional, los costos por usar una red dedicada exclusivamente a transmitir voz son más altos debido a que se utiliza mayores recursos de hardware.
Algunas líneas telefónicas pertenecen a una centralita y otras son independientes	Al no contar con un orden en las líneas telefónicas los empleados deben ubicar cual es el teléfono que tienen que contestar si es que no está timbrando un teléfono perteneciente a su anexo.
Necesidad de comunicarse con empleados que se encuentran fuera de las oficinas.	Ya que la empresa desarrolla proyectos, los ingenieros deben viajar constantemente a realizar trabajos fuera de la oficina, dejando la comunicación celular en algunos casos como la alternativa más práctica para realizar coordinaciones, sin embargo el costo de la telefonía celular es aún considerable, dependiendo incluso del lugar donde se encuentren.
Comunicación constante entre locales	Uso ineficiente de recursos económicos, debido a que se debe usar una línea telefónica (por lo menos) por cada local, con lo cual se debe pagar además de renta fija los minutos utilizados durante la comunicación.

Tabla 3-2.- Deficiencia en la parte de Voz de la empresa.

3.2.5. Declaración del Marco Problemático

Los procesos de comunicación más utilizados por los empleados de los dos locales de la empresa en estudio, es la telefonía básica por ser la forma más cómoda, rápida e interactiva.

Al tener una regular afluencia de llamadas entre éstos dos locales, que se encuentran en redes totalmente aisladas, el costo que se abona mensualmente por la comunicación entre empleados es un costo redundante ya que contando con una red de datos se puede aprovechar para transmitir voz y anular dicho costo del presupuesto mensual. Si se tiene en cuenta el horario de operación de la empresa, de 9 a.m. a 6 p.m., podemos observar que no existe tarifa preferencial para estas llamadas al encontrarse dentro de los horarios donde se genera mayor cantidad de tráfico.

Además de esto, se suma la baja eficiencia que cumple la central PBX adquirida ya que solo permite la comunicación sin costo entre los empleados del local principal, mas no con los otros locales.

3.2.6. Propuesta de Solución

- ✓ Diseñar una red de área local que posea calidad de servicio para que puedan transmitir datos y voz juntos por dicha red.
- ✓ Dimensionar el ancho de banda necesario en la red de área amplia en cada local, para atender el flujo de llamadas en la hora de mayor tráfico.

- ✓ Configurar un servidor de Voz sobre IP que pueda ser capaz de establecer llamadas entre terminales que se encuentran en diferentes redes.

- ✓ Identificar los elementos necesarios para que se pueda realizar la interoperabilidad entre las redes de voz y datos, mostrando todos los posibles escenarios de operación entre dichas redes.

Ahora nos enfocamos en el estudio de los elementos involucrados en el diseño de la red, tal que se llegue a cumplir la solución propuesta. El diseño de la red comprende los siguientes pasos: dimensionamiento, elección de protocolos y elección y distribución de equipos.

A continuación se muestra la Figura 3-4 con la propuesta de diseño de la red.

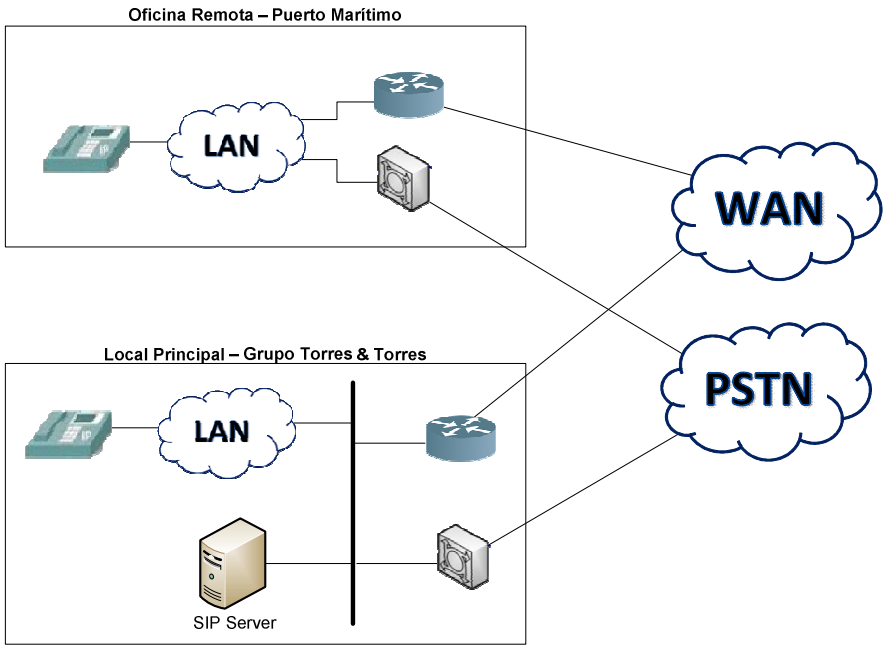

Figura 3-4 Estructura de la red de voz sobre IP

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LA RED

El objetivo de este capítulo es el desarrollo del diseño de la Red de Voz sobre IP, para ello debemos optar por la mejor opción entre todas las herramientas disponibles. El diseño se encontrará concluido cuando tengamos elegidos todos los elementos necesarios, y además de tener una propuesta final. Para el presente capítulo se desarrolla un análisis de costos y presupuesto del proyecto así como también el cronograma de implementación del diseño.

4.1. Cálculo del Ancho de Banda de la Red

Para el cálculo del ancho de banda necesario para poder cursar el flujo de llamadas de la empresa, primero debemos calcular el número de líneas

telefónicas necesarias para la empresa, y luego, teniendo el número de canales de voz, obtenemos el ancho de banda total con la ayuda del ancho de banda utilizado por el códec de voz.

4.1.1. Cálculo de Líneas Telefónicas

Este cálculo se realiza con el fin de obtener el número de circuitos telefónicos necesarios para atender a los 10 abonados en la hora de mayor tráfico.

Procedemos a calcular el número de líneas necesarias a partir de la información del flujo de llamadas entrantes en la empresa ya que estos datos mostrados en la tabla 4-1 son requeridos por la calculadora cc-Modeler Lite.

PARÁMETROS	VALOR	DESCRIPCIÓN
VALORES INGRESADOS		
Answered Call	40	Llamadas contestadas por hora.
Average Talk Time	420	Promedio de segundos por llamada.
Wrap-up Time	40	Tiempo requerido por un agente después de finalizar una llamada para completar un trabajo relacionado directamente con la llamada completada.
Average Delay	4	Promedio de tiempo que tarda un agente en contestar una llamada en cola.
Numbers of Agents	10	Número de agentes del Centro de Llamadas.

Talk Time Ratio	51%	Porcentaje del tiempo total que habla un agente
VALORES OBTENIDOS		
Answered Without Queueing	96%	Porcentaje de llamadas contestadas que no estarán en cola.
Ave Calls in Queue	0	Promedio de llamadas en cola
Trunk Requerid	12	Líneas requeridas

Tabla 4-1 Parámetros de la calculadora cc-Modeler Lite

A continuación se muestra en la figura 4.1 el cálculo del número de circuitos telefónicos, con los datos que se tienen de llamadas entrantes:

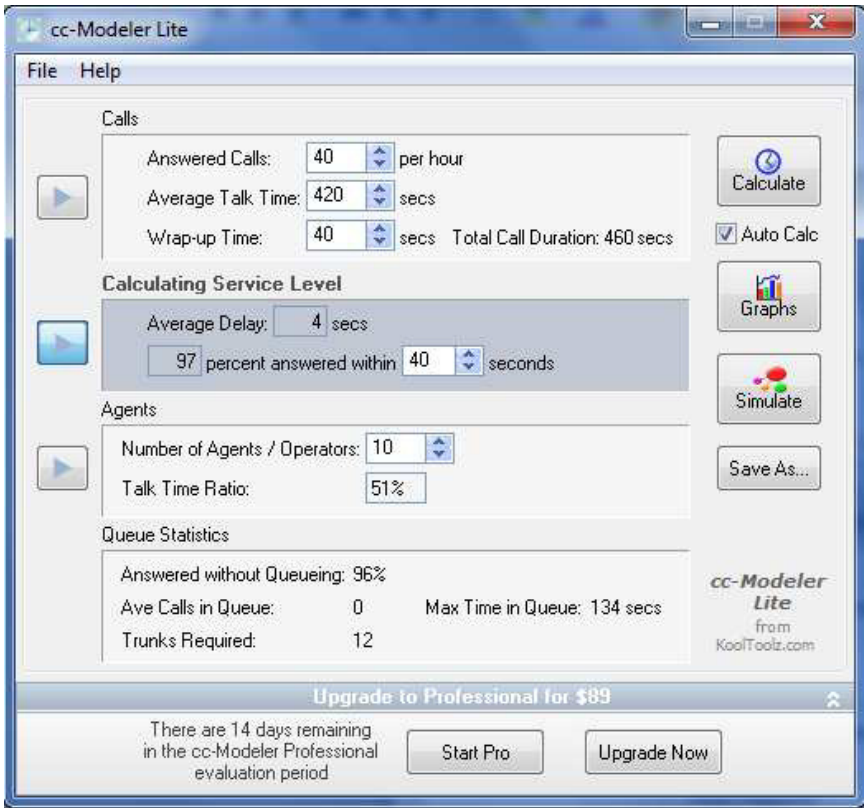

Figura 4-1 Cálculo de líneas telefónicas a partir de llamadas entrantes.

Ahora procedemos a calcular el número de líneas necesarias a partir de la información del flujo de llamadas salientes en la empresa ya que estos datos mostrados en la Tabla 4-2 son requeridos por la calculadora mostrada a continuación.

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
VALORES INGRESADOS		
Blocking Target	0.010	Valor estándar que significa que el 1% de las llamadas será bloqueada por no disponibilidad de líneas
Busy Hour Factor	17%	Factor de hora de mayor actividad es el porcentaje de llamadas de un día que se hizo durante la hora pico
Minutes Per Day	396.02	Minutos por día
VALOR OBTENIDO		
Lines Requerid	5	Líneas requeridas

Tabla 4-2 Parámetros de la calculadora Calls Minutes Calculator

A continuación se muestra en la Figura 4-2 el cálculo del número de circuitos telefónicos, con los datos que se tienen de llamadas salientes:

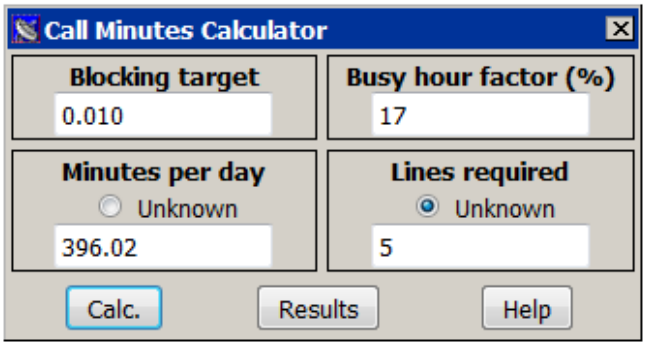

Figura 4-2 Cálculo de líneas telefónicas a partir de llamadas salientes

4.1.2. Elección del Códec de Voz y Ancho de Banda

Con el número de líneas obtenido, ahora procedemos a calcular el ancho de banda de la red en Kbps.

Este cálculo depende únicamente del códec de voz que utilicemos para muestrear la voz analógica y comprimirlos en paquetes para ser enviados por la de red de datos.

En el capítulo 2, se detalló los códecs más importantes y para el presente capítulo elegiremos el más adecuado para el diseño.

