



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

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

#### **TEMA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP  
BASADO EN ASTERISK SOBRE EL PROTOCOLO IPV6 PARA LA  
INTERCOMUNICACIÓN EN LAS DEPENDENCIAS DE LA EMPRESA  
SINFOTECNIA”**

**AUTOR: GUERRERO ANDRADE CARLOS JONATHAN**

**DIRECTOR: MSc. EDGAR ALBERTO MAYA OLALLA**

**Ibarra – 2017**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

## AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401051271		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Guerrero Andrade Carlos Jonathan		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ciudadela del Chofer Chile 6-23 y Bolivia		
<b>EMAIL:</b>	carlosjonathan.g.85@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062606911	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0967116077
DATOS DE LA OBRA			
<b>TÍTULO:</b>	“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP BASADO EN ASTERISK SOBRE EL PROTOCOLO IPV6 PARA LA INTERCOMUNICACIÓN EN LAS DEPENDENCIAS DE LA EMPRESA SINFOTECNIA”		
<b>AUTOR:</b>	Carlos Jonathan Guerrero Andrade		
<b>FECHA:</b>	10 de Febrero del 2017		

SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Edgar Maya

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Carlos Jonathan Guerrero Andrade, con cédula de identidad Nro. 0401051271, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.

### 3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, 10 de febrero de 2017

EL AUTOR:



Firma

Nombre: Carlos Jonathan Guerrero Andrade

Cédula: 0401051271



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

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

Yo, Carlos Jonathan Guerrero Andrade, con cédula de identidad Nro. 0401051271, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP BASADO EN ASTERISK SOBRE EL PROTOCOLO IPV6 PARA LA INTERCOMUNICACIÓN EN LAS DEPENDENCIAS DE LA EMPRESA SINFOTECNIA", que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: Carlos Jonathan Guerrero Andrade

Cédula: 0401051271

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE****FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS****AUTORÍA**

Yo, Carlos Jonathan Guerrero Andrade, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: Carlos Jonathan Guerrero Andrade

Cédula: 0401051271



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CERTIFICACIÓN**

Certifico, que el presente trabajo de titulación "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP BASADO EN ASTERISK SOBRE EL PROTOCOLO IPV6 PARA LA INTERCOMUNICACIÓN EN LAS DEPENDENCIAS DE LA EMPRESA SINFOTECNIA" fue desarrollado en su totalidad por el Sr. Carlos Jonathan Guerrero Andrade, bajo mi supervisión.

Firma

Ing. MSc. Edgar Maya

DIRECTOR DEL PROYECTO

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco principalmente a Dios por las fuerzas y las bendiciones que me ha dado durante todo este tiempo permitiéndome llegar a este instante y cumplir con una etapa más de mi vida como es la titulación profesional.*

*A mis queridos padres por el apoyo incondicional que recibí de ellos durante mi vida estudiantil y por los ánimos que me supieron dar para seguir adelante.*

*A mis hermanos por la ayuda, comprensión y amor que siempre recibo de ellos.*

*Gracias a los docentes de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Redes de Comunicación, que debido a la transmisión de sus conocimientos y sabiduría permitieron alcanzar el desarrollo de mi formación profesional.*

*Al Ing. Esteban Vallejos y a todo el personal de la empresa Sinfotecnia por la confianza y colaboración prestada para el desarrollo del presente trabajo de grado*

## DEDICATORIA

*El presente trabajo está dedicado con todo cariño a mis padres Carlos Alberto y Julia Isabel, quienes me dieron la oportunidad de vivir y siempre apoyaron todas las etapas de mi vida estudiantil, además de brindarme su confianza, respeto y amor enseñándome que todos los triunfos se logran con esfuerzo y dedicación.*

## ÍNDICE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	
TÉCNICA DEL NORTE.....	ii
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	ii
2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD .....	iii
CONSTANCIAS .....	iv
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE	
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	v
AUTORÍA .....	vi
CERTIFICACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA.....	ix
ÍNDICE CONTENIDOS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxi
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xxiii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xxiv
ABSTRACT .....	xxv
CAPÍTULO I.....	26
1. ANTECEDENTES .....	26
1.1. INTRODUCCIÓN .....	26
1.2. PROBLEMA.....	27
1.3. OBJETIVOS .....	28
1.3.1. Objetivo general .....	28
1.3.2. Objetivos específicos.....	29
1.4. ALCANCE .....	29
1.5. JUSTIFICACIÓN .....	31
CAPÍTULO II.....	33
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	33
2.1. VoIP (VOICE OVER INTERNET PROTOCOL) .....	33
2.1.1. Definición de la VOIP .....	34
2.1.2. Ventajas de la VoIP .....	34

2.1.3. Desventajas .....	35
2.1.4. Estructura de los protocolos de la VOIP .....	35
2.1.4.1. Protocolos de Señalización .....	36
2.1.4.2. Protocolos de Transporte .....	39
2.1.5. Códecs de audio .....	40
2.1.6. Calidad de servicio en la VOIP .....	43
2.1.6.1. Factores que Afectan la Calidad de la VoIP .....	43
2.2. TELEFONÍA IP (ToIP) .....	44
2.2.1. Diferencia entre la ToIP Y VoIP .....	44
2.2.2. Elementos de la telefonía IP .....	45
2.3. PLATAFORMA ASTERISK .....	46
2.3.1. Ventajas de Asterisk .....	47
2.3.2. Desventajas de Asterisk .....	48
2.3.3. Arquitectura de Asterisk .....	48
2.3.3.1. Módulos del Núcleo de Asterisk .....	49
2.3.4. API's de Asterisk .....	50
2.4. PROTOCOLO IPV6 .....	52
2.4.1. Definición de IPV6 .....	53
2.4.2. Características del protocolo IPv6 .....	53
2.4.3. Formato de la cabecera IPV6 .....	54
2.4.4. Campos de la cabecera IPV6 .....	55
2.4.5. Estructura de una dirección IPV6 .....	56
2.4.6. Asignación de las direcciones IPv6 .....	57
2.4.7. Representación de una dirección IPv6 .....	59
2.4.8. Tipos de direcciones IPv6 .....	59
2.4.8.1. Dirección Unicast .....	60
2.4.8.2. Dirección Anycast .....	62
2.4.8.3. Dirección Multicast .....	63
2.5. MECANISMOS DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 .....	63
2.5.1. Doble pila o dual stack .....	63
2.5.2. Túneles o tunneling .....	64
2.5.3. Traducción de protocolo .....	65
CAPÍTULO III .....	66

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA DE LA EMPRESA SINFOTECNIA .....	66
3.1. SINFOTECNIA .....	66
3.1.1. Ubicación geográfica.....	67
3.1.2. Estructura organizacional de la empresa .....	68
3.1.3. Infraestructura física de sinfotecnia.....	68
3.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO .....	69
3.2.1. Instalaciones eléctricas .....	69
3.2.2. Elementos de la instalación eléctrica.....	69
3.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....	71
3.3.1. Subsistema de cableado horizontal.....	72
3.3.2. Área de trabajo.....	73
3.3.3. Cuarto de equipos .....	73
3.3.4. Cuarto de entrada de servicios.....	74
3.3.5. Medios de transmisión.....	74
3.4. ESTRUCTURA ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES .....	77
3.4.1. Red de comunicaciones de la matriz .....	77
3.4.2. Red de comunicaciones de la oficina sucursal .....	78
3.5. INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE COMUNICACIONES .....	79
3.5.1. Dispositivos de conectividad .....	79
3.5.2. Dispositivos terminales.....	84
3.6. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS .....	87
3.6.1. Direccionamiento ip de la red de datos .....	87
3.6.2. Servicios de red de datos .....	88
3.7. ANÁLISIS DEL TRÁFICO EN LA RED DE DATOS .....	89
3.7.1. PRTG network monitor .....	89
3.7.2. Análisis de la red de datos .....	90
3.7.2.1. Cantidad de Tráfico .....	91
3.7.2.2. Utilización del Enlace.....	92
3.8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TELEFÓNICO ACTUAL .....	93
3.9. ANÁLISIS DEL TRÁFICO EN EL SISTEMA TELEFÓNICO .....	93
3.9.1. Resultados de la técnica de investigación .....	93
3.9.2. Tráfico del sistema telefónico.....	94
3.9.2.1. Volumen del Tráfico Telefónico .....	94

3.9.2.2. Intensidad del Tráfico .....	95
CAPÍTULO IV .....	98
4. DISEÑO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP .....	98
4.1. ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA DE ToIP .....	98
4.2. PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE ToIP .....	99
4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA PBX .....	101
4.3.1. Paquete de voz .....	101
4.3.1.1. Longitud del Paquete de Voz .....	101
4.3.1.2. Encapsulación del paquete de voz .....	101
4.3.1.3. Cálculo de la longitud del paquete de voz .....	102
4.3.2. Cálculo del ancho de banda de los códec de la VOIP .....	103
4.3.3. Número de llamadas simultáneas .....	106
4.3.4. Dimensionamiento de troncales .....	107
4.3.4.1. Grado de Servicio (GoS) .....	107
4.3.4.2. Modeló de Erlang B Extendido .....	107
4.3.4.3. Cálculo de Troncales de Entrada de la VoIP .....	108
4.3.4.4. Cálculo de Troncales para la Salida .....	109
4.3.5. Dimensionamiento del hardware .....	110
4.3.5.1. Interfaces para conexión con la PSTN .....	111
4.3.6. Elección del códec para la implementación .....	112
4.4. DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA PARA EL SISTEMA DE ToIP .....	113
4.5. DISEÑO DEL PLAN DE MARCACIÓN .....	114
4.5.1. Elementos del plan de marcación .....	114
4.5.1.1. Contextos .....	115
4.5.1.2. Extensiones .....	117
4.5.1.3. Prioridades .....	118
4.5.1.4. Aplicaciones .....	118
4.6. DIRECCIONAMIENTO IP PARA EL SISTEMA DE ToIP .....	119
4.6.1. Distribución de los puntos de red para el sistema de ToIP .....	121
4.7. SERVICIOS IMPLEMENTADOS EN SISTEMA DE ToIP .....	125
4.8. CALIDAD DE SERVICIO PARA LA ToIP .....	125

4.8.1. Alternativas para la implementación de QoS (CALIDAD DE SERVICIO)....	126
.....	126
4.8.1.1. Clasificación del Tráfico .....	126
4.8.1.2. Administración de la Congestión .....	127
4.9. HARDWARE Y SOFTWARE PARA EL SISTEMA DE ToIP .....	130
4.9.1. Hardware .....	130
4.9.1.1. Servidor de Telefonía IP .....	130
4.9.1.2. Tarjetas de Telefonía .....	131
4.9.1.3. Teléfonos IP .....	133
4.9.1.4. Router Cisco RV 120 W .....	134
4.9.2. Software.....	135
4.9.2.1. Softphone.....	135
CAPÍTULO V .....	138
5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP .....	138
5.1. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE CENTOS .....	138
5.1.1. Instalación de sistema operativo centos.....	138
5.1.2. Configuración de ipv6 en el servidor .....	139
5.1.2.1. Soporte de IPv6 para el servidor de telefonía de la matriz.....	139
5.1.2.2. Soporte de IPv6 para el servidor de telefonía de la sucursal .....	139
5.2. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE ASTERISK .....	140
5.2.1. Instalación de asterisk.....	141
5.2.2. Configuración de asterisk .....	142
5.2.2.1. Configuración de IPv6 en Asterisk.....	143
5.3. CONFIGURACIÓN DE TRONCALES .....	144
5.3.1. Instalación de la tarjeta Openvox A400P .....	144
5.3.2. Configuración del canal Dahdi .....	145
5.3.2.1. Configuración del módulo FXO .....	145
5.3.2.2. Configuración de rutas entrantes y salientes hacia la PSTN .....	146
5.4. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE TERMINALES IP .....	147
5.4.1. Instalación de teléfono IP Yealink T21P-E2 .....	147
5.4.2. Configuración del teléfono Yealink T21P-E2 .....	147
5.4.2.1. Registro del Teléfono Yealink T21P_E2 .....	148
5.4.2.2. Configuración de Dirección IP en el Teléfono Yealink T21P_E2 .....	149

5.5. CONFIGURACIÓN DE EXTENSIONES .....	151
5.5.1. Creación de extensiones en el servidor asterisk .....	151
5.5.2. Registro de extensiones en el servidor de telefonía.....	151
5.6. CONFIGURACIÓN DE SERVICIOS DE ToIP.....	152
5.7. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	154
5.7.1. Llamada telefónica entre extensiones.....	155
5.7.2. Llamada telefónica desde la PSTN.....	163
5.7.3. Resultados de la captura de tráfico de las llamadas telefónicas .....	171
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	172
CONCLUSIONES.....	172
RECOMENDACIONES .....	174
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIA .....	175
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	181
ANEXOS .....	192
ANEXO A .....	193
ANEXO B .....	195
ANEXO C .....	205
ANEXO D .....	208
ANEXO E.....	221
ANEXO F.....	230
ANEXO G .....	232
ANEXO H .....	241
ANEXO I.....	248
ANEXO J.....	252
ANEXO K .....	258

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de los protocolo de VoIP. ....	35
Figura 2 Intercambio de mensajes del protocolo H.323.....	36
Figura 3 Intercambio de un mensaje SIP.....	37
Figura 4 Intercambio de un mensaje IAX .....	38
Figura 5 Diagrama de telefonía IP.....	44
Figura 6 Plataforma de software de telefonía Asterisk.....	47
Figura 7 Arquitectura de la plataforma Asterisk .....	49
Figura 8 Formato de la cabecera del protocolo IPv6.....	54
Figura 9 Estructura de una direccion IPv6. ....	57
Figura 10 Asignacion de la direcciones IPv6.. ....	58
Figura 11 Representación de una dirección IPv6 .....	59
Figura 12 Tipos de direcciones IPv6 .....	60
Figura 13 Formato de una dirección unicast enlace local .....	61
Figura 14 Formato de una dirección unicast sitio local.....	61
Figura 15 Formato dirección unicast global .....	62
Figura 16 Formato de una dirección Anycast.....	63
Figura 17 Formato de una dirección multicast .....	63
Figura 18 Mecanismo de transición doble pila.....	64
Figura 19 Mecanismo de transición tunneling .....	64
Figura 20 Mecanismo de transición de traducción de protocolos .....	65
Figura 21 Empresa Sinfotecnia .....	67
Figura 22 Ubicación geográfica de la oficina matriz .....	67
Figura 23 Estructura de la red en la matriz.....	68
Figura 24 Estructura de un conductor eléctrico.....	69
Figura 25 Tablero de distribución de los circuitos eléctricos.....	70
Figura 26 Medición de la tensión en los toma corrientes e interruptores.....	71
Figura 27 Ductos del sistema de cableado estructurado.....	72
Figura 28 Ductos del sistema de cableado estructurado.....	72
Figura 29 Puntos de red del sistema de cableado estructurado .....	73
Figura 30 Rack de comunicaciones de la empresa Sinfotecnia.....	74
Figura 31 Certificacion de los puntos de red de la empresa Sinfotecnia.....	75

Figura 32 Estructura de la red en la oficina matriz.....	78
Figura 33 Estructura de la red en la oficina sucursal.....	79
Figura 34 Interfaz gráfica de PRTG Network Monitor .....	90
Figura 35 Mediciones del tráfico que fluye por la red de datos .....	91
Figura 36Proyección del crecimiento de la empresa Sinfotecnia.....	100
Figura 37Longitud del paquete de voz en IPv6.....	101
Figura 38. Encapsulamiento de un paquete de voz. ....	102
Figura 39 Tamaño del paquete de voz con tecnología Ethernet.....	103
Figura 40 Modelo de Erlang B extendido .....	108
Figura 41 Cálculo del número de troncales entrantes de la oficina matriz.....	108
Figura 42 Verificación del número de troncales de entrada.....	109
Figura 43 Cálculo del número de troncales salientes de la oficina matriz. ....	109
Figura 44 Verificación del número de troncales de salida .....	110
Figura 45 Plan de marcación en Asterisk. ....	115
Figura 46 Direccionamiento del sistema de ToIP. ....	120
Figura 47 Planta Baja de la empresa Sinfotecnia .....	123
Figura 48 Planta Alta de la empresa Sinfotecnia.....	124
Figura 49 Calidad de servicio QoS para VoIP a nivel de interfaz.....	128
Figura 50 Formato de la trama 802.1P .....	129
Figura 51 Equipo de cómputo utilizado para el sistema de ToIP.....	131
Figura 52 Tarjeta OpenVox A400P.....	132
Figura 53 Teléfono Yealink TP T21P .....	134
Figura 54 Router Cisco RV 120W .....	134
Figura 55 Softphne Yealink PhonerLite .....	137
Figura 56 Instalación del sistema operativo CentOS 6.8 .....	138
Figura 57 Instalacion de librerias y depemdecnias para soporte de Asterisk.....	140
Figura 58 Inicio del servidor de telefonía desde CLI de Asterisk.....	142
Figura 59 Activación el módulo wctdm de la tarjeta OpenVox A400P.....	144
Figura 60 Instalación del teléfono IP en la gerencia. ....	147
Figura 61 Configuración de usuario y contraseña del teléfono IP .....	148
Figura 62 Configuración de cuenta en el teléfono Yealink Y21P E2 .....	149
Figura 63 Configuración de dirección IPv6 en el teléfono IP .....	150
Figura 64 Revisión de dirección IPv6 en el teléfono IP .....	150

Figura 65	Extesiones ceadas en el servidor de telefonía IP.....	151
Figura 66	Registro de extensiones en el servidor de telefonía IP.....	152
Figura 67	Configuración de los contextos del diaplán en el servidor de telefonía IP..	152
Figura 68	Configuración del IVR en el servidor de telefonía IP.....	153
Figura 69	Configuración de las conferencias en el servidor de telefonía IP.....	153
Figura 70	Configuración de la captura y transferencia de llamadas en el servidor de telefonía IP.....	154
Figura 71	Escenario de pruebas del sistema de telefonía IP.....	155
Figura 72	Llamada entre las extensiones internas.....	156
Figura 73	Paquetes de la llamada entre extensiones internas.....	156
Figura 74	Flujo de paquetes de la llamada entre las extensiones internas.....	157
Figura 75	Captura del protocolo SIP de la llamada entre extensiones internas.....	158
Figura 76	Captura del protocolo IPv6 de la llamada entre las extensiones internas....	159
Figura 77	Captura de la trama de la llamada entre las extensiones internas.....	160
Figura 78	Tráfico RTP que cursa por el servidor Asterisk (bits/segundo).....	160
Figura 79	Captura de RTP Stream generados en el servidor Asterisk.....	161
Figura 80	Captura del paquete RTP Stream que genera en el servidor Asterisk.....	162
Figura 81	Valor del jitter de la llamada entre extensiones internas.....	162
Figura 82	Valor del retardo en la llamada entre extensiones internas.....	163
Figura 83	Llamada entre la operadora celular y la extensión 1009.....	163
Figura 84	Paquetes de la llamada entre la operadora celular y la extensión 1009.....	164
Figura 85	Flujo de paquetes de la llamada entre la operadora celular y la extensión 1009.....	165
Figura 86	Captura del protocolo SIP de la llamada telefónica desde la operadora celular.....	166
Figura 87	Captura del protocolo IPv6 de la llamada telefónica desde la operadora celular.....	167
Figura 88	Captura de la trama de la llamada telefónica desde la operadora celular....	168
Figura 89	Tráfico RTP que cursa por el servidor Asterisk (bits/segundo).....	168
Figura 90	Captura de RTP Stream generados en la llamada telefónica desde la operadora celular.....	169
Figura 91	Análisis de RTP Stream que genera en la llamada telefónica desde la operadora celular.....	170

Figura 92 Valor del jitter de la llamada telefónica desde la operadora celular .....	170
Figura 93 Valor del retardo de la llamada telefónica desde la operadora celular .....	171
Figura 94 Número de llamadas recibidas en un día en la Matriz .....	209
Figura 95 Porcentaje de llamadas recibidas en la Matriz .....	210
Figura 96 Número de llamadas recibidas en día en la Sucursal .....	210
Figura 97 Porcentaje de llamadas recibidas en la Sucursal .....	211
Figura 98 Número de llamadas recibidas en una hora en la Matriz .....	211
Figura 99 Porcentaje de llamadas recibidas en una hora en la Matriz .....	212
Figura 100 Número de llamadas recibidas en una hora en la Sucursal .....	212
Figura 101 Porcentaje de llamadas recibidas en una hora en la Sucursal .....	213
Figura 102 Tiempo en promedio que dura una llamada recibida en la Matriz.....	213
Figura 103 Tiempo en promedio que dura una llamada recibida en la Sucursal.....	214
Figura 104 Número de llamadas realizadas en día en la Matriz.....	214
Figura 105 Porcentaje de llamadas realizadas en la Matriz .....	215
Figura 106 Número de llamadas realizadas en día en la Sucursal.....	215
Figura 107 Porcentaje de llamadas realizadas en la Sucursal .....	216
Figura 108 Número de llamadas realizadas en una hora en la Matriz.....	216
Figura 109 Porcentaje de llamadas recibidas en una hora en la Matriz .....	217
Figura 110 Número de llamadas realizadas en una hora en la Sucursal.....	217
Figura 111 Porcentaje de llamadas recibidas en una hora en la Sucursal .....	218
Figura 112 Tiempo que duran las llamadas recibidas en la Matriz .....	218
Figura 113 Tiempo que duran las llamadas recibidas en la Sucursal .....	219
Figura 114 Funcionamiento del sistema de telefonía IP.....	220
Figura 115 Número de troncales de entrada en la Matriz.....	228
Figura 116 Número de troncales de entrada en la Sucursal .....	228
Figura 117 Número de troncales de salida en la Matriz .....	228
Figura 118 Número de troncales de salida en la Sucursal .....	229
Figura 119 Instalación del Sistema Operativo CentOS 6.8.....	233
Figura 120 Elección del idioma para el sistema operativo CentOS 6.8 .....	233
Figura 121 Elección del idioma para el teclado sistema operativo CentOS 6.8.....	234
Figura 122 Configuración del nombre para el servidor.....	234
Figura 123 Configuración de la zona horaria para el sistema operativo .....	235
Figura 124 Configuración del usuario y contraseña para el sistema operativo .....	235

Figura 125 Instacion de las dependencias para el sistema operativo .....	236
Figura 126 Ingreos a la CLI del sistema operativo CentOS.....	236
Figura 127 Instalación de dependencias para la copilación de Asterisk. ....	237
Figura 128 Descarga y descompresión de Asterisk.....	238
Figura 129 Configuracion de módulos y aplicaciones para la compilación de Asterisk. .....	238
Figura 130 Instalación completa de los mòdulos y las aplicaciones de Asterisk.....	239
Figura 131 Instalación del servicio Asterisk. ....	239
Figura 132 Ingreso a la consola de Asterisk. o.....	240
Figura 133 Inicio del software PhoneLite. ....	242
Figura 134 Selección del idioma .....	242
Figura 135 Aceptación de los terminos de licencia.....	243
Figura 136 Directorio donde se guardan los archivos del programa.....	243
Figura 137 Creacion de icono del software en el escritorio .....	244
Figura 138 Proceso de instalación .....	244
Figura 139 Ventana de finalizacion de la instalación.....	245
Figura 140 Ventana de inicio del software PhonerLite .....	245
Figura 141 Configuraciòn de la direccion IPv6 que fue asignada al servidor de telefonía .....	246
Figura 142 Configuraciòn de la cuenta SIP .....	246
Figura 143 Configuraciòn de la direcciòn IPv6 para PhonerLite .....	247
Figura 144 Realizaciòn de una llamada hacia una extensiòn IPv6 desde el PhonerLite .....	247
Figura 145 Extensiones creadas en el servidor de telefonía de la matriz .....	250
Figura 146 Extensiones creadas en el servidor de telefonía de la sucursal .....	251

## ÍNDICE DE TABLAS

1. Códecs de audio para la VoIP.....	42
2. Módulos de API de canal. ....	50
3. Módulos de API de aplicaciones. ....	51
4. Módulos de API de códec.....	51
5. Módulos de API de formato de archivo.....	52
6. Valores de las extensiones de la cabecera IPv6.....	55
7. Distribución de los puntos de red en la empresa .....	75
8. Características del Router Cisco 881 .....	80
9. Características del Switch Cisco 300 SG .....	81
10. Características del Switch Cisco 200 SF .....	81
11. Características del Switch Cisco Catalyst 2960 .....	82
12. Características de la Cisco Wireless Controller 2504 .....	82
13. Características del Access Point Cisco WAP321 .....	83
14. Características de los estaciones de trabajo .....	84
15. Características de las impresoras y equipos multifunción.....	86
16. Características de las Cámaras IP .....	86
17. Segmentación de la red de datos en Vlans .....	88
18. Valore de la cantidad de tráfico en horas .....	92
19. Valor de la cantidad de llamadas en un día .....	93
20. Volumen del tráfico de entrada .....	94
21. Volumen del tráfico de salida.....	95
22. Intensidad del tráfico de entrada.....	96
23. Intensidad del tráfico de salida .....	96
24. Intensidad del tráfico de entrada en cada circuito en la matriz .....	97
25. Proyección del crecimiento para el dimensionamiento del servidor de telefonía IP .....	100
26. Códecs utilizados en la VoIP .....	104
27. Ancho de banda requerido por los códec para la trasmisión de la voz sobre IPv6	105
28. Número de llamadas telefónicas soportadas por los códec de VoIP .....	106
29. Cálculo de troncales de entrada para la conexión a la PSTN .....	109
30. Cálculo de troncales de salida para la conexión a la PSTN .....	110

31. Recomendaciones de hardware para servidores Asterisk.....	111
32. Patrones de marcación usados en Asterisk .....	115
33. Extensiones telefónicas de la oficina matriz.....	117
34. Extensiones telefónicas de la oficina sucursal.....	118
35. Plan de marcación que usaran los usuarios para las llamadas telefónicas.....	118
36. Direccionamiento del sistema de telefonía en la empresa Sinfotecnia.....	121
37. Distribución de los puntos de red para el sistema de telefonía IP .....	122
38. Prioridades para la clasificación de servicios en Asterisk.....	129
39. Características de las tarjetas de telefonía IP.....	131
40. Características de los teléfonos IP .....	133
41. Características de Softphones .....	136
42. Resultados de las pruebas de funcionamiento del sistema de ToIP .....	171

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Volumen del tráfico telefónico .....	94
Ecuación 2. Intensidad del tráfico .....	95
Ecuación 3. Intensidad del tráfico de un circuito telefónico .....	96
Ecuación 4. Longitud del paquete de voz.....	103
Ecuación 5. Paquetes por segundo del códec .....	104
Ecuación 6. Cálculo del ancho de banda para una llamada telefónica .....	105
Ecuación 7. Calculo del número de llamadas que soportan los códecs.....	106
Ecuación 8. Ancho de banda requerido para el sistema de telefonía IP.....	113

## RESUMEN

La empresa Sinfotecnia actualmente cuenta con una gran trayectoria en el sector las comunicaciones y la informática gracias a que pone al servicio su experiencia en la integración de sistemas de redes de comunicación y seguridad, cableado estructurado, redes eléctricas además ofrece estudios de ingeniería, asesoramiento técnico de hardware y software de última generación al efectuar este tipo de actividades la empresa tiene una gran demanda de clientes que esperan su atención pero en ocasiones esta se limita debido al actual sistema de comunicación que tiene y a la vez causa ciertos inconvenientes como retraso en la ejecución de actividades, perdidas económicas y molestias en los clientes. El presente trabajo de grado tiene como objetivo implementar una solución tecnológica que ofrezca el servicio de comunicación telefónica además de otras funciones como transferencia de llamadas, captura de llamadas, IVR, etc., y de esta forma permitir que los empleados de la empresa tengan una comunicación constante en todo momento para que la atención hacia sus clientes sea la más adecuada. El sistema se desarrollara en la plataforma de telefonía Asterisk que es una herramienta basada en software libre y de código abierto que proporciona todas las funcionalidades que ofrece la telefonía IP; dicho sistema contará con una extensión telefónica por departamento en cada una de las dependencias además de la posibilidad de crecimiento futuro y toda su implementación se la realizará sobre el protocolo IPv6 debido a las mejoras que trae en comparación a su antecesor IPv4 además que es considerado actualmente como el nuevo protocolo de internet.

## ABSTRACT

Sinfotecnia enterprise has a great path in the communications and the computer science sector because it puts to the service his experience in the system integration of communication and safety networks, wired up structured, electrical networks, it also offers studies of engineering, technical advice on hardware and software of last generation when this type of activities are performed the company greatly increases its demand as clients wait for service but somehow this may be itself a constraint due to the current system of communication that has and simultaneously it causes certain disadvantages as: in the execution of activities, economic losses and inconveniences in the clients. The present degree work has as aim the implementation of a technological solution offering the service of telephonic communication besides other functions like call transference, call capture, IVR, etc. And in this way allow the employees of the company to be in constant communication all the time in order to platform Asterisk that is a tool based on free the IP telephony; the above mentioned system will possess a telephonic extension for department in each of the dependences besides the possibility of future growth and all his implementation will realize it on the protocol IPv6 due to the improvements that it brings in comparison to his predecessor IPv4 besides the fact that it is considered to be the new Internet protocol.



*Victor Rodriguez*  
Victor Rodriguez  
1715486129

## CAPÍTULO I

### 1. ANTECEDENTES

En este capítulo se presenta el enfoque metodológico utilizado en el presente trabajo de grado. Aquí se realiza la descripción del problema presentado con una breve prospectiva al mismo, también se definen los objetivos que permitirán alcanzar el desarrollo del presente trabajo de grado. Además se detalla el alcance en el que describe las limitaciones del proyecto y finalmente se representa la justificación en la que se explicará el motivo del porque se realizará el presente trabajo de grado.

#### 1.1. INTRODUCCIÓN

La voz sobre el protocolo IP es una tecnología que tuvo sus inicios en los años 70, a través de investigaciones realizadas por ARPANET<sup>1</sup> quienes inventaron la Red Experimental de Protocolo de Voz. En los años 90 con la evolución de las redes TCP<sup>2</sup>(Transmission Control Protocol) /IP y el desarrollo del tratamiento digital de señales, además de la utilización de protocolos de transmisión en tiempo real aparece la telefonía IP.

*Esta tecnología que permite transmitir señales de voz sobre redes locales o a través de la Internet empleando en el protocolo IP, concretamente se refiere a la capacidad de digitalizar, comprimir y encapsular la voz en paquetes de datos en lugar de utilizar la conmutación de circuitos como realiza la telefonía convencional. (Telefonía IP, 2011)*

En la última década la telefonía IP ha alcanzado gran aceptación a nivel empresarial, considerándola como una alternativa tecnológica en relación a la telefonía tradicional, debido a que ofrece la reducción de costos en comparación a los sistemas de

---

<sup>1</sup> ARPANET: Es la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa.

<sup>2</sup> TCP: (Transmission Control Protocol) Protocolo de Control de Transmisión

comunicaciones tradicionales, además aprovecha los recursos de la red para proveer nuevos servicios como: mensajería unificada, roaming<sup>3</sup> para teléfonos celulares en redes locales, interconexión entre sitios remotos, reportes de llamadas entrantes/salientes, etc. Permitiendo así tener convergencia de servicios por la misma infraestructura de red.

## **1.2. PROBLEMA**

En la actualidad Sinfotecnia es una empresa que se dedica a la implementación de soluciones integrales con una gran experiencia en el campo de las redes de comunicación, sistemas de seguridad, cableado estructurado e informática en general; además realiza la venta, instalación y mantenimiento de equipos de última generación. También brinda el asesoramiento técnico y el estudio de ingeniería en el diseño de Sistemas de Cableado Estructurado, Fibra Óptica, Redes Informáticas, Redes Eléctricas, Redes de Comunicación, Redes de Seguridad. Cuenta con personal técnico altamente calificado y certificado en marcas reconocidas en el ámbito mundial como son: HUBELL, LEVITON, D-LINK, PROXIM, PARADOX, DLUX, PANASONIC, DEXON, CISCO, 3COM, HP, INTEL ofreciendo a sus clientes servicios excelentes y de calidad. La empresa tiene la oficina matriz ubicada en la ciudad de Ibarra y sucursal en la ciudad de Ambato, debido a múltiples circunstancias laborales que acontecen diariamente en la entidad, esta tiene la necesidad de estar en constante comunicación entre las dependencias y los diferentes departamentos internos. Sinfotecnia necesita mejorar el sistema de comunicación ya que actualmente utiliza el sistema telefónico convencional que le ofrece la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones).

El sistema de comunicación actual ha presentado en los últimos años una serie de dificultades al momento de establecer comunicación entre las dependencias y los departamentos internos de cada una de ellas. Debido a que la empresa carece de un sistema de telefonía IP interno todas las llamadas se realizan a través de una línea telefónica convencional. Ocasionando molestias a los diferentes departamentos ya que

---

<sup>3</sup> Roaming: Es la capacidad de cambiar de una área de cobertura a otra sin interrupción del servicio o pérdida de conectividad.

tienen que compartir en mismo medio de comunicación al momento de recibir y hacer llamadas internas, locales y regionales. Causando congestión en la línea telefónica y a su vez se genera un elevado costo en servicio de telefonía debido al gran volumen de llamadas efectuadas, limitando la interacción entre las dependencias y así se ocasiona el retraso en la ejecución de actividades produciéndose pérdidas económicas y molestia a los clientes.

Con la finalidad mejorar el sistema de comunicación interna y externa en cada uno de los departamentos internos de una dependencia y entre dependencias de la empresa Sinfotecnia se ha pensado en la implementación de un sistema de telefonía IP basado en Asterisk sobre el protocolo IPv6. Esta es una solución que garantiza; disponibilidad, escalabilidad y rendimiento a los sistemas de telefonía actuales gracias a que ofrece reducción de costos de infraestructura, mantenimiento y prestación del servicio telefónico. Y debido al constante desarrollo de las plataformas de software libre y de código abierto hacia las nuevas características que tiene el protocolo IPv6 como: direccionamiento, calidad de servicio, movilidad y seguridad; hacen que esta tecnología sea la más factible para solventar el inconveniente presentado.

La tecnología de voz sobre el protocolo IP se encuentra en constante innovación ya que permite integrar voz y datos a través del protocolo IP en una misma infraestructura logrando así tener redes más convergentes. Las empresas utilizan plataformas de código abierto ya que se plantea como alternativa de bajo de costo en la implementación de telefonía IP gracias a la fiabilidad de sus aplicaciones, flexibilidad en el desarrollo de sus módulos y facilidad de integración con otras tecnologías actuales.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Realizar el diseño e implementación un sistema de telefonía IP basado en Asterisk, mediante la utilización del protocolo IPv6, para la intercomunicación en las dependencias de la empresa Sinfotecnia.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Recopilar información relevante de la VoIP y del protocolo IPv6, a través de la revisión de diferentes tipos de fuentes bibliográficas, para detallar el fundamento teórico del presente trabajo.
- Analizar la situación actual de la red de comunicaciones que tiene la empresa Sinfotecnia, para detallar la estructura y la infraestructura que utiliza para las comunicaciones internas y externas.
- Diseñar el sistema de telefonía IP en base a los requerimientos que se necesita la empresa y al análisis de varios parámetros como: códecs de audio, ancho de banda, cantidad de llamadas que ayuden al dimensionamiento del sistema y a la elección del hardware y software que se usará en la implementación.
- Realizar la implementación del sistema de telefonía IP, de acuerdo a las especificaciones y criterios utilizados en diseño del sistema con la finalidad de ofrecer el servicio de telefonía IP.
- Efectuar las pruebas de funcionamiento mediante la ejecución de llamadas telefónicas a las extensiones que forman parte del sistema de telefonía IP y a través del monitoreo del tráfico de paquetes IP analizar los resultados alcanzados.

### 1.4. ALCANCE

El presente trabajo de grado tiene como finalidad cumplir con el diseño e implementación un sistema de telefonía IP basado en Asterisk que trabaje sobre el protocolo IPv6, para la empresa Sinfotecnia con el fin de optimizar la comunicación.

El desarrollo inicia con el estudio de los contenidos más relevantes de la VoIP (Voz sobre el Protocolo Internet) como: antecedentes, arquitectura de los protocolos de la VoIP, códecs de audio, factores que afectan a la voz sobre el protocolo IP, entre otros. Además se dará a conocer varios aspectos de protocolo IPv6 (Protocolo Internet Versión 6) como: antecedentes, características, arquitectura, tipos direcciones, mecanismos de transición.

A continuación se analizará la situación actual de la empresa Sinfotecnia, donde se darán a conocer aspectos relevantes de la empresa, además se detallará la estructura y la infraestructura que tiene la red para la comunicación interna y externa. Luego se

realizará un estudio sobre el tráfico de la red de datos, mediante la utilización de un software de administración para conocer el ancho de banda y la utilización del enlace. También se efectuará un análisis sobre el sistema telefónico, a través de una técnica de investigación que será aplicada al personal de la empresa con la finalidad de conocer el volumen de llamadas y la intensidad de tráfico telefónico.

Una vez realizado el fundamento teórico y analizado la situación actual de red de comunicaciones de la empresa Sinfotecnia, se procederá a realizar el diseño sistema de telefonía IP basado en Asterisk sobre el protocolo IPv6. Este inicia con el detalle de las especificaciones y los requerimientos que tendrá el sistema de telefonía IP. Luego se detallará las características de la plataforma de software que se utilizará para el servicio de telefónico. A continuación se efectuará el dimensionamiento de las IP-PBX<sup>4</sup>, en base a un estudio de varios parámetros como: el paquete de voz, el ancho de banda, los códecs de la VoIP, el número de llamadas concurrente. A demás se dimensionará en número de troncales telefónicas que son requeridas para la comunicación y el hardware (procesador, memoria RAM, disco duro e interfaces de comunicación) que será utilizado en los servidores de telefonía IP. También se diseñará la estructura del plan de marcado y las extensiones que serán usadas para la comunicación. Después se realizará la arquitectura del sistema de telefonía IP, en el que se dará a conocer la topología del sistema, el direccionamiento IPv6, los servicios que tendrá el sistema de telefonía, además del hardware y del software que será utilizado para la implementación.

Después de haber realizado el diseño del sistema de telefonía IP sobre el protocolo IPv6 se procederá con la instalación de la plataforma Asterisk en cada uno de los servidores, donde se detallaran aspectos relevantes sobre la configuración de cada uno de los archivos que formaran parte del sistema del sistema de telefonía IP. Luego se realizará la configuración del direccionamiento IPv6 en cada uno de los equipos que formaran parte del sistema de telefonía IP.

Finalmente se efectuaran las pruebas que garantice el funcionamiento del sistema de telefonía IP, a través de la realización de llamadas telefónicas entre las extensiones a los

---

<sup>4</sup> IP-PBX: IP-Private Branch Exchange (Red Telefónica Privada -IP)

departamentos internos, hacia la PSTN<sup>5</sup>(Public Switched Telephone Network). Y de esta forma realizar la captura de paquetes que se generan en la red de datos en tiempo real y así observar el comportamiento de los factores que influyen en una llamada telefónica.

## 1.5. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este proyecto intenta usar la tecnología de VoIP (Voz sobre Protocolo Internet) sobre el nuevo protocolo de internet IPv6, en el que se aplicarán los conocimientos y las herramientas de ingeniería adquiridas en el transcurso de la formación académica para afrontar diferentes avances tecnológicos a través del desarrollo de técnicas de auto-aprendizaje, que son parte de los objetivos estratégicos de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación y así mediante el desarrollo de estos proyectos de investigación aportar como estudiantes a la comunidad académica en el manejo de nuevas tecnologías de comunicación sobre todo los lineamientos estratégicos de la institución en elaboración de estos trabajos de investigación.

La contribución de este proyecto a la sociedad es la de ofrecer innovación a los sistemas de comunicación a través de la investigación e implementación de nuevas tecnologías y así brindar calidad, seguridad, integridad y eficiencia a los sistemas de comunicación, y de esta manera aportar al manejo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), e incentivar a utilizar las TIC como herramienta que aporten al desarrollo de las tecnologías para asegurar aumentos de productividad en los sectores empresariales y garantizar un crecimiento sostenible cuyo pilar fundamental es el uso tecnológico.

La implementación de la telefonía IP en la empresa Sinfotecnia ofrecerá flexibilidad y operatividad a toda la organización; beneficiando diferentes ámbitos como son:

- **Económico:** donde los gastos sean minimizados, para obtener mejores ganancias en la actividad que se desarrollan.

---

<sup>5</sup> PSTN: Public Switched Telephone Network (Red Telefónica Pública Conmutada)

- **Optimización:** permitiendo que la empresa tenga una infraestructura red integrada que soporte nuevas formas de comunicación.
- **Tecnológico:** la telefonía IP abre las puertas a la modernización de las telecomunicaciones ya que permite integrar aplicaciones multimedia y multiservicio permitiendo tener redes convergentes a través de la utilización del protocolo IPv6.

Razón por la cual se desea implementar la telefonía IP, para garantizar la interoperabilidad entre los departamentos a través de transmisión de la voz sobre el protocolo IP beneficiando las actividades empresariales y lograr una mejor identidad organizacional. Para la cumplir con la ejecución del proyecto planteado se cuenta con todo en apoyo de la empresa Sinfotecnia que se encuentra detallado en la carta de auspicio adjunta al presente anteproyecto.

Debido a los beneficios que tiene la implementación de la telefonía IP y a las mejoras que ofrece el protocolo IPv6 respecto al enrutamiento, seguridad, movilidad interacción con nodos vecinos, extensibilidad de servicios y aplicaciones que permiten mayor velocidad en tiempo real, se utilizará estos parámetros para implementación del sistema de telefonía IP basado en Asterisk sobre el protocolo IPv6 y así observar el comportamiento de los estándares, protocolos, códecs y herramientas de la tecnología de VoIP, en una transmisión de paquetes de voz en tiempo real sobre un ambiente de red con direccionamiento IPv6 con el fin analizar los resultados alcanzados en su implementación.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se realizó una revisión teórica de la tecnología de VoIP, en el que se detallan los conceptos fundamentales de los protocolos de señalización y transporte, códecs de audio y los factores que afectan la calidad de la VoIP. Además de las características, arquitectura de la plataforma de telefonía IP Asterisk.

También se revisaran fundamentos principales del protocolo IPv6, respecto a las características generales, estructura de encabezado, direccionamiento, mecanismos de transición.

#### 2.1. VoIP (VOICE OVER INTERNET PROTOCOL)

*En la última década la VoIP ha sido uno de los mecanismos de comunicación más utilizado por las organizaciones, empresas e instituciones dentro sus LAN's (Local Área Network) debido a las ventajas que esta tecnología ofrece como es la transmisión de voz y datos por la misma infraestructura de red, reducción de costos en la comunicación, interconexión con otras redes (PSTN, Operadores Celulares).*

*La VoIP tiene sus inicios a mediados de los años 90 cuando un grupo de jóvenes Israelitas intentaban codificar la voz para transmitirla desde un computador hacia otro. En el mismo año la empresa Volcatel realizó el lanzamiento del primer Softphone<sup>6</sup> (Internet PhoneSoftware) el que fue diseñado para uso hogareño y contaba con una tarjeta de sonido, micrófono, parlantes y modem. Con estos acontecimientos suscitados la VoIP en el año 1996 fue definida como estándar por la UIT-T<sup>7</sup>(Telecommunication Standardization Sector), con la finalidad de establecerse como una base común de*

---

<sup>6</sup> Softphone: software que es utilizado para realizar llamadas a otros Softphones o a otros teléfonos convencionales usando VoIP o ToIP.

<sup>7</sup>UIT-T: Unión Internacional de Telecomunicaciones, se encarga de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

*desarrollo para los diversos fabricantes de dispositivos de VoIP, permitiéndoles así evolucionar en conjunto. Este estándar fue creado originalmente para proveer un mecanismo de transporte de la voz sobre redes LAN como TCP/IP, Fast Ethernet y Token Ring. Mientras que para el año 2000 el estudiante Mark Spencer de la Universidad de Auburn crea Asterisk que fue la primera central telefónica basada en Linux de código abierto. Años más tarde aproximadamente en el 2002 surge el protocolo de señalización SIP (Protocolo de Inicio de Sesión) que comienzan a desplazar al protocolo H323. Con la aparición de nuevas plataformas de software y los protocolos se inicia la transmisión de la VoIP sobre la Internet con la utilización de varias aplicaciones como el Skype<sup>8</sup>. (voz-ip-co, 2011)*

### **2.1.1. Definición de la VOIP**

La VoIP es una tecnología que hace posible que las señales de voz viajen a través de una red de datos o la Internet mediante el uso del protocolo IP (Protocolo de Internet). Estas señales son digitalizadas en paquetes de datos los mismos que son encapsulados y transportados dentro del protocolo IP.

### **2.1.2. Ventajas de la VoIP**

Según Duarte Domingo (2014) indica que las principales ventajas de la VoIP son:

- *Comunicación efectiva entre usuarios de distintos lugares a un bajo costo.*
- *Tráfico de voz y datos integrado sobre una misma infraestructura de red, simplificando la gestión y reduciendo los costos.*
- *Utilización del sistema telefónico de acuerdo a sus necesidades y requerimientos.*
- *Interconexión con otras redes (PSTN, Operadoras Móviles).*
- *Integración de servicios de valor añadido como: identificador de llamadas, bloqueo de llamadas, desvío de llamadas, buzón de voz, interacción con base de datos, etc.*

---

<sup>8</sup> Skype: Es un software propietario distribuido por Microsoft para la realización de video llamadas.

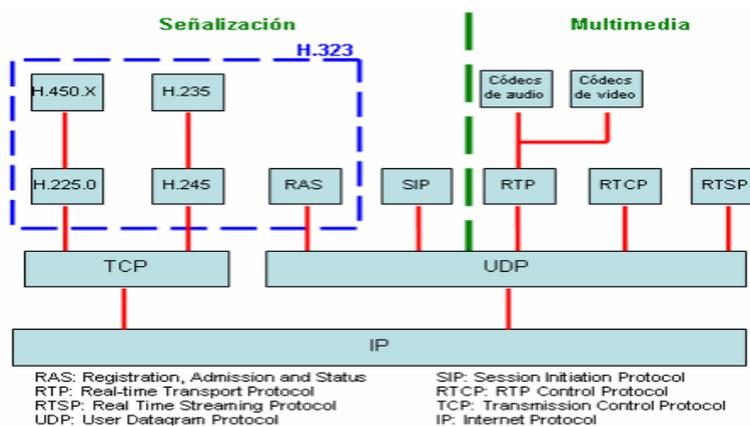
### 2.1.3. Desventajas

De acuerdo la organización Telefonía Voz IP (s.f) indica que las principales desventajas de la VoIP son:

- Limitación del ancho de banda en el canal de comunicación.
- Pérdida del servicio mediante la existencia de cortes en el fluido eléctrico constantes.
- Problemas con el tiempo de respuesta y la pérdida de paquetes.
- Susceptibilidad a virus, gusanos y a taches de hacking (se han solucionado cada vez que la tecnología avanza).
- Afectación en la calidad de comunicación, si los equipos no están a un mismo nivel tecnológico.

### 2.1.4. Estructura de los protocolos de la VOIP

Según Quintana Cruz, (2011) menciona que: “Los protocolos usados en la VoIP, se puede diferenciar entre los protocolos de señalización (H.323, SIP, AIX, SCCP) y los protocolos de transporte (RTCP, RTP, RTSP)”. (p.5). En la figura 1 se muestra la estructura de los protocolos de VoIP.



**Figura 1 Estructura de los protocolo de VoIP.**

**Fuente:** TELEPHONY FUNDAMENTALS **Recuperado:** [https://conocimientosiptelephony.blogspot.com/2010\\_07\\_01\\_archive.html](https://conocimientosiptelephony.blogspot.com/2010_07_01_archive.html)

### 2.1.4.1. Protocolos de Señalización

Los protocolos de señalización tiene la capacidad de ejercer control sobre el establecimiento, duración y finalización de una comunicación entre dispositivos o lugares.

#### Protocolo H.323

El protocolo H.323 fue desarrollado por la ITU-T en 1996 este es utilizado para la transmisión de audio, video y datos en tiempo real sobre las redes TCP/IP. A demás H.323 se encarga de dirigir todos los procedimientos y las especificaciones como: transporte, control multimedia, señalización, control de llamada y control del ancho de banda. A continuación en la figura 2 se muestran los mensajes que utiliza el protocolo H.323 en el establecimiento y ejecución de una llamada telefónica.