Inicialmente el códec G.729 es uno de los más destacados, pero la desventaja es que este códec se encuentra patentado y se debe pagar una licencia por su uso, por cada canal que se utilice. Dado que uno de los objetivos del diseño de la red es reducir los costos de operación, no es conveniente decidirnos por este códec ya que debemos pagar licencia por 10 canales de voz, anualmente.

También tenemos los códecs G.723.1 y G.726, el primero utiliza un ancho de banda bastante reducido con una calidad de voz regular, el G.726 tiene una mejor calidad de voz, y un consumo de ancho de banda aceptable; pero estos tipos de códec hoy en día muy poco son utilizados.

El códec G.711 ofrece una calidad de voz muy buena, por lo que utiliza mayor ancho de banda, ya que la empresa por ser medianamente pequeña

no posee una red de datos corporativa y el ancho de banda con el que disponen actualmente puede cubrir de buena forma este consumo, por esa razón elegiremos este último (G.711) para nuestro diseño.

Cabe resaltar que los equipos que se elegirán deberán contar con la opción de Voice Activity Detection6 para aminorar el ancho de banda.

A continuación hallaremos el ancho de banda real utilizado por el códec elegido, para ello primero vamos a detallar en la tabla 4.3 los parámetros necesarios para poder utilizar una calculadora de ancho de banda.

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
VALORES INGRESADOS		
Ave Num Calls	10	Promedio de llamadas simultaneas
Códec	G.711	Códec de audio elegido
Sample Size	10 ms	Tamaño de muestreo
Silence	Suppress	Supresión del silencio (VAD)
Duplex	Full	Transferencia de datos en ambas direcciones
WAN Calls	Yes	Llamadas por la WAN
Header Compression	1:1	Compresión de cabecera
VALOR OBTENIDO		
Bandwidth	464 Kbps	Ancho de Banda necesario

Tabla 4-3 Parámetros para usar la calculadora de ancho de banda.

A continuación se muestra en la figura 4.3 el cálculo del ancho de banda necesario:

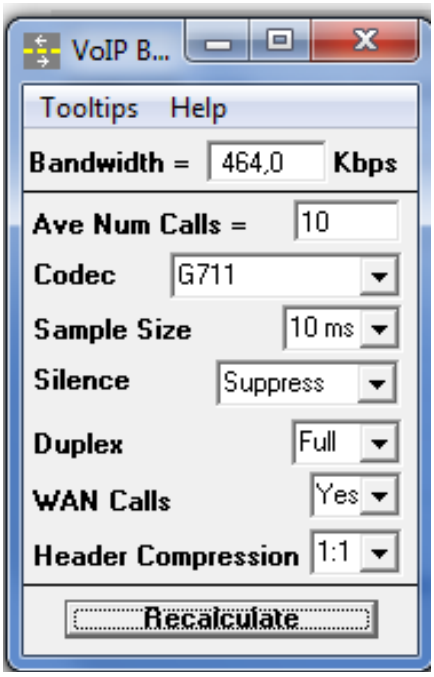

Figura 4-3 Calculadora de Ancho de Banda

4.2. Elección de la Configuración de Equipos

La elección de los equipos se realiza de acuerdo al protocolo de señalización elegido, para nuestro caso se elige utilizar el protocolo de señalización SIP.

Realizada la comparación de los tres protocolos propuestos en el capítulo 2 (H.323, SIP e IAXv.2) podemos descartar en primer lugar al protocolo H.323; por ser el conjunto de protocolos más completo, su operación es más compleja, lo cual lo hace ideal para redes con grandes cantidades de usuarios, los componentes que utiliza también son más costosos debido a que poseen mayor funcionalidad que SIP o IAX.

La gran ventaja del protocolo IAX sobre SIP es la capacidad de traspasar el NAT, sin embargo con SIP se puede solucionar dicho problema conectando con un servidor STUN para resolver direcciones.

Teniendo en cuenta que IAX es un protocolo que se encuentra aún en proceso de estandarización, no se cuenta con la suficiente disponibilidad de equipos en el mercado que lo soporten.

Por lo tanto, el protocolo recomendado para el diseño de la red es el protocolo SIP debido a su simplicidad y bajo costo de implementación.

Al tener elegido el protocolo de señalización, procedemos a elegir el servidor de registro, los equipos terminales y el gateway requerido, para los servicios de voz, así como los equipos de redes utilizados para la transmisión de datos.

4.2.1. Servidor SIP

Para implementar el servidor SIP necesitamos tener las características del hardware y el software que se instalará sobre él.

Software

En primer lugar elegiremos el software de la central IP/PBX ya que de acuerdo a la elección de dicho software tendremos algunos requerimientos para el Sistema Operativo y el hardware del servidor a utilizar.

Este programa es el eje del sistema de comunicación a diseñar, es prácticamente el que se encarga de establecer la comunicación de extremo a extremo y ofrecer todas las funciones propias de una centralita telefónica tradicional y más. En ella se deberá configurar el plan de marcación y si se desea algunos otros servicios adicionales.

La elección del software de comunicaciones no es un proceso que nos presente mayores inconvenientes.

Al momento de realizar la presente tesis el software Asterisk es el más usado en lo que se refiere a aplicaciones de Voz sobre IP. Sin embargo existen también softwares propietarios que se están empezando a usar en algunas empresas. Uno de los más rescatables es el software 3CX diseñado por Microsoft.

A continuación se muestra en la tabla 4-4 una comparación entre estos dos softwares para luego sustentar la elección.

CARACTERÍSTICAS	ASTERISK	3CX
Protocolos que soporta.	H.323, SIP, IAX, etc	Solo SIP
Tipo de software	Libre	Propietario
Funcionalidad	Todas las opciones disponibles.	Según el tipo de licencia se tienen mayor cantidad de opciones.
S.O. sobre el que trabaja	Linux	Windows

Configuración	Dificultad media. Programación por línea de comando.	Fácil configuración e interfaz gráfica.
Costo	Libre	Small business $350 Professional $895 Enterprise $1250

Tabla 4-4 Comparación entre Asterisk y 3CX [11]

Siguiendo la tendencia de utilizar software libre para disminuir costos, el software que utilizaremos para el servidor SIP será Asterisk. Además de ser un software libre, cuenta con todas las funcionalidades propias de una centralita basada en hardware (conmutación, transferencia de llamada, llamada en espera, identificación de llamadas, buzón de voz, entre otros).

El siguiente paso, ahora que tenemos elegido el software de la central, será elegir la distribución del sistema operativo Linux que se utilizará. En primer lugar se debe aclarar que al ser Asterisk un código fuente el cual se va a compilar e instalar utilizando unas librerías estables, es muy claro que sobre cualquier distribución -en la cual se instalen las librerías necesarias para la compilación- funcionará perfectamente. Sin embargo existen ciertas características de cada una de las distribuciones de Linux la cual nos pueda ayudar a realizar la elección en base a la facilidad de configuración o algunos otros parámetros

En la Tabla 4-5 se muestran las principales distribuciones de Linux y algunas de sus características.

Distribución	Última versión	Instalación	Arquitectura del procesador	Propósito general	Precio
Red Hat Enterprise Linux	RHEL 6.3	Gráfica	I384, ia64, ppc, x86-64	Estaciones empresariales, desktop, servidores	349 - 3249
Fedora	Fedora 17	Gráfica	i386, ppc, ppc64, s390, s390x, x86_64	Propósito general	Libre
Debian	Debian 6.0	Gráfica, Texto	Alpha, AMD64, Arm, HPPA, i386, IA64, m68k, Mips, Mipsel, PPC, S390, Sparc	Propósito general	Libre
CentOs	CentOs 6	Gráfica	i386, x86_64	Servidores	Libre
OpenSuse	OpenSuse 12.1	Gráfica	Desktop	i586, ppc, x86_64	Libre

Tabla 4.5 Principales distribuciones de Linux.

En el cuadro comparativo tenemos características muy similares en las distribuciones presentadas, a excepción del Red Hat Linux Enterprise que no es una distribución gratuita.

Sin embargo existen algunas características adicionales para la distribución de Debian Linux que la hacen más eficiente para utilizar con el software de

comunicaciones Asterisk. Algunas características adicionales de esta distribución son:

- ✓ La instalación es sencilla.
- ✓ Los paquetes necesarios para el funcionamiento de asterisk son tan estables que existe una mínima posibilidad de tener problemas con el servidor.
- ✓ La instalación mínima para tener un servidor Asterisk, apenas ocupa 400Mb de disco duro.
- ✓ No instala librerías que no se vaya realmente a utilizar.
- ✓ Compatible con casi cualquier arquitectura y tecnología desde un i386 en adelante.
- ✓ Compatibilidad total con tarjetas de telefonía.

Por todas estas razones se elige la distribución de Linux Debian como sistema operativo sobre el cual se instalará el software Asterisk.

Hardware

La función principal del servidor que se va a implementar es la señalización de llamadas. Para ello debe tener un CPU capaz de soportar el procesamiento de las llamadas y capacidad de conectarse a la red de datos. Dimensionar exactamente un hardware para un servidor es una tarea

complicada, sin embargo se tienen en cuenta algunos criterios para la elección y se siguen recomendaciones dadas por expertos para luego poner a prueba el sistema y verificar su correcto funcionamiento.

El parámetro más importante para la elección del hardware del servidor es el número máximo de llamadas concurrentes que se puede dar en el sistema. Sin embargo existen otros criterios que se tienen en cuenta al momento de realizar la elección del hardware para el servidor de comunicaciones, algunos de ellos son:

- ✓ Porcentaje del procesador que requiere el codec para codificar/decodificar las señales de voz.
- ✓ Complejidad del Plan de marcación.
- ✓ Otros procesos que se ejecuten en el sistema
- ✓ Distribución de Linux y el kernel con el que opera

Por lo tanto para implementar el servidor se deberá definir los siguientes componentes:

- ✓ Velocidad del procesador.
- ✓ Cantidad de memoria RAM.
- ✓ Capacidad del disco duro

En la tabla 4.6 se muestra la recomendación de hardware de acuerdo al número de canales (que es el factor más importante en la elección) que se tiene en el sistema.

TIPO DE SISTEMAS	NÚMERO DE CANALES	HARDWARE MÍNIMO RECOMENDADO
Sistema de hobbie	No más de 5	400+-MHz x86, 256 MB RAM
Sistema SOHO	5 a 10	1-GHz x86, 512 MB RAM
Sistema de pequeña empresa	Hasta 15	3-GHz x86, 1 GB RAM
Sistemas mediano a grande	Más de 15	Dual CPUs, si es posible utilizar múltiples servidores en una arquitectura distribuida.

Tabla 4-6 Recomendación de hardware mínimo [11]

Siguiendo estas recomendaciones, en la Tabla 4-7 se propone el siguiente hardware como solución para el servidor:

HARDWARE DEL SERVIDOR		
COMPONENTE	**CARACTERÍSTICAS**	**FUNDAMENTO**
Procesador	3 GHz CPU, 533 MHz FSB	Recomendable para un sistema instalado en una pequeña empresa, el número de usuarios de la red será de 36, también se deja el margen para el caso que aumenten los números de canales

Memoria RAM	1GB	El servidor será utilizado solo para señalización no se realiza un mayor consumo de memoria.
Disco duro	80GB	La instalación del sistema operativo y el software Asterisk no ocupan más de 2GB aproximadamente, sin embargo al tratarse de un servidor necesitamos espacio libre para realizar backups de algún tipo de información
Tarjeta de	FasthEthernet	La cantidad de usuarios (12) es pequeña para requerir una tarjeta de mayor capacidad, el tráfico que ingresará al servidor (solo de señalización) aún en la hora de mayor tráfico será mucho menor a los 144kbps calculados para la carga de audio
Slots PCI	1 PCI Express	Para tener posibilidad de integrar tarjetas FXO, FXS o T1/E1

Tabla 4-7 Hardware propuesto para el servidor.