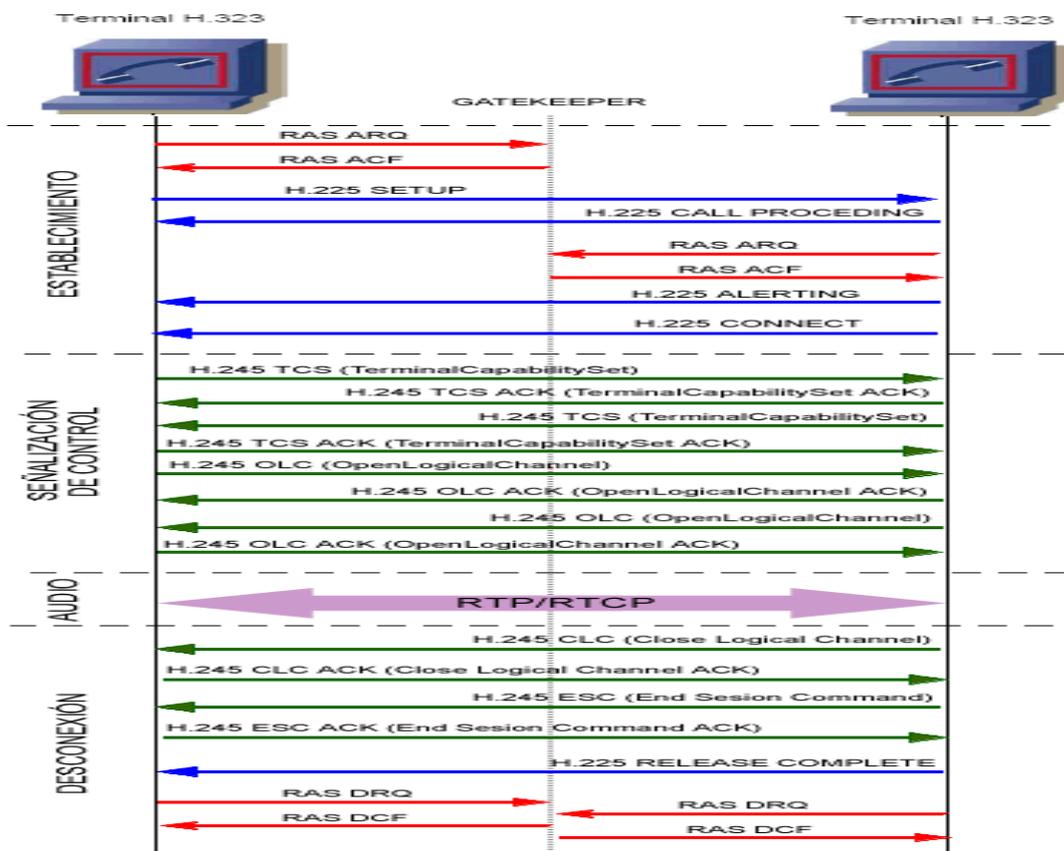


Figura 2 Intercambio de mensajes del protocolo H.323

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

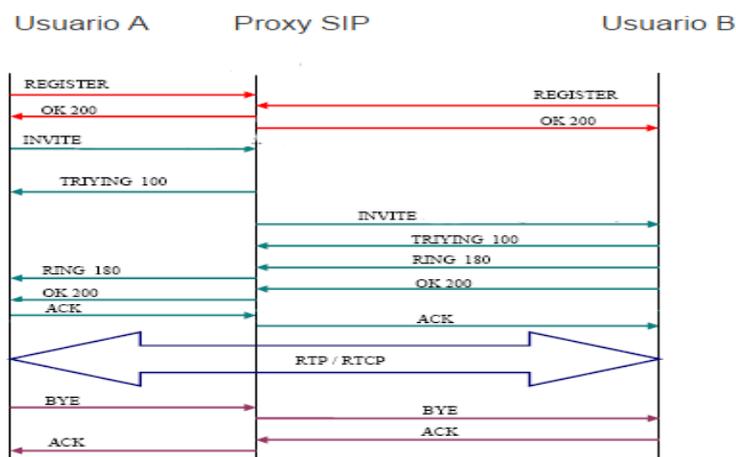
H.323.

Recuperado:

## SIP (Protocolo de Inicio de Sesión)

El protocolo SIP es un protocolo de señalización cliente-servidor encargado del inicio, mantenimiento y término de una sesión multimedia a través de una red de datos. Este utiliza el puerto 5060 para la señalización, además de dos puertos RTP por cada conexión de audio. Es considerado como un protocolo de propósito general ya que puede transmitir sin dificultad cualquier información multimedia. (Solis Herrera & Vaca Araujo, 2014).

En la figura 3 se observa el intercambio de mensajes que se utiliza el protocolo SIP para el establecimiento y ejecución de una llamada telefónica.



**Figura 3 Intercambio de un mensaje SIP**

Fuente: VoipForo SIP. Recuperado: <http://www.voipforo.com/SIP/SIPejemplo.php>

La llamada inicia con el registro de los usuarios a través del envío de la solicitud REGISTER hacia el servidor Proxy SIP, luego que el servidor acepta las solicitudes verifica si los usuarios pueden ser autenticados, si la información es correcta envía un mensaje OK. A continuación empieza el establecimiento de la sesión a través de una petición INVITE desde el usuario A hacia el Proxy SIP, este responde con un mensaje TRYING 100 (indica que la petición está siendo procesada) y a la vez reenvía el mensaje INVITE al usuario B.

El usuario B responde con un RING 180 (indica que recibió el mensaje INVITE) hacia el servidor, este envía el mismo mensaje al usuario A (anticipando que iniciará la llamada telefónica). Después que el usuario B acepta la llamada se envía un OK 200

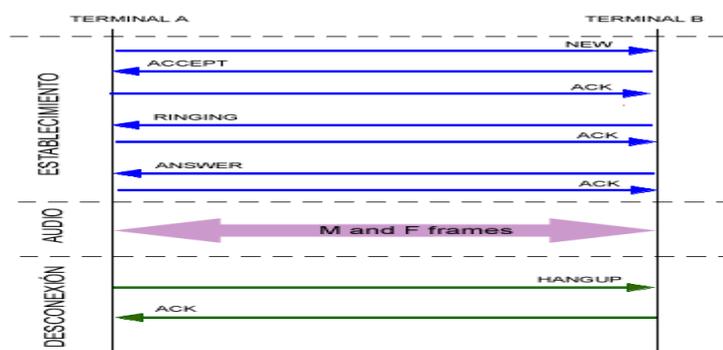
(confirma que la solicitud fue exitosa) de esta forma queda establecida la comunicación y luego inicia el intercambio de los paquetes de voz en forma de tráfico RTP.

La sesión finaliza a través del envío de una solicitud BYE hacia el servidor Proxy SIP por cualquiera de los usuarios.

### **IAX (Inter Asterisk eXchange)**

*El Inter Asterisk Exchange es un protocolo de código abierto propietario de Digium<sup>9</sup>, diseñado para la comunicación entre servidores y clientes Asterisk. Este utiliza un solo puerto (UDP 4569) para la comunicación de datos y para la señalización, no utiliza RTP sino su propio medio de transmisión especializado en voz, lo que lo hace mucho más compacto debido a que maneja una gran cantidad de códecs permitiéndole transportar diferentes tipos de información. Entre sus funcionalidades permite tener troncalización, y varias sesiones dentro del canal de comunicación, lo que hace que el ahorro del ancho de banda sea mucho mayor que en otros protocolos, haciéndolo óptimo para sistemas con un alto tráfico de llamadas IP simultáneas. (Pérez 2014)*

En la figura 4 se observa el intercambio de mensajes que se utiliza el protocolo IAX para el establecimiento y ejecución de una llamada telefónica.



**Figura 4 Intercambio de un mensaje IAX**

Fuente: VoipForo IAX. Recuperado: <http://www.voipforo.com/IAX/IAX-ejemplo-mensajes.php>

<sup>9</sup> Digium: Es una compañía tecnológica dedicada a la fabricación de hardware y software de comunicaciones y telefonía IP Asterisk.

## **MCGP (Media Gateway Control Protocol)**

*Este es un protocolo de control cliente-servidor basado en una arquitectura de control centralizada, la ventaja de este protocolo es que ofrece soluciones de telefonía IP ampliamente escalables y su configuración se la realiza mediante la utilización de tres funciones bien definidas como el Media Gateway Controller para la señalización en la red IP, componentes de Signaling Gateway para señalización en la red de circuitos y Media Gateway para la conversión de datos. (Wallace, 2011)*

## **SCCP (Skinny Client Control Protocol)**

*El protocolo SCCP fue desarrollado por Cisco y es utilizado para la señalización entre el Cisco Call Manager PBX y los teléfonos IP. Los clientes Skinny utiliza el protocolo TCP/IP para conectarse a los Call Manager y así poder transmitir las llamadas, mientras que para la transmisión de audio utiliza los protocolos de transporte RTP/UDP/IP. (Wallace, 2011)*

### *2.1.4.2. Protocolos de Transporte*

Los protocolos de transporte son los encargados de garantizar que todos los datos lleguen desde el origen a su destino, cumpliendo con los requerimientos de una comunicación eficiente como es la calidad de servicio y el ancho de banda.

## **RTP (Real-Time Transport Protocol)**

*Es un protocolo de transporte que fue desarrollado por IETF<sup>10</sup> (Internet Engineering Task Force), para tráfico sensible a pérdidas de paquetes y retardo en la transmisión de datos de extremo a extremo. Permite comunicaciones de audio y video en tiempo real sobre redes IP. El protocolo RTP fue diseñado para soportar sesiones de multidifusión y ofrecer servicios tales como identificación de tipo de carga, numeración de secuencia, identificación de la fuente, etc. Este protocolo no garantiza la entrega de tráfico en tiempo real pero si suministra los recursos para que este se entregue de manera sincronizada datos multimedia desde diferentes aplicaciones. (Wallace, 2011)*

---

<sup>10</sup>IETF: (Internet Engineering Task Force) Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet, es una entidad que regula las propuestas y los estándares de la Internet conocidos como RFC.

## **RTCP (Real-Time Transport Control Protocol)**

*Es un protocolo complementario de RTP proporciona información de control asociado al flujo de datos de una aplicación multimedia. La función principal es informar la calidad de servicio proporcionada en una sesión RTP, se encarga de recolectar estadísticas de la conexión e información como bytes enviados, paquetes enviados, paquetes perdidos, retardo, etc. (Wallace, 2011)*

## **RTSP (Real-Time Transport Secure Protocol)**

*Es un protocolo de flujo de datos en tiempo real que es utilizado para proporcionar encriptación, autenticación de mensajes, integridad y protección contra la reproducción de los datos ya sea de audio o video tanto para aplicaciones unicast y multicast. Es un protocolo no orientado a conexión; el servidor mantiene una sesión asociada a un identificador, en la mayoría de los casos usa TCP para datos de control y UDP para los datos de audio y video. (Wallace, 2011)*

### **2.1.5. Códecs de audio**

Los códec son el medio que permite convertir una señal de voz analógica a digital, estos permiten digitalizar, codificar, comprimir y decodificar las señales de audio mediante el uso de procesos matemáticos (algoritmos) con la finalidad de adaptar la información antes de ser enviada por el medio de transmisión.

Según Caicedo Romero & ChangoCaisa (2013) especifican que los códecs de audio más utilizados son:

- **G.711:** *El principal códec de la PSTN estandarizado por la ITU en 1972. Este estándar muestrea a una frecuencia de 8 kHz y utiliza PCM<sup>11</sup>(Pulse Code Modulation), para comprimir, descomprimir, codificar y decodificar. Este códec tiene dos estándares:*
  - **μ-law:** codifica cada 14 muestras en palabras de 8 bits. Usado en USA y Japón.

---

<sup>11</sup> PCM: (Pulse Code Modulation) Modulación por Impulsos Codificados.

- **A-Law:** codifica cada 13 muestras en palabras de 8 bits. Usado en el resto del mundo.
- **G.722:** Este códec fue estandarizado por ITU utiliza la codificación SB-ADPCM<sup>12</sup> (Sub-Band Adaptive Differential Pulse Code Modulation) y trabaja en una tasa de bits de 48, 56 y 64 Kbps. Este códec produce una mejor calidad de voz en los mismos espacios de operación del códec G.711 a 64 Kbps y no requiere de ningún tipo de licenciamiento.
- **G.723.1:** Este algoritmo, estandarizado en 1995 por la ITU, está diseñado para una comunicación de baja velocidad de transferencia. Opera a 5.3 kbps y 6.3 kbps, siendo uno de los códecs requeridos de conformidad con el protocolo H.323 (aunque otros códecs pueden ser empleados con H.323). Este códec debe ser licenciado para poder ser usado.
- **G.726:** Este estándar de la ITU, también conocido como ADPCM<sup>13</sup> (Adaptive Differential Pulse Code Modulation), sustituyó al obsoleto estándar G.721 en 1990. Permite conseguir un ancho de banda de 16 kbps, 24 kbps, y 32 kbps. La ventaja de este códec es la disminución del ancho de banda sin incrementar la carga computacional. Utiliza un máximo igual a la mitad del ancho de banda de G.711
- **G.729:** Estándar de la UIT-T usado sobre todo en aplicaciones de VoIP por los bajos requerimientos en ancho de banda. Opera con tasas de 8 kbps pero existen extensiones para tasas de 6, 4 y 11 kbps para calidad de voz.
- **GSM:** Es un códec para telefonía móvil estandarizados por el ETSI<sup>14</sup> (European Telecommunications Standards Institute). El códec GSM utiliza información de muestras previas para predecir la muestra actual; la señal de voz se divide en bloques de 20 ms, los cuales se envían al códec para su compresión. Los paquetes

---

<sup>12</sup> SB-ADPCM (Sub-Band Adaptive Differential Pulse Code Modulation) Modulación del Código de Pulso Diferencial Adaptativo de Subbanda.

<sup>13</sup> ADPCM: (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) Modulación del Código de Pulso Diferencial Adaptativo.

<sup>14</sup> ETSI: (European Telecommunications Standards Institute) Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones

de voz son bloques de 33 octetos que con los intervalos de muestreo se obtiene un ancho de banda de 13.3 Kbps. No requiere el pago de licencia.

- **iLBC:** Es un códec libre que implementa un algoritmo complejo desarrollado por Global IP Sound (GIPS), el cual ofrece una buena relación de ancho de banda y calidad de voz debido a que muestrea cada 8 Khz, y utiliza para la codificación (LPC) y codifica a 15.2 kbps o 13.3 kbps. Es gratuito y apropiado para comunicaciones de voz robustas sobre IP, está diseñado para hacer uso de un ancho de banda reducido dependiente del tamaño de muestra utilizada (20 o 30 ms).
- **SPEEX:** Es un códec libre para voz que implementa un algoritmo capaz de variar la velocidad de transmisión dependiendo de las condiciones actuales de la red y está diseñado para comprimir la voz con un rango de ancho de banda de 2 a 44 Kbps; utiliza diferentes anchos de banda: banda angosta (8 Kbps), banda ancha (16 Kbps) y banda ultra-ancha (32Kbps); además soporta codificación estéreo, manejo de paquetes perdidos, operaciones de ancho de banda variable (VBR), etc.

A continuación en la tabla 1 se muestran varias características de los códec de audio como la tecnología de codificación, el tiempo de compresión, el tamaño de la trama y la calidad del códec.

**Tabla 1.**

**Códecs de audio para la VoIP**

CÓDEC	MODULACIÓN	TASA BITS (kbps)	MIPS	COMPRESIÓN (ms)	TAMAÑO TRAMA	MOS
G.711	PCM	64	34	0.75	0.125	4.1
G.726	ADPCM	32	13	1	0.125	3.85
G.728	LD-CELP	16	33	3-5	0.625	3.61
G.729	CS-ACELP	8	20	10	10	3.92
G.729 <sup>a</sup>	CS-ACELP	8	10,5	10	10	3.9
G.723.1	MPMLQ	6,3	16	30	30	3.9
G.722	SB-ADPCM	64	15	20	0,125	4,5

Fuente: Voice over IPv6. Architectures for Next Generation VoIP Networks (Minoli, 2006)

### 2.1.6. Calidad de servicio en la VOIP

En los sistemas de VoIP existen diferentes factores que pueden afectar la calidad del servicio, estas inconvenientes se derivan principalmente de dos factores que son:

- El internet debido a que es un sistema basado en la conmutación de paquetes y por lo que su información no viaja por el mismo camino produciendo efectos como la pérdida de paquetes y el jitter.
- Las comunicaciones de VoIP son en tiempo real donde se producen efectos como el eco, la pérdida de paquetes, el retardo y la latencia.

#### 2.1.6.1. Factores que Afectan la Calidad de la VoIP

Conforme específica Calvo Ceinos, (2012) en su trabajo final los factores que afectan la calidad de una llamada telefónica son:

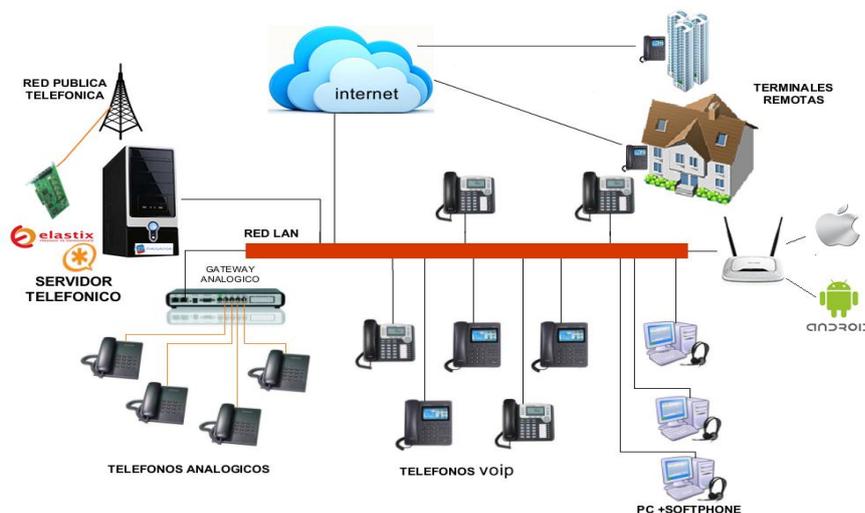
- **Latencia:** *La latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. El valor recomendado entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 150 ms.*
- **Jitter:** *El jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. El valor recomendado entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 100 ms.*
- **Pérdida de paquetes:** *Las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo UDP. Este protocolo no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de paquetes no se reenvían. Sin embargo la voz es bastante predictiva y si se pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. La pérdida de paquetes máxima admitida para que no se degrade la comunicación deber ser inferior al 1%.*
- **Eco:** *El eco se produce por un fenómeno técnico que es 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 se cuela de nuevo por el micrófono. El eco también se suele conocer como reverberación.*

- **Ancho de Banda:** En conexiones a Internet el ancho de banda se define técnicamente como la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. El ancho de banda se indica generalmente en bites por segundo (bps).

## 2.2. TELEFONÍA IP (ToIP)

La telefonía IP es una tecnología totalmente organizada debido a que controla todas las comunicaciones telefónicas que usan VoIP. Esta tiene la capacidad de integrar servicios que ofrece una PBX tradicional, además puede configurar nuevas funcionalidades como son: hablar desde un computador, tener una extensión de la centralita en un teléfono móvil con conexión a la Internet, disponer de múltiples líneas de telefónicas, etc. Esta tecnología ha permitido que las empresas u organizaciones tengan algunos beneficios como mayor seguridad, resistencia, flexibilidad y escalabilidad en su red. (Solis Herrera, et al., 2014)

En la figura 5 se muestra los diferentes equipos que se pueden ser utilizados en la telefonía IP para el control de todas las comunicaciones.



**Figura 5 Diagrama de telefonía IP**

Fuente: <http://www.itpanama.net/Servicios/Servicios-Centrales-Telefonicas-VOIP.aspx>

### 2.2.1. Diferencia entre la ToIP Y VoIP

La voz sobre el protocolo IP es la capacidad de transmitir conversaciones a través de una red basada en el protocolo IP.

Mientras que la telefonía IP, es un sistema totalmente organizado que controla todas las comunicaciones que hacen uso de la voz sobre el protocolo IP, además puede incorporar algunas funciones como la conversión análoga digital, los protocolos de señalización y transporte, diseño de plan de marcación, etc. También tiene la capacidad de usar distintos dispositivos de comunicación como Hardphones, Softphones, Gateway analógicos o digitales, etc.

### **2.2.2. Elementos de la telefonía IP**

La estructura de la una red de telefonía IP está compuesta por los siguientes dispositivos fundamentales: servidores de telefonía, teléfonos IP, Softphones, tarjetas análogas o digitales adaptadores ATA y Gateway.

#### **Servidores de Telefonía IP**

Estos equipos son los encargados del enrutamiento, direccionamiento y control todas las llamadas telefónicas, además tienen las funciones de administración, control y manejo de bases de datos del registro de usuarios. También permiten la conexión entre los teléfonos IP de una determinada organización con la red telefónica tradicional.

#### **Teléfonos IP**

Los teléfonos IP son iguales que los teléfonos convencionales con la diferencia que los teléfonos IP tienen una variedad de funciones avanzadas gracias a que tienen incorporado un procesador y utilizan un sistema operativo que les permite adaptarse a las redes IP a través de un Switch o Router. Además realiza las funciones de codificación y decodificación de las señales de audio y vídeo.

#### **Softphones**

Un Softphone es una aplicación multimedia que permite emular todas las funcionalidades que ofrece un teléfono IP, como es la realización de llamadas telefónicas a cualquier destino.

#### **Tarjetas Análogas FXO/FXS**

Las tarjetas análogas son utilizadas para la conexión de las líneas análogas de la PSTN con los teléfonos IP a través de la utilización de módulos con interfaces FXO<sup>15</sup> (Foreign eXchange Station) y FXS <sup>16</sup>(Foreign eXchange Office)

### **Tarjetas Digitales**

Las tarjetas digitales son utilizadas para la conexión a un sistema telefónico de gran capacidad o a la PSTN, este tipo de tarjetas tienen interfaces digitales tipo E1<sup>17</sup> o T1<sup>18</sup>, las mismas que permiten manejar un considerable número de circuitos.

### **Adaptador de Teléfono Analógico ATA**

El Adaptador de Teléfono Analógico es un dispositivo que permite conectar un teléfono analógico a una central de telefonía IP, este dispositivo por lo general tiene un puerto Ethernet y varios puertos FXS y FXO.

### **Gateway**

El Gateway es un dispositivo que tiene la capacidad de convertir todas las llamadas telefónicas que se generan sobre las líneas convencionales a llamadas telefónicas IP.

## **2.3. PLATAFORMA ASTERISK**

Asterisk es una aplicación código abierto (Open Source) basada en licencia GLP (General Public License) que es utilizada para el desarrollo de sistemas de comunicación de gran calidad, seguridad y versatilidad como son las PBX, además es

---

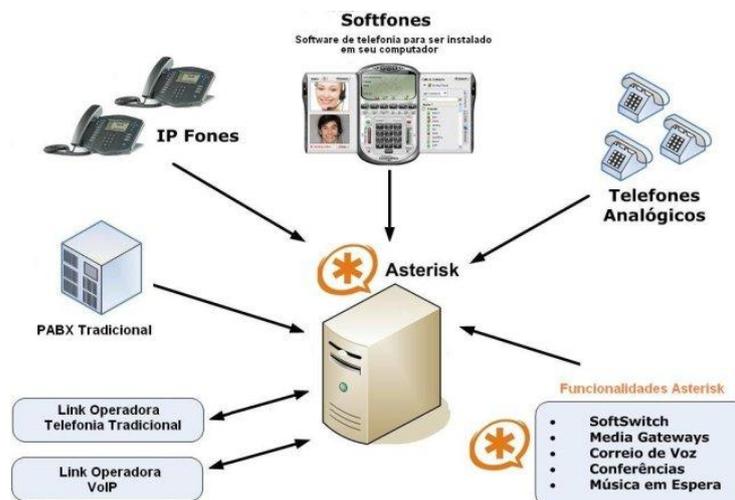
<sup>15</sup> FXO (Foreign eXchange Station), Esta interfaz que recibe señalización (voltaje) y permite conectar líneas telefónicas análogas.

<sup>16</sup> FXS (Foreign eXchange Office), Es una interfaz que emite señalización (voltaje) y permite conectar teléfonos análogos, fax, etc.

<sup>17</sup> E1: Es un acceso digital que dispone de 32 canales utilizado en Europa y el resto del mundo.

<sup>18</sup> T1: Es un acceso digital que dispone de 24 canales utilizado en USA y Japón.

considerado como un servidor de telefonía altamente integrado que ofrece todas las funcionalidades de los grandes sistemas propietarios de telefonía como el registro de llamadas, buzón de voz, grabación de llamadas, transferencia de llamadas, sala de conferencias, IVR<sup>19</sup>(Interactive Voice Response), etc.



**Figura 6 Plataforma de software de telefonía Asterisk**

Fuente: TELECOM A&C.  
<http://www.telecomayc.galeon.com/aficiones1908222.html>

Recuperado:

*Esta es una aplicación robusta y potente debido a que es capaz de interoperar con una gran cantidad de protocolos de comunicación de VoIP como SIP, IAX2, SCCP, H.323, MGCP. A demás tiene la capacidad de integrarse con sistemas de telefonía análogos, digitales y móviles mediante la utilización de tarjetas de telefonía analógica (FXO/FXS) y telefonía digital (E1/T1). Permitiendo obtener sistemas híbridos de telefonía en los que se utilizan medios tradicionales de comunicación con los nuevos servicio basados en redes IP. (Pérez, 2014)*

### 2.3.1. Ventajas de Asterisk

- *Permite tener un control total, es decir que se puede actualizar en cualquier momento y hacer cualquier modificación.*
- *La compilación se ajustará a la arquitectura de nuestra PC y sistema operativo.*

---

<sup>19</sup> IVR (Interactive Voice Response) Respuesta de Voz Interactiva.

- *Permite seleccionar los módulos que se quiera instalar o compilar.*
- *No existe limitantes impuestas para el uso de interfaces gráficas.*

*(Asteriskmx, 2015)*

### **2.3.2. Desventajas de Asterisk**

- *La instalación y configuración no es fácil ya que se tiene que hacer manualmente.*
- *Lleva más tiempo su implementación para producción.*
- *Se requiere de un conocimiento previo de la plataforma Linux así como el uso de las líneas de comandos.*

*(Asteriskmx, 2015)*

### **2.3.3. Arquitectura de Asterisk**

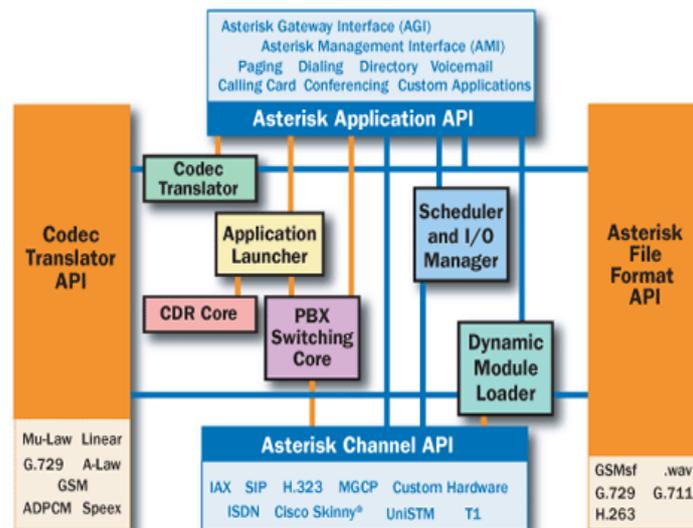
La plataforma de software Asterisk se constituye básicamente de un núcleo central muy avanzado, que se encarga de gestionar todas las conexiones internas de un sistema de telefonía avanzado o de una PBX convencional.

*Según Martínez Cebrián, (2011) el núcleo de Asterisk se apoya en un conjunto de módulos que le proporcionan gran flexibilidad y le dotan de una total abstracción de los protocolos, códec e interfaces específicas para las aplicaciones telefónicas. Donde se destacan cuatro API<sup>20</sup> que son utilizadas por este núcleo. (p.48)*

También existen herramientas internas que trabajan junto al núcleo central de Asterisk, y realizan las tareas de conmutación de la PBX, administración las aplicaciones, manejo de las interfaces de hardware y de la traducción de códecs. En la figura 7 se indica la arquitectura del núcleo de Asterisk.

---

<sup>20</sup> API: (Application Programming Interfaces) Interfaces de Aplicación de Programas



**Figura 7** Arquitectura de la plataforma Asterisk

Fuente: (Stoyanov, 2007). Recuperado: <http://goo.gl/uEgBN1>

#### 2.3.3.1. Módulos del Núcleo de Asterisk

- **Lanzador de aplicaciones:** Este módulo contiene aplicaciones que mejoran servicios iniciales de una PBX. Ejemplo de esto puede ser voicemail<sup>21</sup>, lista de directorios, mensajería SMS, grabación de llamadas, etc.
- **Códecs y Traductor de Códecs:** Este módulo contiene varios codificadores y decodificadores de comprensión de audio utilizados en una PBX para comunicarse con el resto de dispositivos. Estos son indispensables para realizar un eficiente uso del ancho de banda y así lograr mejor calidad de audio.
- **Conmutación de PBX:** Este módulo es el más principal, debido a que se encarga de la conmutación de los canales implementados en Asterisk, para que las llamadas entre los usuarios y las tareas automatizadas, transparenten las conexiones de distintas interfaces de hardware y de software.
- **Administrador de entrada o salida:** Este módulo se encarga de manejar las tareas de bajo nivel, además de la administración del sistema para que el rendimiento sea óptimo con diferentes ambientes de carga.

<sup>21</sup> Voicemail: Servicio que ofrecen las centrales telefónicas IP para el intercambio de mensajes de voz.

### 2.3.4. API's de Asterisk

- **API Canal:** Se encarga de conmutar la telefonía tradicional con los distintos protocolos de VoIP. En la tabla 2 se muestran los módulos de los canales de comunicación que son utilizados por Asterisk.

*Tabla 2.*

*Módulos de API de canal.*

CANAL	MÓDULO
Canal de agente usado en ACD	chan_agent.so
Protocolo H.323	chan_h323.so
Protocolo IAX versión 2	chan_iax.so
Protocolo MGCP	chan_mgcp.so
Protocolo SIP	chan_sip.so
Protocolo Skinny (Usado por Cisco Call Manager)	chan_skinny.so
Canal Local	chan_local.so
Canal para tarjetas con conexión de línea analógica	chan_dahdi.so

Fuente: (Rocha Reina, 2009).

Recuperado: <http://goo.gl/5kmgU8>

- **API Aplicación:** Ofrece diferentes tipos de servicios como: conferencias, lista de directorios, buzón de mensajes, etc. Además permite crear nuevas aplicaciones para la comunicación con los recursos externos. En la tabla 3 se muestran los diferentes módulos de las aplicaciones que utiliza Asterisk.

**Tabla 3.****Módulos de API de aplicaciones.**

<b>APLICACIONES</b>	<b>MÓDULO</b>
DIAL (Realiza llamadas)	app_dial.so
VOICE MAIL (Para dejar mensajes de voz)	app_voicemail.so
AUTHENTICATE (Permite la autenticación)	app_authenticate.so
MEET ME (Realiza conferencia)	app_meetme.so
RECORD (Graba dialogo)	app_record.so
PLAYBACK (Reproduce los archivos grabados)	app_playback.so
VERBOSE (Muestra las operaciones realizadas)	app_verbose.so

Fuente: (Ruiz Aguirre, 2014).

Recuperado: <http://goo.gl/uq8qsf>

- **API Traductor de Códec:** Permite controlar los diferentes tipos de códecs que son utilizados para convertir los formatos del streams de audio entre llamadas. En la tabla 4 se muestra los módulos de los códecs que soporta Asterisk.

**Tabla 4****Módulos de API de códec.**

<b>CÓDEC</b>	<b>MÓDULO</b>
PCM (Codificador/Decodificador)	codec_adpcm.so
G.711 alaw (Usado en Europa)	codec_alaw.so
G.711 ulaw (Usado en Usa)	codec_ulaw.so
G.726 a 32 Kbps	codec_g726.so
GSM	codec_gsm.so
A-law y U-law (Codificador/Decodificador G.771)	codec_a_mu.so
G.729 (Con licencia)	codec_g729.so
LCP10 ( Codificador/Decodificador 2,4 Kbps)	codec_lpc10.so

Fuente: (Rocha Reina, 2009).

Recuperado: <http://goo.gl/5kmgU8>

- **API Formato de Archivo:** Permite leer y escribir los archivos de audio almacenados con distintos formatos. En la tabla 5 se indica los módulos del formato de los archivos que utiliza Asterisk.

**Tabla 5**

**Módulos de API de formato de archivo**

<b>FORMATOS</b>	<b>MÓDULOS</b>
G 729 (Datos Puros)	format_gsm729.so
GSM (Datos Puros)	format_gsm.so
JPEG Formato de Imagen	format_jpeg.so
uLAW 8Khz Audio (PCM)	format_pcm.so
aLAW 8Khz Audio (PCM)	format_pcm_alow.so
Dialogic VOX (ADPCM)	format_vox.so

Fuente: (Rocha Reina, 2009).

Recuperado: <http://goo.gl/5kmgU8>

## 2.4. PROTOCOLO IPV6

En los años 80 con el inicio del Internet y el desarrollo de nuevas aplicaciones sobre las redes IP, hicieron posible la creación del primer protocolo de Internet IPv4, el que fue lanzado en 1981. Para aquel tiempo el protocolo resultó ser un gran avance gracias a que su utilización era muy eficiente en un sin número de aplicaciones y servicios. Esto hizo pensar a muchas personas que IPv4 era más que suficiente; Pero después de algunos años el protocolo IPv4 comenzó a presentar deficiencias en el uso de nuevas aplicaciones tecnológicas y con el crecimiento del Internet.

*Para tratar de resolver las deficiencias que se presentaron en el protocolo IPv4. En 1992 se empezó a buscar mecanismos que permitan suplir los defectos encontrados con el protocolo IPv4, y después de varias investigaciones realizadas por la IETF se llegó a desarrollar especificaciones de un nuevo protocolo IP, el que fue lanzado en 1999 como el Protocolo de Internet Versión 6. (Gallardo Celis, 2013)*

### 2.4.1. Definición de IPV6

*El protocolo IPv6 es actualmente el protocolo de Internet de nueva generación, el que fue desarrollado por la IETF y se encuentra especificado en RFC<sup>22</sup> 2460. Este fue diseñado con el objetivo solucionar varias limitaciones que se presentaron en el protocolo IPv4. Además IPv6 es considerado como un protocolo robusto, eficiente y escalable debido a que combina el direccionamiento ampliando con una cabecera más eficiente y con muchas características en diferentes áreas como enrutamiento, seguridad, privacidad, calidad de servicio, movilidad, mecanismos de transición, además permite la coexistencia de nuevos protocolos con protocolos de anteriores versiones como IPv4. (Solis Herrera, et la., 2014)*

### 2.4.2. Características del protocolo IPv6

Según Minoli (2006) menciona que entre las características más importantes que tiene el protocolo IPv6 son:

- **Mayor espacio de direccionamiento:** IPv6 tiene direcciones de 128 bits frente a las direcciones IPv4 de 32 bits.
- **Seguridad:** IPv6 incluye la seguridad en sus especificaciones como el cifrado de la información y la autenticación de la fuente de la comunicación.
- **Aplicaciones en tiempo real:** Proporcionar un mejor soporte para el tráfico en tiempo real (por ejemplo, VoIP, IPTV).
- **Autoconfiguración:** IPv6 incluye en su estándar de un mecanismo de plug and play<sup>23</sup> que facilita la conexión de equipos a la red.
- **Movilidad:** IPv6 permite al usuario moverse de una red a otra manteniendo una sola dirección de forma permanente y así evita la interrupción de la comunicación.
- **Nuevo formato de cabecera:** IPv6 elimina algunas características de IPv4 no utilizadas u obsoletas; esto se traduce en un protocolo de Internet optimizado.

---

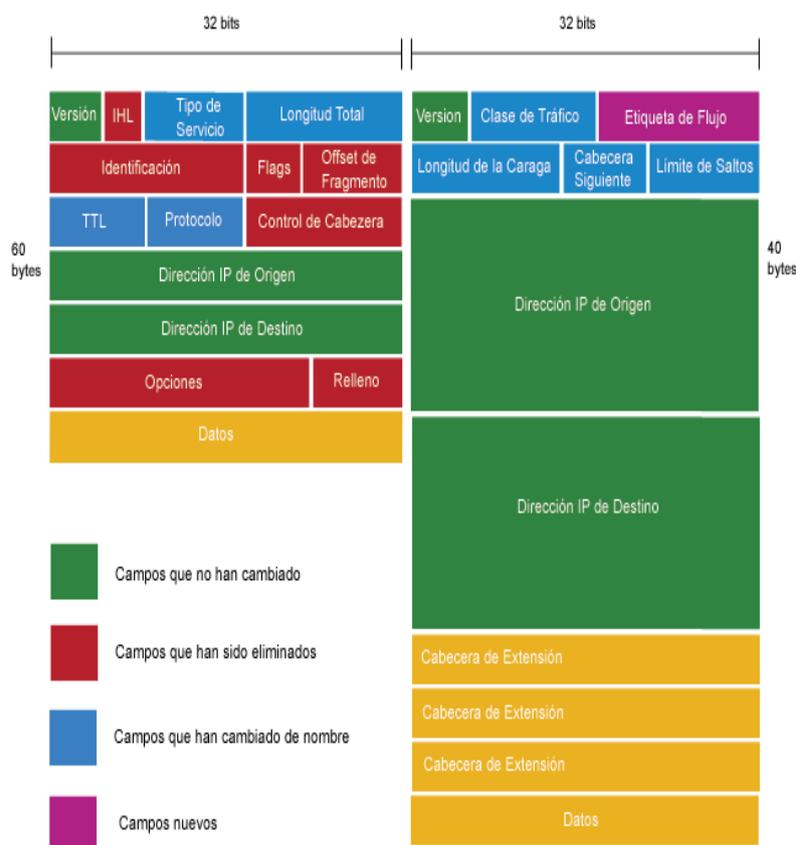
<sup>22</sup> RFC: Es un conjunto de documentos que sirven de referencia para la comunidad de Internet.

<sup>23</sup> Plug and Play: Es una tecnología que permite conectar y configurar cualquier dispositivo, sin tener que incorporar ningún tipo de controlador adicional.

- **Niveles de direccionamiento jerárquico:** IPv6 mejora la jerarquía de direccionamiento y enrutamiento.
- **Extensibilidad:** IPv6 ha sido diseñado para ser extensible y ofrece soporte optimizado para nuevas opciones y extensiones.

### 2.4.3. Formato de la cabecera IPv6

El protocolo IPv6 es una versión mejorada a la del protocolo IPv4. Este protocolo presenta un nuevo formato de la cabecera del paquete IP en relación a IPv4. El diseño se centró básicamente en la simplicidad de la cabecera debido a que está formada por 8 campos y su longitud es de 40 Bytes. En la figura 8 se observa el formato de las cabeceras IPv4 e IPv6, además de los diferentes campos que tienen cada una de ellas.



**Figura 8 Formato de la cabecera del protocolo IPv6**

Fuente: Obviomicrobio IPv4 vs IPv6. Recuperado:  
<http://obviomicrobio.com/content/ipv6-vs-ipv4>

#### 2.4.4. Campos de la cabecera IPV6

De acuerdo al trabajo presentado por Hernández y Muñoz, (2014) detallan que la cabecera del protocolo IPv6 se está formada por los siguientes campos:

- **Versión:** Es un campo de 4 bits de largo e identifica la versión del protocolo, para este caso la versión 6.
- **Clase de tráfico:** Es un campo que tiene 8 bits de longitud, y es igual al campo Tipo de Servicios del encabezado IPv4 y cuya función es permitir marcar los paquetes con diferentes clases de servicio.
- **Etiqueta de flujo:** El campo de etiqueta de flujo es de 20 bits, y define un flujo como una secuencia de paquetes enviados desde un origen específico a un destino específico. Un flujo se identifica únicamente por la combinación de una dirección fuente y una etiqueta de 20 bits.
- **Longitud de carga útil:** Es un campo de 16 bits de longitud, que indica el tamaño total en bytes del paquete de datos, sin tener en cuenta la longitud del encabezado IPv6 y para los paquetes con tamaño superior a los 65.536, el valor de este campo es 0.
- **Siguiente encabezado:** Es un campo de 8 bits de longitud, que determina el tipo de información o cabecera inmediata que le sigue al paquete IPv6. Si no existe ningún otro paquete a continuación del encabezado, el campo indica el protocolo de capa superior (TCP, UDP, ICMP, etc.) o una extensión.

**Tabla 6.**

**Valores de las extensiones de la cabecera IPv6**

VALOR	CÓDEC
0	Opciones de salto a salto
1	ICMPv4
4	IP en IP (encapsulación)
6	TCP
17	UDP
41	Cabecera
43	Ruteo de Cabecera IPv6

---

44	Fragmentación de Cabecera IPv6
45	Protocolo de Ruteo Inter-dominios
50	Encapsulación de Seguridad de la Carga Útil
51	Autenticación de la Cabecera IPv6
58	ICMPv6
60	Opción de Destino

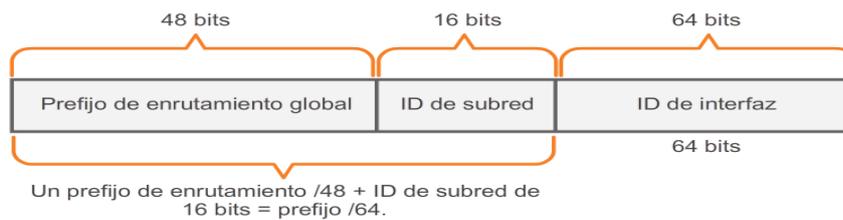
---

Fuente: An IPv6 Deployment Guide (Dounmore, 2005)

- **Límite de saltos:** Es un campo de 8 bits de longitud, que identifica el número total de segmentos de red y sobre cuál de estos el paquete IPv6, debe ser transmitido antes de ser descartado. Este campo tiene decremento de 1bit, por cada vez que un nodo reenvíe un paquete y será descartado cuando el campo tenga el valor de 0 bits y se reenviara un mensaje de error ICMPv6, evitando que el datagrama circule indefinidamente.
- **Dirección origen:** Es un campo de 128 bits o de 16 octetos que identifica en nodo origen del paquete IPv6.
- **Dirección destino:** Es un campo de 128 bits o de 16 octetos que identifica en nodo destino del paquete IPv6.

#### 2.4.5. Estructura de una dirección IPV6

La estructura de una dirección IPv6, se encuentra descrita en el RFC 4291. Esta tiene 128 bits de longitud, los que se encuentran divididos en 8 campos de 16 bits (en comparación con IPv4 una dirección IPv6 es cuatro veces más grande), y cada campo se compone de 2 Bytes los que son representados en formato hexadecimal (000-FFFF) y separados por 2 puntos ":". Una dirección IPv6 básicamente se compone de tres partes principales como se indica en la figura 9.



**Figura 9 Estructura de una dirección IPv6.**

Fuente: Cisco Support Community-Direccionamiento IPv6 - Bases y Fundamentos  
 Recuperado:<https://supportforums.cisco.com/blog/12914981/direccionamiento-ipv6-bases-y-fundamentos>

En dónde los campos:

- **Prefijo de ruteo global:** Este usa los tres primeros campos de la dirección IPv6, el que es asignado y estructurado por sitios específicos como RIR's<sup>24</sup> (Regional Internet Registry) e ISP's<sup>25</sup> (Internet Service Provider).
- **ID de subred:** Este usa un campo de la dirección IPv6, y es el identificador de la red dentro de un sitio.
- **ID de interfaz:** Utiliza los últimos cuatro campos de la dirección IPv6, para identificar la interfaz.

(Community Cisco Support, 2016)

#### 2.4.6. Asignación de las direcciones IPv6

La asignación de las direcciones IPv6 están regidas por las indicaciones de la IETF, donde se especifica que la IANA (Autoridad de Asignación de Números de Internet) es el organismo encargado de la distribución de bloques de direcciones IPv6 a los RIR's

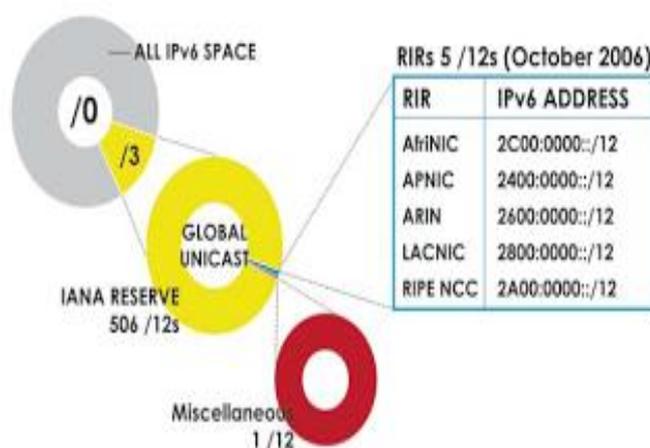
<sup>24</sup> RIR: (Regional Internet Registry) Registro Regional de Internet, distribuye las direcciones IP en cada uno de los continentes.

<sup>25</sup> ISP: (Internet Service Provider ) Proveedor de Servicio de Internet, es la empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes.

(Registro Regional de Internet) quienes a su vez entregan segmentos de direcciones IPv6 a los ISP's de una determinada región.

La IANA siguiendo las especificaciones indicadas por la IETF, ha entregado a cada uno de los RIR's bloques de direcciones IPv6 con una longitud de prefijo /12. A su vez los RIR's asignan a los ISP's un prefijo de longitud /32 o menor que este rango dependiendo la necesidad que tenga el ISP. En cambio que los ISP's entregan a las empresas u organizaciones una longitud de prefijo /48. (IPv4TO6)

En la figura 10 como fueron asignadas las direcciones IPv6 a cada uno de los RIR.



**Figura 10 Asignacion de la direcciones IPv6. Fuente: IPv4TO6-Desarrollo y evolución del IPv6.**

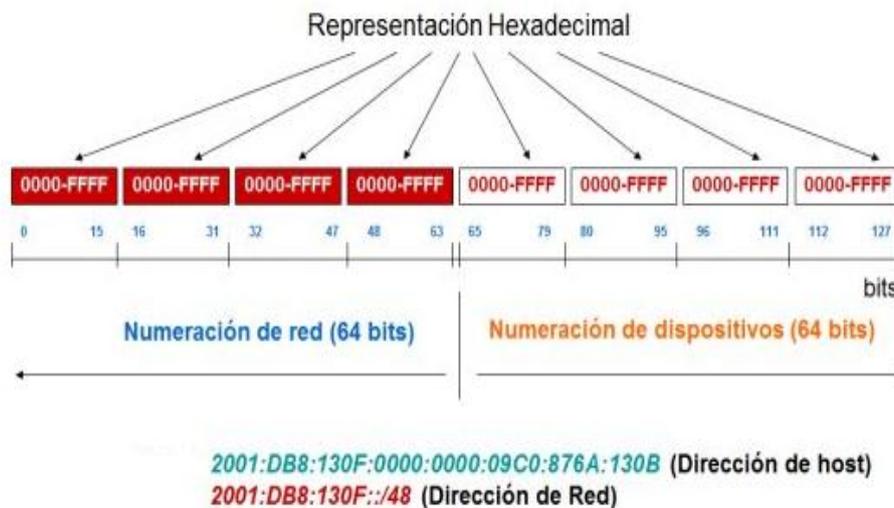
Recuperado: <http://ipv4to6.blogspot.com/p/protocolo-ipv6.html>

El usuario final con un prefijo de longitud /48 puede tener hasta  $2^{16}$  direcciones validas para subredes con  $2^{64}$  direcciones para host en cada subred, pero este prefijo puede ser variado por el usuario. Por ejemplo si el administrador de la red utiliza un prefijo de longitud /56 este es equivalente a tener  $2^8$  direcciones para subred con  $2^{64}$  direcciones para host por cada subred.

Es decir que el administrador puede trabajar con el identificador de subred que es un segmento de 16 bits que pueden ser variables de acuerdo a las necesidades y los requerimientos que tenga el administrador de la red.

### 2.4.7. Representación de una dirección IPv6

Las direcciones IPv6 son representadas en 32 dígitos hexadecimales los que son agrupados en 8 campos de 4 dígitos cada uno como se indica en la figura 11; donde los primeros cuatro campos son utilizados para la identificación de la red, mientras que el resto de los campos son utilizados para identificación de los host o equipos de red.

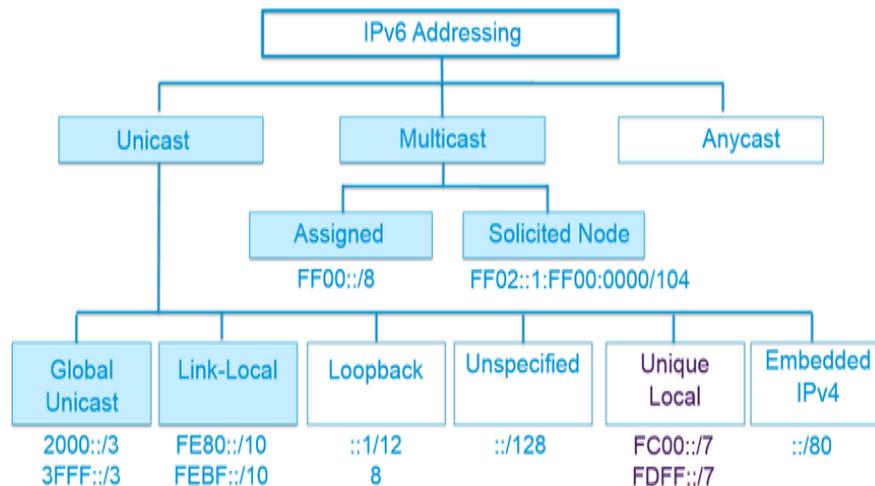


**Figura 11 Representación de una dirección IPv6**

Fuente: PORTALIPV6CUBA-Direccionamiento IPv6. Recuperado: <http://www.cu.ipv6tf.org/cabecerasipv6.htm>

### 2.4.8. Tipos de direcciones IPv6

En IPv6 existen diferentes tipos de direcciones como se muestra en la figura 12 y no todas son manejadas por igual. IPv6 define tres tipos de direcciones que se son: Unicast, Anycast y Multicast.



**Figura 12 Tipos de direcciones IPv6**

Fuente:

<http://iw126grupo1.wikispaces.com/file/view/ipv6.png/577243423/860x233/ipv6.png>

#### 2.4.8.1. Dirección Unicast

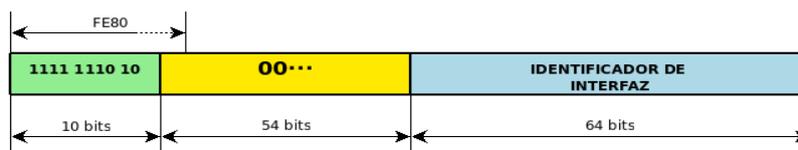
“Las direcciones IPv6 unicast identifican de forma exclusiva una sola interfaz en un dispositivo habilitado con IPv6”. (Cisco Network Academy, 2015) Estas a la vez se clasifican en los siguientes tipos de direcciones: Enlace Local, Sitio Local, Globales, Loopback<sup>26</sup> y IPv4 Embebida.

#### Direcciones de Enlace Local o Link Local

Según Gallardo Celis, (2013) menciona que:

Las direcciones de enlace local son usadas solo entre nodos que se encuentran conectados en un mismo enlace local. Estas ofrecen las funciones de autoconfiguración para permitir la comunicación entre nodos cuando no existe un dispositivo de capa 3 (Router o Swieth). Estas direcciones utilizan el prefijo FE80::/10, pero no pueden ser enrutadas hacia fuera de la red local. (p.82) En la figura 13 se muestra el formato de una dirección de enlace local.

<sup>26</sup> Loopback: Es un interfaz de red virtual que siempre representa al propio dispositivo.