4.2.1.1. Plan de Marcación

El plan de marcación determina los números que serán asignados a cada usuario de cada local para establecer comunicación interna, y la manera en que se conseguirá la comunicación con los abonados de la Red Telefónica Pública. El formato designado para los ID de usuarios tiene la siguiente forma: OpeXX donde los primeros tres caracteres indican el área (Gerencia, Departamento Legal, Operaciones, Comercialización, Call Center, Administración) y los dos siguientes dígitos corresponden al anexo dentro de

la unidad de gestión. El plan de marcación elaborado se presenta en la Tabla 4-8.

LOCAL	USUARIO	NÚMERO ASIGNADO	LÍNEAS PSTN
Principal	Ger01	101	12 FXO
	Ger02	102	
	Dpl01	201	
	Ope01	301	
	Ope02	302	
	Ope03	303	
	Ope04	304	
	Ope05	305	
	Ope06	306	
	Ope07	307	
	Ope08	308	
	Ope09	309	
	Com01	401	
	Com02	402	
	Com03	403	
	Com04	404	
	Com05	405	
	Adm01	501	
	Adm02	502	
	Adm03	503	
	Adm04	504	
	Adm05	505	
	Adm06	506	
	Adm07	507	
	Adm08	508	
	Cce01	601	
	Cce02	602	
	Cce03	603	
	Cce04	604	
Aduana	Adu01	701	1 FXO

Tabla 4-8 Plan de marcación asignado

Para configurar el plan de marcación utilizamos los códigos que se muestran a continuación, se debe indicar que solo se tomó como ejemplo a la primera y la última configuración para un usuario.

Primera configuración:

exten => 101,1, Dial(SIP/101,30,t)

exten => 101,2,Voicemail(u101@default)

exten => 101,3,Hangup

exten => 101,102,Voicemail(b101@default)

exten => 101,103,Hangup

Última Configuración:

exten => 701,1, Dial(SIP/701,30,t)

exten => 701,2,Voicemail(u701@default)

exten => 701,3,Hangup

exten => 701,102,Voicemail(b701@default)

exten => 701,103,Hangup

Las sentencias tienen el siguiente formato:

exten => extensión, prioridad, parámetros

La extensión indica el número marcado, la prioridad el orden en que se ejecutan las acciones (1 mayor prioridad) y parámetros la acción que se ejecuta.

Para este caso la primera línea del primer código indica que si llaman al número 101 se ejecuta el comando Dial (destino, timeout, opciones). El destino SIP/101 nos indica que se marque al número 101 asociado al archivo sip.conf, por 30 segundos y la “t” habilita la opción de transferencia de llamada de parte del abonado llamado.

La segunda línea nos envía al correo configurado en el archivo voicemail.conf, para dejar un mensaje de voz en caso no se conteste la llamada.

La tercera línea nos indica que se cuelga la llamada (Hangup) después de dejar el mensaje.

La línea final nos indica que si el usuario no se encuentra conectado también salta al buzón de voz configurado.

4.2.1.2. Configuraciones Sip

Las configuraciones referidas al protocolo SIP se programaran en un archivo sip.conf a continuación se muestra un ejemplo de la primera y última configuración de este archivo para un usuario.

Primera configuración:

[101]

type=friend

username=101

secret=pruebas

host=dynamic

canreinvite=no

context=sip

disallow=all

allow=g711

nat=yes

allow=all

dtmfmode=auto

qualify=yes

callerid="Ger01" <Ger01 101>

voicemail=101@default

Última configuración:

[701]

type=friend

username=701

secret=pruebas

host=dynamic

canreinvite=no

context=sip

disallow=all

allow=g711

nat=yes

allow=all

dtmfmode=auto

qualify=yes

callerid="Adu01" <Adu01 701>

voicemail701@default

En síntesis, la primera configuración nos indica que el número 101 es un usuario de tipo “friend”, el mismo que puede realizar y recibir llamadas, un usuario tipo “peer” solo puede recibir llamadas; el nombre de usuario asignado para su registro es 101 y la contraseña para su autenticación es “pruebas”. No tiene una dirección IP asignada lo que indica que puede registrarse desde cualquier red; utiliza el códec G.711 para comunicarse, el

teléfono se encuentra detrás de un dispositivo NAT, su nombre de call ID será “Ger01 101” y el correo de voz es el definido por defecto en el archivo voicemail.conf

El archivo voicemail.conf es un archivo sencillo que asocia cada número a un correo electrónico para utilizarlo como buzón de voz.

4.2.2. Equipos Terminales

Para la elección de los teléfonos IP debemos tener en cuenta que soporten el códec G.711 (64 kbps) que elegimos para el cálculo de ancho de banda de la red, así como también la opción de VAD.

	Cisco 7906G	Linksys SPA922	3com 3101	Grandstream GXP – 2000
Códecs	G.729A, G.729AB, G.711u, G.711a, VAD	G.723.1, G.729A, VAD, Dynamic Jitter Buffer, G.711u, G.711a	G.711, G.722, Dynamic Jitter Buffer, G.729AB	G.711(PCM alaw and u-law), G.723.1 (5.3K/6.3K), G.729A, G.726 (32K), iLBC VAD
Protocolos que soporta	TFTP, DHCP, 802.1 p/q	TFTP, HTTP, DHCP, ICMP, NAT, ARP, SNTP	DHCP 802.1 p/q	HTTP, ICMP, ARP/RARP, DNS,DHCP, NTP, PPPoE, STUN, TFTP
Conectividad Ethernet	--------	2 Puertos RJ45 10/100 BaseTX	2 Puertos RJ45 10/100 BaseTX	2 Puertos RJ45 10/100 BaseTX

Funcionalidad	Call Hold, Message waiting indication	Call Transfer, Call Hold, Call Pick-up, Call Waiting, Message Waiting Indication	Call Transfer, Message Waiting indication, Name ID	Caller ID Display, Call Waiting, Hold, Transfer, Forward, 3-Way Conference
Alimentación	PoE (802.3af), AC Power	PoE (802.3af), AC Power	PoE (802.3af), AC Power	PoE (802.3af), AC Power
Costo	$ 134.94	$ 129.5	$ 89	$ 100

Tabla 4-9 Comparación de teléfonos IP

De la Tabla 4-9, observamos que el teléfono IP que se ajusta a nuestras necesidades es el del fabricante GrandStream el GPX-2000 mostrado en la Figura 4-4, ya que posee el códec que necesitamos y posee también alimentación de energía sobre la red (Power over Ethernet, 802.3af) lo cual nos evita el uso de tomas eléctricas y nos facilita la protección en caso de falla de la energía eléctrica. Por lo tanto, estos serán los terminales seleccionados para el local principal.

Figura 4-4 Teléfono IP GrandStream GXP-2000

Para el local remoto, la solución es distinta. Debido a que en el local remoto solo se tiene un abonado sería demasiado costoso instalar un teléfono IP y un gateway de voz para salida a la Red de Teléfono Público Conectado por lo que se opta por utilizar un ATA que tiene un puerto FXO incorporado que cumple la función de gateway con la PSTN. A continuación se muestra el Tabla 4-10 con las diferentes opciones de ATA's.

	SPA3102	5800	HT-488
Códecs	G.729A, G.726, G.711u, G.711a, G.723.1	G.711, G.729A, ILBC	G.711, G.723.1, G.729A, G.726, ILBC
Protocolos que soporta	ARP, DNS, DHCP, SNTP	HTTP, DHCP Client, SNTP, STUN, TFTP, PPoE, NTP.	HTTP, DNS,DHCP, NTP, PPPoE, STUN, TFTP
Calidad de Servicio	DiffServ, TOS, VLAN Tagging 802.1p	Layer 2 (802.1Q), Layer 3 Type-of-Service (ToS) Tagging, Layer 3 DIFFServ	Layer 2 (802.1Q VLAN, 802.1p) Layer 3 QoS (ToS, DiffServ)
Funcionalidad	Call Waiting, Caller ID ,Call Forwarding, Call Transfer, Three-way Conference Calling with Local Mixing, Call Return, Call Blocking, Fax: G.711 Pass Through or Real Time Fax over IP via T.38	DTMF, Caller ID Generation and Detection (Type I and II), 3-way conference calling with local mixing, Message waiting indicator light, G.711 Fax Pass-through.	Caller ID, Hold, Call Waiting, Call Transfer, Call Forward, 3-way conference, inband and out-of-band DTMF, etc.

Puertos	1 FXS, 1 FXO 2 LAN, 1 WAN	1 FXS, 1 FXO 1 LAN, 1 WAN	1 FXS, 1 FXO 1 LAN, 1 WAN
Costo	$ 75.95	$ 58.95	$ 67.95

Tabla 4-10 Adaptadores de teléfono analógico.

De la Tabla 4-10 se elige el equipo HT-488 del fabricante GrandStream mostrado en la Figura 4-5 debido a que es el que posee el códec deseado y la función de VAD para optimizar el consumo de ancho de banda. Por lo tanto este será el equipo utilizado para la oficina remota.

Figura 4-5 ATA VoIP HT-488

Para los abonados del centro de contactos no vamos a elegir teléfonos IP para la atención al cliente, si que utilizaremos softphones ya que con estos damos cavidad al uso de servicios como el de mensajería, chat, video llamada a parte de la comunicación por voz.

Hay una gran variedad de softphone para elegir, la mayoría tienen las mismas funcionalidades por lo que la elección del mismo no requiere de mayor investigación, entre los más populares está el X-LITE que es el que vamos a disponer que se ajusta a los requerimientos de nuestro diseño.

El X-Lite es un softphone gratuito desarrollado por CounterPath Solution, Inc y es el software gratuito líder para comunicaciones basadas en protocolo SIP. X-Lite combina llamadas de voz, video y mensajería instantánea con un interfaz muy familiar e intuitivo. En la Figura 4-6, se muestra la apariencia que tiene el software una vez instalado en el computador.

Figura 4-6 Softphone X-Lite

Para el uso adecuado del softphone se requiere de dispositivos multimedia como auriculares con micrófonos incorporados, para este caso se eligió el mostrado en la Figura 4-7.

Figura 4-7 Auricular Plantronics Blackwire C220M

4.2.3. Gateway de Voz Analógica

A continuación se muestra en la Tabla 4-11 con las diferentes opciones de gateways y sus principales características.