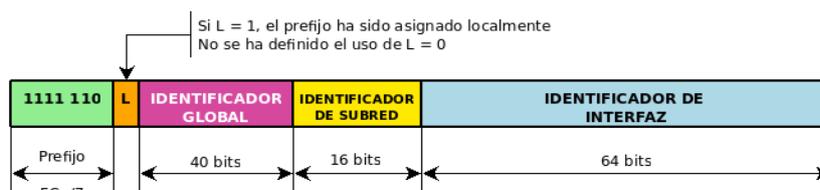


**Figura 13 Formato de una dirección unicast enlace local**

Fuente: <https://goo.gl/mwn4dW>

## Direcciones de Sitio Local o Site Local

Las direcciones de sitio local, son utilizadas dentro de una red local con diferentes enlaces. Estas son similares al espacio de direccionamiento privado en IPv4, puede ser usada por organizaciones las cuales no han obtenido una dirección global dentro de su organización. Estas utilizan el prefijo `FEC0::/10`, un campo de 54 bits llamada identificador de subred y un identificador de interface en un formato EUI-64<sup>27</sup>. (Gallardo Celis, 2013, p.83) En la figura 14 se muestra el formato de una dirección de sitio local.



**Figura 14 Formato de una dirección unicast sitio local**

Fuente: <https://goo.gl/970y9i>

## Dirección Global Unicast o Global Unicast

“Es una dirección usada para el tráfico genérico de IPv6 sobre el Internet. Son similares a las direcciones unicast o públicas para las comunicaciones usadas a través de IPv4”. (Gallardo Celis, 2013, p.83) Esta dirección utiliza como prefijo el valor de `2000::/3` y su estructura es la siguiente: los primeros 64 bits representan el prefijo global (3 bits), la red asignada a los ISP u organizaciones (45 bits) y la subred (16 bits) en caso de realizarse una

<sup>27</sup> EUI-64: Estándar definido por la IEEE para la asignación a un adaptador de red o se derivan de las direcciones IEEE 802.

subdivisión de la red, mientras que los últimos 64 bits son el identificador de interfaz. En la figura 15 se muestra el formato de una dirección global.



**Figura 15 Formato dirección unicast global**

Fuente: <https://goo.gl/SQ2Uzs>

## Dirección de Loopback

La dirección de Loopback  $0:0:0:0:0:0:1$ , sirve para enviar un paquete de IPv6 de un nodo a sí mismo. No puede ser asignada a ninguna interface físico, sino que debe entenderse como la dirección enlace local asignada a una interface virtual. (Gallardo Celis, 2013, p.84)

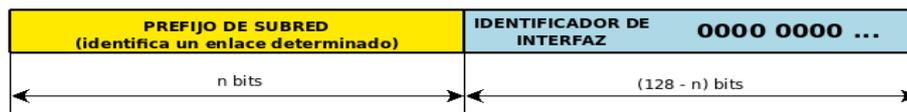
## Dirección IPv4 Embebida o Embedded IPv4

Existen dos tipos de estas direcciones. La primera utilizada cuando los nodos utilizan los últimos 32 bits para encaminar paquetes sobre redes IPv4. Los nodos IPv6 que utilizan esta técnica son asignados con una dirección Unicast especial que transporta una dirección IPv4 global en sus últimos 32 bits de menor orden, denominada “IPv4 compatible IPv6 address”.

El segundo tipo de direcciones IPv6 que contienen direcciones IPv4, son las que representan las direcciones de nodos que sólo soportan IPv4 en formato IPv6. Este tipo de direcciones es conocida como “IPv4-mapped IPv6 address” (Gallardo Celis, 2013, p.84)

### 2.4.8.2. Dirección Anycast

“Las direcciones IPv6 anycast son direcciones IPv6 unicast que se pueden asignar a varios dispositivos. Los paquetes enviados a una dirección anycast se enrutan al dispositivo más cercano que tenga esa dirección”. (Cisco Network Academy, 2015) En la figura 16 se muestra el formato de una dirección anycast.



**Figura 16 Formato de una dirección Anycast**

Fuente: <https://goo.gl/2NCA9I>

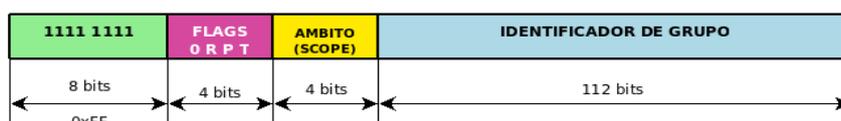
### 2.4.8.3. Dirección Multicast

“Las direcciones IPv6 multicast se utilizan para enviar un único paquete IPv6 a varios destinos”. (Cisco Network Academy, 2015)

Según Gallardo Celis (2013) menciona que:

*Estas direcciones utilizan el siguiente prefijo 0xFF, además tiene un campo de 4 bits que son banderas que están reservadas y deben estar configuradas en cero. Mientras que T=0 indica que la dirección es permanente y es asignada por la IANA, en cambio sí T=1 indica que la dirección es dinámica. El campo ámbito es utilizado para indicar el alcance de cada dirección multicast. El identificador de grupo indica si el grupo permanente o dinámico. (p.85)*

En la figura 17 se muestra el formato de una dirección multicast.



**Figura 17 Formato de una dirección multicast**

Fuente: <https://goo.gl/1yxQHS>

## 2.5. MECANISMOS DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6

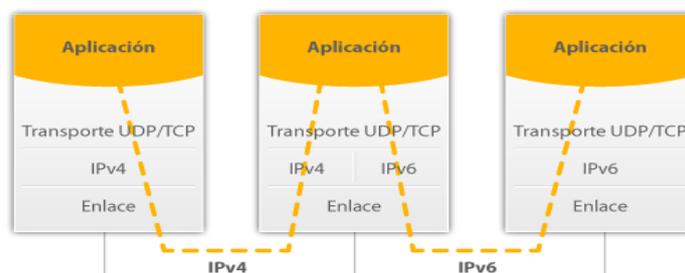
### 2.5.1. Doble pila o dual stack

Este es un método que permite la operación de los protocolo IPv4 e IPv6 en una red de forma simultánea.

*Cuando se establece una conexión hacia un destino sólo IPv4, se utilizará la conectividad IPv4 y si es hacia una dirección IPv6, se utilizará la red IPv6. En caso que*

el destino tenga ambos protocolos, normalmente se preferirá intentar conectar primero por IPv6 y en segunda instancia por IPv4. (IPv6portal, 2011)

En la figura 18 se muestra el mecanismo de transición doble pila o dual stack.



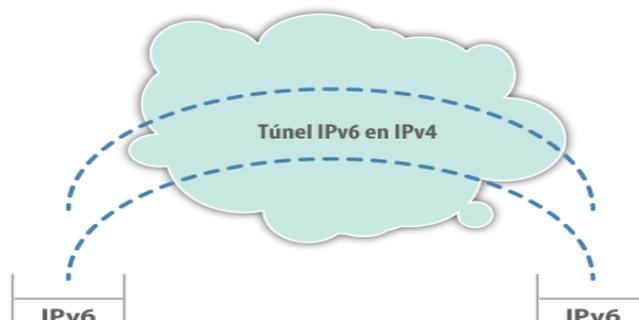
**Figura 18 Mecanismo de transición doble pila**

Fuente: IPv6portal-Dual Stack o pila doble. Recuperado: <http://portalipv6.lacnic.net/mecanismos-de-transicion>

### 2.5.2. Túneles o tunneling

Los túneles tienen la capacidad de poder atravesar redes que no soporten de forma nativa el protocolo que se esté utilizando. Es decir que permiten la encapsulación de paquetes IPv6 dentro de paquetes IPv4 y así atravesar redes que no manejan IPv6. Los paquetes originales son transportados hasta un punto de la red por medio del protocolo original, luego encapsulados para atravesar la porción de red que no lo soporta y luego desencapsulados en el otro extremo para ser enviados al destino final en forma nativa. (IPv6portal, 2011)

En la figura 19 se muestra el mecanismo de transición tunneling.



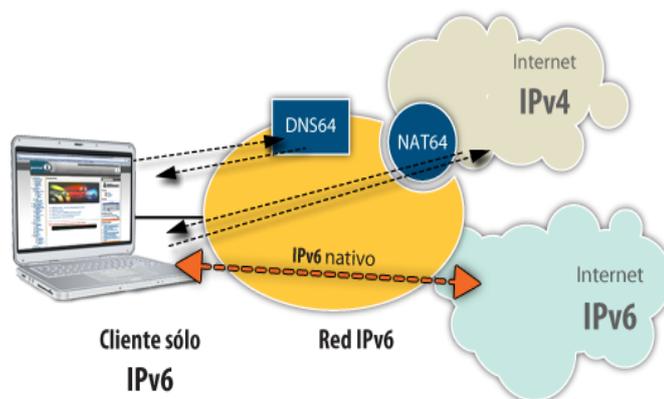
**Figura 19 Mecanismo de transición tunneling**

Fuente: IPv6portal-Túneles/Encapsulamiento. Recuperado: <http://portalipv6.lacnic.net/mecanismos-de-transicion>

### 2.5.3. Traducción de protocolo

*Esta técnica consiste en utilizar algún dispositivo en la red que convierta los paquetes de IPv4 a IPv6 y viceversa. Ese dispositivo tiene que ser capaz de realizar la traducción en los dos sentidos de forma de permitir la comunicación. La técnica más usada en este mecanismo es “NAT64/DNS64”<sup>28</sup> donde la red es IPv6 nativa y para llegar a sitios que son sólo IPv4 se realiza una traducción al estilo NAT, mediante un mapeo entre los paquetes IPv6 e IPv4. (IPv6portal, 2011)*

En la figura 20 se muestra el mecanismo de traducción.



**Figura 20** Mecanismo de transición de traducción de protocolos

Fuente: IPv6portal-Traducción. Recuperado: <http://portalipv6.lacnic.net/mecanismos-de-transicion>

<sup>28</sup> NAT64/DNS64: Es un mecanismo que permite a hosts IPv6 comunicarse con servidores IPv4.

## CAPÍTULO III

### 3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA DE LA EMPRESA SINFOTECNIA

En este capítulo se analizó la situación actual de la red de datos y del sistema telefónico de la empresa Sinfotecnia, a través de la recopilación de información. Donde se detalla a breves rasgos la información relativa de la empresa y se describe la infraestructura que es utilizada para la comunicación interna como externa. Además se puntualiza aspectos relacionados en la LAN como: los dispositivos de conexión, direccionamiento IP, cableado estructurado, etc.

También se realizó en análisis del tráfico que fluye por la red de datos y por el sistema telefónico.

#### 3.1. SINFOTECNIA

*Sinfotecnia es una empresa privada con gran trayectoria en el sector de las comunicaciones esta pone al servicio su experiencia en la integración de redes de comunicación, sistemas de seguridad, sistemas de cableado estructurado, redes eléctricas, redes informáticas. Ofreciendo estudios de ingeniería, asesoramiento técnico de hardware y software de última generación con personal técnico altamente calificado y certificado en diferentes áreas. La empresa inicia su operación en la ciudad de Ibarra en el año de 2004 con el objetivo de ofrecer y comercializar soluciones integrales a instituciones públicas y privadas del país. (Sinfotecnia, 2007)*

Gracias a la experiencia adquirida, capacidad de respuesta, asesoramiento técnico y desarrollo de proyectos en las áreas de redes de comunicación, redes inalámbricas, cableado estructurado, fibra óptica y seguridad informática. Sinfotecnia ha innovado, extendido y diversificado la oferta de productos y servicios hacia el área de las telecomunicaciones entregando calidad y seguridad hacia los clientes.

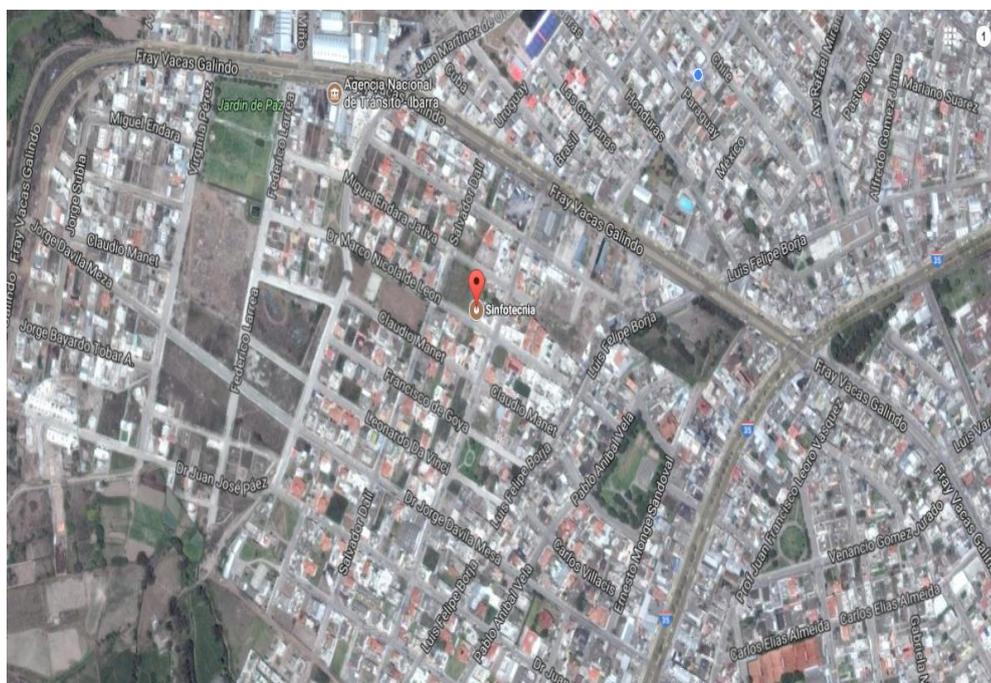


**Figura 21 Empresa Sinfotecnia**

Fuente: Captura de imagen en la empresa. Elaborado por el Autor

### 3.1.1. Ubicación geográfica

La empresa actualmente tiene su oficina matriz en la ciudad de Ibarra, la que se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas  $0^{\circ}21'13.3''N$  y  $78^{\circ}08'01.2''O$ . En la Ciudadela Flota Imbabura entre las calles Dr. Marco Nicolalde León 4-22 y Aurelio Gómez Jurado Erazo como se muestra en la figura 22.



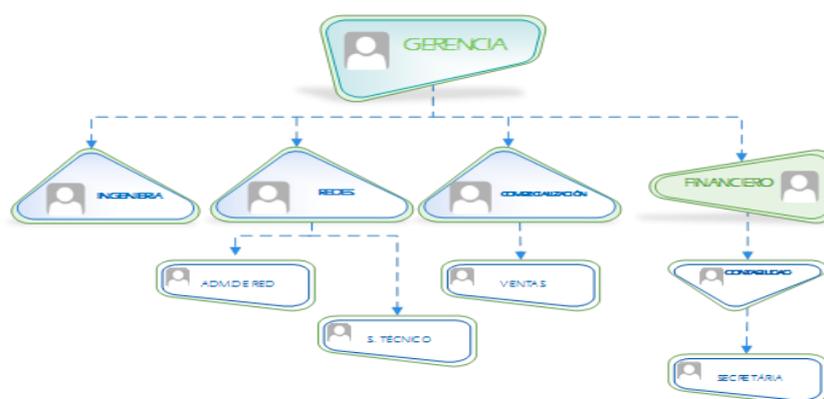
**Figura 22 Ubicación geográfica de la oficina matriz**

Fuente: Captura de imagen desde Google Maps. Elaborado por el Autor

Mientras que la oficina sucursal está ubicada en la ciudad de Ambato en la Avenida Los Shyris 2239 y Luis Cordero.

### 3.1.2. Estructura organizacional de la empresa

La empresa Sinfotecnia está constituida por la Gerencia, Departamento Administración, Departamento de Ingeniería, Departamento de Redes, Departamento de Comercialización como se muestra en la figura 23.



**Figura 23 Estructura de la red en la matriz**

Fuente: Elaborado por el Autor

### 3.1.3. Infraestructura física de Sinfotecnia

La empresa tiene una edificación de dos plantas en las que se encuentran todas las instalaciones y los departamentos que forman parte de la empresa, los que se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

- En la planta baja funciona la secretaria, la recepción, el soporte técnico y comercialización.
- En la planta alta funciona la gerencia y los departamentos de ingeniería, de redes y el financiero.
- En la terraza se encuentra la sala de capacitaciones.

## 3.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

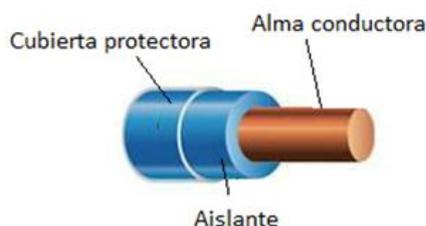
El servicio de energía eléctrica que tiene Sinfotecnia es suministrado por la empresa EMELNORTE (Empresa Eléctrica Regional Norte), quien brinda un servicio eléctrico residencias o monofásico de 2 hilos de baja tensión de 120 Voltios.

### 3.2.1. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas dentro de la empresa Sinfotecnia están en buenas condiciones y en perfecto estado, estas tiene la capacidad de alimentar con AC (Corriente Alterna) a todos los dispositivos terminales y a los dispositivos del cuarto de comunicaciones. Todos los circuitos de alumbrado, tomacorrientes, acometidas están instaladas sobre una tubería de tipo conduit PVC (Policloruro de Vinilo) de canalización semirrígida lisa con sección transversal circular que está compuesto de un material que es resistente a la humedad y a condiciones atmósferas químicas. En la empresa existen 8 circuitos que están correctamente distribuidos para soportar la carga total.

### 3.2.2. Elementos de la instalación eléctrica

- **Conductor Eléctrico:** El conductor eléctrico utilizado en todas las instalaciones eléctricas de la empresa, es un cable de cobre de No.12 AWG (America Wire Gage) recubierto de un material aislante y permite la transmisión de electricidad debido a la baja resistencia que tiene sobre la carga eléctrica. En la figura 24 se muestra la estructura de un conductor eléctrico.



*Figura 24 Estructura de un conductor eléctrico*

Fuente: <http://faradayos.blogspot.com/2013/12/caracteristicas-cables-conductores.html>

- **Tablero de Distribución Eléctrica:** Es la parte de la instalación que contiene los elementos de protección de los diferentes circuitos. Estos son fabricados de un

material resistente y libre de bordes cortantes que puedan maltratar el aislamiento de los conductores eléctricos y son los encargados de la distribución eléctrica a cada uno de los circuitos a través del uso de breakers o disyuntores. En la figura 25 se muestra el tablero de distribución de cada uno de los circuitos de la empresa.



*Figura 25 Tablero de distribución de los circuitos eléctricos*

Fuente: Captura de imagen en la empresa. Elaborado por el Autor

- **Breaker o Disyuntores:** Son dispositivos termoelectrónicos que tienen la capacidad de abrir los circuitos eléctricos cuando se presenta un corto circuito, una sobrecarga o una sobretensión y así evitan el deterioro de los equipos eléctricos de la empresa.
- **Interruptores y Toma:** Los interruptores son sencillos apropiados para instalaciones de corriente alterna con una capacidad de 10 A. 250 V. De dos posiciones (abierta y cerrada) con terminales de tornillo apropiados para conductores de cobre de calibres No.12 y No.14 AWG. Los tomacorrientes de uso general son dobles con una capacidad de 15 A. a 250 V. con terminales de tornillo apropiados para recibir cables No.12 y No.14 AWG y se encuentran instalados en posición horizontal. En la figura 26 se muestra la medición de la tensión eléctrica en los tomacorrientes y en los interruptores.



**Figura 26** *Medición de la tensión en los toma corrientes e interruptores*

Fuente: Captura de imagen en la empresa Elaborado por el Autor

### **3.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

El sistema de cableado estructurado que tiene la empresa Sinfotecnia, fue diseñado por el departamento de ingeniería e implementado por el personal técnico. En la instalación se utilizó un medio de transmisión de cobre categoría 6, el que cumple con los estándares y las normas que rigen al cableado estructurado como es la ANSI/TIA/EIA-568.B<sup>29</sup>.

De acuerdo a las especificaciones de la norma ANSI/TIA/EIA-568B el cableado estructurado se divide en los siguientes subsistemas:

- Subsistema de Cableado Horizontal
- Área de Trabajo
- Subsistema de Cableado Vertical
- Cuarto de Telecomunicaciones
- Cuarto de Equipos

---

<sup>29</sup>ANSI/TIA/EIA-568.B: Estándar de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.

- Cuarto de Entrada de Servicios

### 3.3.1. Subsistema de cableado horizontal

El cableado horizontal es la porción del cable que se extiende desde el área de trabajo hasta el cuarto de telecomunicaciones o viceversa.

- **Cable Horizontal:** La instalación y el tendido del cableado horizontal fue realizado sobre un sistema de canaletas decorativas de diferentes tamaños y medidas como se indica en la figura 27. Este cumple con la norma establecida que es la de que no sobrepasa los 90 metros.



*Figura 27 Ductos del sistema de cableado estructurado*

Fuente: Captura de imagen en la empresa. Elaborado por el Autor

- **Patch Panels:** Son dispositivos que se utilizan para la interconexión entre el cableado horizontal y los dispositivos de red. Estos se están ubicados en un rack de comunicaciones abierto de 48 U con su respectiva identificación como se muestra en la figura 28.



*Figura 28 Ductos del sistema de cableado estructurado*

Fuente: Captura de imagen en el rack de la empresa. Elaborado por el Autor

- **Patch Cords:** Son medios de transmisión que se utilizan para la conexión de diferentes dispositivos de red que están ubicados en el rack de comunicaciones.

- **Puntos de Red:** Son dispositivos que permiten la conexión para la transmisión de los servicios de voz y datos en la figura 29 se muestran los puntos de red MDF-D23 y MDF-D24.



**Figura 29 Puntos de red del sistema de cableado estructurado**

Fuente: Captura de imagen en la empresa. Elaborado por el Autor

### 3.3.2. Área de trabajo

El área de trabajo es el lugar donde los usuarios finales interactúan con los equipos terminales de cómputo.

### 3.3.3. Cuarto de equipos

Este es el lugar donde se encuentran todos los equipos de telecomunicaciones como centrales telefónicas, Routers, Switches y equipos de cómputo como los servidores. El cuarto de equipos se encuentra ubicado en la planta baja de la empresa. Este tiene un rack de comunicaciones abierto de 48 U que contiene a todos los equipos de telecomunicaciones que forman parte de la empresa Sinfotecnia, además de varios dispositivos como bandejas, patchcord, patchpanel, organizadores de cableado estructurado como se observa en la figura 30.



**Figura 30 Rack de comunicaciones de la empresa Sinfotecnia**

Fuente: Captura de imagen en la empresa. Elaborado por el Autor

### **3.3.4. Cuarto de entrada de servicios**

Es el lugar donde se encuentran las acometidas de todos los servicios de telecomunicaciones que la empresa. Este tiene una superficie de 10 m<sup>2</sup> y una altura de 2 m, sus paredes están hechas de hormigón, mientras que el piso es de un material totalmente resistente que es utilizado en los actuales Data Centers. Además tiene una puerta de madera que es utilizada para ingresar y salir del cuarto de entrada de servicios.

### **3.3.5. Medios de transmisión**

El medio de transmisión es un canal de comunicación que es utilizado para la transmisión de información entre los dispositivos de un sistema de transmisión.

- **Par Trenzado:** El medio de transmisión que es utilizado en el sistema cableado estructura en la empresa es un cable de cobre UTP (Par Trenzado sin Blindaje) de categoría 6. En la figura 31 se muestra la certificación de los puntos de red.



**Figura 31** Certificación de los puntos de red de la empresa Sinfotecnia

**Fuente:** Captura de imagen en la empresa. Elaborado por el Autor

En la tabla 7 se muestra la distribución de los puntos de red del cableado estructurado que tiene cada uno de los departamentos internos de la empresa los que son utilizados para conectar dispositivos de telecomunicaciones y dispositivos terminales como computaras de escritorio, computadoras portátiles, impresoras, cámaras IP, etc.

**Tabla 7**

**Distribución de los puntos de red en la empresa**

<b>PUNTOS DE RED</b>	<b>DE UBICACIÓN</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>TIPO DE DISPOSITIVO</b>
1	P2	Sala de Capacitación	N/A
2	P2	Sala de Capacitación	N/A
3	P2	Sala de Capacitación	N/A
4	P2	Sala de Capacitación	N/A
5	P2	Gradas Planta 2	N/A
6	P1	Ingeniería	N/A
7	P1	Ingeniería	Portátil
8	P1	Ingeniería	Portátil
9	P1	Ingeniería	N/A
10	P1	Corredor	N/A

---

11	P1	Corredor	N/A
12	P1	Administración de Red	N/A
13	P1	Administración de Red	N/A
14	P1	Administración de Red	Portátil
15	P1	Administración de Red	Portátil
16	P1	Gerencia	N/A
17	P1	Financiero	Portátil
18	P1	Gerencia	Impresora HP
19	P1	Financiero	Portátil
20	P1	Gerencia	Portátil
21	P1	Gerencia	N/A
22	PB	Recepción	Cámara IP
23	PB	Secretaría	PC
24	PB	Secretaría	Impresora HP
25	PB	Recepción	N/A
26	PB	Recepción	N/A
28	PB	Pasillo Atención al Cliente	N/A
29	PB	Pasillo Atención al Cliente	N/A
30	PB	Pasillo Ventas	N/A
31	PB	Pasillo Ventas	N/A
32	PB	Comercialización	Portátil
33	PB	Comercialización	Portátil
34	PB	Soporte Técnico	PC
35	PB	Soporte Técnico	N/A
36	PB	Soporte Técnico 2	PC
37	PB	Soporte Técnico 2	N/A
38	PB	Centro de Datos	N/A
39	PB	Centro de Datos	N/A
40	PB	Centro de Datos	N/A

---

Fuente: Memoria Técnica de la Red de la Empresa Sinfotecnia.  
Recuperado: Anexo B

### **3.4. ESTRUCTURA ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES**

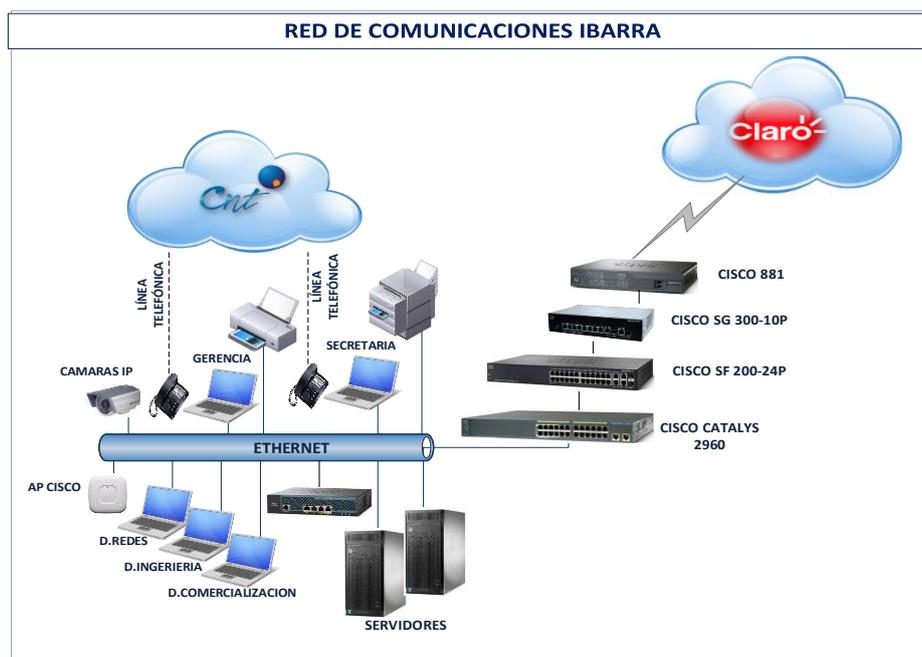
La empresa Sinfotecnia utiliza como medio de comunicación la Internet y el sistema telefónico convencional para la transferencia de información, compartición de recursos, servicios y aplicaciones entre la oficina matriz ubicada en la ciudad de Ibarra y en la oficina sucursal ubicada en la ciudad de Ambato. Esta cuenta con un sistema de cableado estructurado categoría 6, dispositivos de conexión (Routers, Switchs, Access Point), dispositivos terminales (cámaras, computadores, impresoras, etc.) y servidores. Este equipamiento hace posible que exista comunicación interna y externa entre las dos entidades y la Internet.

#### **3.4.1. Red de comunicaciones de la matriz**

La conexión hacia la Internet en la oficina matriz es proporcionada por la empresa Claro, quienes utilizan como última milla la tecnología HFC<sup>30</sup> (Hybrid Fiber Coaxial), para permitir el acceso hacia la Internet a los usuarios de la red local. El dispositivo de conexión del ISP-Claro se enlaza a los dispositivos de la red de datos que se encuentran en el cuarto de equipos a través de un cable UTP de categoría 6. Este medio de transmisión se conecta al puerto WAN del Router Cisco 881 y mediante el uso del sistema de cableado estructurado y la utilización de uno de los puertos LAN del Router Cisco 881 permite la conexión a los Switch Cisco SG300 y al Switch Cisco SF200 los que tienen una distribución en cascada para aprovechar la mayor cantidad de puertos a la hora de realizar el direccionamiento IP, para cada uno de los dispositivos terminales que se conectan a la red local. Mientras que las comunicaciones telefónicas se realizan a través de las líneas telefónicas convencionales que ofrece la CNT-IBARRA (Corporación Nacional de Telecomunicaciones). En la figura 32 se muestra la estructura de la red de comunicación de la matriz.

---

<sup>30</sup>HFC: (Hybrid Fiber Coaxial) Híbrido de Fibra-Coaxial, es una tecnología híbrida entre la fibra óptica y el cable coaxial utilizada para crear un red de banda ancha.



**Figura 32 Estructura de la red en la oficina matriz**

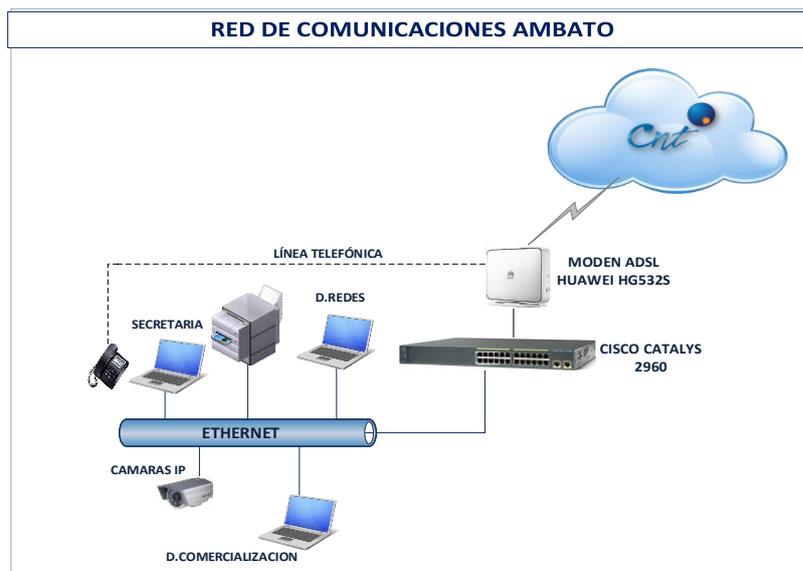
Fuente: Elaborado por el Autor

### 3.4.2. Red de comunicaciones de la oficina sucursal

En la oficina sucursal la conexión hacia la Internet, es proporcionada por la CNT-AMBATO a través de la línea telefónica convencional, quienes utilizan como última milla la tecnología ADSL,<sup>31</sup>(Asymmetric Digital Subscriber Line) para permitir el acceso al servicio de Internet. El dispositivo de conexión (Modem) de la CNT, se conecta a los dispositivos de la red de datos (Switch Cisco) que se encuentran en el gabinete de comunicaciones a través de un cable UTP y así permitir el acceso a la Internet a los usuarios de la red local, y las comunicaciones telefónicas son efectuadas por la misma línea convencional. En la figura 33 se muestra la estructura de la red de comunicaciones de la sucursal.

---

<sup>31</sup>ADSL: (Asymmetric Digital Subscriber Line) es un tipo de tecnología de línea de abonado digital (DSL).



**Figura 33 Estructura de la red en la oficina sucursal**

Fuente: Elaborado por el Autor

### 3.5. INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE COMUNICACIONES

Sinfotecnia actualmente tiene un cuarto de telecomunicaciones que se encuentra ubicado en la planta baja de la oficina matriz. En este se encuentran varios elementos y dispositivos de conexión que forman parte de la red. Los dispositivos de conexión utiliza las capas del modelo referencia OSI<sup>32</sup> (Interconexión de Sistemas Abiertos) y los estándares 802.3 (Ethernet) y 802.11 (WLAN) como protocolos de comunicación entre dispositivos de conexión y dispositivos terminales. Y a través del sistema de cableado estructurado los usuarios pueden conectarse a los servicios y aplicaciones que tiene la empresa en su red local.

#### 3.5.1. Dispositivos de conectividad

Los dispositivos de conectividad que de la empresa tienen la capacidad de establecer la comunicación entre los usuarios de la red local y la Internet, mediante la utilización de los protocolos de comunicación y las capas del modelo OSI.

---

<sup>32</sup> Modelo OSI: Es un modelo o referente creado por la ISO para la interconexión de sistemas de comunicación abiertos.

La empresa cuenta con un dispositivo de capa red del modelo OSI que es un Router Cisco 881, el que es usado para la conexión entre la LAN y la WAN. Este se encarga básicamente del enrutamiento de los paquetes de datos entre redes. En la tabla 8 se muestran las características principales.

**Tabla 8**

**Características del Router Cisco 881**

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS
Router Cisco 881	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece integración de servicios debido a que combina el acceso a la Internet, seguridad de voz y comunicación de datos.</li> <li>• Ofrece velocidades de banda ancha de tercera generación (3G), Metro Ethernet, y múltiples tipos de DSL.</li> <li>• Proporciona el rendimiento necesario para los servicios concurrentes, incluyendo firewall, prevención de intrusiones, filtrado de contenidos y cifrado para redes VPN</li> <li>• Ofrece calidad de servicio (QoS) para la optimización de las aplicaciones de voz y vídeo.</li> </ul>



Fuente: Cisco C881 Integrated Services Router-Data Sheet.

Recuperado: <http://goo.gl/uWYatt>

También la empresa tiene dispositivos de capa enlace de datos de alta, media y baja capacidad de procesamiento los que se encuentran distribuidos en cascada con la finalidad de aprovechar el mayor número de puertos. Estos son los encargados de segmentar la red para reducir la congestión en forma significativa en cada segmento y así distribuir el ancho de banda de forma equitativa en toda la red local. En la tabla 9 se muestran las características principales.

**Tabla 9****Características del Switch Cisco 300 SG**

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS
Switch Cisco 300 SG 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza la conmutación en capa Enlace de Datos y capa Red.</li> <li>• Ofrece los servicios de DHCP, BOOTP, VLAN, Shopping IGMP.</li> <li>• Soporta Syslog, Prevención de Ataque DoS, DiffServ, Broadcast Storm Control, IPv6, Spanning Tree Protocol (STP), Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), Trivial File Transfer Protocol (TFTP), Access Control List (ACL).</li> <li>• Ofrece calidad de servicio (QoS)</li> </ul>

Fuente: Cisco SG300-10P 10-Port Gigabit PoE Managed Switch-Data Sheet.  
 Recuperado: <http://goo.gl/3cTEz5>

**Tabla 10****Características del Switch Cisco 200 SF**

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS
Switch Cisco 200 SF 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza la conmutación en la capa Enlace de Datos y capa Red.</li> <li>• Ofrece calidad de servicio (QoS) para priorizar el tráfico</li> <li>• Seguridad a los puertos IEEE 802.1X para controlar el acceso a la red.</li> <li>• Tiene compatibilidad nativa de IPv6 además de la IPv4 tradicional.</li> </ul>

Fuente: Cisco SG200-26 26-port Gigabit Smart Switch-Data Sheet.  
 Recuperado: <http://goo.gl/pO187Z>

El Switch Cisco Catalyst 2960 se encuentra configurado como Switch de acceso. En la tabla 11 se muestran las características principales.

**Tabla 11**

**Características del Switch Cisco Catalyst 2960**

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS
Switch Cisco Catalyst 2960	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza la conmutación en capa Enlace de Datos.</li> <li>• Ofrece comunicaciones integrales para soportar voz, video, datos y acceso seguro.</li> <li>• Ofrece calidad de servicio (QoS) para priorizar el tráfico.</li> <li>• Ofrece VLAN para segmentar la red.</li> <li>• Soportan velocidades Fast Ethernet y Giga Ethernet</li> </ul>



Fuente: Cisco Catalyst 2960-24TT-L Switch-Data Sheet.

Recuperado: <http://goo.gl/3cNi0N>

Además disponen de una controladora de red inalámbrica Cisco Wireless Controller 2504, la que es utilizada para controlar los Access Point Cisco WAP 321. En la tabla 12 se muestran las características principales.

**Tabla 12**

**Características de la Cisco Wireless Controller 2504**

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS
Cisco Wireless Controller 2504	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporta 802.11ac y 802.11n de hasta 1 Gbps.</li> <li>• Tiene conexiones para un máximo de 50 puntos de acceso y 500 clientes.</li> <li>• Ofrece políticas de seguridad centralizadas para detectar puntos de acceso no</li> </ul>



---

autorizados y proteger contra ataques de denegación de servicio.

- Integra la tecnología CleanAir para una auto-curación, evita la interferencia de RF.
  - Ofrece movilidad en capa enlace de datos y capa red y la calidad de servicio (QoS).
- 

Fuente: Cisco 2504 Wireless Controller-Data Sheet.  
Recuperado: <http://goo.gl/QqZd0A>

En cambio que los Access Point Cisco WAP321, son usados para la conexión de dispositivos terminales móviles (Laptops, Smartphone, Tables) a la red LAN. En la tabla 13 se muestran las características principales.

**Tabla 13**

***Características del Access Point Cisco WAP321***

---

**DISPOSITIVO**

**CARACTERÍSTICAS**

---

Access Point Cisco WAP321



- Soporta Dual Band (2,4 o 5 GHz) Wireless-N para un rendimiento óptimo.
- Puede operar en modo punto de acceso, WDS, modo puente Cliente.
- Ofrece el soporte para VLAN.
- Tiene compatibilidad con IPv6 y con IPv4.
- Ofrece calidad de servicio (QoS) para priorizar el tráfico.
- Soporta Balanceo de Carga, Access Control List (ACL), 802.1x, SNMPv3 (Protocolo Simple de Administración de Red), Conmutador Ethernet 802.3af.

---

Fuente: Cisco WAP321 Wireless-N Access Point with Single Point Setup-Data Sheet.  
Recuperado: <http://goo.gl/mqSZ9C>

### 3.5.2. Dispositivos terminales

Los dispositivos terminales que tiene la empresa son computadoras de escritorio, computadoras portátiles, impresoras, dispositivos multifunción (copiadoras, impresoras, scanner) y cámaras IP.

Gran parte de los ordenadores son computadores portátiles, los que utilizan como sistema operativo la plataforma de Microsoft Windows 7 y algunas aplicaciones que proporciona dicho sistema operativo como son: Microsoft Office 2010 para la elaboración de documentos, Internet Explorer para acceso a la web, escritorio remoto para conectarse a un equipo remoto desde cualquier lugar, Skype para video conferencias, etc. Cada uno de los computadores tiene instalado varios programas y herramientas específicas que permiten y ayudan a la ejecución de las actividades diarias al personal de la empresa. En la tabla 14 se muestran las características de los dispositivos terminales de cada uno de los departamentos de la empresa.

**Tabla 14**

***Características de los estaciones de trabajo***

<b>DISPOSITIVO</b>	<b>SISTEMA OPERATIVO</b>	<b>PROCESADOR</b>	<b>MEMORIA RAM</b>	<b>DISCO DURO</b>
Gerencia	Microsoft Windows 7 Profesional	Intel Core i7 CPU 1,80 GHZ	6 GB	1 TB
Redes	Microsoft Windows 7 Professional	Intel Core i5 CPU 1,80 GHZ	6 GB	1 TB
	Microsoft Windows 7 Professional	Intel Core i5 CPU 1,80 GHZ	4 GB	500GB
Ingeniería	Microsoft Windows 7	Intel Core i5 CPU 1,80 GHZ	6GB	1TB

	Professional Microsoft Windows 7 Professional	Intel Core i7 CPU 1,80 GHZ	4GB	1TB
Financiero	Microsoft Windows 7 Professional	Intel Core i5 CPU 1,80 GHZ	4GB	500GB
Comercialización	Microsoft Windows 7 Professional	Intel Core i5 CPU 1,80 GHZ	4GB	500GB
	Microsoft Windows 7 Professional	Intel Core i5 CPU 1,80 GHZ	4GB	500GB
Secretaria	Microsoft Windows 7 Professional	Intel Core i3 CPU 3,30 GHZ	4GB	500GB
	Microsoft Windows 7 Ultimate	Intel Core 2Duo CPU 2.20 GHz	4GB	500GB
Soporte Técnico	Microsoft Windows 7 Professional	Intel Core i3 CPU 3,30 GHZ	4GB	500GB
	Microsoft Windows 7 Professional	Intel Core i3 CPU 3,30 GHZ	4GB	500GB

Fuente: Tomado de las especificaciones de los dispositivos. Elaborado por el Autor

En la tabla 15 se indican las características principales de las impresoras y los dispositivos multifunción.

**Tabla 15****Características de las impresoras y equipos multifunción**

<b>DISPOSITIVO</b>	<b>PROCESADOR</b>	<b>MODELO</b>	<b>MARCA</b>	<b>PUERTO DE RED</b>
Impresora	400 MHz	Laser Jet Pro P1606DN	HP	Ethernet 10/100
Multifunción	360 MHz	Phaser 3635 MFP/S	XEROX	Ethernet 10/100
Impresora	800 MHz	Laser Jet Pro 400 M401 DNE	HP	Ethernet 10/100/1000T
Multifunción	360 MHz	Phaser 3635 MFP/S	XEROX	Ethernet 10/100

Fuente: Tomado de las especificaciones de los dispositivos. Elaborado por el Autor

Mientras que las cámaras IP están ubicadas en puntos estratégicos y son utilizadas para video vigilancia y seguridad de la empresa. En la tabla 16 se muestran las características principales de las cámaras IP.

**Tabla 16****Características de las Cámaras IP**

<b>DISPOSITIVO</b>	<b>SENSOR</b>	<b>MODELO</b>	<b>MARCA</b>	<b>PUERTO DE RED</b>
Cámara IP	1/3"Scan	DS-2CD2035-I	Hikvision	1 RJ45 10 M
	Progresivo CMOS			/ 100 M
Cámara IP	/3"Scan	DS-2CD2632F-IS	Hikvision	1 RJ45 10 M
	Progresivo CMOS			/ 100 M

Fuente: Tomado de las especificaciones de los dispositivos. Elaborado por el Autor

### **3.6. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS**

La distribución de los equipos existentes en el cuanto de equipos, no obedecen a ningún modelo jerárquico de red, estos simplemente tienen una topología física en forma de estrella. Donde todos los dispositivos terminales y los servidores se conectan a la red local a través de los Switch Cisco SF-200, Switch Cisco SG-300 y Switch Catalyst 3960 el que se encuentra configurado de forma que este permita el acceso a la red de datos a los usuarios y realice las tareas de gestión y distribución del tráfico en cada uno de los segmentos que forman parte de la red de datos.

Mientras que el Router Cisco 881 permite comunicar la LAN y la WAN a través de sus interfaces, este se encuentra configurado para realizar las tareas de Enrutamiento, NAT (Traducción de Direcciones IP), ACL (Listas de Control de Acceso), etc.

#### **3.6.1. Direccionamiento IP de la red de datos**

La conexión hacia la Internet que tiene la empresa Sinfotecnia, es proporcionada por el Proveedor de Servicios de Internet Claro, el que ha asignado la dirección de subred pública 201.183.242.28/24 para la conexión hacia la Internet. Además el proveedor suministra una velocidad de enlace de 4 Mbps simétrico, tanto de subida como de bajada de la información. Internamente la empresa utiliza el direccionamiento de subred privado clase C para dispositivos de conexión, dispositivos terminales y servidores. Esta subred a la vez se encuentra segmentada en VLAN's<sup>33</sup> (con la finalidad de distribuir todo el tráfico que cursa por la red de datos) como se muestra en la tabla 17.

Mientras que en la oficina sucursal se utiliza el servicio de DHCP que tiene configurado el modem de la empresa CNT.

---

<sup>33</sup> VLAN: Red de Área Local Virtual, es una tecnología a nivel de capa 2 del modelo de referencia OSI que ayuda a optimizar, proteger y segmentar el tráfico de la red.

**Tabla 17****Segmentación de la red de datos en Vlans**

<b>NOMBRE VLAN</b>	<b>RED</b>	<b>MASCARA</b>	<b>GATEWAY</b>	<b>BROADCAST</b>
Red de Datos	192.168.2.0	/24	192.168.2.1	192.168.2.255
Servidores	192.168.3.0	/24	192.168.3.1	192.168.3.255
Wireless	192.168.4.0	/24	192.168.4.1	192.168.4.255
Cámaras	192.168.5.0	/24	192.168.5.1	192.168.5.255
Red de Pruebas	192.168.6.0	/24	192.168.6.1	192.168.6.255
Administración	192.168.7.0	/24	192.168.7.1	192.168.7.255
Enlace de Internet	192.168.101.0	/30	192.168.101.1	192.168.101.3

Fuente: Memoria Técnica de la Red de la Empresa Sinfotecnia.

Recuperado: Anexo B

### 3.6.2. Servicios de red de datos

La red de la empresa Sinfotecnia cuenta con varios servicios en la red de datos como es el servicio de correo electrónico, internet, transferencia de archivos y antivirus.

- **Servicio de Correo Electrónico:** El servicio de correo electrónico que tiene la empresa es suministrado por un proveedor de este tipo de servicio quienes asignan un porcentaje de espacio para el envío y la recepción de correos en el hosting<sup>34</sup> que tiene el proveedor y el dominio que usa la empresa es sinfotecnia.com.
- **Servicio de Internet:** El servicio de internet que tiene la empresa en la oficina matriz es proporcionada por el ISP Claro y en la sucursal es proporcionada por la CNT-Ambato y se encuentran detallados en el apartado 3.4.1. y 3.4.2.
- **Servidor de Archivos:** El servidor de archivos este permite la transferencia de archivos a los usuarios de la red interna, estaciones remotas mediante la utilización

---

<sup>34</sup> Hosting: es el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía web.

del protocolo FTP<sup>35</sup>(File Transfer Protocol). Este servicio utiliza como sistema operativo Windows Server 2012 de 64 bits.

- **Servidor de Antivirus:** El servidor de antivirus se encarga de la instalación y actualización del producto ESET Antivirus hacia los dispositivos terminales de la red local y usa como sistema operativo Windows Server 2012 de 64 bits.

### **3.7. ANÁLISIS DEL TRÁFICO EN LA RED DE DATOS**

El análisis del tráfico de la red de datos se realizó con la herramienta de monitorización de tráfico PRTG Network Monitor, más la utilización y configuración del protocolo SNMP<sup>36</sup> (Simple Network Management Protocol) en los dispositivos de conexión de la red LAN.

#### **3.7.1. PRTG Network Monitor**

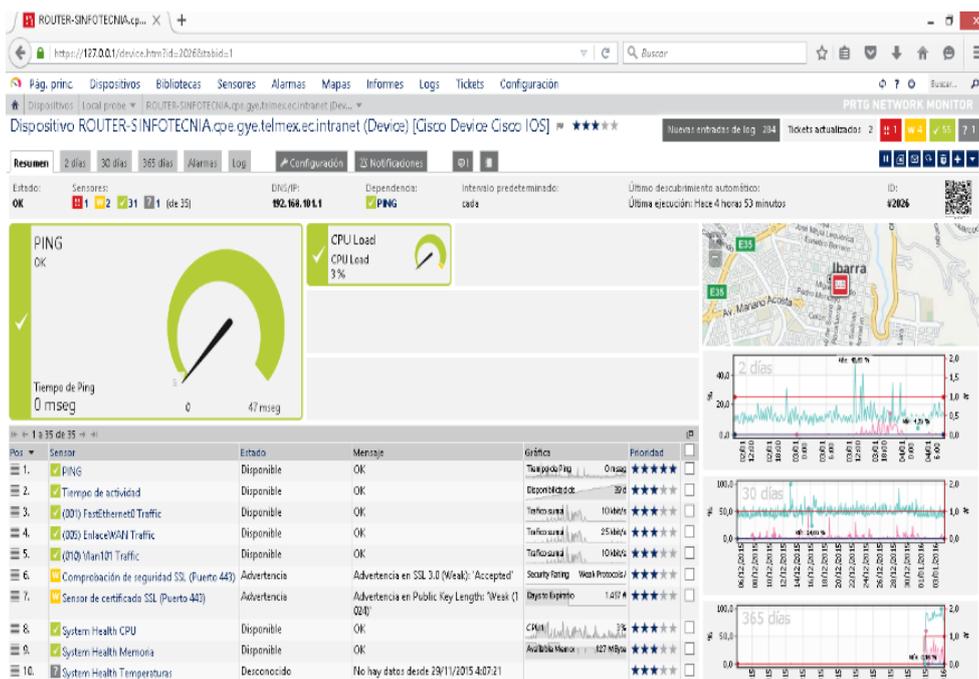
Esta herramienta recopila información de cada uno de los dispositivos de conexión que se encuentran en la red de datos. La información es almacenada en una base de datos interna de PRTG y finalmente es presentada en forma de tablas y gráficos. Además PRTG Network Monitor tiene una interfaz web fácil de usar gracias a que viene con más de 200 sensores de diferente tipo de servicio de red como son: HTTP (Hypertext Transfer Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), POP3 (Post Office Protocol), FTP, etc.

Permitiendo mantener al usuario informado de cualquier alarma vía email o a través de mensajes SMS y de esta forma observar los gráficos en tiempo real y obtener reportes customizados. (PAESSLER) En la figura 34 se indica la interfaz web que utiliza la herramienta PRTG Network Monitor para la captura del tráfico.

---

<sup>35</sup> FTP: (File Transfer Protocol) Protocolo para la Transferencia de Archivos.

<sup>36</sup> SNMP: (Simple Network Management Protocol) Protocolo Simple de Administración de Red.



**Figura 34** Interfaz gráfica de PRTG Network Monitor

Fuente: Tomada desde el servidor de monitoreo de tráfico. Elaborado por el Autor

### 3.7.2. Análisis de la red de datos

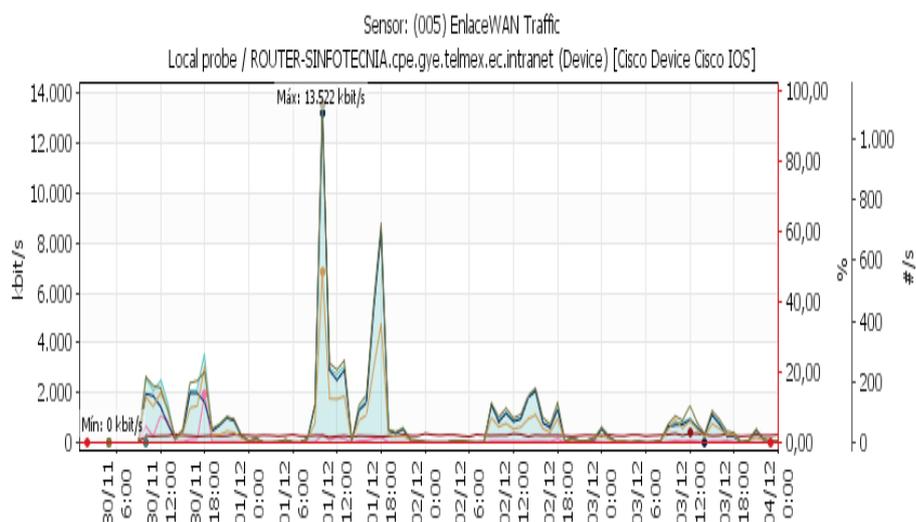
La información proporcionada por la herramienta PRTG Network Monitor, se la obtuvo de diferentes muestras realizadas al puerto Ethernet 0 del Router Cisco 881. Ya que por este puerto cursa todo el tráfico de entrada y salida que se genera en la red local de datos. Las mediciones del tráfico fueron realizadas desde el 1 de octubre hasta el 31 de diciembre del 2016, debido a que en este periodo se presentó un elevado índice de tráfico generado por la red de datos.

En la primera semana del mes de diciembre se observó que la medición del tráfico que realizó el software de administración de la red local PRTG, fue la más alta. Debido a que en esa semana la empresa realizó informes de las consultorías, proyectos y memorias técnicas de los proyectos que fueron entregados por Sinfotecnia hacia diferentes entidades públicas y privadas. A demás fue elaborado el estado financiero y contable de la empresa, estas actividades generaron un alto nivel de tráfico sobre la red de datos.

### 3.7.2.1. Cantidad de Tráfico

Para determinar la cantidad de tráfico que cursa por la red de datos se tomó como referencia el valor más alto que fue medido en una hora, día, semana o mes por el software de administración PRTG Network Monitor.

Las mediciones del tráfico generado, fueron realizadas en el horario 8:00 am a 18:00 pm debido a que en ese intervalo de tiempo el personal de la empresa ejecuta sus actividades como: entrega y recepción de informes, revisión y contestación de correos electrónicos, elaboración de proformas, entre otras actividades mientras que el resto del día permanece inactivo. Como se indica en la figura 35 el día 1 de diciembre fue el más significativo debido a la cantidad de tráfico que se generó en la red de datos. Donde se observa que tiene valores máximos de 48 kbit/s como tráfico entrada y mínimos de 13,52 kbit/s como tráfico de salida.



**Figura. 35 Mediciones del tráfico que fluye por la red de datos**

Fuente: Tomada desde el servidor de monitoreo de tráfico. Elaborado por el Autor

Y así el promedio total del tráfico que se genera en la red de datos es de 1.747,5893 Kbyte (Tráfico In) y de 585,670 Kbyte (Tráfico Out). A continuación en la tabla 18, se muestra los valores del tráfico de entrada (Tráfico In) y de salida (Tráfico Out), que cursaron por la red de datos.

**Tabla 18****Valore de la cantidad de tráfico en horas**

FECHA	HORA	TRÁFICO	TRÁFICO	TRÁFICO	TRÁFICO
		IN	IN	OUT	OUT
		Mbyte	kbit/s	Mbyte	kbit/s
01/12/2016	8:00 – 9:00	654.359	1.479	14.775	33
01/12/2016	9:00 – 10:00	5.814.449	13.232	127.515	290
01/12/2016	10:00 – 11:00	1.268.130	2.886	52.729	120
01/12/2016	11:00 – 12:00	1.100.659	2.505	91.964	209
01/12/2016	12:00 – 13:00	1.273.309	2.898	67.065	153
01/12/2016	13:00 – 14:00	18.993	43	2.160	5
01/12/2016	14:00 – 15:00	568.439	1.294	30.808	70
01/12/2016	15:00 – 16:00	695.763	1.583	37.690	86
01/12/2016	16:00 – 17:00	2.351.566	5.352	66.642	152
01/12/2016	17:00 – 18:00	3.730.226	8.548	94.324	216
<b>PROMEDIO</b>		1.747.5893	8.2777	58.5670	133.4

Fuente: Tomada desde el servidor de monitoreo de tráfico de la empresa Sinfotecnia.  
 Recuperado: Anexo C. Elaborado por el Autor

### 3.7.2.2. Utilización del Enlace

Los valores que se obtuvieron después de haber realizado en el análisis de la cantidad del tráfico que se genera en la red local de datos de la empresa Sinfotecnia. Se determinó que el tráfico que cursa en promedio es 1806,15 Kbytes, de toda la capacidad que es 4096 Kbytes. Donde se puede decir que actualmente el enlace de datos puede soportar todo el tráfico que es generado por los usuarios de la red local.

Con el valor promedio del tráfico es de 1806,15 Kbytes se puede indicar que el enlace está siendo utilizado el 44,09 % de toda su capacidad. Garantizando así que la red de datos no tiene inconvenientes para soportar variaciones de tráfico que cursan por la misma, permitiendo tener una red de datos totalmente operativa y estable independiente de la cantidad de usuarios que se encuentren conectados a los servicios y aplicaciones.

### 3.8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TELEFÓNICO ACTUAL

En la actualidad Sinfotecnia cuenta con el servicio telefónico a través de líneas convencionales las que son proporcionadas por la CNT-EP.

La oficina matriz tiene dos líneas telefónicas convencionales, a la primera línea telefónica la CNT-Ibarra, asigno el número 062957127 esta puede hacer y recibir llamadas locales, regionales, provinciales y celulares. La segunda línea telefónica de número 062953686 tiene las mismas funciones que la primera línea, pero no tiene habilitado el servicio para realizar llamadas a teléfonos celulares. Mientras que la oficina sucursal tiene una línea telefónica de número 032850037 el que fue asignado por la CNT-Ambato.

### 3.9. ANÁLISIS DEL TRÁFICO EN EL SISTEMA TELEFÓNICO

Para el análisis del tráfico telefónico se utilizó una técnica de investigación, que fue aplicado al personal de la empresa Sinfotecnia con la finalidad de obtener información sobre el estado actual del sistema telefónico. La técnica de investigación que se utilizó para la recopilación de información sobre el sistema telefónico fue la entrevista, en esta se conoció aspectos relevantes como la cantidad de llamadas recibidas, cantidad de llamadas realizadas, tiempo que duran las llamadas, etc.

#### 3.9.1. Resultados de la técnica de investigación

Después de haber aplicado la técnica de investigación se obtuvo como resultado los siguientes valores que se indican en la tabla 19. Donde se muestra el número de llamadas telefónicas que entran y salen en la un día de trabajo.

**Tabla 19**

*Valor de la cantidad de llamadas en un día*

LUGARES	LLAMADAS ENTRANTES	LLAMADAS SALIENTES	TIEMPO EN LAS LLAMADAS (min)
Matriz	65	30	3
Sucursal	37	25	3

Fuente: Tomado de los resultados de la metodología de investigación aplicada.  
Recuperado: Anexo D- Elaborado por el Autor.

Estos resultados permitirán determinar los parámetros fundamentales que influyen en el tráfico de un sistema telefónico como el volumen del tráfico y la intensidad del tráfico.

### 3.9.2. Tráfico del sistema telefónico

#### 3.9.2.1. Volumen del Tráfico Telefónico

*El volumen del tráfico telefónico corresponde a un cierto número de llamadas, por un periodo de tiempo medio de duración de las mismas.* (Cabezas Poso, 2007)

$$V_T = n * d$$

#### ***Ecuación 1. Volumen del tráfico telefónico***

Fuente: Sistemas de Telefonía, (Cabezas Poso, 2007)

Donde " $V_T$ " es el volumen del tráfico, " $n$ " es el número de llamadas y " $d$ " es el tiempo medio de duración de las mismas.

Para determinar el volumen del tráfico que ingresa y que sale por el sistema telefónico de la empresa, se utilizó los resultados de la técnica de investigación aplicada. El cálculo del volumen del tráfico fue realizado en base a la cantidad del número de llamadas telefónicas que cursan en un día de trabajo y el tiempo promedio que duran. En las tablas 20 y 21 se muestra el volumen del tráfico que se genera en el sistema telefónico.

***Tabla 20***

#### ***Volumen del tráfico de entrada***

<b>LUGARES</b>	<b>NUMERO DE LLAMADAS</b>	<b>DE TIEMPO DE DURACIÓN (min)</b>	<b>VOLUMEN DE TRAFICO (min)</b>
Matriz	65	3	195
Sucursal	30	3	90

Fuente: Tomado de los cálculos del sistema de telefonía IP.  
Recuperado: Anexo E. Elaborado por el Autor.

**Tabla 21*****Volumen del tráfico de salida***

<b>LUGARES</b>	<b>NUMERO DE LLAMADAS</b>	<b>TIEMPO DE DURACIÓN (min)</b>	<b>VOLUMEN DE TRAFICO (min)</b>
Matriz	37	3	111
Sucursal	25	3	75

Fuente: Tomado de los cálculos del sistema de telefonía IP.  
Recuperado: Anexo E. Elaborado por el Autor.

***3.9.2.2. Intensidad del Tráfico***

*La intensidad del tráfico es el resultado del volumen de tráfico que cursa por un circuito telefónico sobre el tiempo de observación o periodo de referencia. (Cabezas Poso, 2007)*

$$I_T = \frac{V_T}{t_0}$$

***Ecuación 2. Intensidad del tráfico***

Fuente: Sistemas de Telefonía, (Cabezas Poso, 2007)

Donde " $I_T$ " es la intensidad de tráfico, " $V_T$ " es el volumen del tráfico y " $t_0$ " es el tiempo de observación.

Para determinar la intensidad del tráfico del sistema telefónico que tiene la empresa Sinfotecnia, se utilizó la ecuación 2 donde se reemplazó el volumen del tráfico que fue calculado sobre el periodo de observación (60min). En la tablas 22 y 23 se muestra la intensidad de tráfico que existe en el sistema telefónico.

**Tabla 22****Intensidad del tráfico de entrada**

<b>LUGARES</b>	<b>VOLUMEN DEL TRAFICO (min)</b>	<b>DEL TIEMPO DE OBSERVACIÓN (min)</b>	<b>INTENSIDAD DE TRÁFICO (Erlang<sup>37</sup>)</b>
Matriz	195	480	0.406
Sucursal	90	480	0.187

Fuente: Tomado de los cálculos del sistema de telefonía IP.  
Recuperado: Anexo E. Elaborado por el Autor.

**Tabla 23****Intensidad del tráfico de salida**

<b>LUGARES</b>	<b>VOLUMEN DEL TRAFICO (min)</b>	<b>DEL TIEMPO DE OBSERVACIÓN (min)</b>	<b>INTENSIDAD DE TRÁFICO (Erlang)</b>
Matriz	111	480	0.231
Sucursal	75	480	0.156

Fuente: Tomado de los cálculos del sistema de telefonía IP.  
Recuperado: Anexo E. Elaborado por el Autor.

Pero para conocer la intensidad de tráfico que cursa por cada uno de los circuitos que forma parte del sistema telefónico se utilizó la siguiente ecuación.

$$I_{T\text{c circuito}} = \frac{I_T}{n}$$

**Ecuación 3. Intensidad del tráfico de un circuito telefónico**

Fuente: Sistemas de Telefonía, (Cabezas Poso, 2007)

---

<sup>37</sup>Erlang: unidad adimensional utilizada en telefonía como una medida estadística del volumen de tráfico.

Donde " $I_T$ " es la intensidad de tráfico y " $n$ " es el número de circuitos. En la tabla 24 se observa la intensidad de tráfico que cursa por cada uno de los circuitos del sistema telefónico.

**Tabla 24.**

***Intensidad del tráfico de entrada en cada circuito en la matriz***

<b>CIRCUITOS</b>	<b>CANTIDAD DE LLAMADAS</b>	<b>DE TIEMPO DE OBSERVACIÓN (min)</b>	<b>INTENSIDAD DE TRÁFICO (Erlang)</b>
062957127	33	480	0.203
062953686	33	480	0.203

Fuente: Tomado de los cálculos del sistema de telefonía IP.

Recuperado: Anexo E. Elaborado por el Autor.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. DISEÑO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP**

En este capítulo se realizó el diseño del sistema de ToIP (telefonía IP) en base a las especificaciones y requerimientos que necesita el sistema telefónico. Además se dimensionó la IP-PBX a través de un análisis de varios factores como la longitud del paquete de voz, el ancho de banda, los códec de VoIP, el número de llamadas simultáneas y así determinar el número de troncales que se usarán para la conexión a la PSTN.

También se diseñó el plan de marcado que utilizará el sistema de telefonía, la estructura del sistema, los servicios que serán implementados y los equipos que se usarán para su implementación sobre el protocolo IPv6.

#### **4.1. ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA DE ToIP**

Este proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema de basado en Asterisk sobre el protocolo IPv6, en la red de datos existente de la empresa Sinfotecnia. Con el fin de tener un sistema de comunicación de buena calidad y alta disponibilidad que garantice escalabilidad, flexibilidad, robustez e integración con sistemas de telefonía convencional y telefonía móvil. Además sea capaz de ofrecer las funcionalidades avanzadas de una central telefónica como: mensaje de bienvenida, transferencia de llamadas, conferencia de grupos, captura de llamadas, etc.

Para el dimensionamiento del sistema de ToIP, no se pretende seguir alguna norma o estándar específico. Si no que será realizado en base a un análisis de varios factores como el software que será usado para el servicio telefónico, el ancho de banda que debe tener el enlace para la trasmisión de la voz, la conexión que debe existir hacia la PSTN, el tipo hardware que debe usar para soportar un determinado número de llamadas y otros servicios adicionales con el fin de tener una solución eficiente y factible.

De acuerdo a la información que se obtuvo en el capítulo III, se determinó que el sistema de ToIP que será implementado en la empresa Sinfotecnia, necesita los siguientes requerimientos.

- La plataforma de software que se utilizará para el servicio de telefonía debe ser bajo licencia GPL (Licencia Publica General) y Open Source (Código Abierto).
- Cada uno de los departamentos internos pertenecientes a la empresa, disponga de una extensión telefónica correctamente registrada.
- Cada uno de los departamentos puedan comunicarse con otros, a través de una llamada telefónica a su respectiva extensión. A demás todos los departamentos deben tener acceso para las llamadas telefónicas desde y hacia la PSTN y a operadoras celulares.
- Todas las llamadas telefónicas deben tener una buena calidad y una alta disponibilidad.
- El sistema de telefonía pueda ofrecer servicios adicionales como: captura de llamadas, IVR, transferencia de llamadas, conferencias, etc.

#### **4.2. PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE ToIP**

Cuando la empresa Sinfotecnia empezó a brindar sus servicios hacia diferentes entidades públicas y privadas de la región norte del país, está siempre tuvo la visión de expansión hacia otro lugar con la finalidad de poder satisfacer varias necesidades tecnológicas de sus potenciales clientes y atraer a nuevos clientes que se encuentran en la región centro y sur del país.

- Sinfotecnia inició sus actividades en el año 2005 con dos departamentos (gerencias y soporte técnico) y cuatro empleados.
- Aproximadamente en el año 2010 la empresa crece a cinco departamentos internos y un total de 8 empleados.
- En el año 2015 la empresa se mantiene en cinco departamentos internos y cuenta con un total de 12 empleados.

En la actualidad la empresa no tiene más departamentos de los que fueron creados en el año 2015. Con el análisis de los anteriores datos se llega a determinar que la empresa

Sinfotecnia tiene un crecimiento de tres nuevos departamentos internos y de cuatro nuevas personas cada 5 años.

En la tabla 25 se indican la proyección del crecimiento de la empresa desde el inicio que fue en el año 2005 hasta el año 2025.

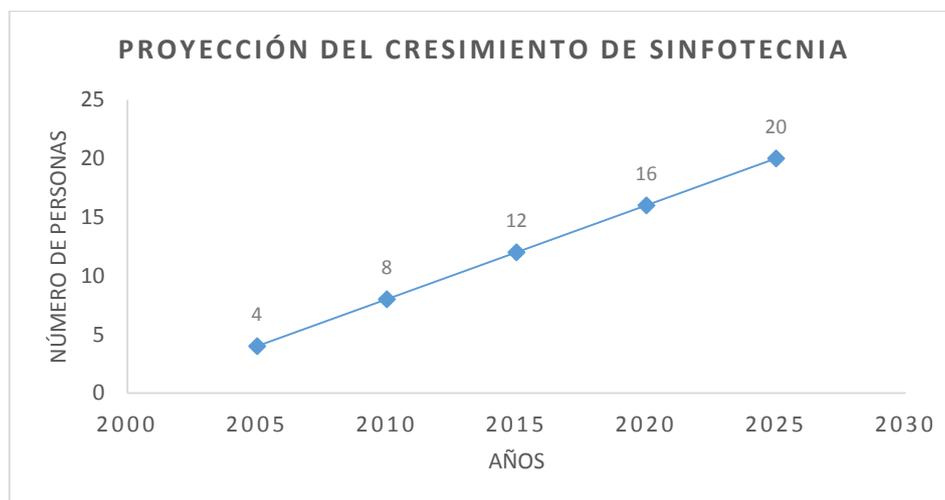
**Tabla 25**

***Proyección del crecimiento para el dimensionamiento del servidor de telefonía IP***

<b>AÑOS</b>	<b>DEPARTAMENTOS</b>	<b>PERSONAL</b>
2005	2	4
2010	5	8
2015	5	12
2020	8	16
2025	12	20

Fuente: Elaborado por el Autor.

Como se observa en la tabla 25 el aumento del personal en la empresa es de manera considerable ya que anualmente existe la posibilidad del aumento de un empleado. En la figura 36 se indica la proyección del crecimiento de la empresa.



**Figura 36 Proyección del crecimiento de la empresa Sinfotecnia**

Fuente: Realizado por el Autor

De acuerdo al análisis realizado se llega a concluir que el dimensionamiento de los servidores podrán cubrir las necesidades de la empresa Sinfotecnia hasta una duración 5 años como mínimo.

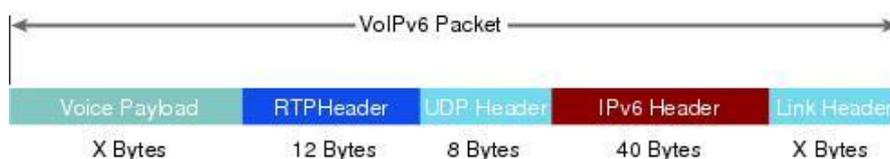
### 4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA PBX

El dimensionamiento de la PBX, se la realizará a través de un análisis de los siguientes factores como: paquete de voz, códecs de audio, ancho de banda (requerido), número de llamadas (soportadas), troncales, etc. Con la finalidad de determinar el códec que se utilizará en la implementación del sistema de ToIP.

#### 4.3.1. Paquete de voz

##### 4.3.1.1. Longitud del Paquete de Voz

El paquete de voz está formado por la cantidad de información que tiene el payload<sup>38</sup> del códec y de la longitud de cada una de las cabeceras de los protocolos RTP (12 Bytes), UDP (8 Bytes), IP (40 Bytes). En la figura 37 se muestra la longitud del paquete de voz.



**Figura 37 Longitud del paquete de voz en IPv6**

Fuente: Cisco-Network Infrastructure IPv6 Voice Bearer Traffic <http://goo.gl/ymqrbf>

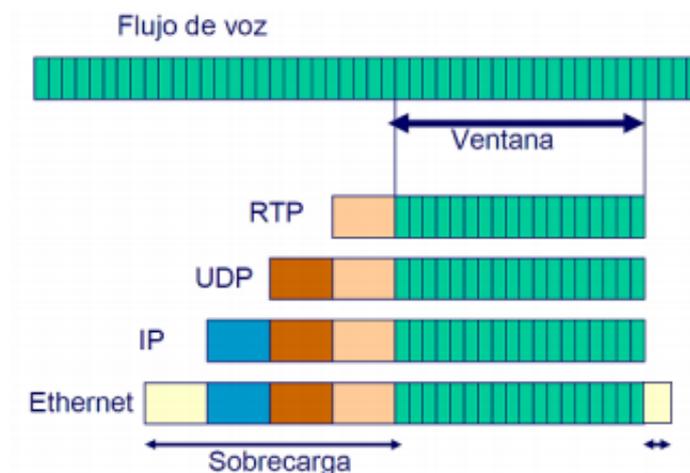
##### 4.3.1.2. Encapsulación del paquete de voz

*La encapsulación de la voz se la realiza de la siguiente estructura. “El audio es digitalizado y codificado para ser encapsulado dentro del paquete RTP, a la vez los paquetes RTP necesitan ser encapsulados dentro de paquete UDP, y luego se encapsulan dentro de paquete IP”. (Elastix, 2015)*

---

<sup>38</sup> Payload: Es la cantidad de información transmitida en una comunicación.

Finalmente el paquete IP es encapsulado dentro de la trama Ethernet para ser transmitido por el medio físico. En la figura 38 se muestra el proceso de encapsulación del paquete de voz.



**Figura 38. Encapsulamiento de un paquete de voz.**

Fuente: (SciELO, 2016).  
<http://www.scielo.org.co/img/revistas/itec/v13n1/v13n1a10fig1.gif>

Recuperado:

#### 4.3.1.3. Cálculo de la longitud del paquete de voz

Para determinar la longitud total del paquete de voz sobre el protocolo IPv6, se necesita conocer la longitud de encapsulación y la longitud de la sobrecarga.

- **Longitud de encapsulación:** Es la suma del tamaño de las cabeceras de los protocolos RTP, UDP e IP más la cabecera de la tecnología de la capa enlace de datos.
- **Longitud de la sobrecarga:** es el tamaño del payload o la carga útil de voz que tenga el códec.

Por ejemplo si el paquete de voz utiliza como cabecera de la capa enlace de datos la tecnología Ethernet. La longitud total del paquete de voz será la suma de las cabeceras de la trama Ethernet y de los protocolos IP, UDP y RTP además de la carga útil del códec como indica en la figura 39.

<b>ETH</b> (14 bytes)	<b>IP</b> (40 bytes)	<b>UDP</b> (8 bytes)	<b>RTP</b> (12 bytes)	<b>Carga Útil</b> ( X bytes depende del CÓDEC)	<b>FCS</b> (2 bytes)
--------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	---	-------------------------

**Figura 39 Tamaño del paquete de voz con tecnología Ethernet.**

Fuente: (Contero Román, 2012) Recuperado: <http://goo.gl/a15xRq>

El cálculo de la longitud del paquete de voz se realiza a través de la siguiente ecuación.

$$LP_{voz} = Longitud_{encapsulacion} + Longitud_{sobrecarga}$$

#### **Ecuación 4. Longitud del paquete de voz**

Fuente: (Elastix, 2015). Recuperado: <http://elastixtech.com/calcular-ancho-de-banda-en-voip/>

Reemplazando los valores de la longitud de sobrecarga y la longitud de encapsulamiento en la ecuación 4. Se determina que la longitud total del paquete de voz es de 234 Bytes si se utiliza el códec G.711 para la transmisión de la voz sobre el protocolo IPv6.

$$LP_{voz} = Longitud_{encapsulacion} + Longitud_{sobrecarga}$$

$$LP_{voz} = 74 Bytes + 160 Bytes$$

$$LP_{voz} = 234 Bytes$$

#### **4.3.2. Cálculo del ancho de banda de los códec de la VOIP**

El ancho de banda que necesita un códec para la transmisión de voz requiere de dos componentes fundamentales que son los paquetes por segundo que transmite el códec y de la longitud total del paquete de voz.

Para calcular la cantidad de paquetes por segundo que transmiten los códec de audio se utiliza la siguiente ecuación.

$$PPS = \frac{\text{Bit Rate del Códec}}{\text{Longitud}_{\text{sobrecarga}}}$$

### ***Ecuación 5. Paquetes por segundo del códec***

Fuente: (Elastix, 2015). Recuperado: <http://elastixtech.com/calcular-ancho-de-banda-en-voip/>

En la tabla 26 se muestran varias características que tienen los códecs de audio como: la tecnología que utiliza, el payload, el retardo y los paquetes por segundo que transmiten.

**Tabla 26.**  
**Códecs utilizados en la VoIP**

<b>CÓDEC</b>	<b>TASA DE BITS (Kbps)</b>	<b>TECNOLOGÍA</b>	<b>TT (ms)</b>	<b>MOS</b>	<b>PAYLOAD</b>	<b>RETARDO</b>	<b>PPS</b>
G.711	64	PCM	10	4.3	160	20	50
G.722	64	ADPCM	10	4.13	80	10	50
G.723.1	6.3	ACELP	30	3.9	24	---	33.3
G.723.1	5.3	MP-MLQ	30	3.8	20	---	33.3
	16				20		
G.726	24	ADPCM	5	3.85	30	11,5	50
	32				40		
	40				50		
G.729	8	CS-CELP	10	3.7	20	25	50
GSM	13	RPE-LTP	20	3.4	17	10	50
	8				20		
SPEEX	18,2	---	20	---	46	20	50

Fuente: VoipForo-Códecs.

Recuperado: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>

Para determinar el ancho de banda que necesitan los códecs se utilizará la siguiente ecuación.

$$BW_{codec} = \frac{(PPS * LP_{voz} * 8)}{1000}$$

**Ecuación 6. Cálculo del ancho de banda para una llamada telefónica**

Fuente: (Elastix, 2015) Recuperado: <http://elastixtech.com/calcular-ancho-de-banda-en-voip/>

Donde " $BW_{codec}$ " es ancho de banda que requiere el códec, "PSS" son los paquetes por segundo y " $LP_{voz}$ " es la longitud del paquete de voz.

$$BW_{codec} = \frac{(50Bytes * 234Bytes * 8)}{1000}$$

$$BW_{codec} = 93.6 Kbps$$

Reemplazando los valores de los paquetes por segundo y de la longitud del paquete de voz en la ecuación 6, se determina que el ancho de banda que requiere el códec G.711 para la transmisión de la voz sobre IPv6 es de 93,6 Kbps. En la tabla 27 se muestra el ancho de banda que requiere cada uno de los códecs para la transmisión de la voz sobre IPv6.

**Tabla 27**

**Ancho de banda requerido por los códec para la transmisión de la voz sobre IPv6**

<b>CÓDEC</b>	<b>LONGITUD PAQUETE DE VOZ</b>	<b>BW (códec)</b>
G.711	234	93.6 kbps
G.723	98	26,11 kbps
G.726	154	61,6 kbps
G.729	94	37,6 Kbps
GSM	106,5	42,6 Kbps
Speex	149	59,6 Kbps

Fuente: Tomada de los cálculos del ancho de banda utilizada por los códecs.  
Recuperado: Anexo D- Elaborado por el Autor.

### 4.3.3. Número de llamadas simultáneas

La cantidad de llamadas simultáneas que soportará el servidor de telefonía depende del códec que se esté utilizando para la transmisión de la voz. Este parámetro se puede determinar en base a una relación entre el ancho de banda que tiene el enlace de la red sobre el ancho de banda del códec que se usará en una llamada telefónica.

Para determinar la cantidad de llamadas que soportaran los servidores de telefonía IP se utilizará la siguiente ecuación.

$$N_{Llamadas} = \frac{BW_{Enlace}}{BW_{Códec} \times 2}$$

#### *Ecuación 7. Calculo del número de llamadas que soportan los códecs*

Fuente: (Elastix, 2015). Recuperado: <http://goo.gl/a15xRq>

Reemplazando los valores del ancho de banda del enlace que tiene la empresa Sinfotecnia (4096 Mbytes) y el ancho de banda del códec G.711 en la ecuación 7, se puede observar que el número de llamadas telefónicas simultáneas que soportará el servidor de telefonía serán aproximadamente 22 llamadas telefónicas.

$$N_{Llamadas} = \frac{4096 \text{ kbps}}{93,6 \text{ kbps} \times 2}$$

$$N_{Llamadas} = 22 \text{ llamadas simultaneas}$$

En la tabla 28 se observa el número de llamadas simultáneas que soportan cada uno códecs de audio.

**Tabla 28**

#### *Número de llamadas telefónicas soportadas por los códec de VoIP*

<b>CÓDEC</b>	<b>BW (llamada telefónica)</b>	<b>LLAMADAS SOPORTADAS</b>
G.711	187.2 Kbps	22
G.723	55,2 Kbps	78
G.726	123,2 Kbps	33

G.729	75,2 Kbps	54
GSM	85,2 Kbps	48
Spexx	119,2 Kbps	34

Fuente: Tomada de los cálculos de los cálculos del número de llamadas que soportan los códecs

Recuperado: Anexo D- Elaborado por el Autor.

#### 4.3.4. Dimensionamiento de troncales

El número de troncales que serán utilizadas para la conexión con la PSTN, depende del flujo de tráfico que soporta el sistema de telefonía de la empresa Sinfotecnia más un determinado grado de servicio (GoS).

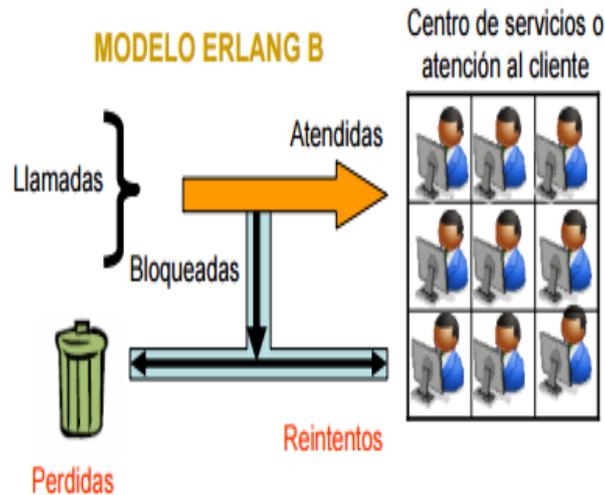
##### 4.3.4.1. Grado de Servicio (GoS)

El grado de servicio representa la probabilidad de que una llamada telefónica sea atendida o descartada y su valor se representa en un rango desde 0 hasta 1. Donde el número 0 significa que todas las llamadas tendrán disponible un canal para su atención, mientras que el número 1 significa que todos los canales se encuentran ocupados.

Para el dimensionamiento de las troncales, se consideró que el grado de servicio (GoS) sea 0.01 que corresponde a la pérdida de 1 llamada telefónica de un grupo de 100 llamadas telefónicas con un modelo de tráfico conocido como “Erlang B extendido”.

##### 4.3.4.2. Modeló de Erlang B Extendido

*En este modelo de tráfico un porcentaje de las llamadas bloqueadas son reintentadas por usuarios insistentes e ingresan de nuevo al sistema, el porcentaje restante se convierte en llamadas perdidas. Es un modelo más realista ya que muchos usuarios vuelven a intentar la llamada hasta que sean atendidos. (Marcano, 2009, p.23)*



**Figura 40 Modelo de Erlang B extendido**

Fuente: (Marcano, 2009). Recuperado: <http://goo.gl/qLdbX7>

#### 4.3.4.3. Cálculo de Troncales de Entrada de la VoIP

El cálculo de las troncales se realizó con la ayuda del software Extended Erlang B Calculator. Donde se determinó que el número de troncales de entrada que requiere la empresa Sinfotecnia, en la oficina matriz es de 3 líneas como se muestra en la figura 41.

**Figura 41 Cálculo del número de troncales entrantes de la oficina matriz.**

Fuente: Westbay Enginners Limited-Extended Erlang B Calculator Recuperado: <http://www.erlang.com/calculator/exeb/>

El resultado del número de troncales de entrada que se requiere la empresa Sinfotecnia para la conexión hacia la PSTN se puede observar en la tabla 29.

Tabla 29

**Cálculo de troncales de entrada para la conexión a la PSTN**

LUGARES	It (Erlangs)	GoS	TRONCALES
Matriz	0.203	0.010	3
Sucursal	0.093	0.010	1

Fuente: Tomado del cálculo de troncales de entrada.

Elaborado por el autor.

Utilizando la tabla del modelo Erlang B, como se observa en la figura 42 se verificó que las troncales que requiere la empresa Sinfotecnia en la oficina matriz son de 2 o 3 troncales debido a que la intensidad de tráfico es de 0.203 Erlangs, mientras que para la oficina sucursal se requiere de 1 troncal debido a que la intensidad de tráfico es de 0.093 Erlangs. Pero con las líneas telefónicas que tiene actualmente la empresa Sinfotecnia, si es posible atender todo el tráfico que ingresa en el sistema telefónico.

Erlang B Traffic Table

Maximum Offered Load Versus B and N  
B is in %

N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596

Figura 42 Verificación del número de troncales de entrada

Fuente: Tomado de la tabla del modelo Erlang B. Elaborado por el Autor

## 4.3.4.4. Cálculo de Troncales para la Salida

Figura 43 Cálculo del número de troncales salientes de la oficina matriz.

Fuente: Westbay Enginners Limited-Extended Erlang B Calculator. Recuperado: <http://www.erlang.com/calculator/exeb/>

El resultado del número de troncales de entrada que se requiere para la conexión a la PSTN, se puede observar en la tabla 30.

**Tabla 30**

**Cálculo de troncales de salida para la conexión a la PSTN**

LUGARES	It (Erlangs)	GoS	TRONCALES
Matriz	0.115	0.010	2
Sucursal	0.078	0.010	1

Fuente: Tomado del cálculo de troncales de salida.  
Elaborado por el autor.

Utilizando la tabla del modelo Erlang B, como se observa en la figura 44 se verificó que las troncales que requiere la empresa Sinfotecnia en la oficina matriz son 2 troncales debido a que la intensidad de tráfico es de 0.115 Erlangs, mientras que para la oficina sucursal se requiere de 1 troncal debido a que la intensidad de tráfico es de 0.078 Erlangs.

**Erlang B Traffic Table**

Maximum Offered Load Versus B and N  
B is in %

N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596

**Figura 44 Verificación del número de troncales de salida**

Fuente: Tomado de la tabla del modelo Erlang B. Elaborado por el Autor

#### 4.3.5. Dimensionamiento del hardware

En la actualidad no existe un estándar que especifique con exactitud las características del hardware (procesador, memoria RAM, disco duro e interfaces) que debe tener un servidor de telefonía IP Asterisk, para soportar un determinado número de aplicaciones y una cantidad de llamadas telefónicas simultánea en un periodo de tiempo.

El dimensionamiento del hardware que utilizará el servidor de telefonía de la empresa, se realizará en base a las especificaciones recomendadas por algunos desarrolladores de sistemas de telefonía IP como se observa en la tabla 31.

**Tabla 31**

***Recomendaciones de hardware para servidores Asterisk***

<b>PROPÓSITO</b>	<b>NÚMERO CANALES SIMULTÁNEOS</b>	<b>DE RECOMENDACIONES MÍNIMAS</b>
Sistema casero	No más de 5	400 MHz x86, 256 MB de RAM
Sistema SOHO (Small Office/ Home Office)	5 a 10	1 GHz x86, 512 MB de RAM
Negocio pequeño	Hasta 25	3 GHz x86, 1 GB de RAM
Sistema mediano o mas	Más de 25	Doble CPU, arquitectura distribuida

Fuente: Asterisk Instalación, Configuración y Puesta en marcha (Pérez Bernard, 2014)

De acuerdo al análisis que fue realizado en la proyección de crecimiento de la empresa Sinfotecnia se utilizará las recomendaciones de la tabla 31 para un negocio pequeño (12 extensiones telefónicas).

***4.3.5.1. Interfaces para conexión con la PSTN***

La conexión entre el servidor de telefonía IP y la PSTN se la realizará con interfaces físicas las que deberán contar con la cantidad suficiente de módulos FXO para la comunicación con las líneas analógicas que ofrece la PSTN a la empresa Sinfotecnia.

Según los cálculos realizados en el apartado 4.3.4.3 y 4.3.4.4 del presente capítulo se determinó la cantidad de módulos FXO que se necesitan para la comunicación hacia la PSTN.

#### 4.3.6. Elección del códec para la implementación

Como se puede ver los resultados obtenidos en la tabla 28, referente al cálculo del ancho de banda que requiere el canal de comunicación para una llamada telefónica sobre el protocolo IPv6. Se observa que el códec G.711 requiere un ancho de banda de 93,6 Kbps para la transmisión de la voz. Este códec es ineficiente para la implementación en sistemas de ToIP. Debido al limitado número de llamadas simultáneas que soporta y a la baja optimización de la capacidad del ancho de banda. Los códecs iLSB y G.729 permiten optimizar de una mejor forma la capacidad del ancho de banda. Gracias al nivel de compresión que estos utilizan y que en ciertas ocasiones se puede convertir en un problema que es la degradación de la voz. Mientras que los códecs G.722 y G.726 tienen problemas en la optimización del ancho de banda.

El códec G.729 tiene un excelente rendimiento y un buen desempeño en sistemas de VoIP ya que requiere menor ancho de banda para el canal de comunicación. Además soporta un mayor número de llamadas simultáneas en comparación a los códecs G.711 y GSM. Pero la utilización es muy limitada debido a que para su implementación se necesita de la adquisición del licenciamiento para cada canal de comunicación.

El códec GSM utiliza una codificación RPE-LCP (Codificación Lineal Predictiva Regular con Pulso de Excitación) y trabaja con una tasa de compresión de 13 Kbits/s en comparación a las redes de telefonía tradicional que codifican la voz a una tasa de compresión de 64 Kbits/s.

Este códec describe de forma detallada un mapeo en bloques de entrada de 160 muestras de voz en formato PCM uniforme de 13 bits, a bloques de 260 bits y de estos bloques previamente codificados a bloques de 160 muestras de voz reconstruidas. Mientras que la velocidad de muestreo es de 8000 muestras/s de esta forma se llega a tener una velocidad media para el flujo de bits codificados 13 Kbit/s.

Es así que el códec GSM es el más óptimo para la implementación en sistemas de ToIP gracias a las características que tiene, el número de llamadas simultáneas que soporta y al ancho de banda que utiliza para cada canal de comunicación como se indica en la tabla 27. Además su implementación no es compleja debido a que usa algoritmos

de baja capacidad de procesamiento y puede ejecutarse sobre dispositivos de limitados recursos tecnológicos.

También el uso del códec GSM no requiere de ningún tipo de licenciamiento y actualmente existe una gran variedad de dispositivos de ToIP u otras tecnologías como la telefonía celular, que tiene soporte para la utilización de este tipo de códec.

#### **4.4. DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA PARA EL SISTEMA DE ToIP**

Para determinar el ancho de banda que requiere un sistema de ToIP, se debe tener en cuenta los siguientes factores que son:

- *El número de llamadas concurrentes se suele denominar llamadas concurrentes a la cantidad máxima de llamadas simultáneas que se podrán cursar sobre un enlace.*
- *El requerimiento de ancho de banda para cursar cada conversación telefónica cuando se implementa voz sobre IP se asume un conjunto de elecciones que impactan en ese requerimiento como: el códec, las opciones de compresión, los enlaces que son usados para el ruteo de llamadas, etc.*
- *(Gerometta, 2009)*

El ancho de banda que requiere el sistema de ToIP que será implementado en la empresa Sinfotecnia, fue determinado en base al número de llamadas concurrentes que cursan en un periodo de tiempo. Donde se consideró que son seis las llamadas concurrentes debido a número de departamentos internos que tiene la empresa. Mientras que el ancho de banda que se utilizará para las conversaciones telefónicas será el del códec GSM, el que fue elegido en el apartado 4.3.6. Para determinar el ancho de banda que requiere el sistema de ToIP se utilizará la siguiente ecuación.

$$BW_{ToIP} = N \times BW_{C\acute{o}dec}$$

#### ***Ecuación 8. Ancho de banda requerido para el sistema de telefonía IP***

Fuente: (Elastix, 2015). Recuperado: <http://goo.gl/a15xRq>

Donde “N” es número de llamadas concurrentes y “BW” es ancho de banda del códec.

El ancho de banda que utilizará el sistema de ToIP fue calculado en base al análisis de la proyección del crecimiento de la empresa que es de 12 llamadas concurrentes y el ancho de banda del códec en una llamada telefónica GSM (85,2 Kbps).

$$BW_{ToIP} = 12 \times 85,2 \text{ Kbps}$$

$$BW_{ToIP} = 1022,4 \text{ Kbps}$$

Reemplazando los valores del número de llamadas concurrentes y ancho de banda del códec en la ecuación 8. Se determinó que el ancho de banda requerido para la implementación del sistema de telefonía en la empresa Sinfotecnia es de 1022,4 Kbps.

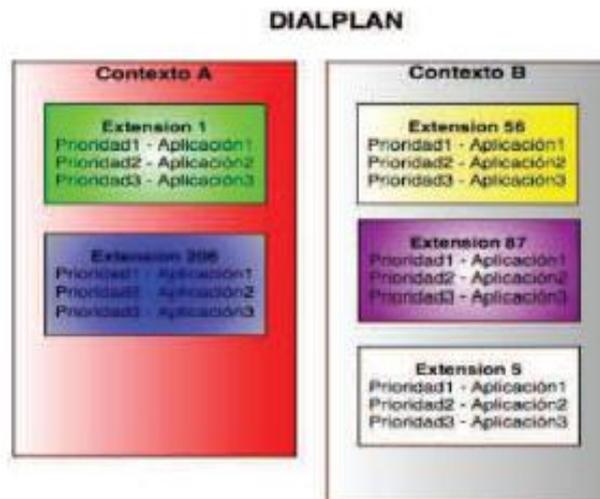
#### **4.5. DISEÑO DEL PLAN DE MARCACIÓN**

El plan de marcación o también conocido como dialplan es la parte fundamental de un sistema de telefonía, debido a que este parámetro es el que se encarga del procesamiento de todas las llamadas que ingresan y salen desde el servidor de telefonía hacia y desde los departamentos internos, la PSTN, las operadoras celulares y la Internet.

El dialplan en Asterisk es archivo de tipo script en el que se encuentran todas las funciones lógicas a las respuestas de varios eventos externos.

##### **4.5.1. Elementos del plan de marcación**

El dialplan en sistemas Asterisk está formado de cuatro elementos fundamentales que son: contextos, extensiones, prioridades y aplicaciones. En la figura 45 se observa la estructura del plan de marcado en Asterisk.



**Figura 45 Plan de marcación en Asterisk.**

Fuente: SlidePlayer Conceptos de Asterisk. Recuperado: <http://slideplayer.es/slide/169116/>

#### 4.5.1.1. Contextos

*Los contextos son secciones estructuradas que se utilizan para separar la distribución lógica del dialplan, estos a su vez pueden utilizar patrones de marcación para simplificar la estructura y escritura del dialplan. Además permiten conocer la ubicación de la ejecución de una llamada telefónica. (Pérez, 2014)*

- **Patrones de Marcación:** En Asterisk existen diferentes tipos de patrones de marcado los que pueden ser asignados a un determinado grupo de extensiones facilitando la escritura del plan de marcado.

En la tabla 32 se muestran los diferentes patrones de marcación que son usados en Asterisk.

**Tabla 32**

#### *Patrones de marcación usados en Asterisk*

PATRONES	SIGNIFICADO
X	Cualquier dígito de 0 a 9
Z	Cualquier dígito de 1 a 9
N	Cualquier dígito de 2 a 9
[x-y]	Cualquier cifra de "x" a "y"
[xyz]	Las cifras "x", "y" o "z"

---

.	Es uno o más caracteres
!	Es ningún carácter

---

Fuente: Asterisk Instalación, Configuración y Puesta en marcha (Pérez, 2014)

El diseño del plan de marcado para la empresa Sinfotecnia, será realizado con la finalidad de tener una mejor estructuración del tráfico de las llamadas telefónicas que cursarán por el sistema de ToIP, y en base a las funcionalidades que este ejecutará. Para su correcto funcionamiento se crearan los siguientes contextos.

- **[Internas]:** Este contexto se encargará de manejar todas las llamadas internas que sean generadas por cada una de las extensiones de los departamentos internos de la empresa, y su marcación será de forma directa al número de la extensión correspondiente.
- **[Locales]:** Este contexto se encargará de manejar todas las llamadas que son generadas por cada uno de los departamentos internos de la empresa, desde y hacia la PSTN, su marcación se la realizará como el de una línea telefónica análoga que tiene la PSTN.
- **[Nacionales]:** Este contexto tendrá la misma función que el contexto local que es el de manejar todas las llamadas generadas de la red interna hacia la PSNT. Pero con la diferencia de que permitirá tener comunicación hacia las diferentes provincias mediante la utilización su prefijo respectivo (02, 03, 04, 05, 06, 07) y su marcación se la realizará como el de una línea telefónica análoga de la PSTN.
- **[Celulares]:** Este contexto permitirá la comunicación desde la red interna hacia las operadoras celulares. En este contexto se manifestó por parte de la gerencia que solo los departamentos de gerencia y de recepción harán uso del contexto “Celulares”, y su marcación se la realizará anteponiendo el número 9 seguido del número correspondiente de la operadora celular.
- **[Servicios]:** Este contexto permitirá la comunicación a los números de los servicios 1-700, 1-800, 1-900.
- **[Emergencia]:** Este contexto permitirá la comunicación con en el número de emergencia 911, 101, etc.

#### 4.5.1.2. Extensiones

*Las extensiones son usadas para identificar un número de teléfono dentro del dialplan, y de esta forma le permite que acceder a un servicio o aplicación específica que ofrece el servidor de telefonía IP. (Pérez, 2014)*

En la empresa Sinfotecnia se decidió crear una extensión por cada departamento interno que tenga en cada una de las dependencias. En la matriz se utilizará la numeración de 100X mientras que para la sucursal su numeración será la 300X y su distribución será de forma secuencial sin ninguna identificación en especial como se muestran en las tablas 33 y 34.

Extensiones de la oficina matriz.

**Tabla 33**

#### *Extensiones telefónicas de la oficina matriz*

<b>EXTENSIONES</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>
1001	Recepción
1002	Administración
1003	Redes
1004	Soporte Técnico
1005	Soporte Técnico
1006	Ventas
1007	Ingeniería
1008	Gerencia
1009	Capacitaciones

Fuente: Elaborado por el Autor

Extensiones de la oficina sucursal

**Tabla 34****Extensiones telefónicas de la oficina sucursal**

<b>EXTENSION</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>
3001	Recepción
3002	Ventas
3003	Soporte Técnico

Fuente: Elaborado por el Autor

**4.5.1.3. Prioridades**

Las prioridades muestran el orden en el que se ejecutaran las instrucciones de una extensión dentro de un contexto.

**4.5.1.4. Aplicaciones**

*Las aplicaciones son tareas específicas que realiza el dialplan sobre un determinado canal de comunicación como: reproducción de un sonido, aceptación de tonos de entrada, marcación a un canal, terminación de llamadas, IVR, transferencia de llamadas, etc. (Pérez, 2014)*

El plan de marcación de la empresa Sinfotecnia tendrá una sola política que es la restricción de llamadas telefónicas hacia las operadoras celulares a todos los departamentos a excepción de gerencia y recepción. En la tabla 35 se indica las diferentes tipos de llamadas telefónicas que podrán realizar cada uno de los departamentos de la empresa Sinfotecnia.