	Mediatrix 1204	Patton Smartnode 4520	AudioCodes MP - 114	GrandStream GXW – 4108
Puertos	4 FXO 1 WAN	4 FXO 1 WAN / 1LAN	4 FXO 1 WAN	8 FXO 1 WAN / 1 LAN
Señalización	H.323 SIP	H.323v4 SIPv2	H.323v4 SIP MGCP	SIPv2
Códecs	G.711(u,A), G.729A, G.729AB, G.726, G.723.1,	G.711(u,A) G.729AB G.726 G.723.1	G.711(u,A) G.729A G.726 G.723.1	G.711(u,A) G.729A y B T.38 G.726 G.723.1 GSM
Calidad de Servicio	ToS DiffServ 802.1p 802.1Q WFQ	ToS, DiffServe 802.1p, Access Control Lists, Advanced QoS and traffic management, Voicepriority, traffic shaping to ensure optimal up and downstream voice quality	ToS DiffServ 802.1p 802.1Q	ToS DiffServ 802.1p 802.1Q

Administración	SNMPv3 HTTP TFTP DHCP	SNMPv1 HTTP TFTP CLI, Telnet	HTTP TFTP DHCP BootP	SNMP HTTP HTTPs TFTP Telnet SysLog DNS DHCP STUN
Funcionalidad	Fax over IP, Call Forward on Busy or on No Answer, Call Transfer, 3-way Conferenc e Call, Call Waiting, Caller ID on Call Waiting, Call on Hold, H.245 and Out-of-Band DTMF, H.450 basic Services, Voice Activity Detection	Fax over IP, IP routing and Services, NAT/PAT, DHCP Server, PPPoE, IP Filter Lists provide full Internet access capabilities and security, Caller ID Hook-Flash, Sending, Hook- Flash relay, DTMF send, detect, and relay, Off-hook and ring detection, Automatic line gain	Fax over IP, Caller ID, Short and long Haul, Dynamic Programabl e Jitter Buffer, Voice Activity Detection, Confort Noise Generation, Echo Cancellation	Fax over IP, Caller ID, Flexible DMTF Transmission Method, Short and long Haul, Jitter Buffer, Echo Cancellation, Voice Activity Detection

Costo	$ 499.95	$ 495	$ 394.95	$ 452

Tabla 4-11 Comparación de gateways analógicos

Teniendo en cuenta las opciones propuestas en la Tabla 4-11 se llega a la conclusión que el Gateway adecuado para nuestro diseño, es el GrandStream GXW - 4108. Ofrece una solución de comunicación IP fácil de administrar y configurar, permite la conexión de 8 líneas telefónicas analógicas. Aquí en la Figura 4-8 se muestra el gateway de voz seleccionado.

Figura 4-8 Gateway de voz GrandStream GTW-4108

4.2.4. Dispositivos Para Datos

Como se indicó anteriormente los dispositivos utilizados para la transmisión de datos son los routers y los switches. El router cisco 1841 con el que cuentan actualmente en la empresa cumple todos los requerimientos necesarios para el diseño de red que estamos implementando, razón por la cual hemos decidido dejarla en funcionamiento, lo mismo para el router Kasda KW5862 que se encuentra en el local principal. Sin embargo los switches que funcionan actualmente no cumplen con el requerimiento de

soporte de VoIP y tampoco soporta IPv6, por lo que debemos elegir otros switches convenientes. La Tabla 4-12 muestra las opciones de switches:

	Linksys SFE2000	Baseline 2226-PWR	D-link DES-1228P
Capa OSI	Capa 2/ Capa 3	Capa 2	Capa 2
Puertos	24x10 Base T /100Base - TX (RJ-45)	24 x 10Base-T/ 100Base-TX (RJ-45)	24 x 10Base-T/ 100Base-TX (RJ-45)
Gestionable	SI	SI	SI
Protocolos para Gestión	HTTP, Telnet, RMON, SNMP, TFTP, SSH, SSL, HTTPS	HTTP	HTTP SNMP 1
VLAN's	256	64	256
Protocolos que soporta	802.1d Spanning Tree Bridge 802.1p LAN Layer2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization 802.1Q Virtual LANs (VLAN) 802.3af Power over Ethernet 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) IEEE 802.3x Flow Control	IEEE 802.1d Spanning Tree Bridge 802.1p LAN Layer2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization IEEE 802.1Q Virtual LANs (VLAN) 802.3af Power over Ethernet 802.3x Flow Control	802.1d Spanning Tree Bridge 802.1p LAN Layer2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization IEEE 802.1Q Virtual LANs (VLAN) IEEE 802.3af Power over Ethernet IEEE 802.3z Gigabit Ethernet over fiber standard (1000BaseX)

Costo	$250	$326	$280

Tabla 4-12 Switches

De la Tabla 4-12 elegimos el switch Linksys SFE2000 debido a que soporta más protocolos de gestión y además es un switch de capa 3 también, con lo cual se pueden utilizar los puertos libres para otras aplicaciones. Aquí en la Figura 4-9 se muestra el switch seleccionado.

Figura 4-9 Switch Linksys SFE2000

4.3. Diseño de la Red

En esta sección se realiza el bosquejo de la solución presentada utilizando los elementos elegidos en los puntos anteriores.

Primero se realiza el plan de direccionamiento para establecer las direcciones de red (IP) asignadas tanto a los equipos terminales como a las estaciones de trabajo (PC), luego se muestra el diagrama final del diseño y finalmente se explica el funcionamiento de la red para los diferentes escenarios que se puedan presentar.

4.3.1. Plan de Direccionamiento

Especifica las direcciones IP de los hosts y las VLANs asignadas a cada grupo. En la Tabla 4-13 se muestra el plan de direccionamiento configurado, utilizando VLAN's para crear grupos separados de Voz y Datos, y también para separar las áreas de gestión dentro del local principal.

VLAN ID	NOMBRE DE VLAN	SUBRED VLAN	DESCRIPCIÓN
6	Voz	SR: 192.168.6.0 Máscara: 255.255.255.0 GW: 192.168.6.1	Teléfonos IP y softphones
1	Adm	SR: 192.168.1.0 Máscara: 255.255.255.0 GW: 192.168.1.1	Computadores del área de administración
2	Ope	SR: 192.168.2.0 Máscara: 255.255.255.0 GW: 192.168.2.1	Computadores del área de operaciones
3	Com	SR: 192.168.3.0 Máscara: 255.255.255.0 GW: 192.168.3.1	Computadores del área de comercialización
4	Cce	SR: 192.168.4.0 Máscara: 255.255.255.0 GW: 192.168.4.1	Computadores del área del centro de contactos
5	Ger	SR: 192.168.5.0 Máscara: 255.255.255.0 GW: 192.168.5.1	Computadores del área de gerencia y departamento legal

Tabla 4-13 Programación realizada de VLAN

En la Tabla 4-14 se muestra el plan de direccionamiento configurado utilizando direcciones IP.

DISPOSITIVO	PUERTO	DIRECCIÓN
Router	Ethernet 0	201.240.20.10 / 30
	Ethernet 1	192.168.1.1 / 24
		192.168.2.1 / 24
		192.168.3.1 / 24
		192.168.4.1 / 24
		192.168.5.1 / 24
		192.168.6.1 / 24
	Ethernet 2	192.168.7.1 / 24
Servidor SIP	Ethernet 0	192.168.7.5 / 24

Tabla 4-14 Direcciones IP en el local principal

Para el local remoto, al tener solo un usuario no se implementa VLAN, y solo se necesita tres direcciones IP. En la Tabla 4-15 se muestra el plan de direccionamiento para el local remoto.

Dispositivo	Puerto	Dirección
Router / Modem	Wlan	201.240.117.211 / 30
	Ethernet 0	192.168.1.1 / 24
	Ethernet 1	192.168.1.3 / 24
PC	Ethernet 0	192.168.1.2 / 24

Tabla 4-15 Direcciones IP en el local remoto

4.3.2. Diagrama del diseño realizado

Finalmente se presenta el diseño de la Red de Voz sobre IP con su esquema de direccionamiento. Primero en la figura 4-10 se muestra el diagrama de red del local principal.

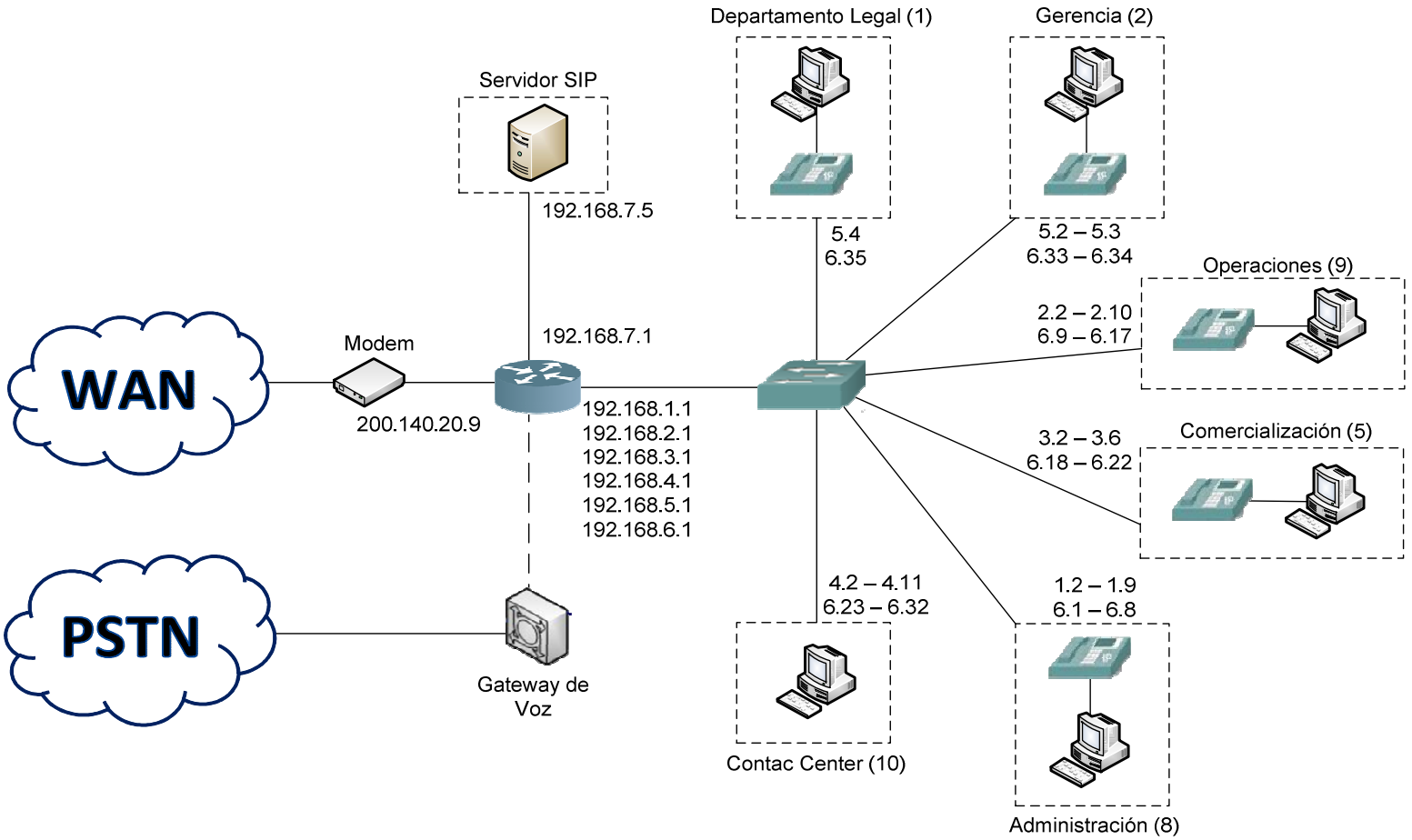

Figura 4-10 Diagrama de red del local principal

En la Figura 4-11 se muestra el diagrama de red del local remoto.

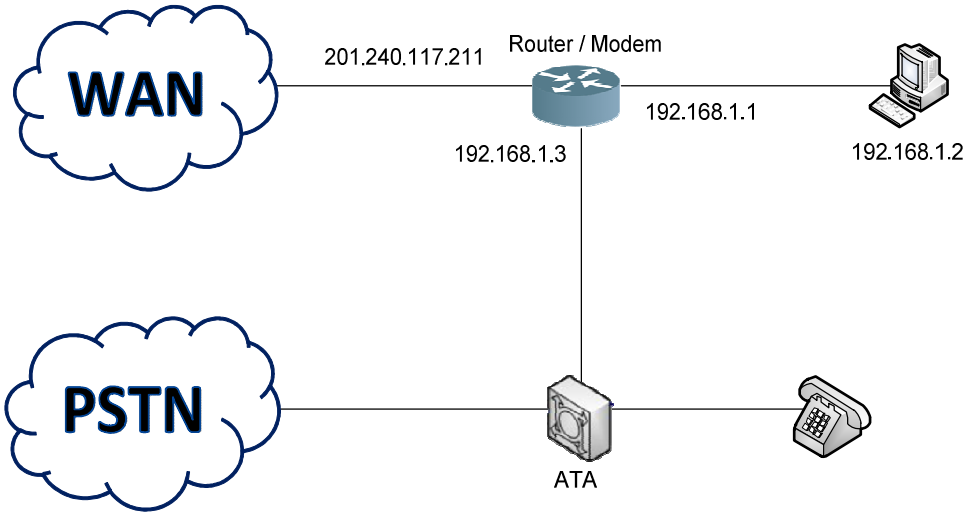

Figura 4-11 Diagrama de red del local remoto

Finalmente se presenta el diseño de la Red de Voz sobre IP con su esquema de direccionamiento. Primero en la figura 4-9 se muestra el diagrama de red del local principal.

4.3.3. Diagrama de Operaciones de la Red

Una vez diseñada la red de Voz sobre IP, a continuación, se detallan los modos de operación de la red para los distintos escenarios que se puedan presentar.

4.3.3.1. Llamadas Internas en el Local Principal

Las llamadas internas (figura 4-12) que se realicen en el local principal, serán conmutadas en la Red LAN. El abonado llamante realiza la llamada la cual es traducida por una petición al servidor SIP, el cual ubica al abonado llamado

dentro de la Red LAN y establece la comunicación. La transmisión de los paquetes de voz, se realizan directamente entre los terminales sin intervención del servidor SIP.

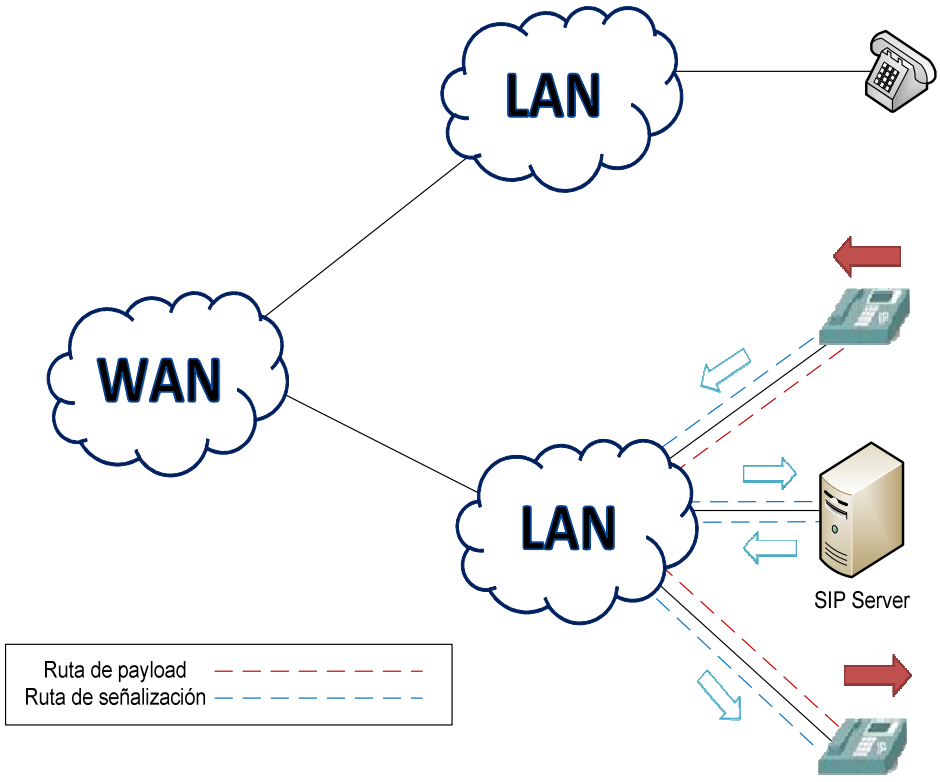

Figura 4-12 Llamadas internas

4.3.3.2. Llamadas entre locales

Las llamadas entre locales (figura 4-13), se conmutan en la Red WAN, de igual manera el servidor SIP se encarga de realizar la señalización hasta establecer la comunicación, y luego el tráfico de voz de extremo a extremo será cursado en la Red WAN.

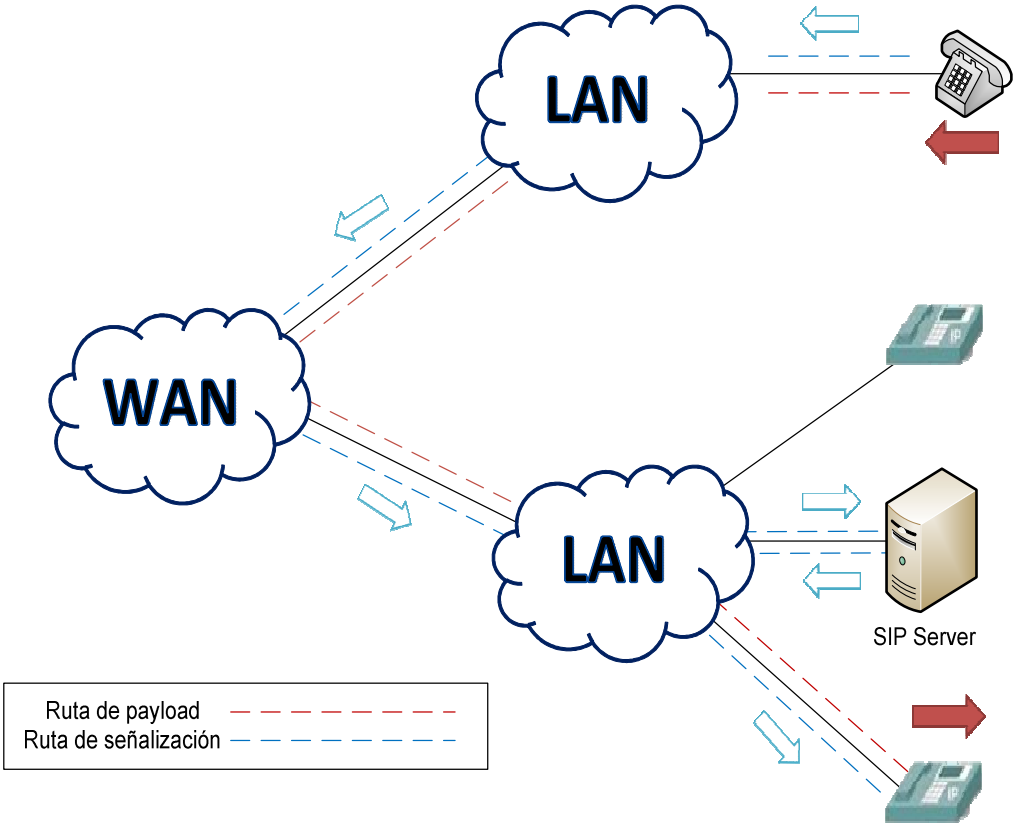

Figura 4-13 llamadas entre locales

4.3.3.3. Llamadas hacia abonados externos

Las llamadas hacia abonados externos se muestran en la Figura 4-14, donde se realiza la conmutación de la Red LAN y luego se transmite la conmutación por el Gateway de Voz hacia la PSTN.

Una vez hecha esta conmutación la llamada es transparente a la PSTN como si se hubiera realizado desde un terminal telefónico analógico.

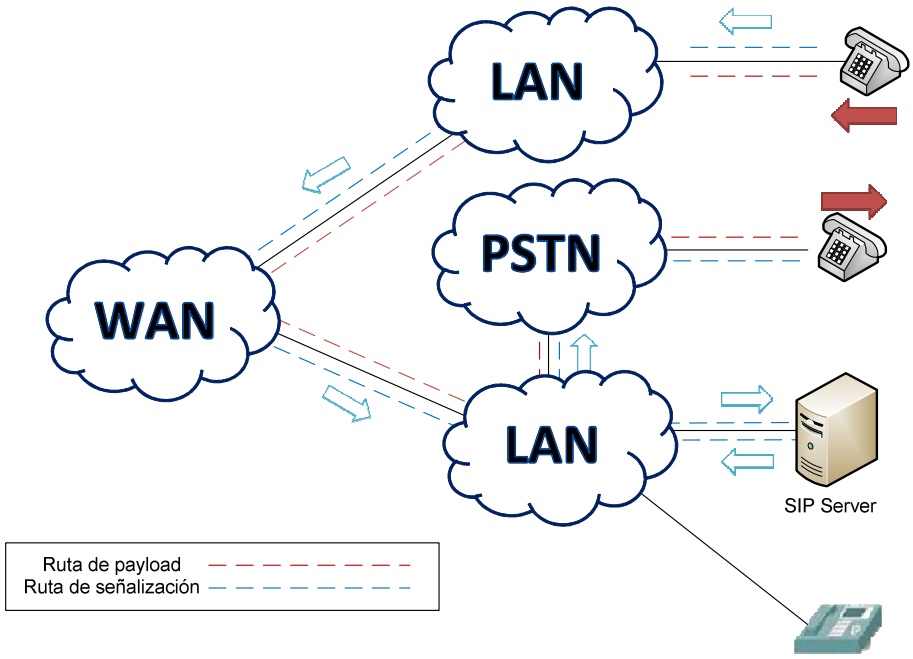

Figura 4-14 Llamadas externas

4.4. Cronograma de la implementación del diseño

En esta sección mencionaremos el cronograma de la implementación del diseño realizado.

Primero vamos a dividir por sectores a la empresa para realizar la migración respectiva, esto se muestra en la Tabla 4-16.

	Descripción
Sector 1	Gerencia y Departamento Legal
Sector 2	Operaciones
Sector 3	Comercialización
Sector 4	Administración
Sector 5	Centro de Llamadas
Sector 6	Agencia Aduanera

Tabla 4-16 Sectores de la empresa

A continuación el cronograma de implementación del diseño en la Tabla 4-17.

ÍTEM	ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	Auditoría de la red actual.																																					
2	Análisis de equipos y cableado a reemplazar.																																					
	Cotizacón y compras de equipos nuevos																																					
3	Sustitución, adaptación y configuración de equipos de comunicación de datos.																																					
4	Exclusión de equipos y cableado de la red de voz en Sector 1.																																					
5	Inclusión, adaptación y configuración de equipos incluidos en Sector 1.																																					
6	Exclusión de equipos y cableado de la red de voz en Sector 2.																																					
7	Inclusión, adaptación y configuración de equipos incluidos en Sector 2.																																					
8	Exclusión de equipos y cableado de la red de voz en Sector 3.																																					
9	Inclusión, adaptación y configuración de equipos incluidos en Sector 3.																																					
10	Exclusión de equipos y cableado de la red de voz en Sector 4.																																					
11	Inclusión, adaptación y configuración de equipos incluidos en Sector 4.																																					
12	Exclusión de equipos y cableado de la red de voz en Sector 6.																																					
13	Inclusión, adaptación y configuración de equipos incluidos en Sector 6.																																					
14	Exclusión de equipos y cableado de la red de voz en Sector 5.																																					
15	Instalación y configuración de softphone seleccionado en Sector 5.																																					
16	Inclusión, adaptación y configuración del servidor SIP al diseño de red.																																					
17	Pruebas del diseño de la red migrada.																																					
18	Corrección de errores en caso de existir.																																					