**Tabla 35****Plan de marcación que usaran los usuarios para las llamadas telefónicas**

<b>EXTENSIONES</b>	<b>LLAMADAS INTERNAS</b>	<b>LLAMADAS LOCALES</b>	<b>LLAMADAS NACIONALES</b>	<b>LLAMADAS CELULARES</b>
1001	X	X	X	X
1002	X	X	X	
1003	X	X	X	
1004	X	X	X	

1005	X	X	X	
1006	X	X	X	
1007	X	X	X	
1008	X	X	X	X
1009	X	X		
3001	X	X	X	X
3002	X	X	X	
3003	X	X	X	

Fuente: Elaborado por el Autor

#### 4.6. DIRECCIONAMIENTO IP PARA EL SISTEMA DE ToIP

El direccionamiento lógico para el sistema de telefonía IP de la empresa Sinfotecnia, será realizado en base a algunas sugerencias que recomiendan Cicileo y otros (2009) donde mencionan que:

*El plan de direccionamiento de la red interna en IPv6 para una empresa es bastante sencillo, en general se utiliza como unidad un bloque /64 para todo dominio de difusión. Es decir que se debe utilizar /64 para las redes de área locales (LAN), las redes de área extensa (WAN) y las Loopbacks. (p.100)*

*La elección del identificador de interfaz igual a un /64, se la realiza por dos motivos: debido que este prefijo de red facilita en ocasiones la autoconfiguración en redes locales y la mayoría de veces respeta las consideraciones de los equipos debido a que en muchas ocasiones muchos de los equipos son especializados para trabajar con direcciones IPv6 de esta longitud. (Cicileo, y otros, 2009)*

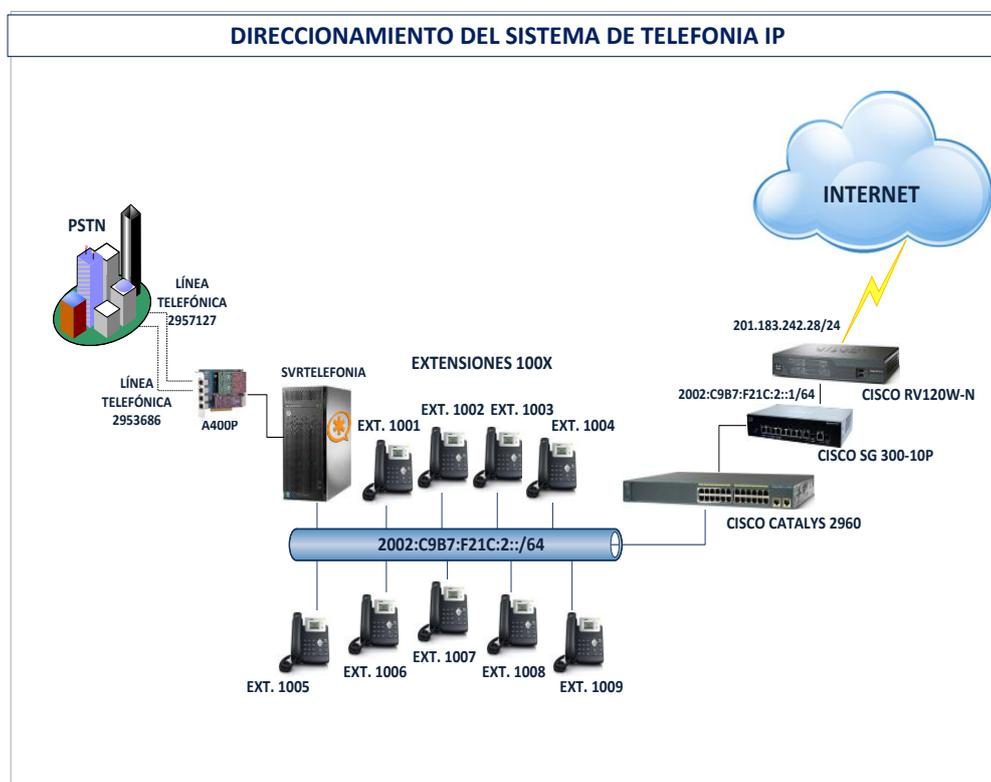
Para el sistema de ToIP se utilizarán las siguientes tipos de direcciones IPv6, 2002:dirección:ipv4:identificador de subred::/64; donde los primeros cuatro dígitos hexadecimales indican que se trata de una dirección reservada por IPv6 para la creación de túneles 6to4<sup>39</sup>. Mientras que los siguientes grupos de bits (segundo y tercero) representan la dirección IPv4 (embebida) en formato hexadecimal y siguiente

---

<sup>39</sup> Túnel 6to4: Túnel de transición del protocolo IPv6 al protocolo IPv4.

representara la identificación de subred que utilizará la red LAN IPv6. Se utilizará este tipo de direcciones debido a que ninguno de los ISP's que brindan en el servicio de Internet en la empresa Sinfotecnia ofrecen direccionamiento IPv6 y así a través de la utilización del mecanismo de transición (6to4) se podrá tener conexión hacia la Internet.

Para el direccionamiento lógico IPv6 en la empresa Sinfotecnia, se crearan VLAN's de telefonía que utilizaran el siguiente formato de dirección IPv6 2002:c9b7:f21c:2::/64. De donde cada una de las direcciones IPv6 perteneciente a la VLAN correspondiente serán asignadas a las extensiones que fueron creadas en el sistema de ToIP. En la figura 46 se indica el direccionamiento IPv6 que se utilizará en la oficina matriz.



**Figura 46 Direccionamiento del sistema de ToIP.**

Fuente: Elaborado por el Autor

En la tabla 36 se muestran las direcciones IPv6 que serán utilizadas por el sistema de telefonía.

**Tabla 36*****Direccionamiento del sistema de telefonía en la empresa Sinfotecnia***

<b>LOCALIDADES</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>DIRECCIÓN IP</b>	<b>PREFIJO</b>	<b>EXTENSIONES</b>
IBARRA	Servidor			
	Asterisk	2002:c9b7:f21c:2::5	64	
	Ibarra			
		2002:c9b7:f21c:2::6	64	1001
		2002:c9b7:f21c:2::7	64	1002
		2002:c9b7:f21c:2::8	64	1003
		2002:c9b7:f21c:2::9	64	1004
		2002:c9b7:f21c:2::10	64	1005
		2002:c9b7:f21c:2::11	64	1006
		2002:c9b7:f21c:2::12	64	1007
	2002:c9b7:f21c:2::13	64	1008	
	2002:c9b7:f21c:2::14	64	1009	
AMBATO	Servidor			
	Asterisk	2002:8ab9:884a:2::5	64	
	Ambato			
	Teléfonos	2002:8ab9:884a:2::6		3001
	IP	2002:8ab9:884a:2::10	64	3002

Fuente: Elaborado por el autor

#### **4.6.1. Distribución de los puntos de red para el sistema de ToIP**

En el análisis del cableado estructurado en la empresa Sinfotecnia se observó que no requiere de ningún cambio en especial debido a que fue implementado cumpliendo con todas las normas, estándares y certificaciones que rigen a este tipo de cableado estructurado.

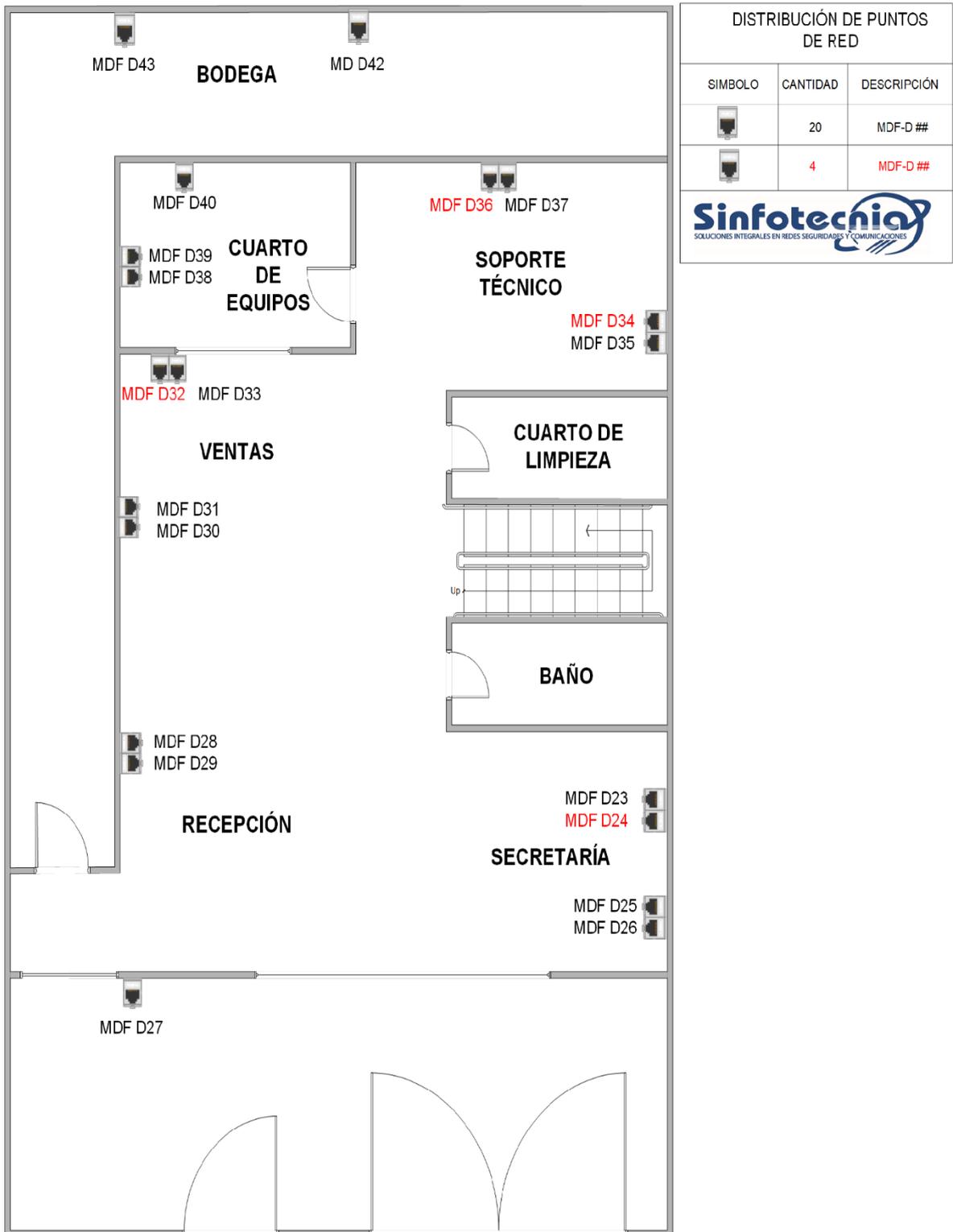
Además se observó que existen una gran cantidad de puntos de red que no están siendo utilizados, así que algunos de estos serán asignados para el sistema ToIP. La tabla 37 se indica la ubicación de los puntos de red que se asignaron para el servicio de la telefonía IP.

**Tabla 37*****Distribución de los puntos de red para el sistema de telefonía IP***

<b>EXTENSIONES</b>	<b>PUNTOS DE VOZ MDF-V</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Recepción	MDF-V23	Planta Baja
Ventas	MDF-V33	Planta Baja
Soporte Técnico	MDF-V33	Planta Baja
Ingeniería	MDF-V07	Planta Alta
Redes	MDF-V14	Planta Alta
Financiero	MDF-V17	Planta Alta
Gerencia	MDF-V24	Planta Alta
Capacitaciones	MDF-V01	Planta Alta

Fuente: Elaborado por el autor

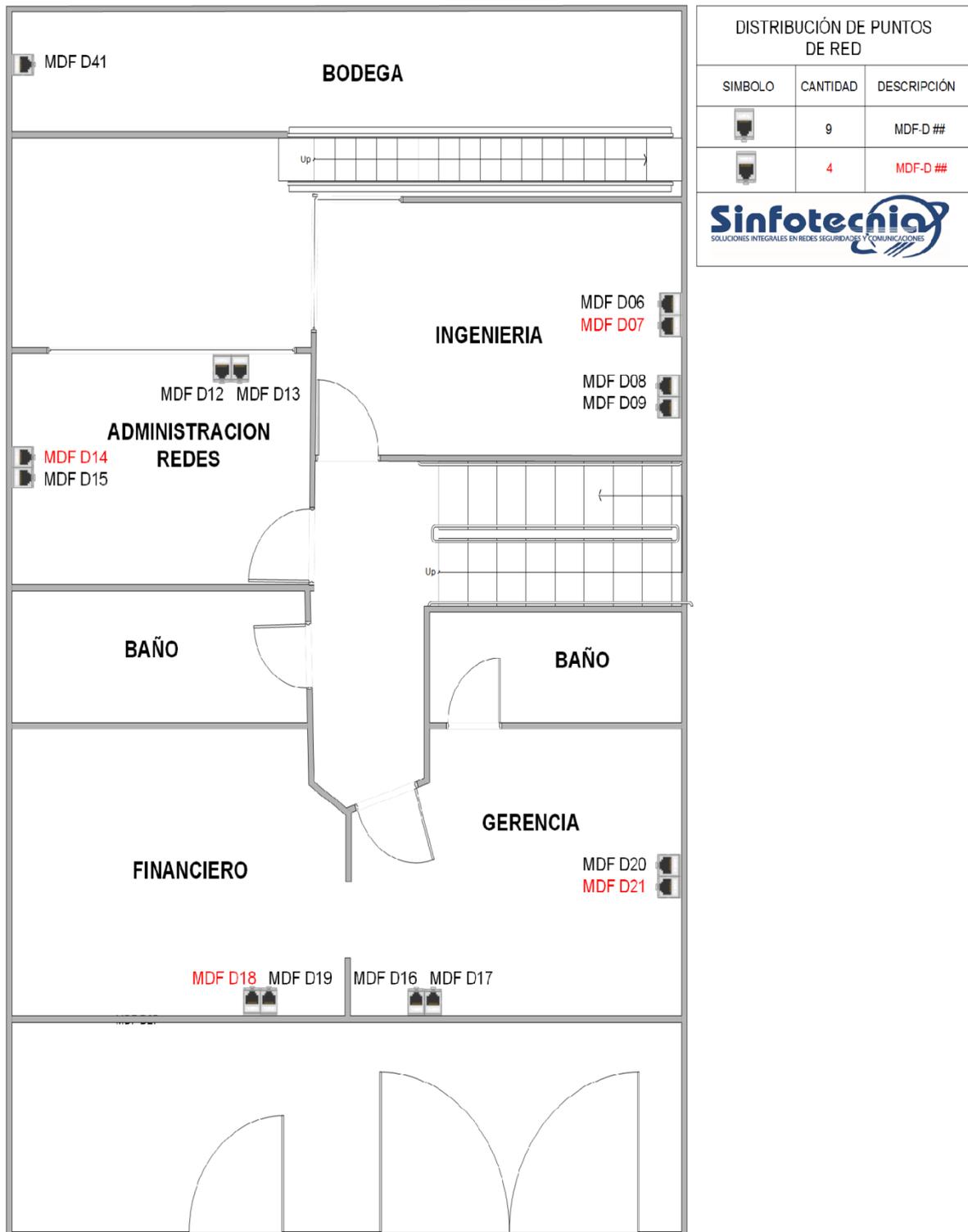
**DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE DATOS DEL SISTEMA DE  
CABLEADO ESTRUCTURADO DE LA EMPRESA SINFOTECNIA  
PLANTA BAJA**



*Figura 47 Planta Baja de la empresa Sinfotecnia*

Fuente: Tomada desde el Anexo A

**DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE DATOS DEL SISTEMA DE  
CABLEADO ESTRUCTURADO DE LA EMPRESA SINFOTECNIA  
PLANTA ALTA**



*Figura 48 Planta Alta de la empresa Sinfotecnia*

Fuente: Tomada desde el Anexo A

#### 4.7. SERVICIOS IMPLEMENTADOS EN SISTEMA DE ToIP

La plataforma de telefonía IP Asterisk, tiene una variedad de servicios que pueden ser implementados en los servidores de telefonía. Estas aplicaciones se instalan y se configuran en base a las funciones y servicios que ofrecerá el sistema de ToIP a sus usuarios.

En la empresa Sinfotecnia después de haber realizado una reunión con la gerencia se llegó a puntualizar que los servicios a ser implementados en el sistema de ToIP serán los siguientes:

- **Llamadas Telefónicas:** Estas incluyen llamadas internas entre los diferentes departamentos de cada una de las dependencias, además de las llamadas entre las diferentes dependencias.
- **Trasferencia de Llamadas:** Este servicio permite redireccionar una llamada desde una extensión que la está atendiendo a cualquier otra extensión.
- **Llamada en Espera:** Este servicio permite a los usuarios que se encuentra atendiendo una llamada puedan interrumpir temporalmente la conversación, para contestar otra llamada y después de un periodo de tiempo puedan regresar a atender la primera llamada telefónica.
- **Música en espera:** Este servicio permite reproducir música cuando el usuario queda en espera durante una llamada telefónica.
- **Captura de Llamadas:** Este servicio permite a los usuarios atender una llamada desde cualquier otra extensión que forme parte de un grupo específico.
- **Conferencias:** Este servicio permitirá crear conversaciones entre un grupo de usuarios, como si todos estuvieran en un mismo lugar.
- **IVR:** Este servicio que permitirá la interacción de forma automática en tiempo real con el otro extremo de la comunicación a través de la reproducción de un mensaje de voz que guíe a la ejecución de una determinada operación o servicio específico.

#### 4.8. CALIDAD DE SERVICIO PARA LA ToIP

Según Cabrera Sanmartín, (2012) menciona que: *“La QoS (calidad de servicio) es la capacidad que tiene una red para sostener un comportamiento adecuado del tráfico que transita por ella, proporcionando diversos niveles de servicio a los distintos tipos de*

*tráfico*” (p.7). La implementación de calidad de servicio en las redes permite mejorar eficiente los recursos de la red para lograr alcanzar un rendimiento más predecible y un ancho de banda más eficiente.

El uso de la QoS garantiza la correcta entrega de información gracias a que utiliza una serie de métodos que permiten administrar, controlar y evadir la congestión del tráfico que cursa por la red a través de un tratamiento preferencial de ciertas aplicaciones que trabajan en tiempo real.

La QoS (calidad de servicio) se enfocan principalmente en:

- La administración de la congestión del tráfico en la red.
- La clasificación del tráfico en la red.
- El modelamiento del tráfico en la red.
- La asignación de prioridades del tráfico en la red.

#### **4.8.1. Alternativas para la implementación de QoS (CALIDAD DE SERVICIO)**

Las alternativas para la implementación de QoS en los sistemas de VoIP son básicas y se basan principalmente en la creación de colas de prioridades asociadas al DSCP (Punto de Código de Servicios Diferenciados) o al TOS (Tipo de Servicio) de las cabeceras IP.

##### *4.8.1.1. Clasificación del Tráfico*

La clasificación del tráfico se utiliza para la separación de los paquetes de datos según las características que estos tengan. La clasificación se la realiza a través de la modificación de varios patrones en el campo ToS del encabezado IP. Esta clasificación puede ser también realizada con información de protocolos de nivel superior y en otros descriptores de tráfico. (Moreira, 2016) La clasificación del tráfico puede ser realizada en:

- *Interfaz de ingreso*
- *Valor CoS en la trama 802.1p*
- *Valor DSCP de la cabecera del paquete IP*
- *Valor MPLS EXP de la cabecera MPLS*

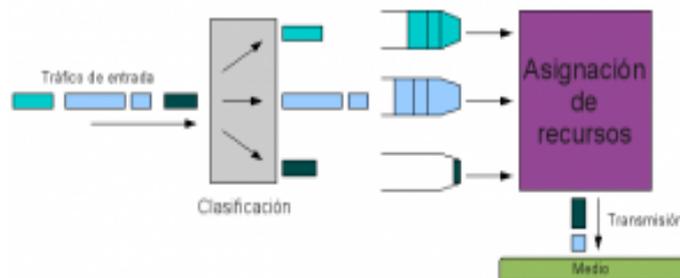
#### 4.8.1.2. Administración de la Congestión

*La congestión del tráfico puede ser manejada mediante la aplicación de estrategias de encolamiento donde el ancho de banda requerido por varias aplicaciones excede el ancho de banda total que puede proporcionar la red. De esta forma se puede tener un control de tráfico entrante en la red estableciendo prioridades a ciertos flujos de información sobre otros. (Cabrera Sanmartín, 2012)*

Según Cabrera, (2012) se menciona que se pueden utilizar los siguientes métodos para evitar la congestión del tráfico:

- **FIFO:** *Es el método más simple de encolamiento debido a que sale primero el paquete que llegó en primer lugar.*
- **Cola de Prioridad (PQ):** *Es un método sencillo que ofrece tratamiento preferencial a los paquetes identificados.*
- **Cola Personalizada (CQ):** *Es un método que permite priorizar el tráfico mediante la especificación del número de paquetes o bytes que deben ser asignados a cada cola.*
- **Weighted Fair Queuing (WFQ):** *Este método de encolamiento asigna un peso determinado a cada flujo de forma que se genera un orden de tránsito en la cola de paquetes.*
- **Modified Deficit Round Robin (MDRR):** *El método atiende a las colas una tras otra y cuando una cola libera una cierta cantidad fija de datos se desencola y atiende a la siguiente cola.*
- **Encolamiento de baja latencia (LLQ):** *Este método permite asignar prioridades personalizadas en base a las clases de tráfico asignando mayor prioridad a las aplicaciones sensibles al retardo.*
- **Class-Based WFQ:** *Este método permite al usuario crear clases para tener mayor control sobre las colas de tráfico mediante la asignación de ancho de banda.*

Teniendo en cuenta los métodos antes mencionados para garantizar la QoS en la VoIP, la alternativa más recomendada es aplicar QoS a nivel de interfaz. En figura 49 se observa el funcionamiento de esta técnica de QoS.



**Figura 49** Calidad de servicio QoS para VoIP a nivel de interfaz

Fuente: <http://elastixtech.com/wp-content/uploads/2012/09/QoS-VoIP-2.png?x86060>

Como primer punto se tienen que clasificar el tráfico que ingresa al dispositivo por cualquier interfaz que es asignada para la QoS, esta puede realizarse de diferentes formas como al equipo de destino, tamaño de paquetes o por aplicaciones. La clasificación busca negociar diferentes tipos de parámetros que se encuentran en un paquete.

Luego que se realiza la clasificación se asigna recursos a la interfaz priorizando el tráfico que cursa por la red, las prioridades se crean a través de la utilización de los mapas de clase y los mapas de política.

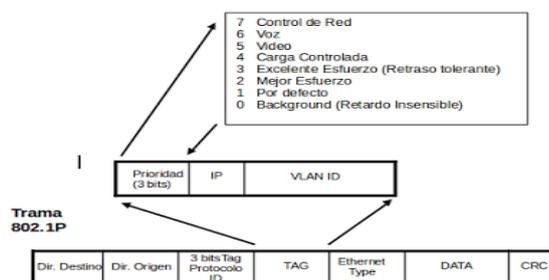
- Un mapa de clase es un método para nombrar y separar un flujo de tráfico específico este puede utilizar ACL, DSCP o valores de presidencia de IP.
- Un mapa de políticas especifica en qué clase de tráfico actuará estos pueden ser los valores de CoS (clase de servicio), DSCP o precedencia IP de la clase de tráfico. Antes de que un mapa de política sea efectivo este debe ser asociado a una interfaz específica.

Por ejemplo para aplicar QoS a nivel de capa enlace de datos se tiene que utilizar los estándares IEEE 801.2p<sup>40</sup> y 801.2q<sup>41</sup> gracias a que dentro de la trama Ethernet tienen el campo TAG que es utilizado para proporcionar la identificación de VLAN y priorizar el

<sup>40</sup> IEEE 801.2p: Protocolo para asignar prioridades de tráfico en capa enlace de datos

<sup>41</sup> IEEE 801.2q: Protocolo para la identificación de Vlan.

tráfico mediante clase de servicio (CoS). En la figura 50 se indican los valores que son asignados para la clasificación del tráfico en la trama Ethernet.



**Figura 50 Formato de la trama 802.1P**

Fuente: <http://goo.gl/tK8qCN>

Donde los tres bits del campo prioridad son utilizados para clasificación del tráfico siendo el valor de 7 el más significativo. Para el sistema de ToIP que será implementado en la empresa Sinfotecnia se recomienda asignar el valor más alto para el control de la red el siguiente valor para el control de la voz, el subsiguiente para control de video y el último para el control de datos.

Además la plataforma de ToIP Asterisk también establece una serie de parámetros para aplicar QoS a través de la clasificación de servicios. En la tabla 38 se muestran los valores que son recomendados por Asterisk para aplicar QoS a los sistemas de ToIP.

**Tabla 38**

**Prioridades para la clasificación de servicios en Asterisk**

SERVICIOS	ToS	CoS
Audio	Ef	5
Señalización	Cs3	3
Texto	Af41	3
Video	Af41	4
Otros	Ef	-

Fuente: <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/IP+Quality+of+Service>

Se utilizarán los parámetros que recomienda Asterisk para aplicar QoS al sistema de ToIP que será implementado en la empresa Sinfotecnia, los parámetros se configuraran en los servidores de ToIP de cada una de las dependencias.

A través de la utilización de estas alternativas se podrá garantizar QoS en el sistema de ToIP.

#### **4.9. HARDWARE Y SOFTWARE PARA EL SISTEMA DE ToIP**

El hardware y software que se utilizará para la implementación del sistema de ToIP basado en Asterisk sobre el protocolo IPv6 se deben ajustar a los siguientes parámetros fundamentales que son:

- Soporte para la comunicación SIP.
- Soporte para la uso del protocolo IPv6.
- Soporte para el códec GSM

##### **4.9.1. Hardware**

###### *4.9.1.1. Servidor de Telefonía IP*

De acuerdo al dimensionamiento que fue realizado en el apartado 4.3.5 en el que se determinó el hardware que utilizará el servidor para la implementación del sistema de ToIP corresponde a que este debe tener como mínimo las siguientes requerimientos un procesador de 3 GHz x86 y 1 GB en memoria RAM. Para la instalación del sistema operativo CentOS, así como la plataforma del servicio de telefonía IP Asterisk será instalada sobre equipos de cómputo que tienen las siguientes características:

- Procesador Intel Dual Core de 2.4 GHz.
- Memoria RAM de 2 Mbytes.
- Disco Duro de 256 Gbytes.
- Tarjeta de Red de 10/100 Mbps.

En la figura 51 se observa el equipo de cómputo donde será instalado el sistema operativo CentOS y la plataforma de telefonía Asterisk.



**Figura 51** Equipo de cómputo utilizado para el sistema de ToIP.

Fuente: Elaborado por el Autor

#### 4.9.1.2. Tarjetas de Telefonía

En la actualidad hay una variedad de fabricantes de tarjetas de telefonía IP, que son muy reconocidos en el mercado tecnológico como es la empresa Digium quienes se dedican exclusivamente a la fabricación de hardware para telefonía. En la tabla 39 se indican las diferentes características que tienen varias tarjetas de telefonía análogas que se encuentran disponibles en el mercado.

**Tabla 39**

#### Características de las tarjetas de telefonía IP

CARACTERISTICAS	OPENVOX A400P	DIGIUM TDM400P	SANGOMA A20002D
Número de Puertos	4 FXO/FXS	4 FXO/FXS	4 FXO/FXS
Arquitectura del Bus	32 bits PCI 2.2 - PCI-E	32 bits PCI 2.2 - PCE-E	32 bits PCI 2.2 - PCI-E
Sistema Operativos	Todas las distribuciones de Linux	Todas las distribuciones de Linux Trixbox, Elastix,	Windows 2003, XP, 7, Server 2008 y Linux
Plataformas de Soporte PBX	Asterisk , Elastix, Frees WITCH, Trixbox, Yate	FreePBX, Asterisk, Asterisk NOW, Open Source PBX	FreePBX, PBXact UC, Asterisk, FreeSWITCH
Módulos Reemplazables y Escalables	SI	SI	SI
Requerimientos Mínimos de Hardware	800 MHZ Pentium III, 128 MB en RAM	500 MHZ Pentium III, 64 MB en RAM	500 MHZ Pentium III, 64 MB en RAM
Dahdi	2.4.0	2.2.0	2.2.0
Solución	SOHO	SOHO	SOHO

Precio	\$ 250,00	\$ 275,55	\$ 387,25
--------	-----------	-----------	-----------

Fuente: Elaborado por el autor

La elección de la tarjeta de telefonía se realizó en base a sus características técnicas, soporte, calidad y precio. De acuerdo este análisis de la tabla 39 se llegó a determinar que la tarjeta que se utilizará para la implementación del sistema de ToIP será la tarjeta OpenVoz A400P.

### **Tarjeta OpenVox A400P**

Las tarjetas analógicas OpenVox ofrecen una gran calidad de voz en los sistemas de telefonía gracias a que cuenta con puertos libres para la conexión de módulos FXS o FXO y así integrar líneas telefónicas análogas de la PSTN o teléfonos IP que trabajen con plataformas de Software Libre como Asterisk, Elastix<sup>42</sup>, Trixbox<sup>43</sup>, etc. La tarjeta A400P contiene 4 puertos en los que se pueden insertar módulos FXS o FXO, los que pueden ser intercambiables entre sí, o crear combinaciones entre los diferentes módulos. (OpenVox Communication Co.Ltd) En la figura 52 se muestra la tarjeta OpenVox A400P que se utilizará en la implementación.



**Figura 52 Tarjeta OpenVox A400P**

Fuente: Hoja de Datos de la tarjeta OpenVox A400P

---

<sup>42</sup> Elastix: Es un software de servidor de comunicaciones unificadas que reúne PBX IP, correo electrónico, mensajería instantánea, fax y funciones colaborativas.

<sup>43</sup> Trixbox: es una distribución del sistema operativo GNU/Linux, basada en CentOS, que tiene la particularidad de ser una central telefónica (PBX) por software basada en la PBX de código abierto Asterisk.

### 4.9.1.3. Teléfonos IP

Actualmente existe una variedad de marcas de teléfonos IP que se encuentran disponibles en el mercado. Para la elección de los teléfonos IP que formaran parte del sistema de telefonía IP, fueron consultadas varias marcas que cumplen con los requerimientos que fueron expuestos en el apartado 4.9.

En la tabla 40 se muestran las características técnicas más relevantes para la adquisición de los teléfonos IP.

**Tabla 40**

#### **Características de los teléfonos IP**

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>YEALINK SIP-T21P</b>	<b>GRANDSTREAM Gxp 1760</b>
Número de Puertos Ethernet	2 Puertos 10/100 Mbps	2 Puertos 10/100/1000 Mbps
Soporte PoE	SI	SI
Configuración Web	SI	SI
Líneas SIP	2 SIP	4 SIP
Pantalla LCD	132x64 pixel	200x80 pixel
Audio HD	SI	SI
Códecs	G.729, G.711, G.726, G.722, G.723, iLBC, OPUS, DTMF,GSM	G.729, G.711, G.726, G.722, G.723, iLBC, OPUS, DTMF,GSM
IPv6	SI	SI
Soporte QoS	SI	SI
Precio	\$ 81 sin IVA	\$ 100,50 sin IVA

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo al análisis realizado en la tabla 40 se llegó a determinar que el teléfono IP que se utilizará para la implementación del sistema de ToIP será el Yealink T21P debido a la calidad, características técnicas y precio.

#### **Teléfono Yealink T21P**

Los teléfonos Yealink SIP-T21P son teléfonos IP de media gama que posee características intuitivas de interfaz de usuario y funcionalidades mejoradas que hace que el usuario interactúe y maximice la productividad en las comunicaciones. Estos teléfonos cuentan con la tecnología HD que permite tener buenas comunicaciones de voz en tiempo real, además de gestiona las aplicaciones de comunicaciones de terceros.

Esta es una solución rentable que optimiza los procesos de negocios y brinda una excelente experiencia de comunicaciones para pequeñas y grandes oficinas. (Yealink) En la figura 53 se observa el Teléfono Yealink TP-T21P que se utilizará en la implementación.



**Figura 53 Teléfono Yealink TP T21P**

Fuente: Hoja de Datos del Teléfono IP SIP T21P

#### *4.9.1.4. Router Cisco RV 120 W*

En la implementación del sistema de telefonía, se utilizará el Router Cisco RV 120W para el enrutamiento de los paquetes de datos de una red a otra. Este es un dispositivo que combina conectividad cableada e inalámbrica para oficinas pequeñas, cuenta con una interfaz de administración intuitiva basada en navegadores Web y con compatibilidad del protocolo Cisco FindIT Network Discovery Utility. Además tiene funciones de tipo empresarial de alto rendimiento gracias a que permite la creación de redes virtuales alto nivel. (Cisco Systems, 2010) En la figura 44 se muestra el Router Cisco RV 120W.



**Figura 54 Router Cisco RV 120W**

Fuente: Hoja de Datos del Firewall VPN Cisco RV120 W Wireless-N

**Características:**

- Conmutador de 4 puertos FastEthernet
- Configuración basada en Web que simplifica el proceso de instalación
- Soporta cuatro conexiones 10/100 por cable y conexiones inalámbricas 802.11g.
- Soporta segmentación de la red para aumentar la seguridad y la gestión
- Punto de acceso basado en los estándares IEEE 802.11n compatible con 802.11b / g
- Soporta 10 túneles QuickVPN para clientes de acceso remoto
- Transferencia VPN PPTP, L2TP, IPSec
- Firewall - listas de control de acceso (ACL) IP, control de acceso basado en MAC, Firewall SPI, la activación y el reenvío de puertos, filtro de contenido,
- Servidor DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
- Dimensiones 150 x 150 x 34 mm

**4.9.2. Software***4.9.2.1. Softphone*

El Softphone es una aplicación multimedia que emula todas las funciones de un teléfono real desde una PC. Esta aplicación permite realizar llamadas telefónicas llamadas hacia teléfonos convencionales a través de Internet, y también realizar llamadas de PC a PC de forma gratuita. En la actualidad hay un gran número de Softphones que no requieren de ningún tipo de licenciamiento para su funcionamiento y son muy utilizados para la transmisión de VoIP, además su elección dependerá de los requerimientos del sistema de VoIP o ToIP que será implementado. En la tabla 41 se muestran las principales características de varios Softphones.

**Tabla 41****Características de Softphones**

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>PHONERLITE</b>	<b>LINPHONE</b>
Tecnología	SIP	SIP
Códecs de Audio	Speex, G711 GSM, G722.G726 AMR, iLBC, Opus	Speex, G711 GSM, G722. AMR, iLBC
Soporte de Mensajería Instantánea	SI	SI
Configuración Web	SI	SI
Licencia	Gratuita	Gratuita
Soporte QoS	SI	NO
IPv6	SI	SI
Soporte Multiplataforma	SI	SI
Soporte Multilenguaje	SI	SI

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo al análisis realizado en la tabla 41 se llegó a determinar que el Softphone que se utilizará para la implementación del sistema de ToIP será el PhonerLite debido a las características técnicas que presenta, a la cantidad de códecs que tiene y al soporte que ofrece para la QoS.

**PhonerLite**

El PhonerLite es una aplicación de software libre que fue diseñada para convertir un ordenador en una plataforma de telefonía IP, esta aplicación tiene una interfaz fácil de usar gracias a que permite navegar fácilmente a través de su configuración y características con el fin de realizar llamadas telefónicas IP. La ventaja del Softphone PhonerLite es que puede trabajar en segundo plano sin consumir recursos del sistema. En la figura 55 se observa el Softphone PhonerLite.



***Figura 55 Softphone Yealink PhonerLite***

Fuente: Tomada de un equipo terminal de la PC soporte técnico. Elaborado por el Autor

## CAPÍTULO V

### 5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP

Este capítulo contiene la implementación y configuración del sistema operativo CentOS y cada uno de los paquetes de la plataforma de telefonía IP Asterisk, además de los elementos que formaran parte del sistema de ToIP como son los servidores Asterisk, Hardphones y Softphones. Luego se efectúan las pruebas de funcionamiento del sistema de telefonía IP, donde se realizan la captura de paquetes IP y se observan los resultados alcanzados. Finalmente se realizará las conclusiones y recomendaciones.

#### 5.1. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE CENTOS

##### 5.1.1. Instalación de sistema operativo centos

Para la instalación del software Asterisk se requiere principalmente de un sistema operativo que administre, controle y gestione los procesos básicos del servidor. Los servidores utilizarán la distribución de software libre CentOS 6.8 como sistema operativo la misma que se encuentra disponible en la página oficial <https://www.centos.org>. En la figura 56 se observa la instalación del sistema operativo CentOS 6.8.



*Figura 56 Instalación del sistema operativo CentOS 6.8*

Fuente: Tomado del equipo de cómputo. Elaborado por el Autor

## 5.1.2. Configuración de ipv6 en el servidor

### 5.1.2.1. Soporte de IPv6 para el servidor de telefonía de la matriz

- **vi /etc/sysconfig/network**

NETWORKING=yes

HOSTNAME=SVRTELEFONIAI

NETWORKING\_IPV6=yes

- **vi /etc/sysconfig/network-script/ifcfg-eth0**

DEVICE=eth0

HWADDR=08:00:27:15:FA:8A

TYPE=Ethernet

UUID=fadd3daa-73f7-470d-a8da-ea4b22250cb5

ONBOOT=yes

NM\_CONTROLLED=no

BOOTPROTO=static

IPV6INIT=yes

IPV6ADDR=2002:c9b7:f21c:2::5/64

IPV6\_DEFAULT=2002:c9b7:f21c:2::1

### 5.1.2.2. Soporte de IPv6 para el servidor de telefonía de la sucursal

- **vi /etc/sysconfig/network**

NETWORKING=yes

HOSTNAME=SVRTELEFONIAA

NETWORKING\_IPV6=yes

- **vi /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0**

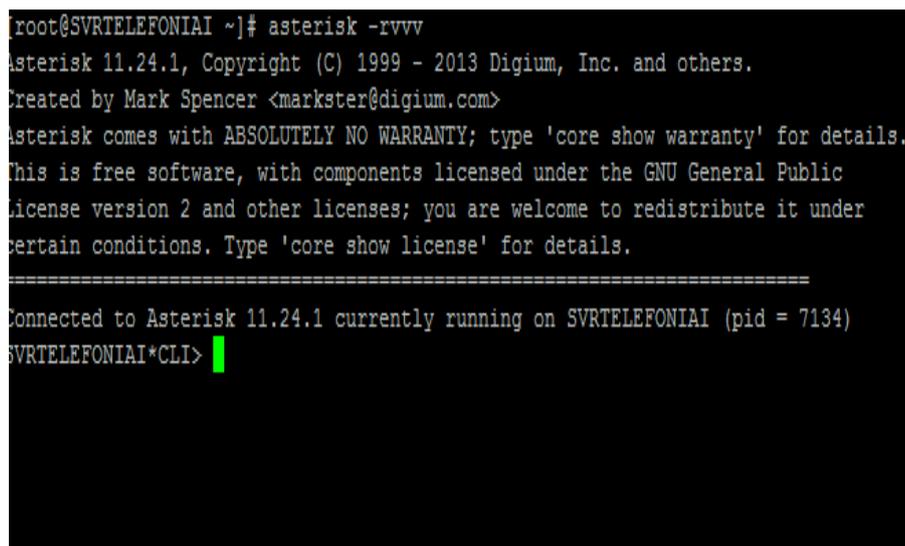
DEVICE=eth0

```
HWADDR=00:19:D1:7D:21:A7  
TYPE=Ethernet  
UUID=8aa82e6b-201f-4d30-9451-48ac28d1d39f  
ONBOOT=yes  
NM_CONTROLLED=no  
BOOTPROTO=static  
IPV6INIT=yes  
IPV6ADDR=2002:8ab9:884a:2::5/64  
IPv6_DEFAULT=2002:8ab9:884a:2::1
```

## 5.2. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE ASTERISK

Antes de realizar la instalación de la plataforma de telefonía Asterisk se debe verificar si los servidores cuentan con todas las librerías y dependencias básicas que permitan realizar la correcta compilación e instalación de la plataforma de telefonía Asterisk. La instalación de las librerías se realiza mediante la ejecución del siguiente comando como se muestra en la figura 57.

```
root@SVRTELEFONIAI ~]# asterisk -rvvv  
Asterisk 11.24.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.  
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>  
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.  
This is free software, with components licensed under the GNU General Public  
license version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under  
certain conditions. Type 'core show license' for details.  
=====
```



```
Connected to Asterisk 11.24.1 currently running on SVRTELEFONIAI (pid = 7134)  
SVRTELEFONIAI*CLI>
```

*Figura 57 Instalacion de librerias y depemdecnias para soporte de Asterisk*

Fuente: Tomada del servidor de telefonía IP. Elaborado por el Autor

### 5.2.1. Instalación de Asterisk

La instalación de plataforma Asterisk, que se utilizó en la implementación del sistema de ToIP en la empresa Sinfotecnia se compone de tres paquetes fundamentales que son:

- **Asterisk:** Es la aplicación fundamental en la que se encuentran todas las herramientas, aplicaciones, funciones y recursos que se pueden usar para la configuración de los servicios. La versión del software Asterisk que se utilizará en el desarrollo del sistema de telefonía será la 11.24.1, que en la actualidad se encuentra disponible en la página web oficial de los desarrolladores del software <http://www.asterisk.org>.
- **Dahdi:** Es un paquete que tiene varios controladores de tarjetas de telefonía que permiten la comunicación de Asterisk y la PSTN. El paquete dahdi-linux que tiene los controladores del kernel de Linux y dahdi-tools que tiene todos los comandos y las utilidades para trabajar junto a dahdi-linux. En la implementación se utilizó la versión del paquete Dahdi 2.4.0.
- **Libpri:** Es un paquete que tiene librerías que permite la comunicación con los protocolos RDSI, Q.921 y Q931 que son usados para trabajar con tarjetas de telefonía que utilizan las líneas RSDI.

El proceso de descarga, compilación e instalación de cada uno de los paquetes mencionados fue realizado desde el directorio `/etc/usr/src/`, debido a que en este directorio se encuentran todos los programas instalados en el servidor. Toda la instalación de la plataforma Asterisk se muestra en el Anexo G.

Con la instalación la plataforma de telefonía IP Asterisk en el sistema operativo CentOS, se crean varios directorios y archivos que ayudan a la configuración de diversos servicios y aplicaciones. A continuación se muestra varios de los directorios que utiliza Asterisk, en sus configuraciones.

- **/etc/asterisk:** En este directorio se encuentran todos los archivos que permiten la configuración de servicios que Asterisk provee.
- **/var/log/asterisk:** En este directorio se encuentran los registros de las operaciones de Asterisk.

- **/var/lib/asterisk:** En este directorio se encuentran los archivos de audio, llaves RSA, scripts de interfaces AGI, base de datos astdb, etc.
- **/var/spool/asterisk:** En este directorio se encuentran los archivos que almacenan los mensajes grabados en el buzón de voz, las conferencias grabadas, etc.

En la figura 58 se muestra la consola de administración de la plataforma de telefonía Asterisk.

```

root@SVRTELEFONIAI ~]# asterisk -rvvv
Asterisk 11.24.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
license version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.24.1 currently running on SVRTELEFONIAI (pid = 7134)
SVRTELEFONIAI*CLI> █

```

*Figura 58 Inicio del servidor de telefonía desde CLI de Asterisk*

Fuente: Tomada del servidor de telefonía IP. Elaborado por el Autor

### 5.2.2. Configuración de asterisk

La configuración de la plataforma de telefonía IP Asterisk, se fue realizada mediante la modificación de varios archivos como:

- **manager.conf:** Este archivo permite realizar la configuración del servicio de la AMI (Interface Manager Asterisk) para la conexión a un socket TCP y manejar la PBX.
- **features.conf:** Este archivo permite la habilitación y configuración de los servicios de transferencia, parqueo, captura de llamadas telefónicas en la PBX.
- **iax.conf:** Este archivo permite la configuración del canal IAX (chan\_iax), para la interacción entre Asterisk y dispositivos IAX, o para la comunicación entre servidores Asterisk.
- **sip.conf:** Este archivo permite realizar la configuración de la comunicación dispositivos SIP con Asterisk.

- **extensions.conf:** Este archivo permite realizar la configuración del dialplan o plan de marcado que utilizaran los servidores de telefonía para el establecimiento de comunicación y sesiones multimedia con otros dispositivos.
- **meetme.conf:** Este archivo permite configurar el servicio de sala de conferencias.
- **chan\_dahdi.conf:** Este archivo permite realizar la configuración para la comunicación entre Asterisk y la PSTN.

#### 5.2.2.1. Configuración de IPv6 en Asterisk

Para la configuración de IPv6 en Asterisk, se debe ingresar al directorio `/etc/asterisk/` y modificar los siguientes archivos **sip.conf** y **manager.conf**.

- **SIP.CONF:** Una vez que se ingresa al archivo se realiza la siguiente configuración.

```
[root@SVRTELEFONIAI ~]# vim /etc/asterisk/sip.conf
[general]
context=teléfonos      ;Contexto que utilizaran los Hardphones o teléfonos IP.
udpbindaddr=[::]:5060 ;Configuración para soporte IPv6 en Asterisk
transport=udp          ;protocolo para la comunicación telefónica.
tcpenable=yes
srvlookup=yes
disallow=all
allow=gsm               ;Configuración del códec GSM para la comunicación
                        ;telefónica
```

- **MANAGER.CONF:** Una vez que se ingresa al archivo se realiza la siguiente configuración.

```
[root@SVRTELEFONIAI ~]# vim /etc/asterisk/manager.conf
[general]
enable = no
webenable = yes
port = 5038
bindaddr = ::           ;Configuración para el soporte IPv6 en Asterisk.
```

### 5.3. CONFIGURACIÓN DE TRONCALES

La configuración de las troncales permite al servidor comunicarse con la PSTN y así poder hacer y recibir llamadas telefónicas desde cualquier extensión registrada en el servidor de telefonía IP. Para tener conexión hacia la PSTN se utilizará la tarjeta OpenVox A400P.

#### 5.3.1. Instalación de la tarjeta Openvox A400P

La tarjeta OpenVox A400P es la interfaz de telefonía que permite hacer y recibir llamadas desde y hacia la PSTN, esta se conecta a un bus de comunicación PCI<sup>44</sup> de 32 bits que tiene la Mainboard (tarjeta madre) de los servidores. Esta tarjeta se compone básicamente de dos módulos FXO-100 que se utilizan para la conexión de las líneas telefónicas análogas de la PSTN.

Para la configuración de las troncales se necesita tener habilitado el módulo que usará el canal Dahdi para la comunicación entre el sistema de telefonía IP y la PSTN. La elección del módulo se la realiza ingresado al directorio `/etc/dahdi/modules`, una vez dentro se modifica el archivo `modules`, donde se activa solo el módulo `wctdm` que es el correspondiente a la tarjeta OpenVox A400P y el que se usará para la implementación del sistema de ToIP. En la figura 59 se observa la activación del módulo `wctdm` de la tarjeta OpenVox A400P.

```
[root@SVRTELEFONIAI ~]# service dahdi restart
Unloading DAHDI hardware modules: done
Loading DAHDI hardware modules:
  wctdm:                                [ OK ]
Running dahdi_cfg:                      [ OK ]
[root@SVRTELEFONIAI ~]#
```

*Figura 59 Activación el módulo wctdm de la tarjeta OpenVox A400P*

Fuente: Tomada desde el servidor de telefonía IP. Elaborado por el Autor

---

<sup>44</sup> PCI: Bus estándar de computadoras para conectar dispositivos periféricos directamente a la placa base.

### 5.3.2. Configuración del canal Dahdi

La configuración del canal Dahdi se la realizó mediante la modificación de los siguientes archivos.

- /etc/dahdi/system.conf
- /etc/asterisk/dahdi-channels.conf

#### 5.3.2.1. Configuración del módulo FXO

La configuración de los módulos FXO permiten comunicar las líneas análogas de la PSTN con la plataforma Asterisk. Su configuración se la realiza desde el directorio **/etc/dahdi/** a través de la modificación del archivo **system.conf**, en este archivo se configura el tipo de señalización que usarán los canales, el cancelador de eco y la zona horaria que se usará en la implementación.

```
[root@SVRTELEFONIAI ~] # vim /etc/dahdi/system.conf

# Autogenerated by /usr/sbin/dahdi_genconf on Tue Dec 13 04:25:13 2016
# If you edit this file and execute /usr/sbin/dahdi_genconf again,
# your manual changes will be LOST.
# Dahdi Configuration File
#
# This file is parsed by the Dahdi Configurator, dahdi_cfg
#
# Span 1: WCTDM/4 "Wildcard TDM400P REV E/F Board 5" (MASTER)
fxsks=1                ;Señalización utilizada por los canales FXO
echocanceller=oslec,1 ;Cancelador de eco utilizado
fxsks=2
echocanceller=oslec,2

# channel 3, WCTDM/4/2, no module.
# channel 4, WCTDM/4/3, no module.
# Global data
loadzone = us          ;Configuración de zona horaria
defaultzone = us
```

### 5.3.2.2. Configuración de rutas entrantes y salientes hacia la PSTN

La configuración de las rutas de entrada y de salida se la realiza a través del directorio `/etc/asterisk/` mediante la modificación del archivo **dahdi-channels.conf**. En este archivo se configuran los canales o grupo de canales que se utilizarán las troncales además del contexto que se usarán las extensiones para hacer y recibir llamadas desde y hacia la PSTN.

```
[root@SVRTELEFONIAI ~] # vim /etc/asterisk/dahdi-channels.conf,

; Autogenerated by /usr/sbin/dahdi_genconf on Tue Dec 13 04:25:13 2016
; If you edit this file and execute /usr/sbin/dahdi_genconf again,
; your manual changes will be LOST.
; Dahdi Channels Configurations (chan_dahdi.conf)
;
; This is not intended to be a complete chan_dahdi.conf. Rather, it is intended
; to be #include-d by /etc/chan_dahdi.conf that will include the global settings
;
; Span 1: WCTDM/4 "Wildcard TDM400P REV E/F Board 5" (MASTER)
;;; line="1 WCTDM/4/0 FXSKS (In use) (SWEC: OSLEC)"
signalling=fxs_ks    ;Señalización utilizada por los canales Dahdi
callerid=asreceived
group=1
context=from-pstn   ;Contexto para las llamadas telefónicas desde la PSTN
channel => 1        ;Canal usado para las comunicaciones con la PSTN
context=default

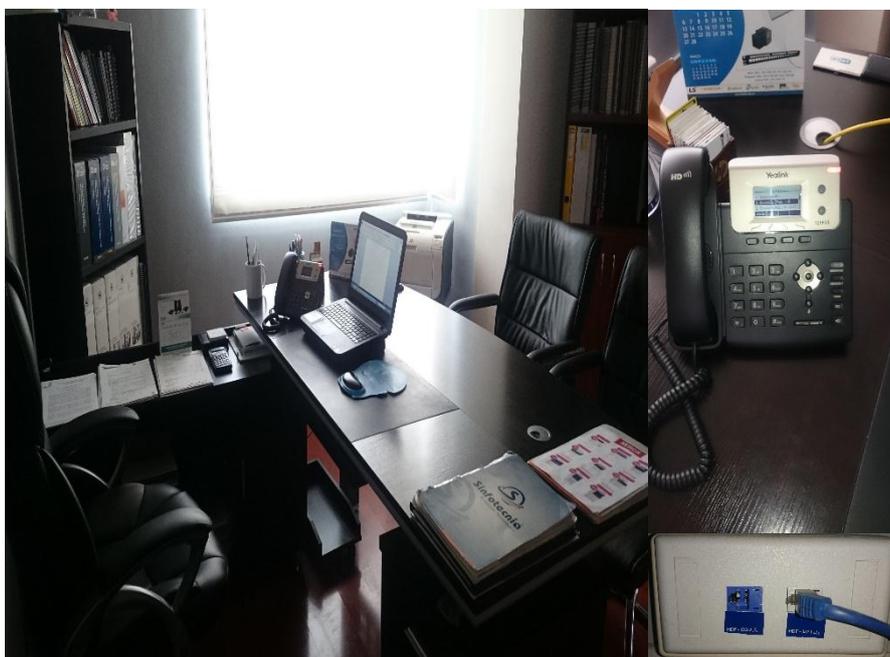
;;; line="2 WCTDM/4/1 FXSKS (In use) (SWEC: OSLEC)"
signalling=fxs_ks
callerid=asreceived
group=1
context=from-pstn
channel => 2
context=default
```

## 5.4. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE TERMINALES IP

En este presente proyecto se utilizaran teléfonos IP de la marca YealinkT21P-E2 debido las características que tiene, al costo y a las facilidades que presentan para su configuración y utilización.