Tabla 4-17 Cronograma de actividades.

Podemos decir que el tiempo requerido para implementar este diseño es de 37 días.

4.5. Análisis de Costo

En esta sección se elaborará el presupuesto para la implementación del diseño realizado. Los costos se pueden dividir en tres categorías principales: servicios, equipos y cableado, mano de obra.

Dado que los servicios se cobran mensualmente y depende del operador con el que se contraten solo se mencionarán y no se establecerán tarifas, por lo que no formará parte del presupuesto de solución.

4.5.1. Servicios

- ✓ 1 acceso a internet de 10Mbps para el local principal.
- ✓ 1 acceso a internet de 2Mbps para el local remoto.
- ✓ 12 líneas telefónicas para el local principal.
- ✓ 1 línea telefónica para el local remoto.

Cabe resaltar que actualmente se cuenta con estos servicios en los locales principal y remoto, por lo que estos costos no serán incluidos en el presupuesto.

4.5.2. Presupuesto

El presupuesto quedará compuesto por el valor de los equipos y la mano de obra. El costo de ingeniería se detalla a continuación tomando como criterio

el número de días trabajados. El costo de la mano de obra de ingeniería será de $20 por día laborado.

A continuación en la tabla 4-18 se detalla el presupuesto del diseño.

Ítem	Descripción	Unidad	P. Unidad	Subtotal
Equipos y Cableado				
1	Teléfono IP Grandstream GXP – 2000	25	100	2500
2	Hardware del Servidor	1	450	450
3	Adaptador de Teléfono Analógico Grandstream HT-488	1	67,95	67,95
4	Gateway de Voz GrandStream GTW-4108	2	452	904
5	Switch de 24 puertos Linksys SFE2000	2	250	500
6	Auriculares Plantronic Blackwire C220M	10	45	450
7	Rollo de 305m cable UTP categoría 5	1	133	133
8	Conetrores RJ45	80	0,3	24
			Subtotal	5028,95
Mano de Obra				
9	Cableado estructurado e instalación	2	300	600
10	Ingeniería: Diseño y configuraciones	2	1000	2000
			Subtotal en 2 meses	5200
			Total	10228,95

Tabla 4-18 Resumen de presupuesto

4.5.3. Retorno de inversión

Finalmente se calcula el tiempo aproximado de recuperación de la inversión y la estimación del ahorro de los costos. Se estima que los costos ahorrados mensualmente serán los siguientes:

Líneas telefónicas anuladas:

Según la información obtenida sobre el consumo telefónico mensualmente tenemos un valor de $ 1137 en promedio tomando como referencia tres meses seguidos.

Al disponer de 15 líneas telefónicas, un valor estimado de consumo por línea telefónica es de $ 75,80.

Al anular dos líneas telefónicas tendremos un ahorro de **$ 151,60**.

Llamadas entre locales estimada

Se tiene que el consumo mensual es de $1137 aproximadamente para las llamadas locales.

Como no se tiene exactamente qué cantidad de este consumo es por llamadas realizadas entre los locales de la empresa, utilizamos un cálculo de proporciones para estimar cuánto de este consumo es destinado a llamadas entre locales:

Número líneas en el local principal: 12

Número líneas en el local remoto: 1

Número de llamadas cursados entre locales = 1/12 = 0,0833

Por lo tanto, tenemos que el consumo estimado para llamadas entre locales es de 8.33% de $ 1137 = **$ 94,75.**

Productividad de la empresa con el nuevo sistema

Al contar con un centro de contactos los clientes de la empresa se van a sentir mejor atendidos con los nuevos servicios de atención al cliente e incluso va a aumentar el número de éstos, pero estas utilidades no se darán enseguida, se estima que al tercer mes de terminada la migración se podrán ver resultados.

La empresa cuenta con una utilidad promedio mensual aproximada de $45000 (valor estimado de información de facturación mensual), con el diseño ya implementado esta cantidad aumentará en un 0.05% inicialmente, estamos hablando de ingresos de **$ 2250** mensuales.

En resumen tenemos:

Ahorro de 2 líneas telefónicas:	$ 151,60
Ahorro de llamadas entre locales:	$ 94,75
Ingresos para los dos primeros meses:	$ 246,35
Ingresos por el nuevo sistema:	$ 2250
Ingresos a partir del tercer mes:	$ 2496,35

A continuación la tabla 4-19 nos muestra el tiempo de retorno de la inversión realizada:

Tabla 4-19	Inicio	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Ingresos mensuales	0	246,35	246,35	2496,35	2496,35	2496,35	2496,35	2496,35
Flujo de caja	-10228,95	-9982,6	-9736,25	-7239,9	-4743,55	-2247,2	249,15	2745,5

Tabla 4-19 Retorno de la inversión

El valor inicial de $ 10228,95 es del gasto que se hace para la implementación del nuevo sistema, esto cubre el costo de los equipos y el pago de la mano de obra, luego en los dos primeros meses habrán ingresos por ahorros de $ 246.35 correspondientes al ahorro de las líneas telefónicas retiradas y las llamadas entre los locales, a partir del tercer mes se suma a esto el valor de las utilidades generadas con el nuevo sistema de comunicación trabajando, hablamos de $ 2250, y así tenemos que a los **seis meses** después de realizada la migración se habrá recuperado la inversión.

A continuación en la figura 4-15 mostramos gráficamente el tiempo de recuperación de la inversión.

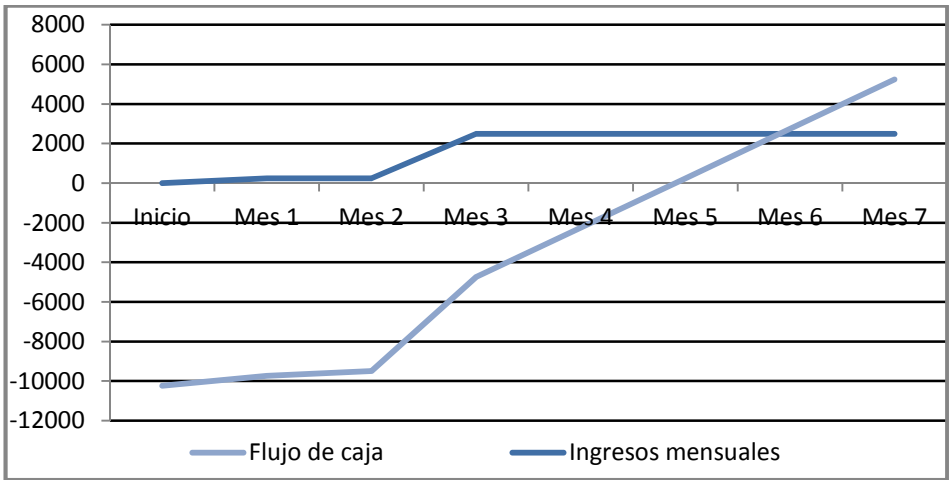

Figura 4-15 Gráfico del retorno de la inversión

Podemos notar que la línea de Flujo de Caja se intercepta con la línea de Ingresos Mensuales en el Mes 6, esto quiere decir que en ese momento la inversión realizada sería recuperada y a partir de entonces lo que se va a tener son las utilidades del proyecto.

CONCLUSIONES

Una vez terminados todo el diseño de migración se puede concluir lo siguiente:

1. Para lograr el éxito en la migración de sistemas es muy importante la auditoría que se realiza a la empresa que va a experimentar estos cambios, ya que de eso dependerá la eficacia del diseño.

2. El software libre es una herramienta que cada día evoluciona con mejores propuestas y soluciones, para una empresa esto significa ahorro en costos, es importante la utilización de esta herramienta en el diseño realizado.

3. El futuro de las comunicaciones está en la telefonía IP, debido a la capacidad de transmitir video, voz y datos en forma simultánea sobre una intranet y por el internet, esta es la base en la que funciona un centro de contactos.

4. La implementación de un centro de contactos que cuente con un buen diseño representará un ahorro muy significativo a mediano plazo, contribuyendo así a la reducción de costos, además mejorará notablemente la calidad de servicios prestado a los clientes.

RECOMENDACIONES

1. No cabe la menor duda que debe existir un buen manejo de los recursos que aportan favorables beneficios y van acorde con la tecnología, por lo que se puede recomendar:

2. Con la finalidad de que la productividad del personal no baje, se debe aplicar restricciones y crear políticas para el uso del teléfono, dirigidas estrictamente hacia actividades netamente laborales.

3. Realizar mantenimientos constantes del sistema una vez después de haber sido implementado.

4. Para que perdure el buen funcionamiento del servidor de comunicaciones se debería capacitar a las personas que harán las veces de administrador del sistema y además de mantenimiento.

ANEXOS

ANEXO 1

COMPONENTES DE TELEFONÍA POR PAQUETES.

La telefonía por conmutación de paquetes usa los siguientes componentes:

Gatekeeper: Proporciona control de admisión de llamadas, control de ancho de banda y la gestión, y la traducción de direcciones.

Gateway: Ofrece la traducción entre VoIP y las redes no-VoIP, tales como la PSTN.

Unidad de Control Multipunto (MCU): Proporciona conectividad en tiempo real para los participantes en varias ubicaciones para asistir a la videoconferencia.

Agente de llamada: Proporciona control de llamadas para teléfonos IP, CAC, control de ancho de banda y de gestión, y la traducción de direcciones.

Aplicaciones de servidores: Proporcionar servicios tales como correo de voz, mensajería unificada y otros sistemas multimedios.

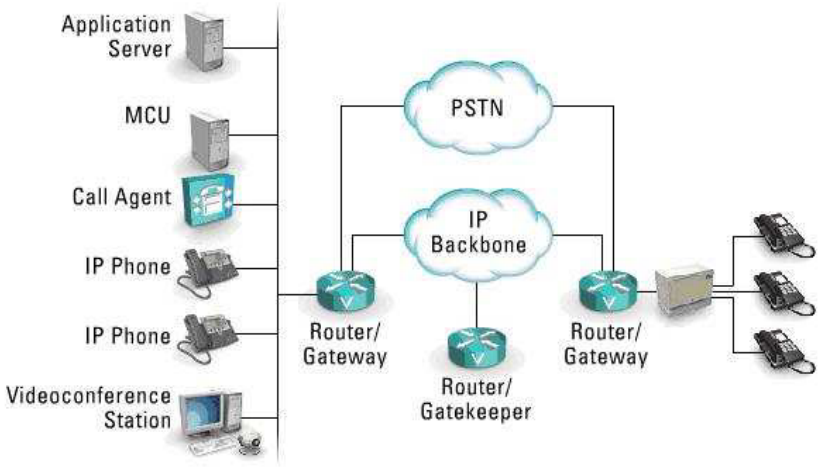

Figura A1-1, representa la conexión de los datos con la voz usando telefonía por paquetes [material en clase].

ANEXO 2

FUNCIONAMIENTO DE CODEC G.711

Como ya se ha comentado la comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. Por lo que se realiza una conversión analógico-digital, o modulación por impulsos codificados (PCM) se realiza mediante tres pasos: Muestreo (sampling), Cuantificación (quantization) y Codificación (codification)

En el proceso de cuantificación se puede realizar una compresión de la voz utilizando diferentes esquemas.

Muestreo: El proceso de muestreo consiste en tomar valores instantáneos de una señal analógica, a intervalos de tiempo iguales**.** A los valores instantáneos obtenidos se les llama muestras.

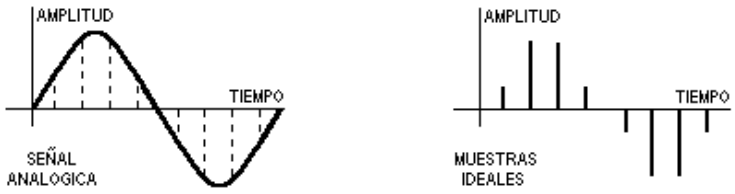

Figura A2-1.- Proceso de muestreo. [15]

De acuerdo con el teorema del muestreo, las señales telefónicas de frecuencia vocal (que ocupan la Banda de 300 a - 3.400 Hz), se han de muestrear a una frecuencia igual o superior a 6.800 Hz (2 x 3.400). En la práctica, sin embargo, se suele tomar una frecuencia de muestreo o sampling

rate de fm = 8.000 Hz. Es decir, se toman 8.000 muestras por segundo que corresponden a una separación entre muestras de:

T=1/8000= 0,000125 seg. = 125 µs

Por lo tanto, dos muestras consecutivas de una misma señal están separadas 125 µs que es el periodo de muestreo.

Cuantificación: La cuantificación es el proceso mediante el cual se asignan valores discretos, a las amplitudes de las muestras obtenidas en el proceso de muestreo. Existen varias formas de cuantificar que iremos detallando según su complejidad.

Cuantificación uniforme: Hay que utilizar un número finito de valores discretos para representar en forma aproximada la amplitud de las muestras. Para ello, toda la gama de amplitudes que pueden tomar las muestras se divide en intervalos iguales y a todas las muestras cuya amplitud cae dentro de un intervalo, se les da el mismo valor.

El proceso de cuantificación introduce necesariamente un error, ya que se sustituye la amplitud real de la muestra, por un valor aproximado. A este error se le llama error de cuantificación.

El error de cuantificación se podría reducir aumentando el número de intervalos de cuantificación, pero existen limitaciones de tipo práctico que obligan a que el número de intervalos no sobrepase un determinado valor.

Una cuantificación de este tipo, en la que todos los intervalos tienen la misma amplitud, se llama cuantificación uniforme.

En siguiente figura se muestra el efecto de la cuantificación para el caso de una señal analógica. El número de intervalos de cuantificación se ha limitado a ocho.

La señal original es la de trazo continuo, las muestras reconstruidas en el terminal distante, se representan por puntos y la señal reconstruida es la línea de trazos.

El error de cuantificación introducido en cada muestra, da lugar a una deformación o distorsión de la señal reconstruida que se representa por línea de trazos y puntos.

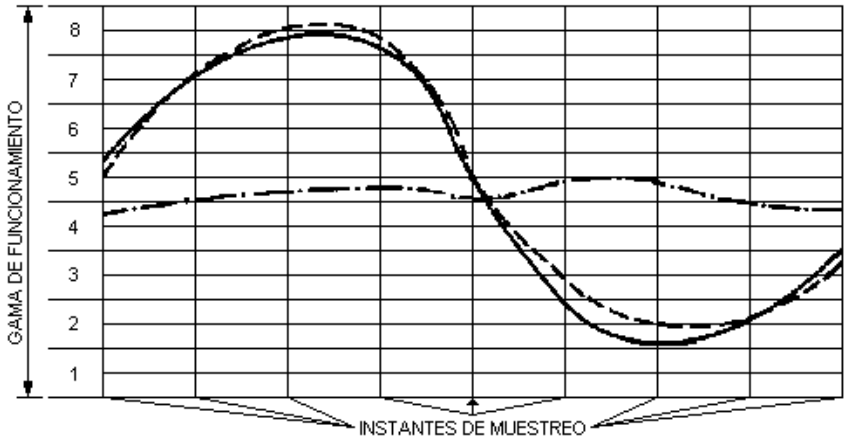

Figura A2-2.- Proceso de cuantificación uniforme. [15]

Cuantificación no uniforme: En una cuantificación uniforme la distorsión es la misma cualquiera que sea la amplitud de la muestra. Por lo tanto cuanto

menor es la amplitud de la señal de entrada mayor es la influencia del error. La situación se hace ya inadmisible para señales cuya amplitud analógica está cerca de la de un intervalo de cuantificación.

Para solucionar este problema existen dos soluciones:

- Aumentar los intervalos de cuantificación - si hay más intervalos habrá menos errores pero necesitaremos más números binarios para cuantificar una muestra y por tanto acabaremos necesitando más ancho de banda para transmitirla.
- Mediante una cuantificación no uniforme, en la cual se toma un número determinado de intervalos y se distribuyen de forma no uniforme aproximándolos en los niveles bajos de señal, y separándolos en los niveles altos. De esta forma, para las señales débiles es como si se utilizase un número muy elevado de niveles de cuantificación, con lo que se produce una disminución de la distorsión. Sin embargo para las señales fuertes se tendrá una situación menos favorable que la correspondiente a una cuantificación uniforme, pero todavía suficientemente buena.

Por lo tanto lo que podemos hacer es realizar una cuantificación no uniforme mediante un códec (compresor-decompresor) y una cuantificación uniforme según se ve en la siguiente figura:

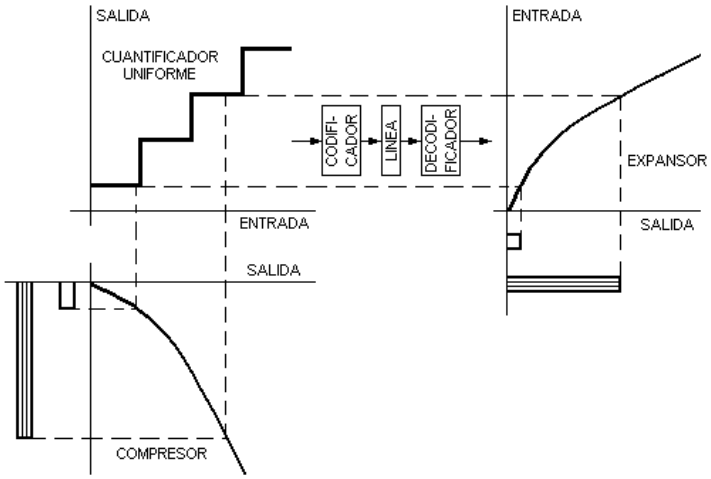

Figura A2-3.- Muestra la cuantificación uniforme y no uniforme. [15]

Ley de codificación o compresión: El proceso de cuantificación no uniforme responde a una característica determinada llamada ley de Codificación o de compresión.

Hay dos tipos de leyes de codificación: las continuas y las de segmentos.

En las primeras, los intervalos de cuantificación son todos de amplitud distinta, creciendo ordenadamente desde valores muy pequeños, correspondientes a las señales de nivel bajo, a valores grandes, correspondientes a las señales de nivel alto.

En las segundas, la gama de funcionamiento se divide en un número determinado de grupos y dentro de cada grupo los intervalos de cuantificación tienen la misma amplitud, siendo distinta de unos grupos a otros.

Normalmente se utilizan las leyes de codificación de segmentos.

G.711 Ley A (a-law) y ley μ (u-law):

Existen dos subtipos:

● μ-law: codifica cada 14 muestras en palabras de 8 bits. Usado en EE.UU y Japón.

● A-Law: codifica cada 13 muestras en palabras de 8 bits. Usado en el resto de mundo.

Al entregar ambas palabras de 8 bits requiere un ancho de banda de 64 kbps. Este es el algoritmo más simple y de menos carga computacional, ya que no realiza compresión en la codificación y es la base del resto de estándares.

Estandarizado por la ITU en 1972

Actualmente, las dos leyes de compresión de segmentos más utilizadas son la ley A (a-law) y la ley μ (u-law) que dan lugar al códec g.711. La ley A (a-law) se utiliza principalmente en los sistemas PCM europeos, y la ley μ (u-law) se utiliza en los sistemas PCM americanos.

La ley A esta formada por 13 segmentos de recta (en realidad son 16 segmentos, pero como los tres segmentos centrales están alineados, se reducen a 13). Cada uno de los 16 segmentos, está dividido en 16 intervalos iguales entre sí, pero distintos de unos segmentos a otros.

La formulación matemática de la Ley A es:

y= Ax / 1+ LA ---------- para 0 =< x =< 1/A

y= 1+ L (Ax) / 1+ LA -------- para 1/A=< x =< 1 siendo L logaritmo neperiano.

El parámetro A toma el valor de 87,6 representando x e y las señales de entrada y salida al compresor.

La ley μ se representa matemáticamente como:

y= L(1+μx) / L (1+μ)--------- para 0 =< x =< 1 donde μ= 255

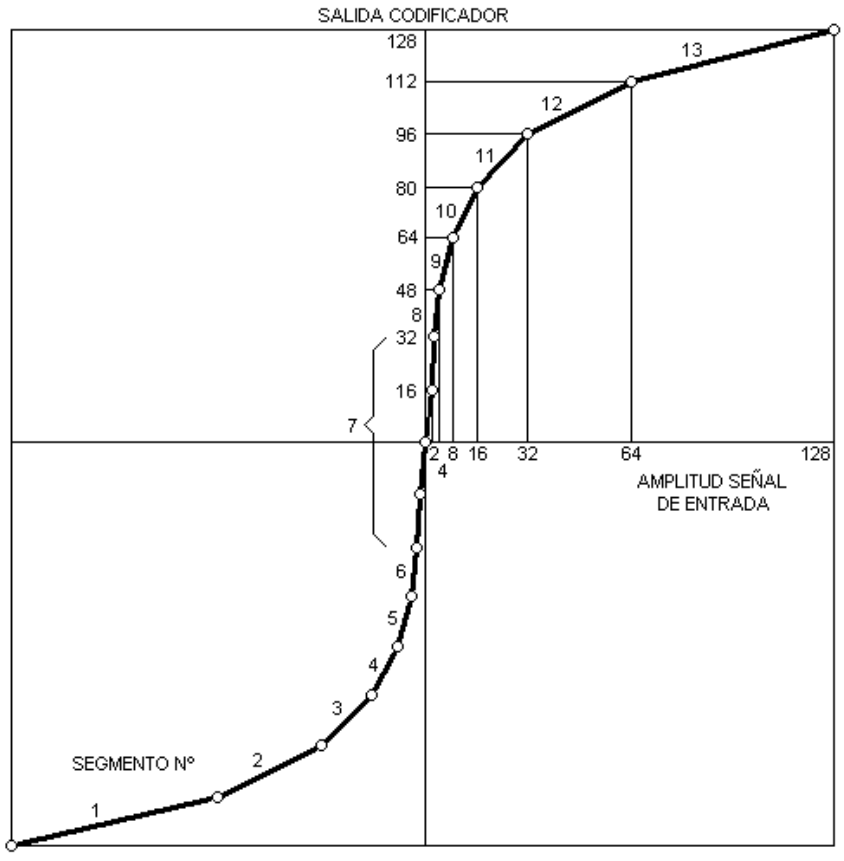

Figura A2-4.- Representación gráficamente de la ley A (a-law). [15]

Codificación – Decodificación*:* la codificación es el proceso mediante el cual se representa una muestra cuantificada, mediante una sucesión de "1's" y "0's", es decir, mediante un número binario.

En el punto anterior va hemos indicado que cada muestra cuantificada se representa, o codifica mediante un numero binario. Normalmente en telefonía se utilizan 256 intervalos de cuantificación para representar todas las posibles muestras (por ejemplo para G.711 tanto ley A como ley μ), por tanto se necesitarán números binarios de 8 bits para representar a todos los intervalos (pues $2^8 = 256$).