### 5.4.1. Instalación de teléfono IP Yealink T21P-E2

Los teléfonos IP serán ubicados en cada uno de los departamentos de la empresa de acuerdo a la distribución de los puntos de red que fue realizada en el diseño del sistema de ToIP en el apartado 4.6.1. En la figura 60 se observa el teléfono IP que fue instalado en el departamento de gerencia.

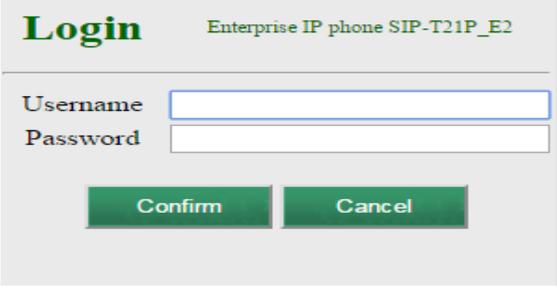


*Figura 60 Instalación del teléfono IP en la gerencia.*

Fuente: Elaborado por el Autor

### 5.4.2. Configuración del teléfono Yealink T21P-E2

La configuración inicia con el ingreso de la dirección IP que viene en el teléfono por defecto en un navegador web, en este se observa la imagen de inicio de sesión que tiene el teléfono; y que para acceder a realizar las configuraciones se tiene que ingresar el usuario y la contraseña que viene en el teléfono por defecto como se indica en la figura 61.



The image shows a web-based login form for an Enterprise IP phone. The form is titled "Login" and specifies the device as "Enterprise IP phone SIP-T21P\_E2". It features two text input fields: one for "Username" and one for "Password". Below these fields are two buttons: a green "Confirm" button and a grey "Cancel" button.

**Figura 61 Configuración de usuario y contraseña del teléfono IP**

Fuente: Tomado de la interfaz web del teléfono IP. Elaborado por el Autor

Para el registro de un teléfono IP YealinkT21P\_E2 en un servidor de telefonía Asterisk se requiere de algunas configuraciones básicas como por ejemplo la forma en la que se asignaran las direcciones IP que puede ser de forma estática o mediante el servicio de DHCP, el tipo de cuenta SIP o extensión que utilizará para su registro, códec de utilizará, etc.

#### *5.4.2.1. Registro del Teléfono Yealink T21P\_E2*

Una vez que se accede a la interfaz web del teléfono IP se ingresa a la opción cuenta como se indica en la figura 62 y se realiza la configuración de los siguientes parámetros como:

- Línea Activa: Habilitar la cuenta
- Nombre de registro: Extensión de usuario
- Nombre de usuario: Extensión de usuario
- Contraseña: La contraseña de la extensión
- Servidor SIP: Dirección IP del servidor Asterisk
- Servidor de salida Proxy: La IP del servidor Asterisk

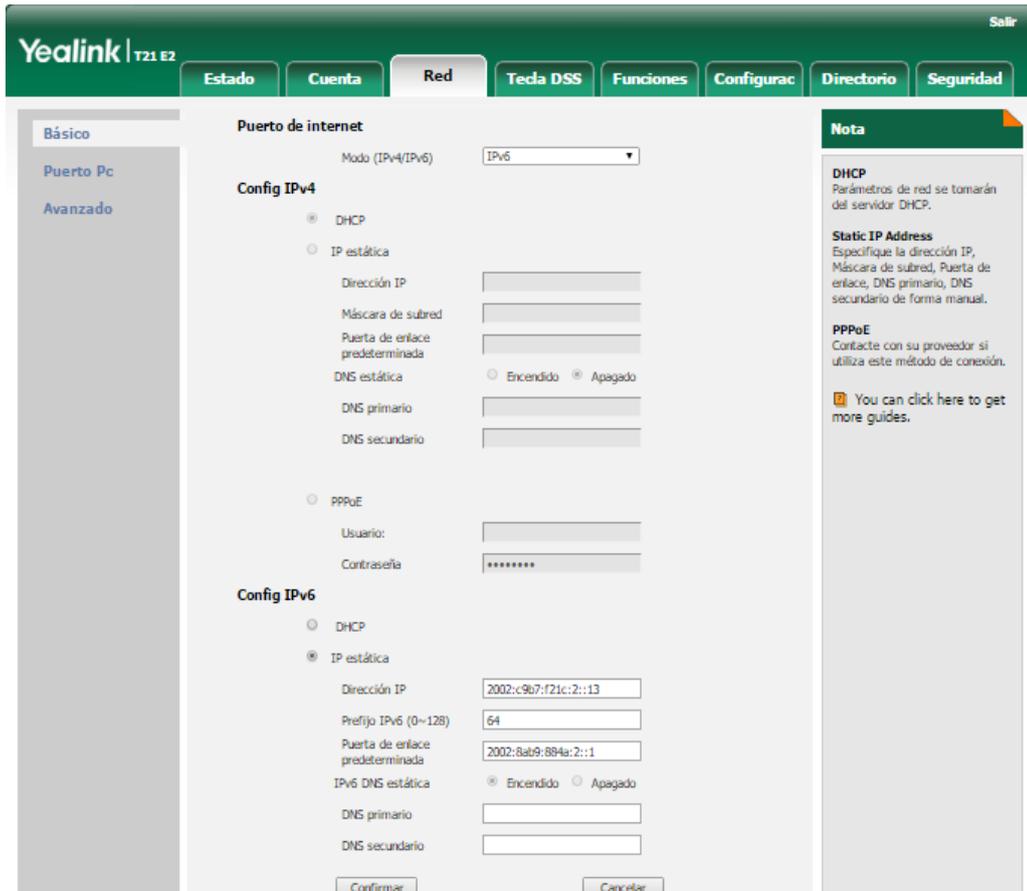
**Figura 62 Configuración de cuenta en el teléfono Yealink Y21P E2**

Fuente: Tomado de la interfaz web del teléfono IP. Elaborado por el Autor

#### 5.4.2.2. Configuración de Dirección IP en el Teléfono Yealink T21P\_E2

Para la configuración de la dirección IP en el teléfono se debe de ingresar en la opción red como se indica en la figura 63 y se configura los siguientes parámetros como:

- Puerto de Internet: En modo IPv6
- Dirección IP: La dirección IPv6 que utilizará el teléfono IP
- Prefijo IPv6: El prefijo IPv6 que utilizará el teléfono IP
- Puerta de enlace predeterminada: La IPv6 del Gateway



**Figura 63 Configuración de dirección IPv6 en el teléfono IP**

**Fuente:** Tomado de la interfaz web del teléfono IP. Elaborado por el Autor

En la figura 63 se muestra la configuración del nombre de la extensión y la dirección IP del teléfono IP gerencia.



**Figura 64 Revisión de dirección IPv6 en el teléfono IP**

**Fuente:** Tomado desde los teléfonos IP. Elaborado por el Autor

## 5.5. CONFIGURACIÓN DE EXTENSIONES

Las extensiones en la plataforma de telefonía Asterisk son cuentas de usuarios tipo SIP o IAX que se pueden crear ingresando al directorio `/etc/asterisk/` y configurando los archivos `sip.conf` o `iax.conf`.

### 5.5.1. Creación de extensiones en el servidor asterisk

La creación de extensiones en cada servidor de telefonía IP se realizaron mediante las especificaciones detalladas en el diseño del dialplan a través de la configuración del archivo `sip.conf`, como se muestra en la figura 65.

```
[root@SVRTELEFONIAI ~]# vim /etc/asterisk/sip.conf
[1001] (hardphones)
callerid=Recepcion<1001>

[1002] (hardphones)
callerid=Recervada<1002>

[1003] (hardphones)
callerid=Ingenieria<1003>

[1004] (hardphones)
callerid=Ventas<1004>

[1005] (hardphones)
callerid=Soporte Tecnico<1005>

[1006] (hardphones)
callerid=Soporte Tecnico<1006>

[1007] (hardphones)
callerid=Redes<1007>

[1008] (hardphones)
callerid=Gerencia<1008>

[1009] (hardphones)
callerid=Capacitaciones<1009>
```

*Figura 65 Extesiones ceadas en el servidor de telefonía IP*

Fuente: Tomada desde el servidor de telefonía IP de la matriz. Elaborado por el Autor

### 5.5.2. Registro de extensiones en el servidor de telefonía

En la figura 66 se muestra el registro de las extensiones que fueron creadas en los servidores de telefonía IP desde la CLI de la plataforma de telefonía IP Asterisk.

```

== Parsing '/etc/asterisk/users.conf': Found
SVRTELEFONIAI*CLI> sip show peers
Name/username      Host                               Dyn Forcerport
Comedia   ACL Port  Status      Description
1001/1001                                2002:c9b7:f21c:2::6      D No
No                5060      OK (7 ms)
1002                                (Unspecified)           D No
No                0         UNKNOWN
1003                                (Unspecified)           D No
No                0         UNKNOWN
1004                                (Unspecified)           D No
No                0         UNKNOWN
1005                                (Unspecified)           D No
No                0         UNKNOWN
1006                                (Unspecified)           D No
No                0         UNKNOWN
1007                                (Unspecified)           D No
No                0         UNKNOWN
1008/1008                                2002:c9b7:f21c:2::13     D No
No                5060      OK (7 ms)
1009                                (Unspecified)           D No
No                0         UNKNOWN
9 sip peers [Monitored: 2 online, 7 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
SVRTELEFONIAI*CLI>

```

**Figura 66** Registro de extensiones en el servidor de telefonía IP

Fuente: Tomada desde el servidor de telefonía IP de la matriz. Elaborado por el Autor

## 5.6. CONFIGURACIÓN DE SERVICIOS DE ToIP

A continuación se muestra la configuración de los servicios que tendrá el sistema de ToIP en la empresa Sinfotecnia.

- **Llamadas telefónicas:** En la figura 67 se indican los diferentes contextos que fueron creados en el dialplan.

```

root@[2002:c9b7:f21c:2::5]:22 - Bitwise xterm
;Contexto para las llamadas locales
[locales] ;Etiqueta de las llamadas locales
exten => _[2]XXXXXX,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/{EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
;Contexto para las llamadas nacionales
[nacionales] ;Etiqueta de las llamadas nacionales
exten => _0[2-8]XXXXXXX,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/{EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
;Contexto para las llamadas celulares
[celulares] ;Etiqueta de las llamadas celulares
exten => _0[8-9]XXXXXXXX,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/{EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
;Contexto para las llamadas a los servicios
[servicios] ;Etiqueta de las llamadas servicios
exten => _1[78]00X,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/{EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
;Contexto para las llamadas de emergencia
[emergencias] ;Etiqueta de las llamadas emergencia
exten => 911,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/{EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
exten => _1XX,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/{EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
[pruebas] ;Etiqueta de pruebas
exten => 900,1,Playback(demo-congrats) ;Reproducción del mensaje de inicio.
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
exten => 902,1,Answer() ;Reproducción de la fecha actual
-- INSERTAR --
57,59-58 43%

```

**Figura 67** Configuración de los contextos del dialplan en el servidor de telefonía IP

Fuente: Tomada desde el servidor de telefonía IP de la matriz. Elaborado por el Autor

- **IVR:** En la figura 68 se indica el mensaje de bienvenida “Usted se ha comunicado con Sinfotecnia si conoce la extensión dígtela caso contrario digite cero que una operadora lo atenderá” que fue configurado en el sistema de ToIP.

```

root@[2002:c9b7:f21c:2:5]:22 - Bitvise xterm
;Contexto para la grabación del IVR
[grabacion] ;Etiqueta para la grabación del IVR
exten => 999,1,Answer() ;Extensión para la grabación del IVR
same => n,Wait(1) ;Tiempo de espera para realizar la grabación del IVR
same => n,Wait(1) ;Tiempo de espera para reproducir la grabación del IVR
same => n,Play(1)k(bienvenida) ;Reproducción del mensaje grabado (IVR) en
same => n,Hangup() ;formato GSM (IVR)
;Contexto del IVR
;Contexto del IVR
[ivr-bienvenida] ;Etiqueta del IVR-Bienvenida
exten => s,1,Answer() ;Apertura del canal Dahdi
same => n,Wait(0.5) ;Tiempo de espera para reproducción de IVR
same => n,Background(bienvenida) ;Reproducción del mensaje de bienvenida
same => n,WaitExten(4) ;o IVR.
exten => _100[1-9],1,Dial(SIP/${EXTEN},30,tT) ;Marcación a la extensión digitada
same => n,Hangup() ;por el usuario
exten => 0,1,Goto(interno,1001,1) ;Si el usuario presiona 0 salta a la extensión 1001
exten => i,1,Playback(invalid) ;Si el usuario presiona otro número reproduce mensaje
exten => t,1,Playback(goodbye) ;de invalido y si el usuario no presiona ningún número
same => n,Hangup() ;reproduce un mensaje de goodbye
85,66 94%

```

**Figura 68 Configuración del IVR en el servidor de telefonía IP**

Fuente: Tomada desde el servidor de telefonía IP de la matriz. Elaborado por el Autor

- **Conferencias:** En la figura 69 se indica la configuración de las conferencias que fue realizada para el sistema de ToIP.

```

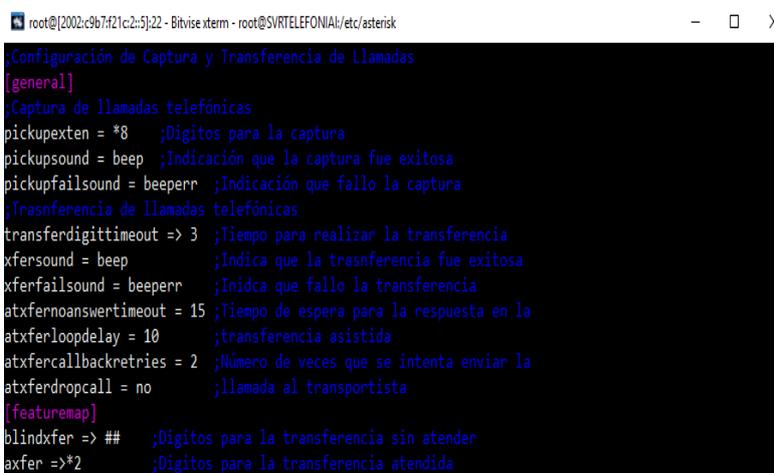
root@[2002:c9b7:f21c:2:5]:22 - Bitvise xterm - root@SVRTELEFONIAI:~
;Etiqueta general para la conferencias
[general]
audiobuffers=32 ;Número de paquetes de audio que seran guardados
schedule=no ;en un buffer cuando no son de canales Dahdi.
logmembercount=yes ;Parametro utilizado para actualizar el ingreso y
fuzzystart=300 ;salida de la conferencia.
earlyalert=3600
endalert=120
;Contexto para la configuración de la conferencia
[rooms]
conf=>500 ;Configuración de la sala de conferencias se ingresa
;marcando el número 500
13,35-34 Todo

```

**Figura 69 Configuración de las conferencias en el servidor de telefonía IP**

Fuente: Tomada desde el servidor de telefonía IP de la matriz. Elaborado por el Autor

- **Captura y Transferencia de Llamadas:** En la figura 70 se indica la configuración de la captura y transferencia de llamadas que fue realizada para el sistema de ToIP.



```

root@[2002:c967f21c2:5]:22 - Bitvise xterm - root@SVRTELEFONIAI/etc/asterisk
;Configuración de Captura y Transferencia de Llamadas
[general]
;Captura de llamadas telefónicas
pickupexten = *8 ;Digitos para la captura
pickupsound = beep ;Indicación que la captura fue exitosa
pickupfailsound = beeperr ;Indicación que fallo la captura
;transferencia de llamadas telefónicas
transferdigittimeout => 3 ;Tiempo para realizar la transferencia
xfersound = beep ;Indica que la transferencia fue exitosa
xferfailsound = beeperr ;Indica que fallo la transferencia
atxfernoanswertimeout = 15 ;Tiempo de espera para la respuesta en la
atxferloopdelay = 10 ;transferencia asistida
atxfercallbackretries = 2 ;Número de veces que se intenta enviar la
atxferdropcall = no ;llamada al transportista
[featuremap]
blindxfer => ## ;Digitos para la transferencia sin atender
axfer => *2 ;Digitos para la transferencia atendida

```

**Figura 70 Configuración de la captura y transferencia de llamadas en el servidor de telefonía IP**

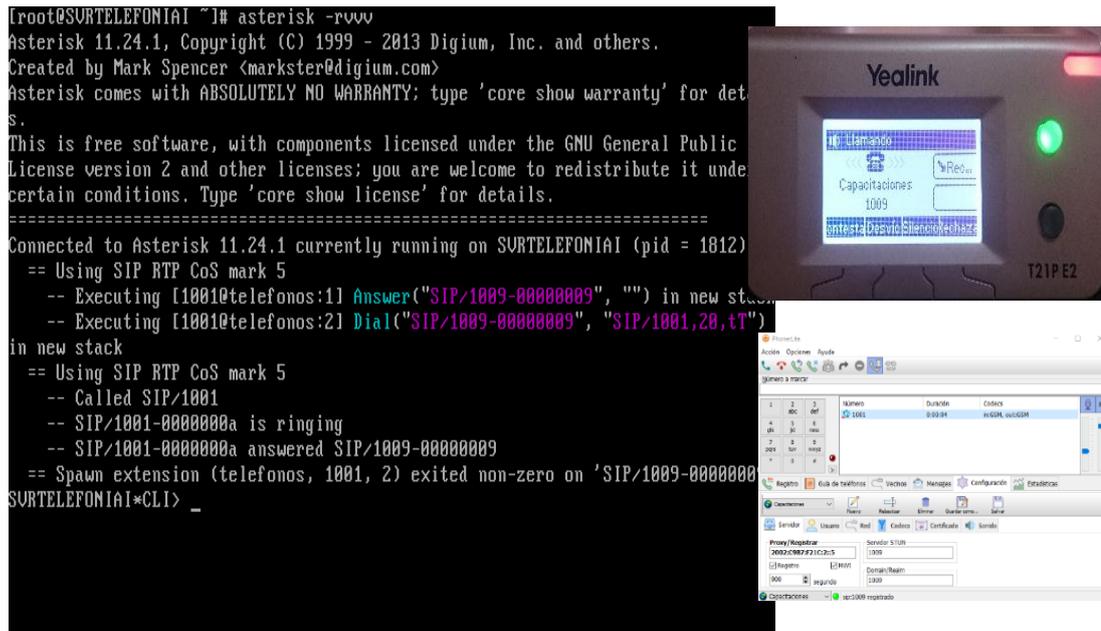
Fuente: Tomada desde el servidor de telefonía IP de la matriz. Elaborado por el Autor

## 5.7. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Las pruebas de funcionamiento se realizarán con el objetivo de probar el sistema de telefonía IP que fue implementado en la empresa Sinfotecnia, estas se ejecutarán a través de la elaboración de llamadas telefónicas a las extensiones registradas en el servidor Asterisk y a la PSTN.

Durante la ejecución de las llamadas telefónicas se realizará la captura de los paquetes IP que se transmiten en una comunicación telefónica. Para la captura del tráfico se utilizó la herramienta de software libre Wireshark, esta permite obtener varias gráficas y los valores máximos, mínimos y promedio de los factores que alteran una llamada telefónica como son: el flujo de paquetes, el retardo, el ancho de banda y el jitter. Las pruebas del sistema de telefonía IP se realizaron con dispositivos terminales SIP como el Hardphone (Yealink T21P\_E2) y el Softphone (PhonerLite) mientras que la captura de los paquetes se utilizó una computadora personal en la que se instaló Wireshark. En la figura 71 se observa el escenario que fue utilizado para realizar las pruebas de funcionamiento.





**Figura 72 Llamada entre las extensiones internas**

Fuente: Tomado desde el servidor de telefonía IP. Elaborado por el Autor

En la figura 73 se muestra los paquetes que se generan en la llamada telefónica realizada entre las extensiones 1009 (Capacitación) y 1001 (Recepción) como son: los paquetes de los protocolos SIP, UDP e IPv6 además de la trama Ethernet II.

The image shows a Wireshark interface with a packet capture titled 'LLAMADAS INTERNAS.pcapng'. The main pane shows a list of packets with columns for No., Time, Source, Info, Destination, Protocol, and Length. The details pane for the selected packet (No. 4) shows the following structure:

No.	Time	Source	Info	Destination	Protocol	Length
4	39.120569	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: INVITE sip:1001@1009	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP/SDP	897
5	39.121438	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 401 Unauthorized	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP	630
6	39.121957	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: ACK sip:1001@1009	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP	367
7	39.122341	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: INVITE sip:1001@1009	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP/SDP	1053
8	39.123855	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 100 Trying	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP	618
12	39.167517	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 100 Ringing	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP	634
17	45.487486	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP/SDP	871
19	45.489989	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: ACK sip:1001@[2002:c9b7:f21c:2::5]:5060	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP	634
20	45.490424	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: INVITE sip:1001@[2002:c9b7:f21c:2::5]:5060, ..	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP/SDP	1047
21	45.491566	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 100 Trying	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP	633
22	45.491569	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP/SDP	871

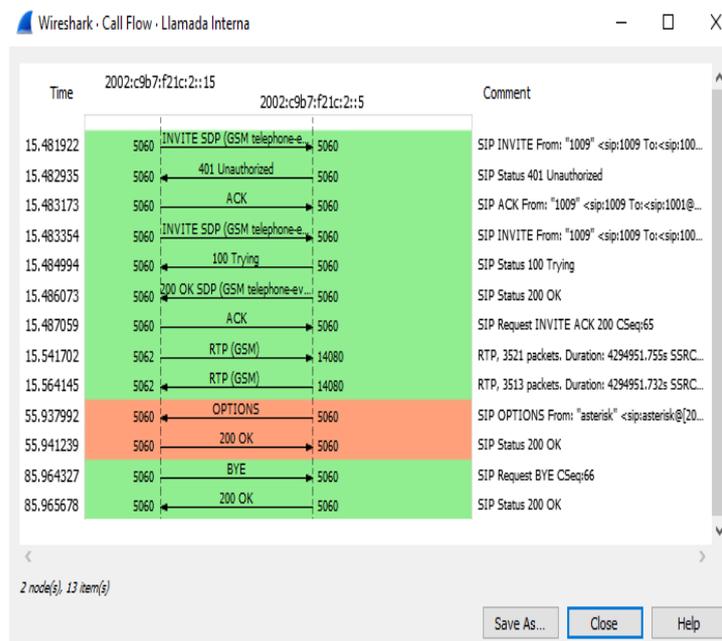
The details pane for the selected packet (Frame 4) shows the following structure:

- Frame 4: 897 bytes on wire (7176 bits), 897 bytes captured (7176 bits) on interface 0
- Ethernet II, Src: SonyCorp\_ae:ef:16:2 (98:f9:ed:ae:ef:16:2), Dst: IntelCor\_d1:a2:a0 (08:16:76:d1:a2:a0)
- Internet Protocol Version 6, Src: 2002:c9b7:f21c:2::14, Dst: 2002:c9b7:f21c:2::5
- User Datagram Protocol, Src Port: 5060, Dst Port: 5060
- Session Initiation Protocol (INVITE)

**Figura. 73 Paquetes de la llamada entre extensiones internas**

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

En la figura 74 se muestra el flujo de los mensajes que se generaron en el establecimiento de la llamada telefónica que fue realizada entre las extensiones 1009 (Capacitación) y 1001 (Recepción).



**Figura 74 Flujo de paquetes de la llamada entre las extensiones internas**

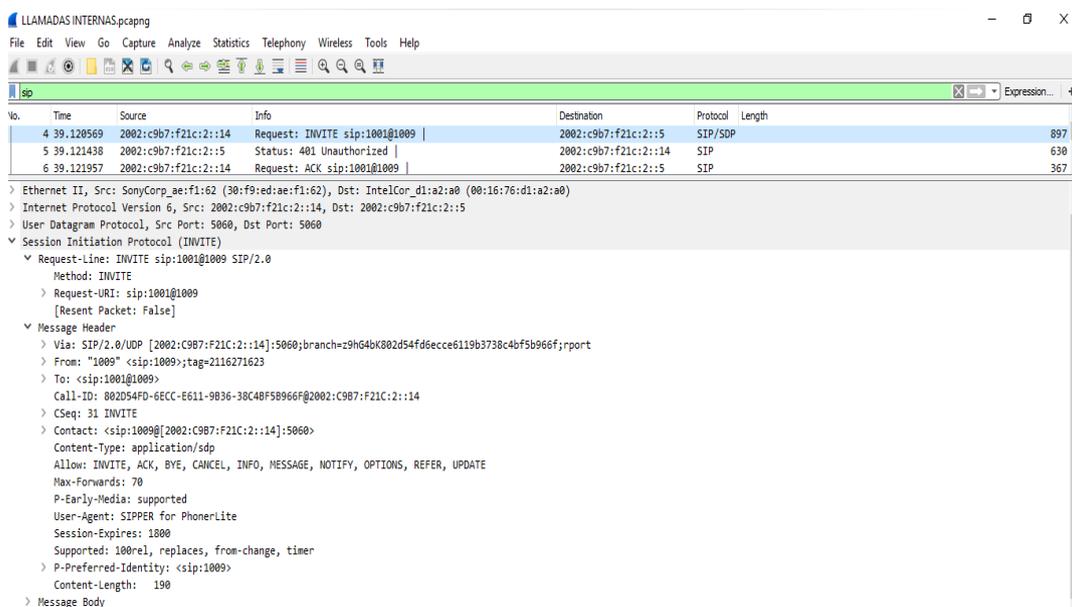
Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

- En el flujo de mensajes se observa desde el inicio de la llamada telefónica hasta la finalización de la misma. La llamada inicia con el envío del mensaje INVITE desde la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::14 hacia la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::5, este mensaje lleva encapsulado el protocolo SDP que es utilizado para describir los parámetros del flujo multimedia y del códec (GSM) que será usado para la transmisión de la voz.
- Luego la dirección 2002:c9b7:f21c:2::5 envía el mensaje 401 (Unauthorized), solicitándole que requiere la autenticación del usuario, el mismo que responde con un (ACK) de forma pasiva.
- Después la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::5 envía el mensaje 100 (Trying), indicando que la petición está siendo procesada y a la vez reenvía el mensaje INVITE a la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::6, este responde con el mensaje 180 (Ringing) hacia la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::5, este envía el mismo mensaje a

la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::14 y alerta a los usuarios del inicio de una llamada telefónica.

- Una vez que la extensión acepta la llamada telefónica, esta envía el mensaje 200 (OK), confirmando que la solicitud fue exitosa y de esta forma que establecida la comunicación.
- Luego la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::14 inicia la transmisión de los paquetes de voz en forma de tráfico RTP. En donde se observa que todos los mensajes transmitidos tienen su respectiva numeración y un determinado tiempo.

En la figura 75 se observa la información que tiene el paquete del protocolo SIP que fue capturado en la llamada telefónica realizada entre las extensiones 1009 (Capacitación) y 1001 (Recepción).



**Figura 75** Captura del protocolo SIP de la llamada entre extensiones internas

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

- En la captura del paquete del protocolo SIP se muestra envío de mensajes que se utilizan para el establecimiento de la llamada telefónica (INVITE), y las respuestas que indican la aceptación de la llamada telefónica (sip:1001@1009).
- También se observa el contenido de la cabecera del mensaje de voz, donde se ven los protocolos que están siendo utilizados para la conexión (UDP) y el transporte de información (RTP), además de los puertos que son usados para la comunicación

(5060) y las direcciones IP de origen 2002:c9b7:f21c:2::14 (1009) y destino 2002:c9b7:f21c:2::6 (1001) de la llamada telefónica, el tipo de aplicación que se está usando (INVITE), la longitud de información, etc.

- Mientras que en el cuerpo del mensaje se muestra los parámetros que se establecieron en la comunicación como la dirección de inicio de 2002:c9b7:f21c:2::14, el nombre del usuario (PhonerLite) y el codec (GSM).

En la figura 76 se observa la información que tiene el protocolo de internet IPv6, que fue capturado en la llamada telefónica realizada entre las extensiones 1009 (Capacitación) y 1001 (Recepción).

No.	Time	Source	Info	Destination	Protocol	Length
4	39.120569	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: INVITE sip:1001@1009	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP/SDP	897
5	39.121338	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 401 Unauthorized	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP	638
6	39.121957	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: ACK sip:1001@1009	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP	367
7	39.122341	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: INVITE sip:1001@1009	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP/SDP	1053
8	39.123855	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 100 Trying	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP	618
12	39.167517	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 100 Ringing	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP	634
17	45.487486	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP/SDP	871
19	45.489989	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: ACK sip:1001@[2002:c9b7:f21c:2::5]:5060	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP	634
20	45.490424	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: INVITE sip:1001@[2002:c9b7:f21c:2::5]:5060, ...	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP/SDP	1047
21	45.491566	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 100 Trying	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP	633
22	45.491569	2002:c9b7:f21c:2::5	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::14	SIP/SDP	871
23	45.493023	2002:c9b7:f21c:2::14	Request: ACK sip:1001@[2002:c9b7:f21c:2::5]:5060	2002:c9b7:f21c:2::5	SIP	634

```

Ethernet II, Src: SonyCorp_me:f1:62 (30:f9:ed:aef:62), Dst: IntelCor_d1:a2:a0 (08:16:76:d1:a2:a0)
Internet Protocol Version 6, Src: 2002:c9b7:f21c:2::14, Dst: 2002:c9b7:f21c:2::5
0110 .... = Version: 6
.... 0000 0000 .... = Traffic class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
.... 0000 0000 0000 0000 = Flow label: 0x000000
Payload length: 843
Next header: UDP (17)
Hop limit: 128
Source: 2002:c9b7:f21c:2::14
[Source 6to4 Gateway IPv4: 201.183.242.28]
[Source 6to4 SLA ID: 2]
Destination: 2002:c9b7:f21c:2::5
[Destination 6to4 Gateway IPv4: 201.183.242.28]
[Destination 6to4 SLA ID: 2]
[Source GeoIP: Unknown]
[Destination GeoIP: Unknown]

```

**Figura 76** Captura del protocolo IPv6 de la llamada entre las extensiones internas

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

- En la captura del paquete del protocolo IPv6 se observa la longitud del Payload (843), la cabecera del protocolo UDP (17) y la información de la dirección IP de origen (2002:c9b7:f21c:2::14) y destino (2002:c9b7:f21c:2::5) de la comunicación.

En la figura 77 se observa la información que tiene toda la trama de voz que fue capturada en la llamada telefónica realizada entre las extensiones 1009 (Capacitación) y 1001 (Recepción).

The screenshot shows a Wireshark capture of SIP traffic. The packet list pane displays several SIP messages:

No.	Time	Source	Info	Destination	Protocol	Length
4	39.120569	2002::c9b7:f21c2:14	Request: INVITE sip:1001@1009	2002::c9b7:f21c2:15	SIP/SDP	897
5	39.121438	2002::c9b7:f21c2:15	Status: 401 Unauthorized	2002::c9b7:f21c2:14	SIP	630
6	39.121957	2002::c9b7:f21c2:14	Request: ACK sip:1001@1009	2002::c9b7:f21c2:15	SIP	367
7	39.122341	2002::c9b7:f21c2:14	Request: INVITE sip:1001@1009	2002::c9b7:f21c2:15	SIP/SDP	1053
8	39.123855	2002::c9b7:f21c2:15	Status: 100 Trying	2002::c9b7:f21c2:14	SIP	618
12	39.167517	2002::c9b7:f21c2:15	Status: 180 Ringing	2002::c9b7:f21c2:14	SIP	634
17	45.487486	2002::c9b7:f21c2:15	Status: 200 OK	2002::c9b7:f21c2:14	SIP/SDP	871

The packet details pane for frame 4 shows the following information:

- Interface id: 0 (Vidical-WiFi\_200C2300-412D-4E0F-90E1-8033929609C)
- Encapsulation type: Ethernet (1)
- Arrival Time: Dec 29, 2016 14:59:35.418737000 Hora est. PacoFico, SudaeRica
- Time shift for this packet: 0.000000000 seconds
- Epoch Time: 1483841575.418737000 seconds
- Time delta from previous captured frame: 18.902590000 seconds
- Time delta from previous displayed frame: 0.000000000 seconds
- Time since reference or first frame: 39.120569000 seconds
- Frame Number: 4
- Frame Length: 897 bytes (7176 bits)
- Capture Length: 897 bytes (7176 bits)
- Frame is marked: False
- Protocols in frame: ethertype:ipv6:udp:sip:sdp
- Coloring Rule Name: UDP
- Coloring Rule String: udp
- Ethernet II, Src: SonyCorp\_ma:fi:62 (38:f9:ed:ae:fi:62), Dst: IntelCor\_dia:a2:a0 (00:16:76:d1:a2:a0)
- Internet Protocol Version 6, Src: 2002::c9b7:f21c2:14, Dst: 2002::c9b7:f21c2:15
- User Datagram Protocol, Src Port: 5868, Dst Port: 5868
- Session Initiation Protocol (INVITE)

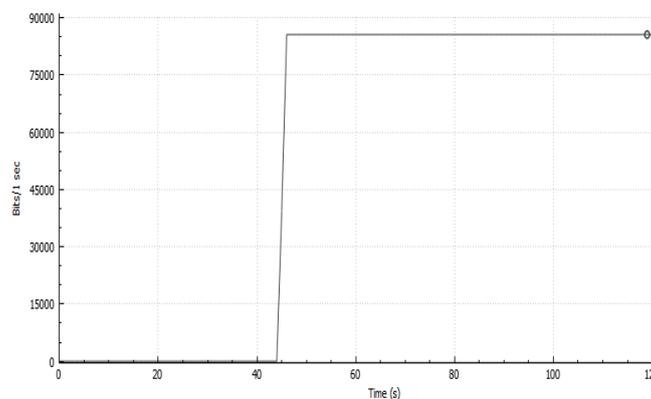
**Figura 77** Captura de la trama de la llamada entre las extensiones internas

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

- En la captura de la trama se observa la información del identificador de interfaz, el tipo de encapsulación (Ethernet), la fecha y hora que fue capturada la información. Además de la longitud de la trama y los protocolos que están siendo utilizados en la trama de información (Ethernet, IPv6, UDP, SIP, SDP).

En la figura 78 se muestra el tráfico RTP que esta llegando al servidor cuando se realiza la llamada telefónica entre las extensiones internas.

Donde se observa que el ancho de banda que utiliza la llamada es aproximadamente 85 Kbps.



**Figura 78** Tráfico RTP que cursa por el servidor Asterisk (bits/segundo)

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

Una vez realizada la captura del tráfico RTP, se muestran los paquetes RTP Streams que se generaron durante la llamada telefónica que se efectuó ente las extensiones internas 1009 (Capacitación) y 1001 (Recepción) como se observa en la figura 78.

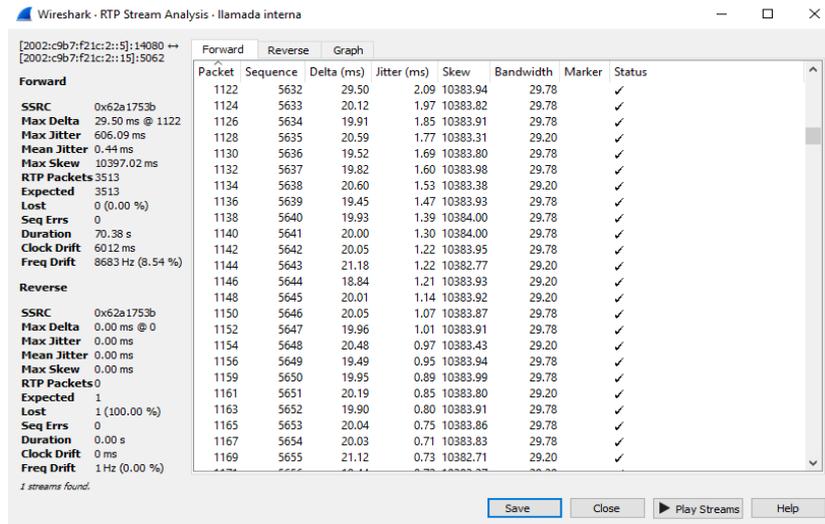
Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	SSRC	Payload	Packets	Lost	Max Delta (ms)	Max Jitter	Mean Jitter	Status
2002:c9b7f21c:2:5	14080	2002:c9b7f21c:2:15	5062	0x62a1753b	GSM	3513	0 (0.0%)	29.505	606.089	0.444	
2002:c9b7f21c:2:15	5062	2002:c9b7f21c:2:5	14080	0x90de31fc	GSM	3521	0 (0.0%)	34.721	3.043	1.065	

**Figura 79** Captura de RTP Stream generados en el servidor Asterisk

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

Dentro de los paquetes RTP Streams se encuentra información detallada sobre el flujo de los paquetes RTP que se capturaron en la comunicación telefónica. En la figura 80 se puede observar la información que contiene cada paquete RTP Stream como el número de paquetes que son transmitidos, la secuencia que siguen, el valor de jitter que se genera durante una llamada telefónica, el retardo máximo entre la llegada de los paquetes y el porcentaje de paquetes perdidos. Además se puede ver el ancho de banda que es utilizado en la comunicación.

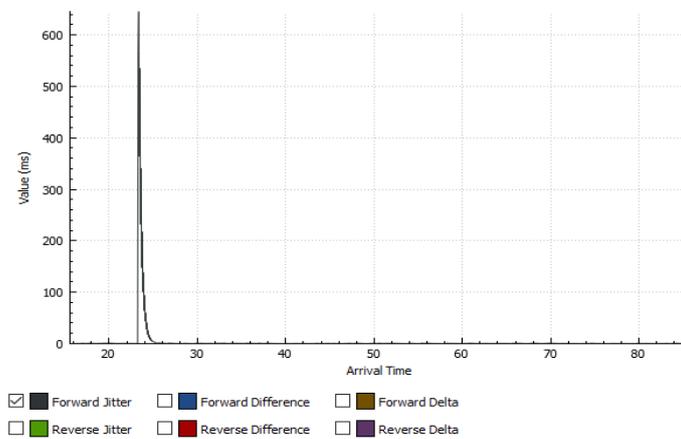
En la capturar se indica que el ancho de banda que se está usando en la comunicación es de 29,20 Kbps en promedio y la pérdida de paquetes tiene un porcentaje del 1 %.



**Figura 80** Captura del paquete RTP Stream que genera en el servidor Asterisk

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

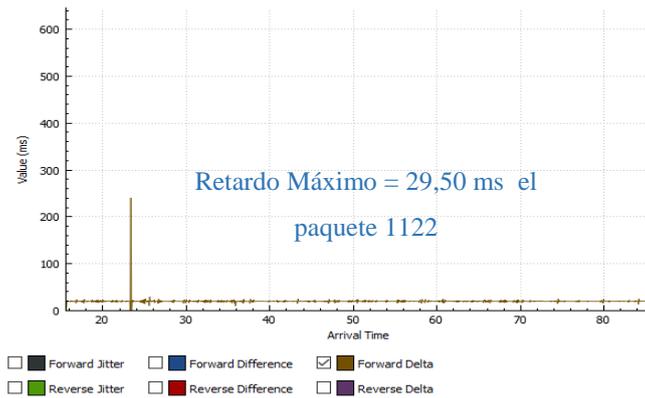
En cambio que el valor máximo del jitter que se generó durante la llamada telefónica fue de 606,09 ms en el intervalo de 23s a 24s, luego el jitter se mantuvo en un valor promedio de 0.44 ms como se observa en la figura 81.



**Figura 81** Valor del jitter de la llamada entre extensiones internas

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

Mientras que el valor del retardo máximo es de 29,50 ms entre la llegada de un paquete y el siguiente como se observa en la figura 82.



**Figura 82** Valor del retardo en la llamada entre extensiones internas

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

### 5.7.2. Llamada telefónica desde la operadora celular

La llamada telefónica recibida, fue realizada desde un número telefónico de una operadora celular (0967116077) hacia la extensión 1009 (Capacitaciones) del servidor de ToIP. En la figura 83 se observa el ingreso de la llamada telefónica.

```
[root@SVRTELEFONIAI ~]# asterisk -rvvv
Asterisk 11.24.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
license version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.24.1 currently running on SVRTELEFONIAI (pid = 1797)
-- Starting simple switch on 'DAHDI/1-1'
-- Executing [s@from-pstn:1] Answer("DAHDI/1-1", "") in new stack
-- Executing [s@from-pstn:2] Wait("DAHDI/1-1", "0,5") in new stack
-- Executing [s@from-pstn:3] Goto("DAHDI/1-1", "ivr-bienvenida,s,1") in new stack
-- Goto (ivr-bienvenida,s,1)
-- Executing [s@ivr-bienvenida:1] Answer("DAHDI/1-1", "") in new stack
-- Executing [s@ivr-bienvenida:2] Wait("DAHDI/1-1", "0.5") in new stack
-- Executing [s@ivr-bienvenida:3] Background("DAHDI/1-1", "bienvenida") in new stack
-- <DAHDI/1-1> Playing 'bienvenida.gsm' (language 'es')
-- Executing [s@ivr-bienvenida:4] WaitExten("DAHDI/1-1", "4") in new stack
== CDR updated on DAHDI/1-1
-- Executing [1009@ivr-bienvenida:1] Dial("DAHDI/1-1", "SIP/1009,30,tT") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/1009
-- SIP/1009-0000002f is ringing
-- SIP/1009-0000002f answered DAHDI/1-1
== Spawn extension (ivr-bienvenida, 1009, 1) exited non-zero on 'DAHDI/1-1'
-- Hanging up on 'DAHDI/1-1'
-- Hungup 'DAHDI/1-1'
SVRTELEFONIAI*CLI>
```

**Figura 83** Llamada entre la operadora celular y la extensión 1009

Fuente: Tomado desde el servidor de telefonía IP. Elaborado por el Autor

En la figura 84 se muestra los paquetes que se generan en la llamada telefónica realizada desde la operadora celular hacia la extensión 1009 (Capacitación) como son: los paquetes de los protocolos SIP, UDP e IPv6 además de la trama Ethernet II.

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The main pane displays a list of captured packets, with the following columns: No., Time, Source, Info, Destination, Protocol, and Length. The packets are primarily SIP and UDP messages.

No.	Time	Source	Info	Destination	Protocol	Length
51	11.447532	2002:c9b7:f21c:2::5	Request: OPTIONS sip:1009@[2002:c9b7:f21c:2::15]:5060	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	669
52	11.447974	2002:c9b7:f21c:2::15	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	567
296	64.128221	2002:c9b7:f21c:2::15	Request: INVITE sip:1009@[2002:c9b7:f21c:2::15]:5060	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP/SDP	966
299	64.129104	2002:c9b7:f21c:2::15	Status: 100 Trying	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	509
300	64.143917	2002:c9b7:f21c:2::15	Status: 100 Ringing	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	596
322	71.447182	2002:c9b7:f21c:2::15	Request: OPTIONS sip:1009@[2002:c9b7:f21c:2::15]:5060	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	669
323	71.447454	2002:c9b7:f21c:2::15	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	567
325	71.743457	2002:c9b7:f21c:2::15	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP/SDP	878
326	71.744542	2002:c9b7:f21c:2::15	Request: ACK sip:1009@[2002:c9b7:f21c:2::15]:5060	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	534
6600	131.448090	2002:c9b7:f21c:2::15	Request: OPTIONS sip:1009@[2002:c9b7:f21c:2::15]:5060	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	669
6601	131.448444	2002:c9b7:f21c:2::15	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	567
105.	169.667829	2002:c9b7:f21c:2::15	Request: BYE sip:0967116077@[2002:c9b7:f21c:2::15]:5060	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	565
105.	169.668389	2002:c9b7:f21c:2::15	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	609
107.	191.447600	2002:c9b7:f21c:2::15	Request: OPTIONS sip:1009@[2002:c9b7:f21c:2::15]:5060	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	669
107.	191.448292	2002:c9b7:f21c:2::15	Status: 200 OK	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP	567
108.	228.836797	2002:c9b7:f21c:2::15	Request: INVITE sip:0967116077@1009	2002:c9b7:f21c:2::15	SIP/SDP	963

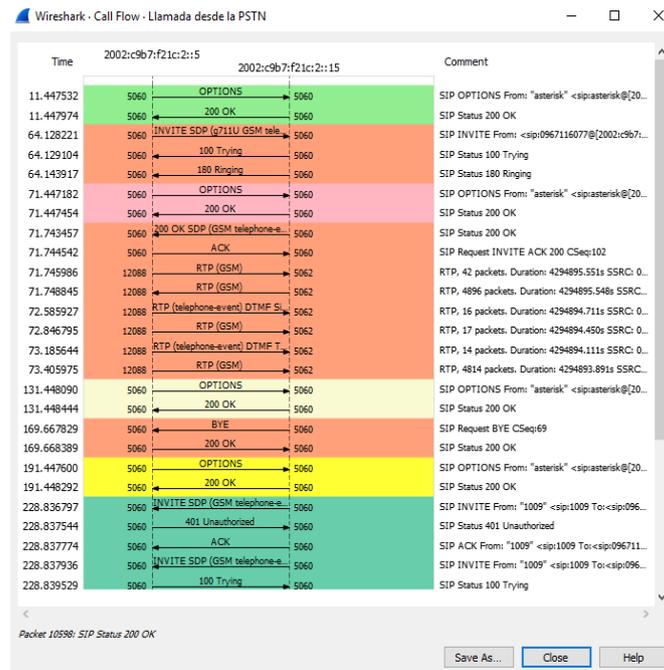
The packet details pane for the selected packet (No. 51) shows the following layers:

- Frame 51: 669 bytes on wire (5352 bits), 669 bytes captured (5352 bits) on interface 0
- Ethernet II, Src: IntelCor\_d1:a2:a0 (08:16:76:d1:a2:a0), Dst: SonyCorp\_ae:f1:62 (30:f9:ed:ae:f1:62)
- Internet Protocol Version 6, Src: 2002:c9b7:f21c:2::5, Dst: 2002:c9b7:f21c:2::15
- User Datagram Protocol, Src Port: 5060, Dst Port: 5060
- Session Initiation Protocol (OPTIONS)

**Figura. 84 Paquetes de la llamada entre la operadora celular y la extensión 1009**

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

En la figura 85 se muestra el flujo de mensajes que se generan en el establecimiento de la llamada telefónica que fue realizada entre la operadora celular (09697116077) y la extensión 1009 (Capacitación).



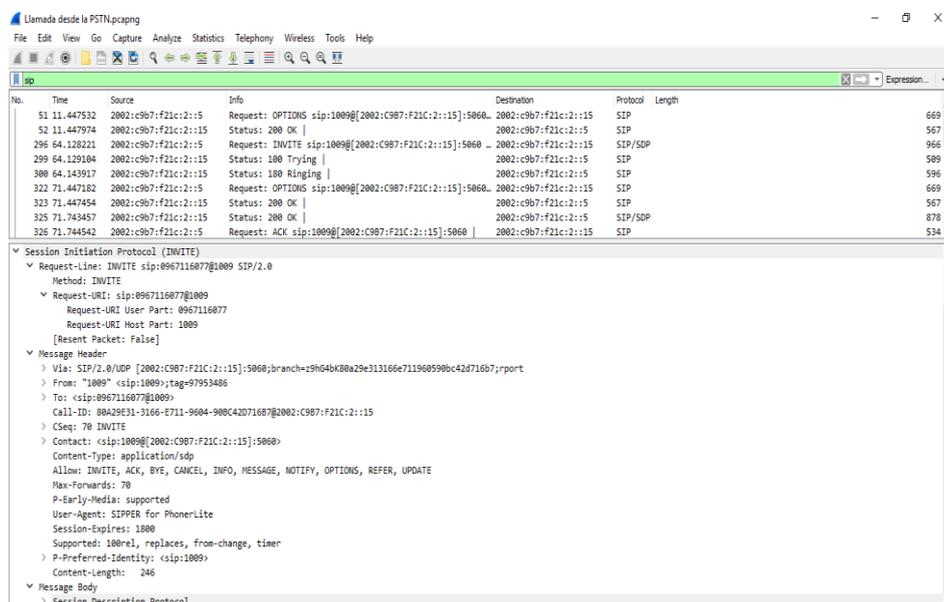
**Figura 85** Flujo de paquetes de la llamada entre la operadora celular y la extensión 1009

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

- En el flujo de mensajes se observa desde el inicio de la llamada telefónica hasta la finalización de la misma. La llamada inicia con el envío del mensaje INVITE desde la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::5 hacia la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::14, este mensaje lleva encapsulado el protocolo SDP que es utilizado para describir los parámetros de inicio del flujo multimedia y del códec (GSM) que será usado para la transmisión de la voz.
- Luego la dirección 2002:c9b7:f21c:2::5 envía el mensaje 401 (Unauthorized), solicitándole que requiere la autenticación de usuario, este envía en respuesta un (ACK) de forma pasiva.
- Después la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::5 envía el mensaje 100 (Trying), indicando que la petición está siendo procesada y a la vez reenvía el mensaje INVITE al número de la PSTN, luego la dirección 2002:c9b7:f21c:2::5 envía un mensaje de 180 (Ringing) hacia la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::14 donde alerta el inicio de una llamada telefónica.

- Una vez que la extensión acepta la llamada telefónica, esta envía el mensaje 200 (OK), confirmando que la solicitud fue exitosa y de esta forma que establecida la comunicación.
- Luego la dirección IP 2002:c9b7:f21c:2::14 inicia la transmisión de los paquetes de voz en forma de tráfico RTP. En donde se observa que todos los mensajes transmitidos tienen su respectiva numeración y un determinado tiempo.

En la figura 86 se observa la información que tiene el paquete del protocolo SIP que fue capturado en la llamada telefónica realizada entre el usuario de la operadora celular (0967116077) y la extensión 1009 (Capacitaciones).