El dispositivo que realiza la cuantificación y la codificación se llama codificador. La decodificación es el proceso mediante el cual se reconstruyen las muestras, a partir de la señal numérica procedente de línea. Este proceso se realiza en un dispositivo denominado decodificador.

ANEXO 3

TRAMAS DE VOZ

Un tema muy importante es el número de tramas de voz codificadas que llevar un paquete ip como sabemos la longitud total de un paquete ip es de 2^{16} = 65536 bits de los cuales 160 bits (20 Bytes) son de cabecera y 160 bits más son para UDP y RTP por lo quedan para datos 65216 bits libres para transportar información, a continuación se indica los paquetes de voz codificados que se lograrían encapsular en un datagrama IP dependiendo del codificador. El G.711 cuyo empleo de bits es 640 bits por 10 ms. Dentro de un paquete ip alcanzarían: 65216/640 = 101,9 = 101 paquetes (Que lleven voz codificada).

CODIFICADOR	Número de tramas de voz que entrarían en paquete IP.
G. 711	101
G. 726	203
G. 729	815
G. 733.1 (6.3 K)	1035
G. 723.1 (5.3 K)	1230

Tabla A3–1.- Número de tramas necesarias según el codificador.

Al observar los siguientes gráficos veremos que si esperamos a que un datagrama IP se llene de información agregamos retardo a la transmisión (efecto que se desea minimizar lo más posible para no agregar más retardo a

la transmisión). En la Figura A3-1 se indican los primeros 10 ms de una conversación, primero se recogen muestras de la señal de voz a medida que se genera y se codifica con G711, que impone un retardo de codificación de 2.5ms.

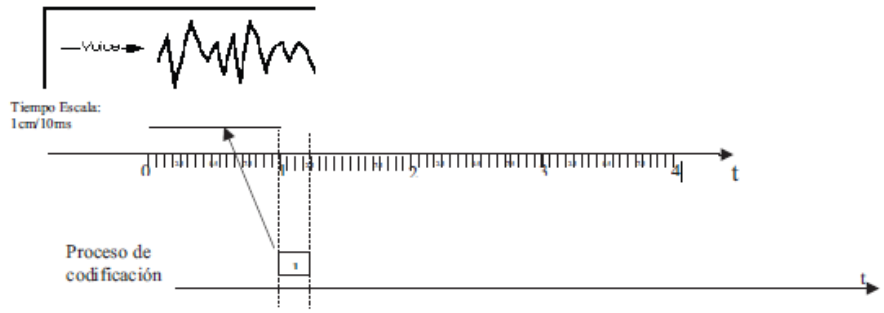

Figura A3-1.- Estructura de una red de telefonía IP

En la Figura A3-2 se recogen muestras de la señal de voz en el instante de tiempo = 22.5 ms, los primeros 10ms de la conversación ya se han codificado con G711 y empaquetado dentro del datagrama IP (G. 711 tiene un retardo de paquetización de 10 ms) mientras que los siguientes 10ms de la conversación acaban de terminar su proceso de codificación.

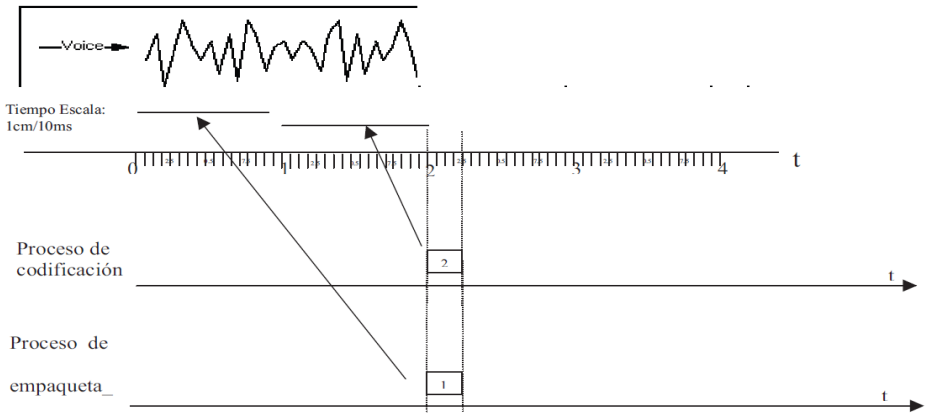

Figura A3-2.- Codificación de siguientes 10 ms generados y empaquetamiento de los primeros 10 ms.

En la Figura A3-3 estamos en el instante de tiempo 32.5ms, el primer paquete codificado (primeros 10 ms) ya está siendo procesados por capa 2 para dirigirse a su destino mientras que el segundo paquete termina de ser encapsulado dentro del paquete IP y el paquete 3 (últimos 10 ms) acaba de terminar su proceso de codificación (le restan proceso de paquetización y capas inferiores) por lo que dentro de un paquete IP se debe almacenar solo lo que necesita el codificador utilizado y debe enviarse el paquete IP.

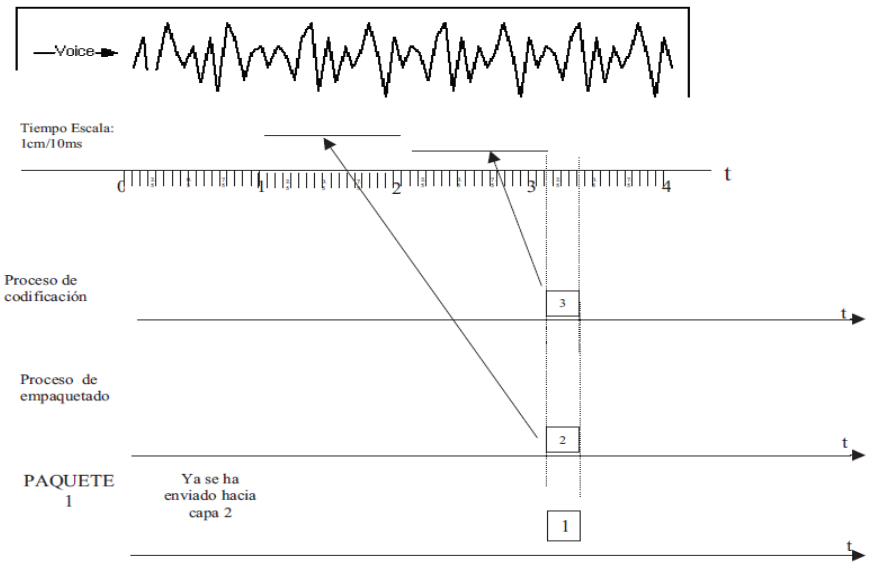

Figura A3-3.- Codificación de siguientes 10 ms generados, empaquetamiento de los segundos 10 ms y envió a capa 2 de los primeros 10 ms generados.

En cambio en el método MFSP como son varias llamadas simultáneas (mismo instante de tiempo) ahí sí se puede encapsular más números de paquetes (hasta el número máximo que permita el códec) porque todos sufren el mismo retardo de codificación y paquetización. [63-67] Explicación G.711

BIBLIOGRAFÍA

[1] Stallings, William, Comunicaciones y Redes de Computadores 6ta edición, http://www.mediafire.com/?6qc1wz86w8adnc6, fecha de consulta junio 2012, pág. 19.

[2] Noa-Sistemas, Tutorial sobre Telefonía IP, http://www.noa-sistemas.es/book/export/html/117, fecha de consulta agosto 2012.

[3] Huerta, Everardo, Telefonía Ip Universitaria, http://www.cudi.edu.mx/primavera_2006/presentaciones/apllicaciones2_everardo_huerta.pdf, fecha de consulta agosto 2012, pág. 24 – 25.

[4] Seonet, Ventajas de Telefonía IP, http://www.telefoniavozip.com/voip/ventajas-de-la-telefonia-ip.htm, fecha de consulta agosto 2012.

[5] Seonet, Desventajas de Telefonía IP,

http://www.telefoniavozip.com/voip/desventajas-de-la-telefonia-ip.htm, fecha de consulta agosto 2012.

[6] Seonet, Definición Telefonía IP, http://www.telefoniavozip.com/voip/tipos-de-comunicacion-en-la telefonia-ip.htm, fecha de consulta agosto 2012.

[7] 3CX Centralita telefónica para Windows, Jitter, http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Jitter.php, fecha de consulta septiembre 2012.

[8] 3CX Centralita telefónica para Windows, Latencia, http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Latencia.php, fecha de consulta Septiembre 2012.

[9] 3CX Centralita telefónica para Windows, Pérdida de paquetes, http://www.voipforo.com/QoS/QoS_PacketLoss.php, fecha de consulta Septiembre 2012

[10] 3CX Centralita telefónica para Windows, eco, http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Eco.php, fecha de consulta Septiembre 2012.

[11] 3CX Centralita telefónica para Windows, ancho de banda, http://www.voipforo.com/QoS/QoS_AnchoBanda.php, fecha de consulta Septiembre 2012.

[12] 3CX Centralita telefónica para Windows, protocolos SIP, http://www.voipforo.com/SIP/SIParquitectura.php, fecha de consulta Septiembre 2012.

[13] 3CX Centralita telefónica para Windows, H.323, http://www.voipforo.com/H323/H323objetivo.php, fecha de consulta Septiembre 2012.

[14] 3CX Centralita telefónica para Windows, IAX, http://www.voipforo.com/IAX/IAX-arquitectura.php, fecha de consulta Septiembre 2012.

[15] 3CX Centralita telefónica para Windows, Anexo 2: Funcionamiento del Códec G711, http://www.voipforo.com/codec/codec-g711--ley.php, fecha de consulta Septiembre 2012.

[16] Andrade, Tamara; Díaz, Jaime, SIP**,** http://profesores.elo.utfsm.cl/~tarredondo/info/networks/Presentacion_voip.pdf, fecha de consulta septiembre 2012, pág. 12 - 24.

[17] Morris, Eddie ; Ancajima, Alfredo ; Chiri, Carlos ; Galindo, Juan ; Guido, Carlos ; Mejía, Enrique**;** *Servicios de contact center basados en offshore outsourcing*, http://www.esan.edu.pe/publicaciones/Descargue%20el%20documento%20completo_pdf.pdf, fecha de consulta septiembre 2012

[18] Avaya, Centro de contactos y Agentes IP, http://www.callcentrix.net/soluciones/avayacm/SolucionesCM-ContactCenter.aspx, fecha de consulta septiembre 2012

[19] Rendón, Rommel, Análisis del método MFSP (Multiple Frames into Single Packet) para contrarrestar los retardos en los sistemas satelitales en transmisión de VoIP, http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1908 , fecha de consulta septiembre 2012, pág. 52.

[20] Avaya, Contact Center for Dummies, http://www1.cala.avaya.com/Mexico/Premium_Content/CC_Dummies/registro.asp?ccode=WEBCALA-CM8Q2-PC-01&promocode=WEBCALA-CM8Q2-PC-01&url=http://www1.cala.avaya.com/Mexico/Premium_Content/CC_Dummies/Thanks.html, fecha de consulta septiembre 2012.

[21] Meggelen, Jim; Asterisk the future of telephony, http://h6315.com/ast_docs/Asterisk%20TFOT%20v2.pdf, fecha de consulta febrero 2012, página 12

[22] Gil, Jesús; Protocolo de transporte RTP y RTCP, http://www.uco.es/~i62gicaj/RTP.pdf, fecha de consulta octubre 2012.

[23] 3CX PBX para Windows basado en Software, Definición VoIP,

http://www.3cx.es/voip-sip/voz-sobre-ip.php, fecha de consulta octubre 2012.

[24] Quarea Voz Datos IP, Protocolos de Señalización, http://www.quarea.com/tutorial/SIP_session_initiation_protocol, fecha de consulta octubre 2012.