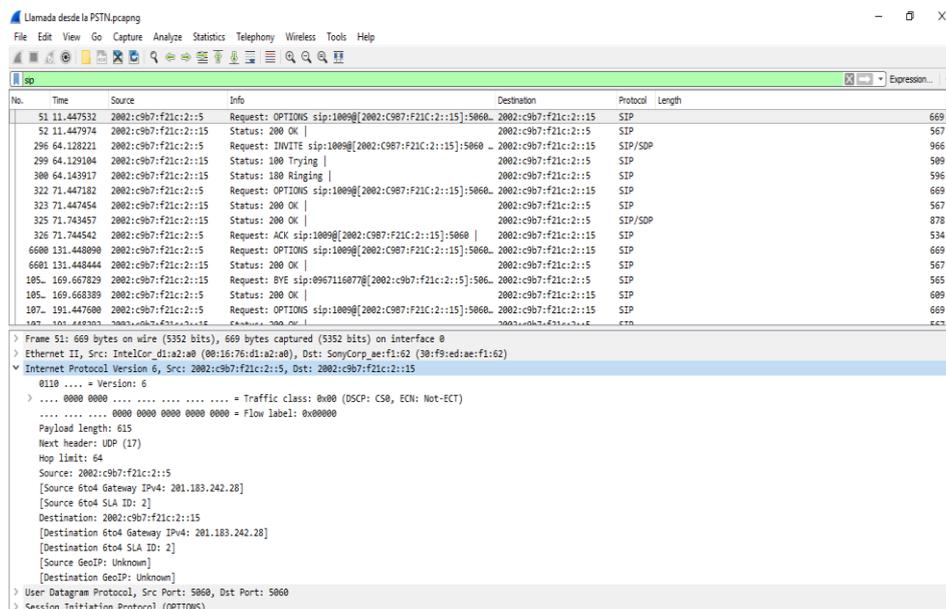
**Figura 86** Captura del protocolo SIP de la llamada telefónica desde la operadora celular

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

- En la captura del paquete del protocolo SIP se muestra envió de mensajes que se utilizan para el establecimiento de la llamada telefónica (INVITE), y las respuestas que indican la aceptación de la llamada telefónica (sip:0967116077@1009).
- También se observa el contenido de la cabecera del mensaje de voz, donde se miran los protocolos que están siendo utilizados para la conexión (UDP) y el transporte de información (RTP), además de los puertos que son usados para la comunicación (5060) y las direcciones IP de origen 2002:c9b7:f21c:2::5 y destino

2002:c9b7:f21c:2::14 (10099 de la llamada telefónica, la secuencia del mensaje, el tipo de aplicación que está usando (INVITE), la longitud de información, etc.

- Mientras que en el cuerpo del mensaje se muestra los parámetros que se establecieron en la comunicación como la dirección de inicio de 2002:c9b7:f21c:2::14, el nombre del usuario (PhonerLite) y el códec (GSM).
- En la figura 87 se observa la información que tiene el protocolo de internet IPv6 en la captura de la llamada telefónica que fue realizada desde la operadora celular (096711607) la extensión 1009 (Capacitación).

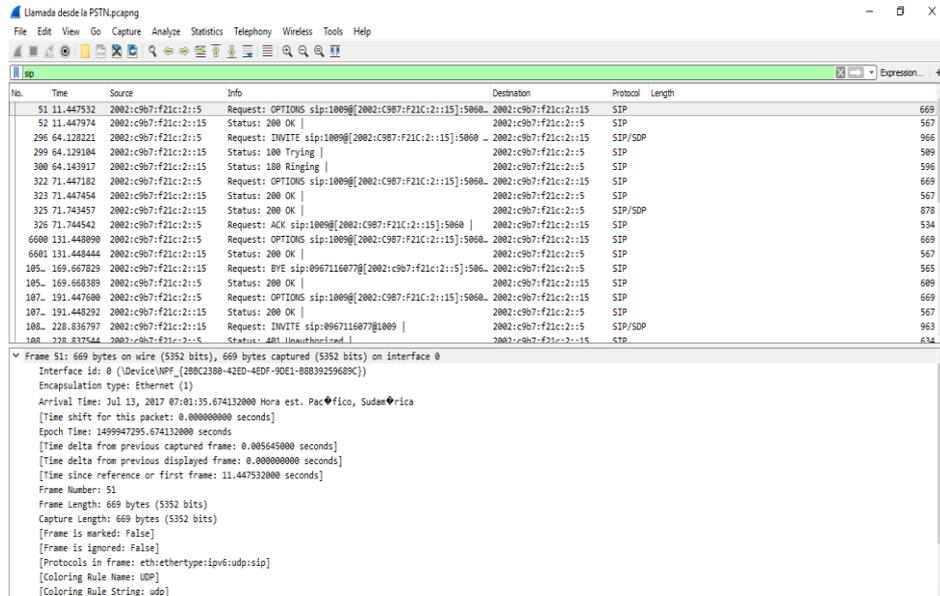


**Figura 87** Captura del protocolo IPv6 de la llamada telefónica desde la operadora celular

Fuente: Tomado desde el servidor de telefonía IP. Elaborado por el Autor

- En la captura del paquete del protocolo IPv6 se observa la longitud del Payload (849), la cabecera del protocolo UDP (17) y la información de la dirección IP de origen (2002:c9b7:f21c:2::5) y destino (2002:c9b7:f21c:2::14) de la comunicación.

En la figura 88 se observa la información que tiene la trama que fue capturada en la llamada telefónica realizada desde la operadora celular (0967116077) hacia la extensión 1009 (Capacitación).

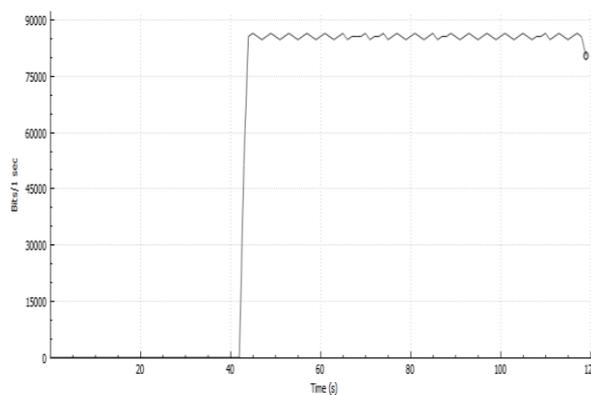


**Figura 88** Captura de la trama de la llamada telefónica desde la operadora celular

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

- En la captura de la trama se observa la información del identificador de interfaz, el tipo de encapsulación (Ethernet), la fecha y hora que fue capturada la información. Además de la longitud de la trama y los protocolos que están siendo utilizados en la trama de información (Ethernet, IPv6, UDP, SIP, SDP).

En la figura 89 se muestra que el tráfico RTP que está llegando al servidor al momento de realizar la llamada telefónica hacia la PSTN. Donde se observa que el ancho de banda utilizado es aproximadamente 85 Kbps.



**Figura 89** Tráfico RTP que cursa por el servidor Asterisk (bits/segundo)

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

De la misma forma cuando se realizó la captura de los paquetes RTP en llamada telefónica efectuada entre las extensiones internas. En la figura 90 se muestran los paquetes RTP Streams que se generaron durante la llamada telefónica que fue realizada desde la operadora celular (0967116077) y la extensión 1009 (Capacitación).

The screenshot shows the 'RTP Streams' window in Wireshark. The window title is 'Wireshark - RTP Streams - wireshark\_288C2380-42ED-4EDF-9DE1-B8839259689C\_20161229105132\_a01904'. The table below represents the data shown in the window:

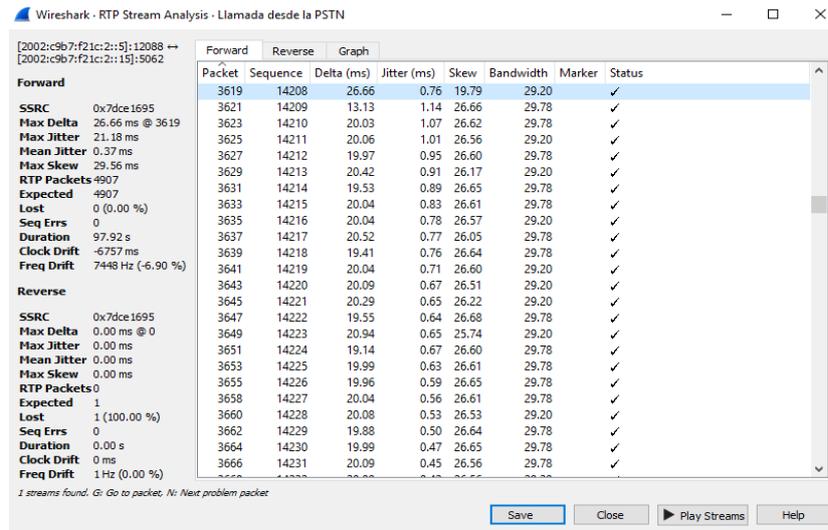
Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	SSRC	Payload	Packets	Lost	Max Delta (ms)	Max Jitter	Mean Jitter	Status
2002:c967:f21:c2::5	13824	2002:c967:f21:c2::14	5062	0x39f046ca	GSM	4419	0 (0.0%)	26.221	1.454	0.252	
2002:c967:f21:c2::14	5062	2002:c967:f21:c2::5	13824	0xc0022c5a	GSM	4419	0 (0.0%)	66.059	6.715	1.218	

At the bottom of the window, there are buttons for 'Close', 'Find Reverse', 'Prepare Filter', 'Export...', 'Copy', 'Analyze', and 'Help'. A small note at the bottom left says '2 streams. Right-click for more options.'

**Figura 90** Captura de RTP Stream generados en la llamada telefónica desde la operadora celular

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

Dentro de los paquetes RTP Streams se encuentra información detallada sobre el flujo de los paquetes RTP que se capturaron en la comunicación telefónica. En la figura 91 se puede observar la información que contiene cada paquete RTP Stream como el número de paquetes que son transmitidos, la secuencia que siguen, el valor de jitter que se genera durante una llamada telefónica, el retardo máximo entre la llegada de los paquetes y el porcentaje de paquetes perdidos. Además se puede ver el ancho de banda que es utilizado en la comunicación.

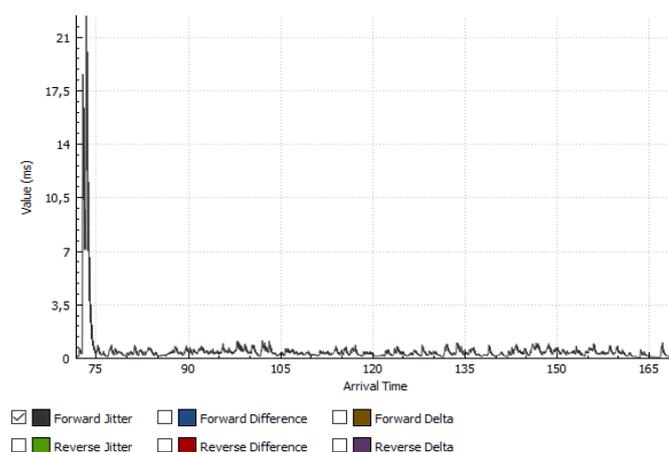


**Figura 91 Analisis de RTP Stream que genera en la llamada telefónica desde la operadora celular**

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

En la captura se indica que el ancho de banda que se está usando en la comunicación es de 29,20 Kbps en promedio y la pérdida de paquetes tiene un porcentaje del 1 %.

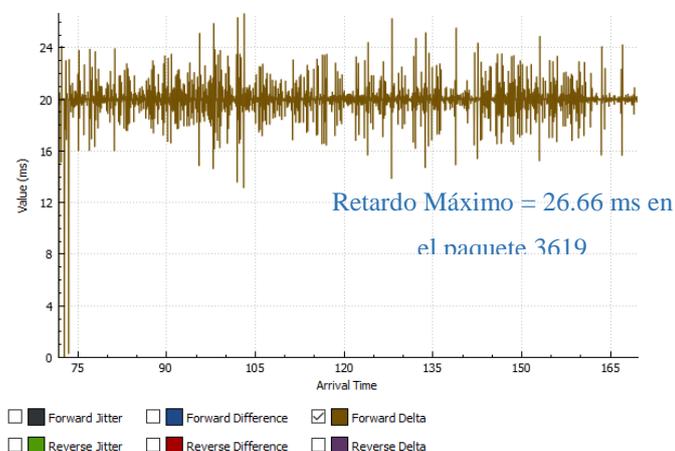
En cambio que el valor máximo del jitter que se generó durante la llamada telefónica fue de 21.18 ms en el intervalo de 60s a 70s, luego el jitter se mantuvo en un valor promedio de 0.37 ms como se observa en la figura 92.



**Figura 92 Valor del jitter de la llamada telefónica desde la operadora celular**

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

En cambio que el valor del retardo máximo es de 26,66 ms entre la llegada de un paquete y el siguiente como se observa en la figura 93.



**Figura 93** Valor del retardo de la llamada telefónica desde la operadora celular

Fuente: Tomado desde la PC de monitoreo del tráfico. Elaborado por el Autor

### 5.7.3. Resultados de la captura de tráfico de las llamadas telefónicas

En la tabla 42 se muestran los diferentes resultados que se obtuvieron después de haber realizado las pruebas de funcionamiento del sistema de ToIP.

**Tabla 42**

#### *Resultados de las pruebas de funcionamiento del sistema de ToIP*

<b>LLAMADAS TELEFÓNICAS</b>	<b>JITTER (ms)</b>	<b>DELAY (ms)</b>	<b>ANCHO DE BANDA</b>
Llamadas extensiones Internas	0,44	29,50	29,78
Llamadas hacia la PSTN	0,25	26,22	29,20
Llamadas desde la PSTN	0,37	26,66	29,78
Llamadas extensiones Dependencias	0,47	35,23	85,00

Fuente: Elaborado por el autor

- Después de haber realizado las pruebas de funcionamiento de las llamadas telefónicas se observó que el tráfico RTP que cursa por los servidores de telefonía IP utiliza un ancho de banda aproximado de 85 Kbps.
- En las todas las comunicaciones realizadas se observó que los valores del jitter generado durante las llamadas telefónicas son aceptables ya que ninguno de los

resultados alcanzados se aproximan al valor mínimo recomendado para este tipo de comunicaciones que es de 100 ms.

- También se observó que en los diferentes tipos de llamadas telefónicas que fueron efectuadas resultaron completas sin ningún inconveniente generándose una pérdida de paquetes en promedio del 2%.
- En las todas las comunicaciones se observó que los valores del retardo generado en la transmisión de los paquetes durante las llamadas telefónicas son aceptables debido a que ningún paquete sobrepasa el tiempo recomendado para este tipo de comunicaciones que es de 150 ms.
- La utilización del protocolo IPv6 en las llamadas telefónicas resulto exitoso debido a que todas resultaron completas sin ningún inconveniente, además se observó que su decodificación no es tan fácil como en el protocolo IPv4.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Se realizó el diseño y la implementación un sistema de telefonía IP basado en la plataforma Asterisk sobre el protocolo IPv6 en la empresa Sinfotecnia; el que permite tener un servicio de comunicación permanente entre los empleados de cada uno de los departamentos internos de las dependencias y con sus clientes, al mismo tiempo permite efectuar el control del servicio telefónico desde una sola consola de administración garantizando de esta forma que la empresa cuenta con un sistema de comunicación telefónica convergente, confiable y seguro.
- Con la revisión teórica de varios conceptos fundamentales relacionados con la tecnología de la VoIP, la plataforma de telefonía Asterisk y el protocolo de Internet IPv6 se llegó a determinar que la ToIP basada en Asterisk es una aplicación tecnológica que en la actualidad goza de una gran aceptación debido a las características que tiene y a las ventajas que ofrece como es la capacidad de integrarse con las antiguas y las nuevas aplicaciones, servicios y protocolos de comunicación.

- En el análisis de la situación actual de la empresa se llegó a comprobar que el sistema de flujo eléctrico así como el sistema de cableado estructurado están en muy buen estado y cumplen con todas las especificaciones, estándares y certificaciones que requieren este tipo de sistemas, además se observó que la infraestructura de los dispositivos de conexión de red tiene soporte para la implementación del protocolo IPv6 y con el monitoreo de la red se pudo especificar que el tráfico que fluye por la red utiliza un ancho de banda de 1.806,1563 Mbytes mientras que la intensidad del tráfico telefónico es de 0,98 Erlangs.
- Fueron determinados los requerimientos mínimos para el dimensionamiento del sistema de ToIP en la empresa mediante el análisis de varios parámetros como la longitud del paquete de voz (234 bytes), ancho de banda del códec, número de troncales entre otros; y de esta forma se logró establecer que el ancho de banda total requerido por el sistema de ToIP es de 1.0224 Mbytes, para una cantidad de 12 usuarios y con la utilización de un códec de 42,6 Kbps (GSM).
- Se realizó la configuración de todos los equipos que forman parte del sistema de ToIP como son los servidores, teléfonos IP y Softphones de acuerdo a las especificaciones y a los requerimientos de cada uno de los usuarios que forman parte del sistema, además se establecieron restricciones para el uso de algunos servicios por determinadas extensiones logrando así un correcto funcionamiento del sistema de ToIP.
- En las pruebas de funcionamiento realizadas al sistema de ToIP, se observó que todas las llamadas telefónicas entrante y salientes fueron completas desde el origen al destino verificando así que los valores de los parámetros que influyen en una llamada telefónica como el jitter, la latencia y la pérdida de paquetes son aceptables en relación a los valores mínimos recomendados para este tipo de comunicaciones garantizando de esta forma calidad en el servicio telefónico.

## RECOMENDACIONES

- La utilización de la plataforma Asterisk sobre los sistemas de ToIP es altamente recomendable gracias a que tiene la capacidad de integrarse con un sinnúmero de servicios y nuevas aplicaciones de comunicación a través del uso de protocolos estandarizados por organismos internacionales.
- Se recomienda colocar un sistema de redundante de energía eléctrica en el rack de comunicaciones con la finalidad de evitar cortes en todo el servicio telefónico debido a posibles fallas que puedan presentarse en el servicio energía eléctrica.
- Se recomienda realizar un análisis de la red de datos previo a la implementación del sistema de ToIP, para determinar los recursos tecnológicos que serán utilizados en la ejecución de dicho sistema a través de la revisión del ancho de banda que tiene la red para la implementación del servicio de telefonía y el soporte para el protocolo IPv6 en los equipos de red para evitar posibles incidentes en la implementación.
- Antes de comenzar con la implementación del sistema de ToIP sobre el protocolo IPv6 se debe tener conocimiento de la ubicación y de la estructura de cada uno de los directorios que serán configurados para el soporte del IPv6 en la plataforma Asterisk.
- Después de haber realizado las pruebas de funcionamiento del sistema de ToIP se recomienda sacar un respaldo de toda la configuración ante cualquier inconveniente que se pueda presentar como problemas de hardware, corto circuitos, entre otros con la finalidad de evitar que la empresa se quede incomunicada durante un largo periodo de tiempo y así utilizar la configuración en otro equipo de cómputo de iguales características que el servidor de telefonía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIA

- Asteriskmx. (31 de Julio de 2015). *Asterik Mexico, Asterisk vs Elastix vs Trixbox vs AsteriskNow vs FreePBX*. Obtenido de [www.asteriskmx.org](http://www.asteriskmx.org):  
<http://asteriskmx.org/asterisk-vs-elastix-vs-trixbox-vs-asterisknow-vs-freepbx-explicando-la-diferencia/>
- Cabezas Poso, J. D. (2007). *Sistemas de Telefonía*. Madrid: Paraninfo.
- Cabrera Sanmartín, L. (2012). *Calidad de Servicio IPv6*. Obtenido de <http://biblioteca.unitecnologica.edu.co>:  
<http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis/0063146.pdf>
- Caicedo Romero , I. Y., & ChangoCaisa , N. K. (Octubre de 2013). *Diseño e implementación de un sistema de entrenamiento en comunicaciones centralizadas basadas en Tecnología Elastix en el Laboratorio de Comunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE Extensión Latacunga*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec>:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7111/1/T-ESPEL-ENI-0305.pdf>
- Calvo Ceinos, G. (Marzo de 2012). *Instalación de telefonía Cisco e integración y configuración de Asterisk dentro de la estructura telefónica de Labco* . Obtenido de <http://upcommons.upc.edu>:  
<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/14887/82193.pdf>
- Cicileo, G., Gagliano, R., O'Flaherty, C., Olivera Morales, C., Martínez, J., Rocha, M., & Vives Martínez, Á. (2009). *IPv6 para Todos: Guía de uso y aplicación para diversos entornos*. Buenos Aires.
- Cisco Network Academy. (2015). *CCNA Online Curriculum Version 5*. Obtenido de [www.cisco.edu.mn](http://www.cisco.edu.mn):  
[http://www.cisco.edu.mn/CCNA\\_R&S\\_1\\_\(Intruduction%20To%20Networking\)/course/module8/index.html#8.2.3.1](http://www.cisco.edu.mn/CCNA_R&S_1_(Intruduction%20To%20Networking)/course/module8/index.html#8.2.3.1)
- Cisco Systems. (2010). *CISCO Firewall VPN Cisco RV120 W Wireless-N*. Obtenido de <http://www.cisco.com/>:

[http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/routers/rv120w-wireless-n-vpn-firewall/DS\\_C78-590161-00\\_es.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/routers/rv120w-wireless-n-vpn-firewall/DS_C78-590161-00_es.pdf)

Community Cisco Support. (16 de Febrero de 2016). *Direccionamiento IPv6 - Bases y Fundamentos*. Obtenido de <https://supportforums.cisco.com:https://supportforums.cisco.com/blog/12914981/direccionamiento-ipv6-bases-y-fundamentos>

Contero, F. B. (09 de 2012). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE DATOS Y VOIP DE LA EMPRESA RINTECO CIA. LTA. USANDO OPEN SOURCE Y CONSTRUCCIÓN DE IVRS DE ASTERISK PARA MEJORAMIENTO EN CALIDAD DE ATENCIÓN AL CLIENTE*. Obtenido de [www.bibdigital.epn.edu.ec](http://www.bibdigital.epn.edu.ec:www.bibdigital.epn.edu.ec):  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4972/1/CD-4507.pdf>

Domínguez, Hernández, A. A. (19 de 02 de 2010). Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1521/1/CD-2261.pdf>

Dounmore, M. (2005). *6NET An IPv6 Deployment Guide*.

Duarte Domingo, L. (2014). *Diseño de aplicaciones sobre VoIP con mecanismos de geoposicionamiento*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu:https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/20826/memoria.pdf>

Elastix. (27 de Noviembre de 2015). *Calcular Ancho de Banda en VoIP, Elastix*. Obtenido de [www.elastixtech.com](http://www.elastixtech.com:www.elastixtech.com): <http://elastixtech.com/calcular-ancho-de-banda-en-voip/>

Fernández Zamora, J. (05 de 12 de 2013). *www.eie.ucr.ac.cr*. Obtenido de [http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2013/pb2013\\_066.pdf](http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2013/pb2013_066.pdf)

Gallardo Celis, A. (04 de 11 de 2013). *VOZ SOBRE REDES DE TERCERA GENERACIÓN*. Obtenido de [www.ptolomeo.unam.mx](http://www.ptolomeo.unam.mx:www.ptolomeo.unam.mx):  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/2565>

Gerometta, O. (06 de Abril de 2009). *Método simplificado para el cálculo de ancho de banda para VoIP, Mis Libros de Networking*. Obtenido de

[http://www.librosnetworking.blogspot.com/:](http://www.librosnetworking.blogspot.com/)

<http://librosnetworking.blogspot.com/2009/04/metodo-simplificado-para-el-calculo-de.html>

Hernández Hernández, L., & Muñoz Ibarra, E. (Junio de 2014). *ESTUDIO COMPARATIVO DE IPv4 e IPv6*. Obtenido de [www.tesis.ipn.mx](http://www.tesis.ipn.mx):  
<http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13174/TS%20IPv6.pdf?sequence=1>

IPv4TO6. (s.f.). *Protocolo IPv6*. Obtenido de <http://ipv4to6.blogspot.com/>:  
<http://ipv4to6.blogspot.com/p/protocolo-ipv6.html>

IPv6portal. (2011). *Dual stack o pila doble*. Obtenido de <http://portalipv6.lacnic.net/>:  
<http://portalipv6.lacnic.net/dual-stack-o-pila-doble/>

IPv6portal. (2011). *Traducción*. Obtenido de <http://portalipv6.lacnic.net/>:  
<http://portalipv6.lacnic.net/traduccion/>

IPv6portal. (2011). *Túneles/Encapsulamiento*. Obtenido de <http://portalipv6.lacnic.net/>:  
<http://portalipv6.lacnic.net/tunelesencapsulamiento/>

Joskowicz, J. (08 de 2013). *VOZ VIDEO Y TELEFONIA SOBRE IP*. Obtenido de [www.fing.edu.uy](http://www.fing.edu.uy):  
<http://www.fing.edu.uy/iie/ense/asign/ccu/material/docs/Voz%20Video%20y%20Telefonia%20sobre%20IP.pdf>

Marcano, D. (2009). *Tráfico en Redes de Telecomunicaciones*. Obtenido de <http://datateca.unad.edu.co/>:  
[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208062/Contenidos/3.1\\_Documento\\_Conceptos\\_y\\_Elementos\\_Basicos\\_de\\_Trafico\\_en\\_Telecomunicaciones.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208062/Contenidos/3.1_Documento_Conceptos_y_Elementos_Basicos_de_Trafico_en_Telecomunicaciones.pdf)

Martínez Cebrián, A. (Mayo de 2011). *MIGRACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA EN PRODUCCIÓN HACIA VOIP CON ASTERISK*. Obtenido de <http://bibing.us.es/>:  
[http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11969/fichero/Memoria%252F01\\_Portada.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11969/fichero/Memoria%252F01_Portada.pdf)

- Martínez Peña, C., & Vitola Arrieta, Y. (04 de 04 de 2014). *NUEVAS TECNOLOGIAS, Trabajo Investigativo de Telefonía IP*. Obtenido de [www.nuevastechnologiascontables.blogspot.com](http://www.nuevastechnologiascontables.blogspot.com):  
<http://nuevastechnologiascontables.blogspot.com/2014/04/telefonía-ip.html>
- Minoli, D. (2006). *Voice Over IPv6 Architectures for Next Generation VoIP Network*. Editorial Elsevier, EUA.
- Moreira, J. (Junio de 2016). *ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO Y RENDIMIENTO DE UNA RED IPV6 EN LA TRANSMISIÓN DE VOZ MEDIANTE SIMULACIÓN O EMULACIÓN*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec>:  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11276/TESIS%20MAESTRIA-JORGE%20MOREIRA.pdf?sequence=1>
- OpenVox Communication Co.Ltd. (s.f.). *OpenVox A400P on DAHDI User Manual*. Obtenido de <http://www.openvox.cn/>:  
[http://www.openvox.cn/pub/manuals/Release/English/A400P\\_on\\_DAHDI\\_User\\_Manual.pdf](http://www.openvox.cn/pub/manuals/Release/English/A400P_on_DAHDI_User_Manual.pdf)
- PAESSLER. (s.f.). Obtenido de <https://www.es.paessler.com/>:  
[https://www.es.paessler.com/prtg?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=ROW\\_ES\\_DSA\\_Categories&utm\\_adgroup=servidores&utm\\_adnum=dsa\\_es\\_01&utm\\_campaignid=635611844&utm\\_adgroupid=26150987072&utm\\_targetid=dsa-199439444912&utm\\_customerid=886-943-0596&utm](https://www.es.paessler.com/prtg?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=ROW_ES_DSA_Categories&utm_adgroup=servidores&utm_adnum=dsa_es_01&utm_campaignid=635611844&utm_adgroupid=26150987072&utm_targetid=dsa-199439444912&utm_customerid=886-943-0596&utm)
- Pérez, B. (2014). *Asterisk Instalacion, Configuración y Puesta en marcha*. Republica Dominicana.
- PORTAL IPV6 CUBA. (s.f.). *INTRODUCCION A IPV6, Tecnologías de Transición IPv4- IPv6*. Obtenido de [www.cu.ipv6tf.org](http://www.cu.ipv6tf.org):  
<http://www.cu.ipv6tf.org/transicionipv6.htm>
- Quintana Cruz, D. (09 de Mayo de 2011). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA IP CON SOFTWARE LIBRE EN LA RAAP*. Obtenido de

[http://tesis.pucp.edu.pe/:](http://tesis.pucp.edu.pe/)

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/205>

Rocha Reina, O. A. (Octubre de 2009). *Diseño e implementación de una aplicación para la distribución de las llamadas en múltiples servidores Asterisk manejando el ACD para Call Center bajo Linux*. Obtenido de [www.bdigital.unal.edu.co](http://www.bdigital.unal.edu.co):  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/2438/1/299695.2009.pdf>

Ruiz Aguirre, L. (Mayo de 2014). *Diseño e implementación de una aplicación Open Source sobre plataforma Asterisk usando scripts que permita acceder a una base de datos de monitoreo vehicular e informe mediante voz hablada en español su ubicación y alarmas*. Obtenido de [www.bibdigital.epn.edu.ec](http://www.bibdigital.epn.edu.ec):  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7417/1/CD-5581.pdf>

SciELO. (10 de 07 de 2016). *scielo.org.co*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-17982016000100010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982016000100010)

Sinfotecnia. (2007). Obtenido de [www.sinfotecnia.com](http://www.sinfotecnia.com): <http://www.sinfotecnia.com/>

SliderShare. (2002). *SliderShare.net, Tráfico Telefónico*. Obtenido de [www.SliderShare.net](http://www.SliderShare.net): <http://es.slideshare.net/nhduran2002/tema-03-traffic>

Solis Herrera, F., & Vaca Araujo, X. (10 de Enero de 2014). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP ASTERISK MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED EN AMBIENTES IPV4 E IPV6*. Obtenido de [www.bibdigital.epn.edu.ec](http://www.bibdigital.epn.edu.ec):  
<http://www.bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7109/1/CD-5295.pdf>

Stoyanov, E. (17 de 01 de 2007). *berklix.org*. Obtenido de [http://www.berklix.org/bim/talks/asterisk\\_overview\\_2007\\_01\\_17/asterisk-bim-17.01.07.pdf](http://www.berklix.org/bim/talks/asterisk_overview_2007_01_17/asterisk-bim-17.01.07.pdf)

Telefonia IP. (22 de Agosto de 2011). *Todo Acerca De Telefonia IP*. Obtenido de <https://www.telephonyip.wordpress.com/>:  
<https://telephonyip.wordpress.com/tag/historia-de-telefonía-ip/>

Telefonia Voz IP. (s.f.). *Desventajas de la Telefonía IP*. Obtenido de <http://www.telefoniavozip.com/>:

<http://www.telefoniavozip.com/voip/desventajas-de-la-telefonía-ip.htm>

VoipForo. (s.f.). *VoipForo.com*. Obtenido de <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>

Voip-info. (s.f.). *Voip-info*. Obtenido de <http://www.voip-info.org/>

voz-ip-co. (27 de julio de 2011). *Historia VoIP*. Obtenido de [www.voz-ip-co.blogspot.com](http://www.voz-ip-co.blogspot.com): <http://voz-ip-co.blogspot.com/2011/07/historia-voip.html>

Wallace, K. (2011). *Cisco Systems, Implementing Cisco Unified Communications Voice over IP and QoS (CVOICE) Foundation Learning Guide Fourth Edition*. California: Cisco Press, 2011.

Yealink. (s.f.). *Yealink SIP-T21P*. Obtenido de <http://yealink.com/>: <http://yealink.com/Upload/T21/Yealink-T21P-Datasheet.pdf>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A

#### **ADSL**

(Asymmetric Digital Subscriber Line) es un tipo de tecnología de línea de abonado digital bucle de abonado., 26

#### **ADPCM**

(Adaptive Differential Pulse Code Modulation), modulación por impulsos diferenciales adaptativos es un método utilizado para convertir las señales analógicas en señales binarias.,20,21,22,28,34,35,84

#### **AEC**

(Acoustic echo canceller) Cancelador de eco acústico incorporado en terminales IP.,112

#### **ANYCAST**

Es un tipo dirección IP que es asignada a un grupo de interfaces de nodos diferentes.,43,47

#### **ANSI/TIA/EIA-568.B**

Estándar de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.,65

#### **API**

(Application Programming Interfaces) Interfaces de Aplicación de Programas.,31,33,34,35

#### **ARPANET**

Es una red creada por el departamento de Defensa de los Estados Unidos, utilizada como medio de comunicación de diferentes instituciones académicas y estatales.,1

**C****CE**

Certificación de un producto de unión Europea.

**CS-ACELP**

(Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear Prediction) código algebraico de predicción lineal con excitación de estructura confugada.,22

**D****DIGUMN**

Es una empresa especializada en la creación de equipos específicos para la telefonía, pero principalmente enfocados en la plataforma de comunicaciones Asterisk.,16,28

**DND**

Tecla de no molestar, bloquea las llamadas.

**E****ERLANG**

Es una unidad adimensional utilizada en telefonía como una medida estadística del volumen de tráfico.,77,78,87,88,90

**ETSI**

Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones es una organización de estandarización independiente, sin fines de lucro de la industria de las telecomunicaciones de Europa.,20

**EUI-64**

Estándar definido por la IEEE para la asignación a un adaptador de red o se derivan de las direcciones IEEE 802.3.,45

**E1**

Es un acceso digital que dispone de 32 canales utilizado en Europa y el resto del mundo.,26,28,30

**F****FACEPLATE**

Es un accesorio para el cableado estructurado, que es usado junto al Jack RJ-45.,65

**FASTETHERNET**

FastEthernet o Ethernet de alta velocidad es el nombre de una serie de estándares de IEEE de redes Ethernet de 100 Mbps (megabits por segundo).,11,61,109

**FCC**

(Federal Communications Commission) Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos de América.,111

**FTP**

Protocolo para la transferencia de archivos sobre las redes TCP/IP por medio de programas que usan este protocolo, se permite la conexión entre dos computadoras y se pueden cargar y descargar archivos entre el cliente y el host (servidor).,11,25,26,29,58,60,70

**FXS**

(Foreign Exchange Station) Interfase usada para conectar un teléfono o un Fax analógico.,26,27,101,110

**FXO**

(Foreign Exchange Office) Interface usadas en la conexión hacia la PSTN.,26,27,29,30,91,92,101,110,122

**H****HFC**

Hibrido de Fibra Óptica – Coaxial es una tecnología híbrida entre la fibra óptica y el cable coaxial utilizada para crear un red de banda ancha.,55

**HTTP**

(Hypertext Transfer Protocol), es el protocolo de comunicación que permite las transferencias de información en la World Wide Web., 70

**I****IANA**

Es la entidad que supervisa la asignación global de direcciones IP, sistemas autónomos, servidores raíz de nombres de dominio DNS y otros recursos relativos a los protocolos de Internet.,41,42,47

**ICMP**

(Internet Control Message Protocol) Protocolo de Mensajes de Control de Internet.,39,40

**IEEE 802.3**

El estándar especifica el método de control del medio (MAC) denominado CSMA/CD que es el acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones.,45,60,109

**IETF**

Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet, es una organización internacional abierta de normalización, que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas, como transporte, encaminamiento, seguridad.,36

**IPSEC**

(Internet Protocol Security) Protocolo de Internet Seguro, es un conjunto de protocolos cuya función es asegurar las comunicaciones sobre el Protocolo de Internet (IP) autenticando y/o cifrando cada paquete IP en un flujo de datos., 109

**IPTV**

(Internet Protocol Television) Televisión por el Protocolo de Internet., 37

**ISP**

(Internet Service Provider), es una empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes., 42, 46, 55, 103

**IVR**

Es la Respuesta de Voz Interactiva, y permite interactuar con la persona que realizó la llamada mediante una grabación de voz y a través de respuestas simples.  
29,80,99,108

**J****JACK**

Interfaz física utilizada para conectar redes de cableado estructurado., 65

**L****LCP**

(Codificación Predictiva Lineal), es un tipo de codificador ampliamente utilizado en audio digital., 34

**LD-CELP**

(Low Delay Code Excited Linear Prediction) Predicción lineal con excitación por código de bajo retardo., 21

**LVD**

(Low-voltage Differential Signaling) Bajo Voltaje Señalización Diferencial., 111

**LOOPBACK**

Es un interfaz de red virtual que siempre representa al propio dispositivo., 44, 46,102

**L2TP**

(Layer 2 Tunneling Protocol) Protocolo de Túnel de Capa 2 es un protocolo utilizado por redes privadas virtuales que fue diseñado por un grupo de trabajo de IETF como el heredero aparente de los protocolos PPTP y L2F, creado para corregir las deficiencias de estos protocolos y establecerse como un estándar aprobado por el IETF (RFC 2661)., 109

**M****MAC**

(Media Access Control) Control de Acceso al Medio, es el identificador único asignado por el fabricante a una pieza de hardware de red (como una tarjeta inalámbrica o una tarjeta Ethernet).., 134, 144

**MIPS**

(Millions of Instructions per Second) millón de instrucciones por segundo., 21

**MODELO OSI**

Es un modelo o referente creado por la ISO para la interconexión en un contexto de sistemas abiertos., 58

**MOS**

(Mean Opinion Score), es una medida de uso común para la evaluación de la calidad de video, audio y audiovisual de los códecs.,22

**MPMLQ**

(Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization), Multipulso Cuantificación de Máxima Verosimilitud.,22

**MULTICAST**

Es un método utilizado para la transferencia de información a un determinado grupo de receptores, que están interesados en la misma.,19,43,47,48

**P****PATCH PANEL**

Es el elemento encargado de recibir todos los cables del cableado estructurado.,66

**PAYLOAD**

Es la cantidad de información transmitidos en una comunicación., 81,83,84,134,143

**PCI**

Interconexión de Componentes Periféricos es un bus estándar de computadoras para conectar dispositivos periféricos directamente a la placa base.,110

**PCM**

(Pulse Code Modulatio), es un procedimiento utilizado para transformar una señal analógica en una secuencia de bits (señal digital). 20,34

**PERL**

Es un lenguaje de programación diseñado por Larry Wall en 1987. Perl toma características del lenguaje C, del lenguaje interpretado bourne shell (sh), AWK, sed, Lisp y, en un grado inferior, de muchos otros lenguajes de programación.,27

**PHP**

Es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico.,27

**PLUG AND PLAY**

Es una tecnología que permite conectar cualquier dispositivo de hardware, sin tener que incorporar ningún controlador (driver).,37

**PSTN**

La red telefónica pública conmutada es una red con conmutación de circuitos tradicional optimizada para comunicaciones de voz en tiempo real.,7,10,12,20,26,27,79,80,87,89,91,95,97,110,118,122,123,124,130,138,140,141,142,144,146,147,138

**POP3**

(Post Office Protocol) Protocolo de Oficina de Correo es un protocolo para obtener los mensajes de correo electrónico almacenados en un servidor remoto.,70

**PPTP**

(Point to Point Tunneling Protocol) Protocolo de Tunel Punto a Punto es un protocolo de comunicaciones desarrollado por Microsoft, U.S. Robotics, Ascend Communications, 3Com/Primary Access, ECI Telematics conocidas colectivamente como PPTP Forum, para implementar redes privadas virtuales o VPN.,109

**R****RFC**

Son una serie de publicaciones del grupo de trabajo de ingeniería de internet que describen diversos aspectos del funcionamiento de Internet y otras redes de computadoras, como protocolos, procedimientos, etc. y comentarios e ideas sobre estos.,18,36,40

**RIR**

(Regional Internet Registry), es una organización que supervisa la asignación y el registro de recursos de números de Internet dentro de una región particular del mundo.,41,42,48

**ROAMMING**

Es la capacidad de cambiar de área de cobertura a otra sin interrupción del servicio o pérdida de conectividad.,2

**RTP**

(Real-Time Transport Protocol) Protocolo de Transporte de Tiempo Real, es un protocolo creado por la IETF para la transmisión confiable de voz y video a través de Internet., 15,16,18,81,82,83,137,138,139,147,148

,150

**S****SB-ADPCM**

(Sub-Band Adaptive Differential Pulse Code), Modulación de código de impulsos diferencial adaptativo de sub-banda es un algoritmo de datos de voz para comprimir audio de 7 KHz en canales de 48, 56 o 64 KB.,20,22

**SMS**

(Short Message Service) Servicio de mensajes cortos.,70

**SMTP**

(Simple Mail Transfer Protocol) es un protocolo de red utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras u otros dispositivos (PDA, teléfonos móviles, impresoras, etc.),70

**T****TCP/IP**

Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet, son usados para la transferencia de datos entre ordenadores.,1,11,13,17

**Túnel 6to4**

Es un mecanismo de transición que proporciona conectividad IPv6 a hosts que soportan IPv6 pero que se encuentran conectados a Internet mediante una red.,102

**T1**

Es un estándar de entramado y señalización para transmisión digital de voz y datos basado en PCM ampliamente usado en telecomunicaciones en Norteamérica, Corea del Sur y Japón.,26,28,3

**U****UIT-T**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.,11,20

**UNICAST**

Es el método más sencillo que es utilizado para la transmisión de información entre dos nodos, únicamente hay un nodo emisor y un nodo receptor.,19,43,44,45,46,47

**UTP**

(Unshielded Twisted Pair) Par Trenzado sin Blindaje cable utilizado para telecomunicaciones y redes informáticas.,55,56,65

**V****VOICEMAIL**

Servicio que ofrecen las centrales telefónicas IP para el intercambio de mensajes de voz.,32,34

**W****WAP**

(Wireless Application Protocol) Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas es un estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan las comunicaciones inalámbricas, por ejemplo: acceso a servicios de Internet desde un teléfono móvil.,61,62

**X****XML**

(eXtensible Markup Language) Lenguaje de marcas extensible.,112,118

## **ANEXOS**

**ANEXO A**

**CONSTANCIA DE TERMINACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO**

## CONSTANCIA DE TERMINACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Por medio del presente documento se hace constar que el Sr. **Guerrero Andrade Carlos Jonathan** titular de la cédula de identidad **0401051271**, y estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte, cumplió con todos los requisitos y obligaciones del convenio que fue presentado a la gerencia de la empresa, para el desarrollo de su trabajo de grado que fue el **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP BASADO EN ASTERISK SOBRE EL PROTOCOLO IPV6 PARA LA INTERCOMUNICACIÓN EN LAS DEPENDENCIAS DE LA EMPRESA SINFOTECNIA”** el mismo fue entregado a la empresa y se encuentra correcto funcionamiento.

En constancia se expide el presente documento, para los fines que el interesado lo considere conveniente en la ciudad de Ibarra a los 10 días del mes de febrero del 2017.

Atentamente,



Ing. Esteban Vallejos  
Gerente General



**ANEXO B**

**MEMORIA TÉCNICA DE LA EMPRESA SINFOTECNIA**

# EDIFICIO SINFOTECNIA

## MEMORIA TÉCNICA DEL DISEÑO DE LA RED DE LA EMPRESA SINFOTECNIA

**IBARRA 2013**

**MATRIZ IBARRA:** Dr. Marco Nicolalde 4-22 y Brasil  
Teléfono: 062 957 127 ext. 101 / 062 953 686

**AMBATO:** Av. Los Shyris 2239 y Luis Cordero / Teléfono: 032 850 037

**QUITO:** Gaspar de Villaroel y 6 de Diciembre Edif. Parque Real,  
Torre Cipress 5, Dpto. 41 Teléfono: 023 360 583

[www.Sinfotecnia.com](http://www.Sinfotecnia.com)

Infraestructura para Centros de Datos

Cableado Estructurado

Redes y Conectividad



Soluciones de Telefonía IP



Servidores Almacenamiento



Servicios TIC

## INDICE

1. DATOS GENERALES DE LA RED .....	198
2. SEGMENTACIÓN DE LA RED EN VLANS .....	198
3. EQUIPAMIENTO ACTIVO.....	199
4. TOPOLOGÍA DE RED .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5. TABLAS DE DISTRIBUCIÓN DE DIRECCIONES IP POR VLAN .....	199
6. ADMINISTRACIÓN DE EQUIPOS ACTIVOS DE LA RED .....	200
7.DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE RED.....	9
8. MAPA DEL CABLEADO DE RED .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



# MEMORIA TÉCNICA DEL DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE LA RED DEL EDIFICIO DE SINFOTECNIA

A través del siguiente documento, pone a su consideración el informe del diseño y Networking del edificio de Sinfotecnia.

## 1. DATOS GENERALES DE LA RED

- **IP pública:** 201.183.242.28
- **Gateway:** 201.183.242.1
- **Mask:** 255.255.255.252
- **DNS:** 200.105.225.2, 200.105.225.4

## 2. SEGMENTACIÓN DE LA RED EN VLANs

La red está segmentado por VLAN's de acuerdo a la necesidad de la entidad:

ID VLAN	Nombre de la VLAN	Subredes	Mask
2	DATOS	192.168.2.0	/24
3	SERVIDORES	192.168.3.0	/24
4	WIRELESS	192.168.4.0	/24
5	VIGILANCIA	192.168.5.0	/24
6	INGENIERIA	192.168.6.0	/24
7	ADMIN (Nativa y Administración de equipos)	192.168.7.0	/24
101	INTERNET	192.168.101.0	/30

### 3. EQUIPAMIENTO ACTIVO

Cantidad	Equipo	S/N
1	Router CISCO 881-K9	FTX155381PR
1	Switch SG300-10MP 10 Port Gigabit PoE	PSJ15480B51
1	Switch Cisco Catalyst 2950	FOC1102W442
1	Switch Dlink 1210-08	
1	Servidor de telefonía IP	
1	Servidor DHCP	
1	Cisco Wireless LAN Controller 2504	
1	Access Point	
1	Access Point WAP321	SER17210JZX
1	Cámara Casa DCS-2210	
1	Cámara Patio DCS-2121	
1	Cámara Recepción PVC2300 Internet Camera	SER154606DZ

### 4. TABLAS DE DISTRIBUCIÓN DE DIRECCIONES IP POR VLAN

Las direcciones IP están distribuidas de la siguiente manera:

Nombre VLAN	ID VLAN	Red	Mas k	Gateway	Intervalos	Broadcast
Red de Datos	2	192.168.2.0	/24	192.168.2.1	192.168.2.2 – 192.168.2.254	192.168.2.255
Servidores	3	192.168.3.0	/24	192.168.3.1	192.168.3.2 – 192.168.3.254	192.168.3.255
Wireless	4	192.168.4.0	/24	192.168.4.1	192.168.4.2 – 192.168.4.254	192.168.4.255
Cámaras de vigilancia	5	192.168.5.0	/24	192.168.5.1	192.168.5.2 – 192.168.5.254	192.168.5.255
Red de pruebas	6	192.168.6.0	/24	192.168.6.1	192.168.6.2 – 192.168.6.254	192.168.6.255
Nativa y administración de equipos	7	192.168.7.0	/24	192.168.7.1	192.168.7.2 – 192.168.7.254	192.168.7.255
Enlace de Internet	101	192.168.101.0	/30	192.168.101.1	192.168.101.1 – 192.168.101.2	192.168.101.3

Rango Reservado Darwin: 192.168.2.60 – 192.168. 2.70



## 5. ADMINISTRACIÓN DE EQUIPOS ACTIVOS DE LA RED

Hostname	Modelo del Equipo	MAC Address	Username Acceso web o terminal	IP de Administración	Password
ROUTER-SINFOTECNIA	Router cisco 881-k9		SSH: administrador	192.168.101.1	#sinfo!2013
SW1-Sinfo	Switch SG300-10MP		Web / SSH: cisco	192.168.7.1	#sinfo!2013
SW2-Sinfo	Switch SF200-24P		Web: cisco	192.168.7.2 192.168.1.2 54 Puertos 6,17,18	#sinfo!2013
SW3-Sinfo	Switch Cisco 2950		Telnet: cisco	192.168.7.3	#sinfo!2013
SW Casa	Switch Dlink 1210-08			192.168.7.4	
	Servidor de telefonía IP		Admin	192.168.3.254	elastix
	Servidor DHCP		Administrador	192.168.6.2	#sinfo!2014
WLC Sinfotecnia	Cisco Wireless LAN Controller 2504		Admin	192.168.6.3	#sinfo!2014
AP Sinfotecnia	Access Point		-----	192.168.6.	-----
AP Casa	Access Point WAP321	B0:FA:EB:FD:C4:70	Cisco	192.168.3.103	#sinfo!2013
Cámara Casa	DCS-2210	28:10:7B:07:06:30	Admin	192.168.3.102	-----
Cámara Patio	DCS-2121	00:26:5A:82:3A:E7	Admin	192.168.5.2	-----
Cámara Recepción	PVC2300 Internet Camera	70:81:05:BE:85:AF	Admin	192.168.5.3	admin



## 6. DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE RED

Puntos de Red MD F-#	Planta	Departamento	Usuario	ID Vlan	Tipo Dispositivo	IP Address Dispositivo	Nombre Switch	Nro. Puerto
1	P2	Sala de Capacitación	N/A	2	N/A		SW2-Sinfo	7
2	P2	Sala de Capacitación	N/A	3	N/A		SW2-Sinfo	5
3	P2	Sala de Capacitación	N/A	-	N/A			
4	P2	Sala de Capacitación	N/A	2	N/A		SW2-Sinfo	8
5	Grad as	Gradas P2	N/A	5	N/A		SW2-sinfo	13
6	P1	Ingeniería	Ingeniería	3	Phone IP	192.168.3.7	SW2-Sinfo	1
7	P1	Ingeniería	Sandra N.	2	Portátil	192.168.2.4		20
8	P1	Ingeniería	Ingeniera 2	2	Portátil	192.168.2.5	SW2-Sinfo	9
9	P1	Ingeniería	Ingeniera 2		Pruebas		variado	
10	P1	Corredor	N/A		N/A			
11	P1	Corredor	N/A		N/A			
12	P1	Administración	Erika V.	2	Impresora hp 1606	192.168.2.10	SW3-Sinfo	11
13	P1	Administración	Erika V.		N/A		SW3-Sinfo	12
14	P1	Administración	Erika V.	3	Phone IP	192.168.3.6	SW2-Sinfo	14
15	P1	Administración	Erika V	2	Portátil	192.168.2.	SW2-Sinfo	10
16	P1	Gerencia	Ing. Esteban	2	PC temporal	192.168.2.	SW3-Sinfo	22
17	P1	Sala de reuniones	Ing. Esteban	2	N/A			
18	P1	Gerencia	Ing. Esteban	2	Impresora HP Color		SW3-Sinfo	14
19	P1	Sala de reuniones	Ing. Esteban	2	N/A		SW2-Sinfo	19
20	P1	Gerencia	Ing. Esteban	2	Portátil	192.168.2.	SW2-Sinfo	11
21	P1	Gerencia	Ing. Esteban	3	Phone IP	192.168.3.8	SW2-Sinfo	3
22	PB	Recepción	Cámara	5	Cámara IP	192.168.5.3		
23	PB	Recepción	Cecilia Z.	3	Phone IP	192.168.3.11	SW3-Sinfo	1

**MATRIZ IBARRA:** Dr. Marco Nicolalde 4-22 y Brasil

Teléfono: 062 957 127 ext. 101 / 062 953 686

**AMBATO:** Av. Los Shyris 2239 y Luis Cordero / Teléfono: 032 850 037

**QUITO:** Gaspar de Villaroel y 6 de Diciembre Edif. Parque Real,

Torre Cipress 5, Dpto. 41 Teléfono: 023 360 583

[www.Sinfotecnia.com](http://www.Sinfotecnia.com)

Infraestructura para Centros de Datos

Cableado Estructurado

Redes y Conectividad



Soluciones de Telefonía IP



Servidores Almacenamiento



Servicios TIC



24	PB	Recepción	Cecilia Z	2	PC	192.168.2.7	SW3-Sinfo	2
25	PB	Recepción	N/A		N/A			
26	PB	Recepción	N/A		N/A			
27	PB	Patio	Cámara PoE	5	Cámara PoE	192.168.5.2	SW2-Sinfo	15
28	PB	Pasillo Atención al Cliente	N/A		N/A			
29	PB	Pasillo Atención al Cliente	N/A		N/A			
31	PB	Pasillo Ventas	N/A		N/A			
32	PB	Ventas	Ventas	2	Portátil	192.168.2.	SW3-Sinfo	3
33	PB	Ventas	Ventas	3	Phone IP	192.168.3.3	SW3-Sinfo	4
34	PB	Soporte Técnico	Darwin H.	2	PC	192.168.2.	SW3-Sinfo	5
35	PB	Soporte Técnico	Darwin H.	3	Phone IP	192.168.3.5	SW3-Sinfo	6
36	PB	Soporte Técnico 2	Pablo Y.				SW3-Sinfo	7
37	PB	Soporte Técnico 2	Pablo Y.	2	PC	192.168.2.	SW3-Sinfo	8
38	PB	Centro de Datos	N/A		N/A			
39	PB	Centro de Datos	N/A		N/A			
40	PB	Centro de Datos	N/A		N/A			
41	P1	Bodega	N/A		N/A			
42	PB	Bodega	N/A	2	N/A		SW3-Sinfo	9
43	PB	Bodega	N/A	5	N/A	192.168.5	SW2-Sinfo	16
		Enlace Sinfo - Casa		3			SW3-Sinfo	22

**MATRIZ IBARRA:** Dr. Marco Nicolalde 4-22 y Brasil  
 Teléfono: 062 957 127 ext. 101 / 062 953 686

**AMBATO:** Av. Los Shyris 2239 y Luis Cordero / Teléfono: 032 850 037

**QUITO:** Gaspar de Villaroel y 6 de Diciembre Edif. Parque Real,  
 Torre Cipress 5, Dpto. 41 Teléfono: 023 360 583

[www.Sinfotecnia.com](http://www.Sinfotecnia.com)

Infraestructura para Centros de Datos

Cableado Estructurado

Redes y Conectividad



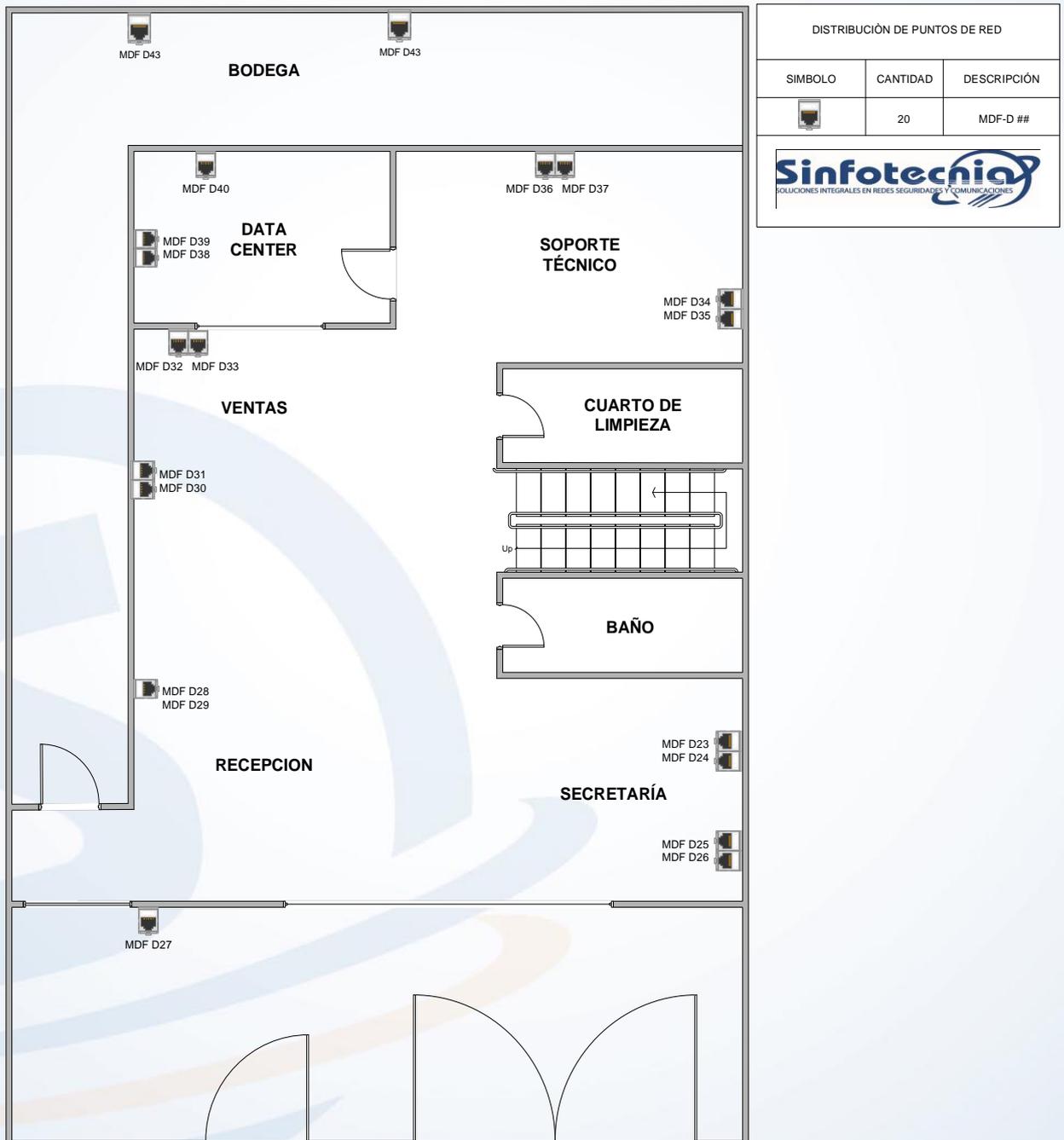
Soluciones de Telefonía IP

Servidores Almacenamiento

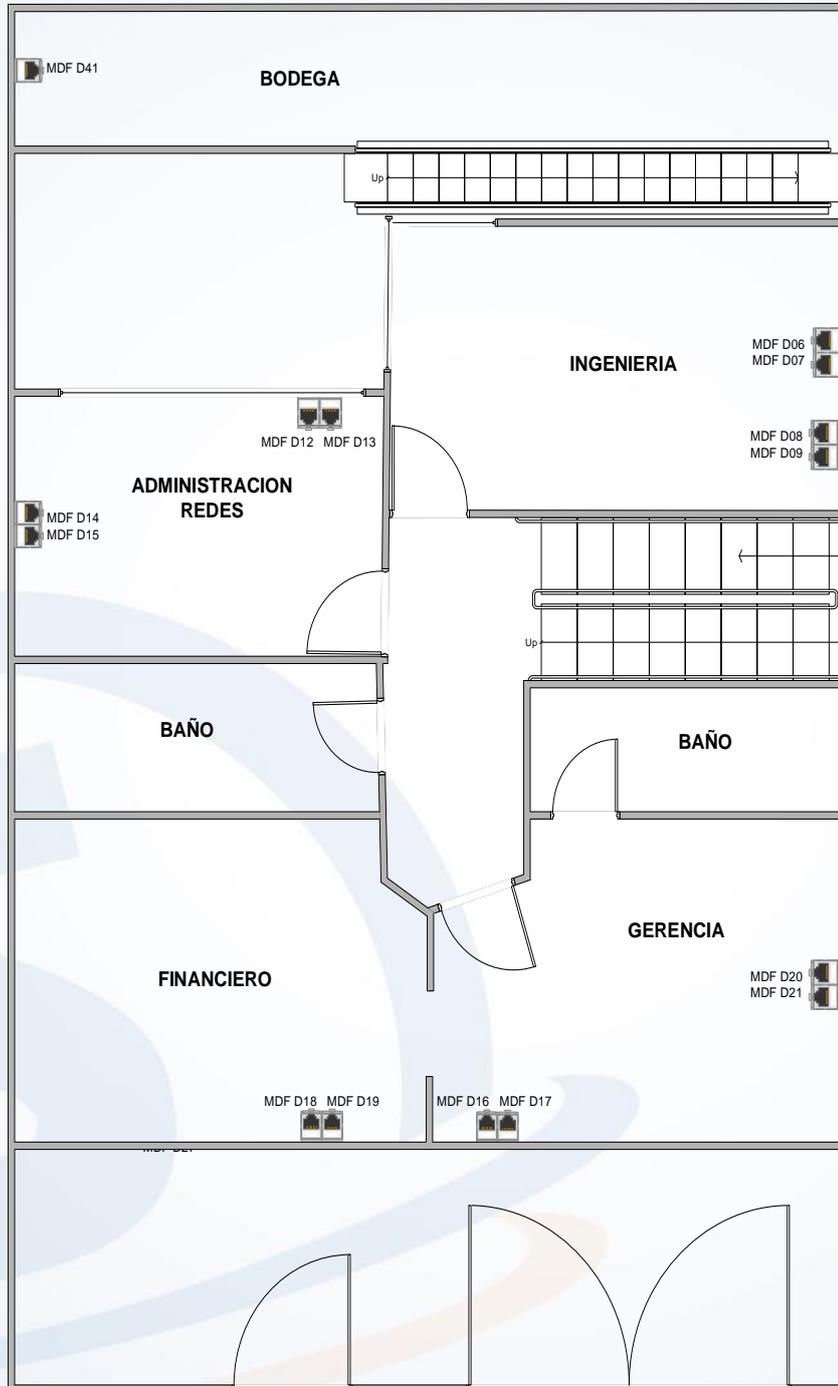
Servicios TIC

## 7. MAPA DEL CABLEADO DE RED

### DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE DATOS DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO DE LA EMPRESA SINFOTECNIA PLANTA BAJA



**DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE DATOS DEL SISTEMA DE  
 CABLEADO ESTRUCTURADO DE LA EMPRESA SINFOTECNIA  
 PLANTA ALTA**



DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE RED		
SÍMBOLO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
	15	MDF-D ##

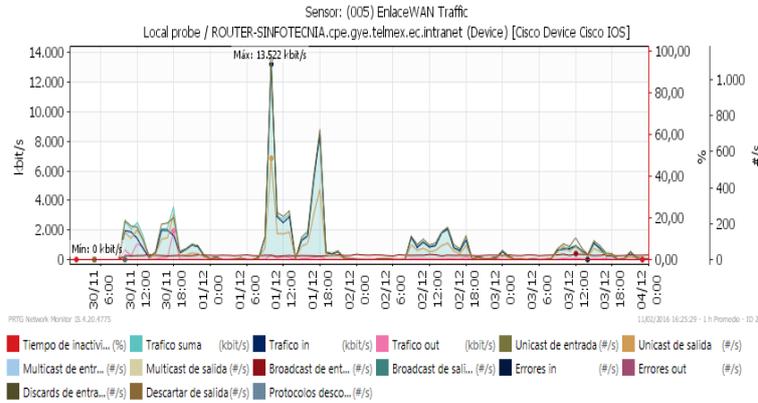



## **ANEXO C**

### **CAPTURA DEL TRÁFICO EXISTENTE EN LA RED DE DATOS CON EL SOFTWARE PRTG**

Informe para (005) EnlaceWAN Traffic

Plazo de tiempo de informe:	30/11/2015 0:00:00 - 04/12/2015 0:00:00		
Tipo de sensor:	SNMP trafico 64bit (60 s Intervalo)		
Sonda, grupo, dispositivo:	Local probe > Local probe > ROUTER-SINFOTECNIA.cpe.gye.telmex.ec.intranet (Device) [Cisco Device Cisco IOS]		
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible: 100 % [3d15h16m52s]	Fallo: 0 % [0s]	
Estadísticas de petición:	Buena: 99,962 % [15241]	Fallo: 0,038 % [2]	
Promedio (Trafico suma):	743 kbit/s		
Total (Trafico suma):	37.719.795 KByte		



Fecha Hora	Trafico suma (volumen)	Trafico suma (velocidad)	Trafico in (volumen)	Trafico in (velocidad)	Trafico out (volumen)	Trafico out (velocidad)	Unicast de entrada (volumen)	Unicast de entrada (velocidad)	Unicast de salida (volumen)
<b>Sumas (de 89 valores)</b>	37.719.795 KByte		34.176.162 KByte		3.543.633 KByte		26.573.605 #		15.953.497 #
<b>Promedios (de 89 valores)</b>	423.818 KByte	743 kbit/s	384.002 KByte	673 kbit/s	39.816 KByte	70 kbit/s	298.580 #	64 #/s	179.253 #
Fecha Hora	Trafico suma (volumen)	Trafico suma (velocidad)	Trafico in (volumen)	Trafico in (velocidad)	Trafico out (volumen)	Trafico out (velocidad)	Unicast de entrada (volumen)	Unicast de entrada (velocidad)	Unicast de salida (volumen)
30/11/2015 0:00:00 - 1:00:00									
30/11/2015 1:00:00 - 2:00:00									
30/11/2015 2:00:00 - 3:00:00									
30/11/2015 3:00:00 - 4:00:00									
30/11/2015 4:00:00 - 5:00:00	3.135 KByte	0,29 kbit/s	2.862 KByte	0,27 kbit/s	273 KByte	0,03 kbit/s	2.126 #	0,02 #/s	1.432 #
30/11/2015 5:00:00 - 6:00:00									
30/11/2015 6:00:00 - 7:00:00									
30/11/2015 7:00:00 - 8:00:00									
30/11/2015 8:00:00 - 9:00:00	27.466 KByte	15 kbit/s	24.878 KByte	13 kbit/s	2.588 KByte	1 kbit/s	29.144 #	2 #/s	19.145 #
30/11/2015 9:00:00 - 10:00:00	1.150.396 KByte	2.618 kbit/s	859.963 KByte	1.957 kbit/s	290.432 KByte	661 kbit/s	779.759 #	217 #/s	541.678 #
30/11/2015 10:00:00 - 11:00:00	929.234 KByte	2.115 kbit/s	820.873 KByte	1.868 kbit/s	108.362 KByte	247 kbit/s	675.801 #	188 #/s	427.195 #
30/11/2015 11:00:00 - 12:00:00	1.110.510 KByte	2.527 kbit/s	633.545 KByte	1.442 kbit/s	476.965 KByte	1.085 kbit/s	647.237 #	180 #/s	588.580 #
30/11/2015 12:00:00 - 13:00:00	698.847 KByte	1.590 kbit/s	318.404 KByte	725 kbit/s	380.444 KByte	866 kbit/s	379.090 #	105 #/s	396.652 #
30/11/2015 13:00:00 - 14:00:00	76.042 KByte	173 kbit/s	66.057 KByte	150 kbit/s	9.985 KByte	23 kbit/s	57.592 #	16 #/s	43.260 #
30/11/2015 14:00:00 - 15:00:00	180.867 KByte	412 kbit/s	166.703 KByte	379 kbit/s	14.164 KByte	32 kbit/s	152.521 #	42 #/s	101.753 #
30/11/2015 15:00:00 - 16:00:00	923.113 KByte	2.101 kbit/s	870.967 KByte	1.982 kbit/s	52.146 KByte	119 kbit/s	706.628 #	196 #/s	410.671 #
30/11/2015 16:00:00 - 17:00:00	925.783 KByte	2.107 kbit/s	867.014 KByte	1.973 kbit/s	58.769 KByte	134 kbit/s	733.719 #	204 #/s	433.953 #
30/11/2015 17:00:00 - 18:00:00	1.573.077 KByte	3.580 kbit/s	713.776 KByte	1.624 kbit/s	859.302 KByte	1.956 kbit/s	838.035 #	233 #/s	906.460 #
30/11/2015 18:00:00 - 19:00:00	215.954 KByte	491 kbit/s	201.388 KByte	458 kbit/s	14.566 KByte	33 kbit/s	164.286 #	46 #/s	102.085 #
30/11/2015 19:00:00 - 20:00:00	311.080 KByte	708 kbit/s	298.940 KByte	680 kbit/s	12.140 KByte	28 kbit/s	214.371 #	60 #/s	90.715 #
30/11/2015 20:00:00 - 21:00:00	445.318 KByte	1.013 kbit/s	432.419 KByte	984 kbit/s	12.899 KByte	29 kbit/s	301.718 #	84 #/s	133.358 #
30/11/2015 21:00:00 - 22:00:00	399.472 KByte	909 kbit/s	384.698 KByte	875 kbit/s	14.774 KByte	34 kbit/s	277.352 #	77 #/s	118.033 #
30/11/2015 22:00:00 - 23:00:00	122.902 KByte	280 kbit/s	114.199 KByte	260 kbit/s	8.703 KByte	20 kbit/s	91.019 #	25 #/s	55.628 #
30/11/2015 23:00:00 - 0:00:00	29.519 KByte	67 kbit/s	23.730 KByte	54 kbit/s	5.790 KByte	13 kbit/s	21.652 #	6 #/s	18.077 #
01/12/2015 0:00:00 - 1:00:00	66.629 KByte	152 kbit/s	59.681 KByte	136 kbit/s	6.948 KByte	16 kbit/s	48.706 #	14 #/s	37.816 #

01/12/2015 1:00:00 - 2:00:00	6.306 KByte	14 kbit/s	5.877 KByte	13 kbit/s	428 KByte	1 kbit/s	2.996 #	1 #/s	3.020 #
01/12/2015 2:00:00 - 3:00:00	6.204 KByte	14 kbit/s	5.731 KByte	13 kbit/s	473 KByte	1 kbit/s	2.873 #	1 #/s	2.881 #
01/12/2015 3:00:00 - 4:00:00	11.329 KByte	26 kbit/s	10.254 KByte	23 kbit/s	1.075 KByte	2 kbit/s	7.925 #	2 #/s	6.878 #
01/12/2015 4:00:00 - 5:00:00	46.478 KByte	106 kbit/s	43.842 KByte	100 kbit/s	2.636 KByte	6 kbit/s	34.120 #	9 #/s	24.177 #
01/12/2015 5:00:00 - 6:00:00	6.434 KByte	15 kbit/s	6.140 KByte	14 kbit/s	294 KByte	1 kbit/s	2.433 #	1 #/s	2.351 #
01/12/2015 6:00:00 - 7:00:00	5.637 KByte	13 kbit/s	5.301 KByte	12 kbit/s	336 KByte	1 kbit/s	2.675 #	1 #/s	2.607 #
01/12/2015 7:00:00 - 8:00:00	65.180 KByte	148 kbit/s	56.639 KByte	129 kbit/s	8.541 KByte	19 kbit/s	52.732 #	15 #/s	42.265 #
01/12/2015 8:00:00 - 9:00:00	669.105 KByte	1.523 kbit/s	654.336 KByte	1.489 kbit/s	14.769 KByte	34 kbit/s	453.567 #	126 #/s	230.755 #
01/12/2015 9:00:00 - 10:00:00	5.941.963 KByte	13.522 kbit/s	5.814.449 KByte	13.232 kbit/s	127.515 KByte	290 kbit/s	4.005.960 #	1.113 #/s	2.025.105 #
01/12/2015 10:00:00 - 11:00:00	1.320.859 KByte	3.006 kbit/s	1.268.130 KByte	2.886 kbit/s	52.729 KByte	120 kbit/s	940.670 #	261 #/s	520.418 #
01/12/2015 11:00:00 - 12:00:00	1.192.623 KByte	2.714 kbit/s	1.100.659 KByte	2.505 kbit/s	91.964 KByte	209 kbit/s	864.627 #	240 #/s	515.335 #
01/12/2015 12:00:00 - 13:00:00	1.340.373 KByte	3.050 kbit/s	1.273.309 KByte	2.898 kbit/s	67.065 KByte	153 kbit/s	971.476 #	270 #/s	550.572 #
01/12/2015 13:00:00 - 14:00:00	21.153 KByte	48 kbit/s	18.993 KByte	43 kbit/s	2.160 KByte	5 kbit/s	19.049 #	5 #/s	16.442 #
01/12/2015 14:00:00 - 15:00:00	599.247 KByte	1.364 kbit/s	568.439 KByte	1.294 kbit/s	30.808 KByte	70 kbit/s	447.578 #	124 #/s	266.531 #
01/12/2015 15:00:00 - 16:00:00	73.453 KByte	1.669 kbit/s	695.763 KByte	1.583 kbit/s	37.690 KByte	86 kbit/s	563.937 #	157 #/s	323.873 #
01/12/2015 16:00:00 - 17:00:00	2.418.208 KByte	5.503 kbit/s	2.351.566 KByte	5.352 kbit/s	66.642 KByte	152 kbit/s	1.672.026 #	464 #/s	890.196 #
01/12/2015 17:00:00 - 18:00:00	3.824.620 KByte	8.704 kbit/s	3.730.284 KByte	8.489 kbit/s	94.336 KByte	215 kbit/s	2.599.427 #	722 #/s	1.410.131 #
01/12/2015 18:00:00 - 19:00:00	215.855 KByte	491 kbit/s	208.992 KByte	476 kbit/s	6.863 KByte	16 kbit/s	154.430 #	43 #/s	89.844 #
01/12/2015 19:00:00 - 20:00:00	169.731 KByte	386 kbit/s	160.310 KByte	365 kbit/s	9.421 KByte	21 kbit/s	121.883 #	34 #/s	68.918 #
01/12/2015 20:00:00 - 21:00:00	240.920 KByte	548 kbit/s	233.132 KByte	531 kbit/s	7.787 KByte	18 kbit/s	169.488 #	47 #/s	78.339 #
01/12/2015 21:00:00 - 22:00:00	45.181 KByte	103 kbit/s	41.093 KByte	94 kbit/s	4.088 KByte	9 kbit/s	36.170 #	10 #/s	28.330 #
01/12/2015 22:00:00 - 23:00:00	36.767 KByte	84 kbit/s	34.899 KByte	79 kbit/s	1.869 KByte	4 kbit/s	25.652 #	7 #/s	16.088 #
01/12/2015 23:00:00 - 0:00:00	11.168 KByte	25 kbit/s	10.547 KByte	24 kbit/s	6.200 KByte	1 kbit/s	6.756 #	2 #/s	4.741 #
02/12/2015 0:00:00 - 1:00:00	7.095 KByte	16 kbit/s	6.670 KByte	15 kbit/s	425 KByte	1 kbit/s	3.226 #	1 #/s	3.137 #
02/12/2015 1:00:00 - 2:00:00	6.287 KByte	14 kbit/s	5.877 KByte	13 kbit/s	410 KByte	1 kbit/s	2.962 #	1 #/s	2.986 #
02/12/2015 2:00:00 - 3:00:00	6.765 KByte	15 kbit/s	6.328 KByte	14 kbit/s	437 KByte	1 kbit/s	3.197 #	1 #/s	3.184 #
02/12/2015 3:00:00 - 4:00:00	32.295 KByte	73 kbit/s	30.426 KByte	69 kbit/s	1.803 KByte	4 kbit/s	22.414 #	6 #/s	16.216 #
02/12/2015 4:00:00 - 5:00:00	31.198 KByte	71 kbit/s	28.957 KByte	66 kbit/s	2.241 KByte	5 kbit/s	23.349 #	6 #/s	18.552 #
02/12/2015 5:00:00 - 6:00:00	12.071 KByte	27 kbit/s	6.751 KByte	15 kbit/s	5.320 KByte	12 kbit/s	7.381 #	2 #/s	8.065 #
02/12/2015 6:00:00 - 7:00:00	6.618 KByte	15 kbit/s	6.313 KByte	14 kbit/s	305 KByte	1 kbit/s	2.562 #	1 #/s	2.509 #
02/12/2015 7:00:00 - 8:00:00	11.287 KByte	26 kbit/s	10.650 KByte	24 kbit/s	637 KByte	1 kbit/s	6.754 #	2 #/s	5.595 #
02/12/2015 8:00:00 - 9:00:00	684.678 KByte	1.558 kbit/s	662.550 KByte	1.508 kbit/s	22.127 KByte	50 kbit/s	465.724 #	129 #/s	293.598 #
02/12/2015 9:00:00 - 10:00:00	389.490 KByte	886 kbit/s	366.356 KByte	834 kbit/s	23.134 KByte	53 kbit/s	304.163 #	84 #/s	187.104 #
02/12/2015 10:00:00 - 11:00:00	536.900 KByte	1.222 kbit/s	514.759 KByte	1.171 kbit/s	22.140 KByte	50 kbit/s	406.984 #	113 #/s	225.558 #
02/12/2015 11:00:00 - 12:00:00	387.952 KByte	883 kbit/s	368.425 KByte	838 kbit/s	19.927 KByte	44 kbit/s	290.512 #	81 #/s	160.272 #
02/12/2015 12:00:00 - 13:00:00	435.044 KByte	990 kbit/s	416.247 KByte	947 kbit/s	18.797 KByte	43 kbit/s	333.091 #	93 #/s	184.098 #
02/12/2015 13:00:00 - 14:00:00	810.331 KByte	1.844 kbit/s	791.567 KByte	1.801 kbit/s	18.764 KByte	43 kbit/s	555.715 #	154 #/s	278.854 #
02/12/2015 14:00:00 - 15:00:00	931.672 KByte	2.120 kbit/s	906.709 KByte	2.063 kbit/s	24.963 KByte	57 kbit/s	647.754 #	180 #/s	327.238 #
02/12/2015 15:00:00 - 16:00:00	366.718 KByte	835 kbit/s	342.793 KByte	780 kbit/s	23.925 KByte	54 kbit/s	296.644 #	82 #/s	167.807 #
02/12/2015 16:00:00 - 17:00:00	282.461 KByte	643 kbit/s	264.626 KByte	602 kbit/s	17.835 KByte	41 kbit/s	214.002 #	59 #/s	119.898 #
02/12/2015 17:00:00 - 18:00:00	648.579 KByte	1.476 kbit/s	583.971 KByte	1.329 kbit/s	64.608 KByte	147 kbit/s	473.937 #	132 #/s	282.421 #
02/12/2015 18:00:00 - 19:00:00	24.973 KByte	57 kbit/s	23.747 KByte	54 kbit/s	1.226 KByte	3 kbit/s	17.711 #	5 #/s	11.700 #
02/12/2015 19:00:00 - 20:00:00	69.652 KByte	159 kbit/s	65.752 KByte	150 kbit/s	3.900 KByte	9 kbit/s	53.656 #	15 #/s	36.873 #
02/12/2015 20:00:00 - 21:00:00	28.407 KByte	65 kbit/s	25.977 KByte	59 kbit/s	2.430 KByte	6 kbit/s	20.316 #	6 #/s	17.479 #
02/12/2015 21:00:00 - 22:00:00	34.550 KByte	79 kbit/s	30.801 KByte	70 kbit/s	3.749 KByte	9 kbit/s	25.650 #	7 #/s	21.230 #
02/12/2015 22:00:00 - 23:00:00	84.360 KByte	192 kbit/s	57.298 KByte	130 kbit/s	27.062 KByte	62 kbit/s	57.057 #	16 #/s	50.453 #
02/12/2015 23:00:00 - 0:00:00	245.261 KByte	558 kbit/s	235.163 KByte	535 kbit/s	10.098 KByte	23 kbit/s	180.842 #	50 #/s	91.224 #
03/12/2015 0:00:00 - 1:00:00	96.727 KByte	220 kbit/s	91.470 KByte	208 kbit/s	5.258 KByte	12 kbit/s	71.833 #	20 #/s	39.834 #
03/12/2015 1:00:00 - 2:00:00	10.599 KByte	24 kbit/s	9.440 KByte	21 kbit/s	1.159 KByte	3 kbit/s	10.685 #	3 #/s	8.467 #
03/12/2015 2:00:00 - 3:00:00	10.693 KByte	24 kbit/s	7.964 KByte	18 kbit/s	2.730 KByte	6 kbit/s	15.017 #	4 #/s	14.353 #
03/12/2015 3:00:00 - 4:00:00	6.697 KByte	15 kbit/s	6.229 KByte	14 kbit/s	468 KByte	1 kbit/s	3.406 #	1 #/s	3.463 #
03/12/2015 4:00:00 - 5:00:00	19.214 KByte	44 kbit/s	13.290 KByte	30 kbit/s	5.924 KByte	13 kbit/s	10.662 #	3 #/s	10.032 #
03/12/2015 5:00:00 - 6:00:00	5.924 KByte	13 kbit/s	5.466 KByte	12 kbit/s	457 KByte	1 kbit/s	3.151 #	1 #/s	3.232 #
03/12/2015 6:00:00 - 7:00:00	9.513 KByte	22 kbit/s	8.883 KByte	20 kbit/s	630 KByte	1 kbit/s	5.991 #	2 #/s	4.827 #
03/12/2015 7:00:00 - 8:00:00	31.533 KByte	72 kbit/s	29.179 KByte	66 kbit/s	2.354 KByte	5 kbit/s	24.804 #	7 #/s	19.667 #
03/12/2015 8:00:00 - 9:00:00	288.926 KByte	658 kbit/s	275.150 KByte	626 kbit/s	13.777 KByte	31 kbit/s	213.488 #	59 #/s	147.610 #
03/12/2015 9:00:00 - 10:00:00	342.995 KByte	781 kbit/s	307.319 KByte	699 kbit/s	35.676 KByte	81 kbit/s	314.145 #	87 #/s	271.367 #
03/12/2015 10:00:00 - 11:00:00	341.817 KByte	778 kbit/s	319.254 KByte	727 kbit/s	22.563 KByte	51 kbit/s	262.210 #	73 #/s	168.980 #
03/12/2015 11:00:00 - 12:00:00	433.277 KByte	986 kbit/s	396.787 KByte	903 kbit/s	36.490 KByte	83 kbit/s	438.776 #	122 #/s	257.711 #
03/12/2015 12:00:00 - 13:00:00	283.453 KByte	645 kbit/s	260.038 KByte	592 kbit/s	23.415 KByte	53 kbit/s	231.648 #	64 #/s	156.410 #
03/12/2015 13:00:00 - 14:00:00	136.484 KByte	311 kbit/s	130.051 KByte	296 kbit/s	6.433 KByte	15 kbit/s	100.202 #	28 #/s	63.225 #
03/12/2015 14:00:00 - 15:00:00	509.313 KByte	1.159 kbit/s	486.831 KByte	1.108 kbit/s	22.482 KByte	51 kbit/s	374.986 #	104 #/s	222.361 #
03/12/2015 15:00:00 - 16:00:00	346.880 KByte	789 kbit/s	326.796 KByte	744 kbit/s	20.084 KByte	46 kbit/s	276.180 #	77 #/s	167.387 #
03/12/2015 16:00:00 - 17:00:00	154.116 KByte	351 kbit/s	117.538 KByte	267 kbit/s	36.578 KByte	83 kbit/s	134.494 #	37 #/s	95.344 #
03/12/2015 17:00:00 - 18:00:00	122.370 KByte	278 kbit/s	108.923 KByte	248 kbit/s	13.448 KByte	31 kbit/s	115.179 #	32 #/s	87.800 #
03/12/2015 18:00:00 - 19:00:00	7.006 KByte	16 kbit/s	6.502 KByte	15 kbit/s	504 KByte	1 kbit/s	4.478 #	1 #/s	4.237 #
03/12/2015 19:00:00 - 20:00:00	35.676 KByte	81 kbit/s	32.981 KByte	75 kbit/s	2.695 KByte	6 kbit/s	27.878 #	8 #/s	22.125 #
03/12/2015 20:00:00 - 21:00:00	225.311 KByte	513 kbit/s	217.547 KByte	495 kbit/s	7.763 KByte	18 kbit/s	155.248 #	43 #/s	59.755 #
03/12/2015 21:00:00 - 22:00:00	55.925 KByte	127 kbit/s	51.807 KByte	118 kbit/s	4.118 KByte	9 kbit/s	43.747 #	12 #/s	33.488 #
03/12/2015 22:00:00 - 23:00:00	23.491 KByte	53 kbit/s	21.657 KByte	49 kbit/s	1.834 KByte	4 kbit/s	19.537 #	5 #/s	15.352 #
03/12/2015 23:00:00 - 0:00:00	29.139 KByte	67 kbit/s	27.567 KByte	63 kbit/s	1.572 KByte	4 kbit/s	21.054 #	6 #/s	14.132 #

## HISTORIA DE ESTADO DE SENSOR

Estado	Fecha Hora		
Desconocido	30/11/2015 0:00:00 - 30/11/2015 4:41:02		(=4 h 41 m)
Disponible	30/11/2015 4:41:02 - 30/11/2015 4:45:02		(=239 s)
Desconocido	30/11/2015 4:45:02 - 30/11/2015 8:45:45		(=4 h 0 m)
Disponible	30/11/2015 8:45:45 - 30/11/2015 8:45:45		(=0 s)
Desconocido	30/11/2015 8:45:45 - 30/11/2015 8:47:08		(=82 s)
Disponible	30/11/2015 8:47:08 - 04/12/2015 0:00:00		(=3 d 15 h 12 m)

**ANEXO D**

**RESULTADOS DE LA DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA**

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Después de haber aplicado la metodología de investigación se presentan los resultados de cada una de las preguntas que fueron realizadas en la entrevista al personal de la empresa Sinfotecnia.

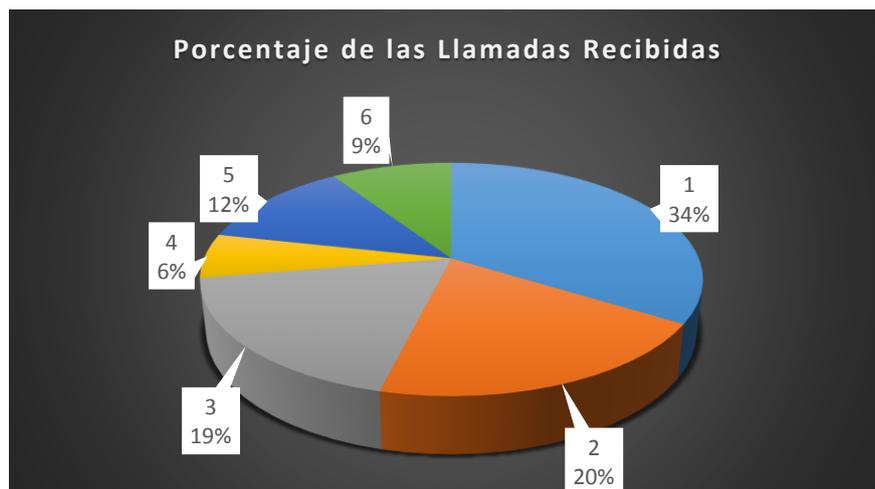
Pregunta 1: Cuántas llamadas telefónicas recibe usted en un día de trabajo.



**Figura 94** Número de llamadas recibidas en un día en la Matriz

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

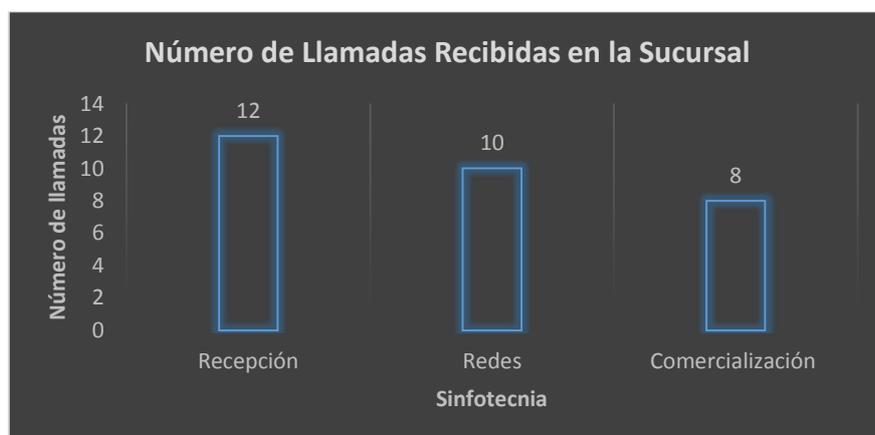
El primero entrevistado recibe 22 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 34 % de las llamadas telefónicas recibidas. El segundo entrevistado recibe 13 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 20 % de las llamadas telefónicas recibidas. El tercero entrevistado recibe 12 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 19 % de las llamadas telefónicas recibidas. El cuarto entrevistado recibe 4 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 6 % de las llamadas telefónicas recibidas. El quinto entrevistado recibe 8 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 12 % de las llamadas telefónicas recibidas. El sexto entrevistado recibe 6 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 9 % de las llamadas telefónicas recibidas.



**Figura 95 Porcentaje de llamadas recibidas en la Matriz**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

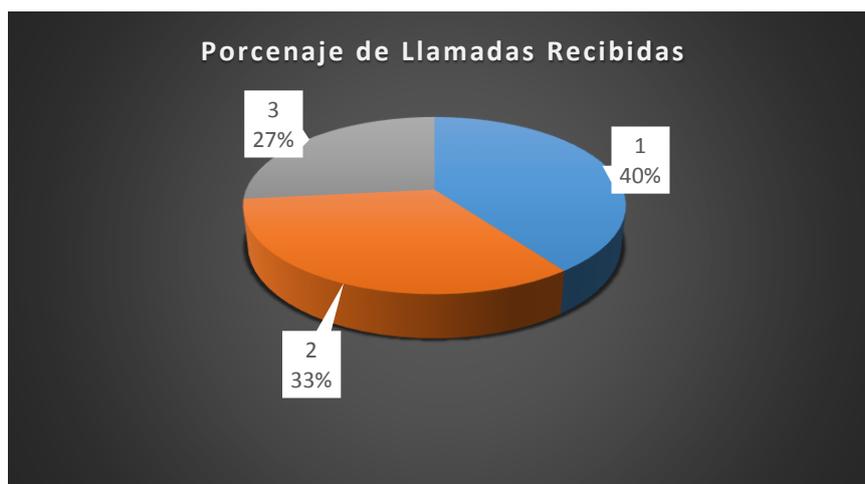
El promedio de las llamadas telefónicas recibidas, en la empresa Sinfotecnia en un día normal de trabajo es de 65 llamadas telefónicas en la oficina matriz.



**Figura 96 Número de llamadas recibidas en día en la Sucursal**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero entrevistado recibe 12 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 34 % de las llamadas telefónicas recibidas. El segundo entrevistado recibe 10 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 20 % de las llamas telefónicas recibidas. El tercero entrevistado recibe 8 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 19 % de las llamas telefónicas recibidas



**Figura 97 Porcentaje de llamadas recibidas en la Sucursal**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El promedio de las llamadas telefónicas recibidas, en la empresa Sinfotecnia en un día normal de trabajo es de 30 llamadas telefónicas en la oficina matriz.

Pregunta 2: Cuántas llamadas telefónicas recibe usted en una hora de trabajo.

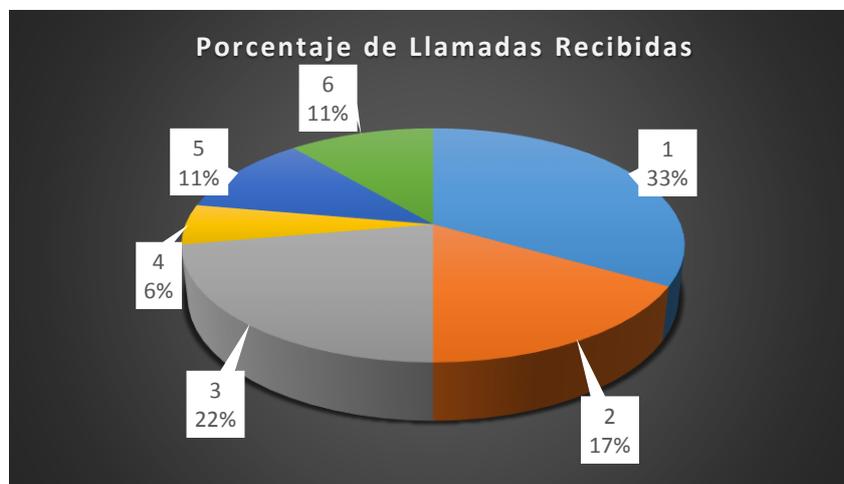


**Figura 98 Número de llamadas recibidas en una hora en la Matriz**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero entrevistado recibe 6 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 33 % de las llamadas telefónicas recibidas. El segundo entrevistado recibe 3 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 17 % de las llamas telefónicas recibidas. El tercero entrevistado recibe 4 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 16 % de las llamas telefónicas recibidas. El cuarto entrevistado recibe 1 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 22 % de las llamas telefónicas recibidas. El quinto

entrevistado recibe 2 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 11 % de las llamas telefónicas recibidas. El sexto entrevistado recibe 2 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 11 % de las llamas telefónicas recibidas.



**Figura 99 Porcentaje de llamadas recibidas en una hora en la Matriz**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

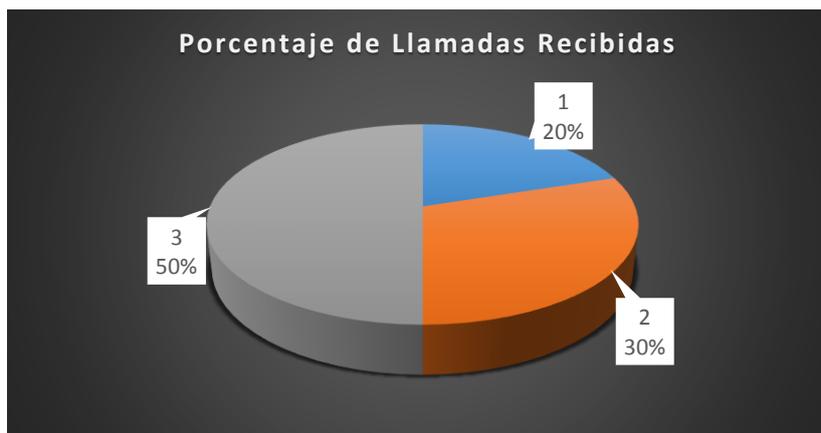
El promedio de las llamadas telefónicas recibidas, en la empresa Sinfotecnia en una hora de trabajo es de 18 llamadas telefónicas en la oficina matriz.



**Figura 100 Número de llamadas recibidas en una hora en la Sucursal**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero entrevistado recibe 2 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 20 % de las llamadas telefónicas recibidas. El segundo entrevistado recibe 3 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 30 % de las llamas telefónicas recibidas. El tercero entrevistado recibe 5 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 50 % de las llamas telefónicas recibidas.



**Figura 101 Porcentaje de llamadas recibidas en una hora en la Sucursal**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El promedio de las llamadas telefónicas recibidas, en la empresa Sinfotecnia en una hora de trabajo es de 10 llamadas telefónicas en la oficina sucursal.

Pregunta 3 Qué tiempo dura una llamada telefónica recibida.



**Figura 102 Tiempo en promedio que dura una llamada recibida en la Matriz**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El segundo, tercero y quinto de los entrevistados se demoran 3 minutos cada uno de ellos en atender una llamada telefónica. Mientras que el primer entrevistado se demora 5 minutos el cuarto se demora 2 minutos y el sexto se demora 4 minutos. Resultando que en promedio las llamadas que son recibidas en la oficina matriz tiene una duración de 3 min.



**Figura 103** Tiempo en promedio que dura una llamada recibida en la Sucursal

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero y tercero de los entrevistados se demoran 3 minutos cada uno de ellos en atender una llamada telefónica. Mientras que el segundo entrevistado se demora 4 minutos. Resultando que en promedio las llamadas que son recibidas en la oficina matriz tiene una duración de 3 min.

Pregunta 4: Cuántas llamadas telefónicas realiza usted en un día de trabajo

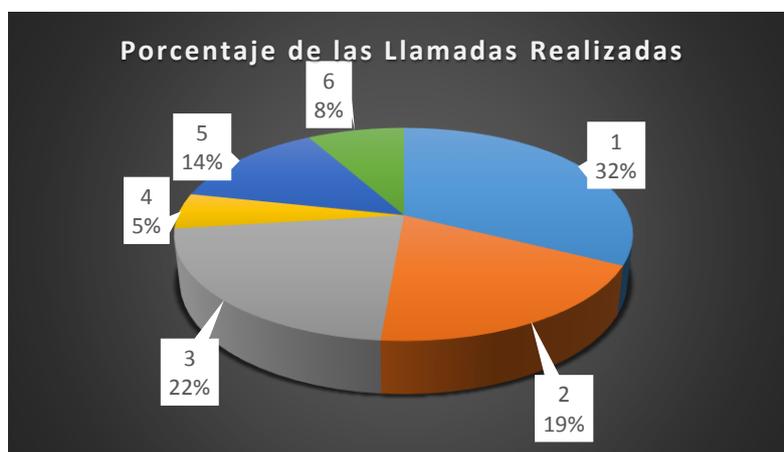


**Figura 104** Número de llamadas realizadas en día en la Matriz

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero entrevistado realiza 12 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 32 % de las llamadas telefónicas realizadas. El segundo entrevistado realiza 7 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 19 % de las llamas telefónicas realizadas. El tercero entrevistado realiza 8 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 22 % de las llamas telefónicas realizadas. El cuarto entrevistado realiza 2 llamadas telefónicas en

un día correspondiente al 5 % de las llamas telefónicas recibidas. El quinto entrevistado realiza 5 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 14 % de las llamas telefónicas realizadas. El sexto entrevistado recibe 3 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 6 % de las llamas telefónicas realizadas.



**Figura 105 Porcentaje de llamadas realizadas en la Matriz**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El promedio de las llamadas telefónicas realizadas, por el personal de la empresa Sinfotecnia en un día normal de trabajo en la oficina matriz es de 37 llamadas telefónicas.

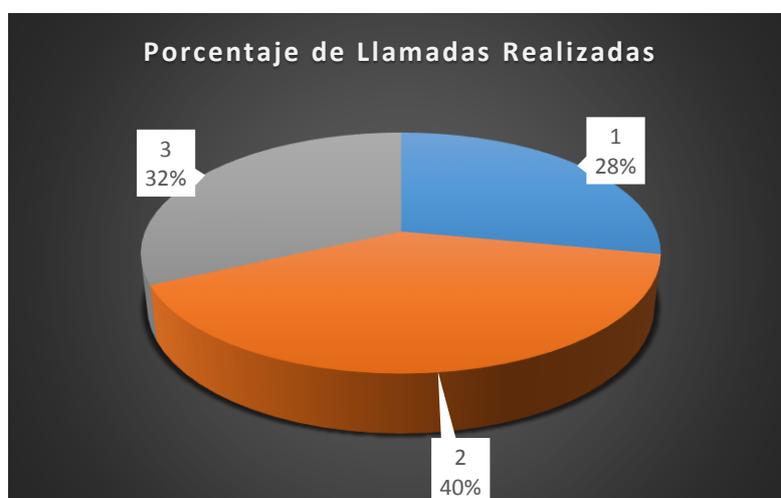


**Figura 106 Número de llamadas realizadas en día en la Sucursal**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero entrevistado realiza 7 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 28 % de las llamadas telefónicas realizadas. El segundo entrevistado realiza 10 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 40 % de las llamas telefónicas realizadas. El

tercero entrevistado realiza 8 llamadas telefónicas en un día correspondiente al 32 % de las llamas telefónicas realizadas.



**Figura 107 Porcentaje de llamadas realizadas en la Sucursal**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El promedio de las llamadas telefónicas realizadas, por el personal de la empresa Sinfotecnia en un día normal de trabajo es de 25 llamadas telefónicas.

Pregunta 5: Cuántas llamadas telefónicas realiza usted en una hora de trabajo.

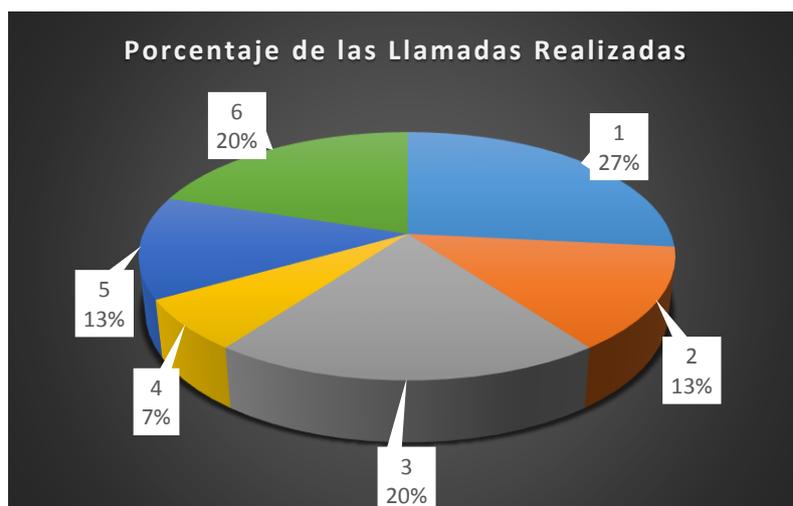


**Figura 108 Número de llamadas realizadas en una hora en la Matriz**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero entrevistado realiza 4 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 27 % de las llamadas telefónicas realizadas. El segundo entrevistado realiza 2 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 13 % de las llamas telefónicas realizadas. El

tercero entrevistado realiza 3 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 20 % de las llamas telefónicas realizadas. El cuarto entrevistado realiza 1 llamas telefónicas en una hora correspondiente al 7 % de las llamas telefónicas recibidas. El quinto entrevistado realiza 2 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 13 % de las llamas telefónicas realizadas. El sexto entrevistado recibe 3 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 20 % de las llamas telefónicas realizadas.



**Figura 109** Porcentaje de llamadas recibidas en una hora en la Matriz

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

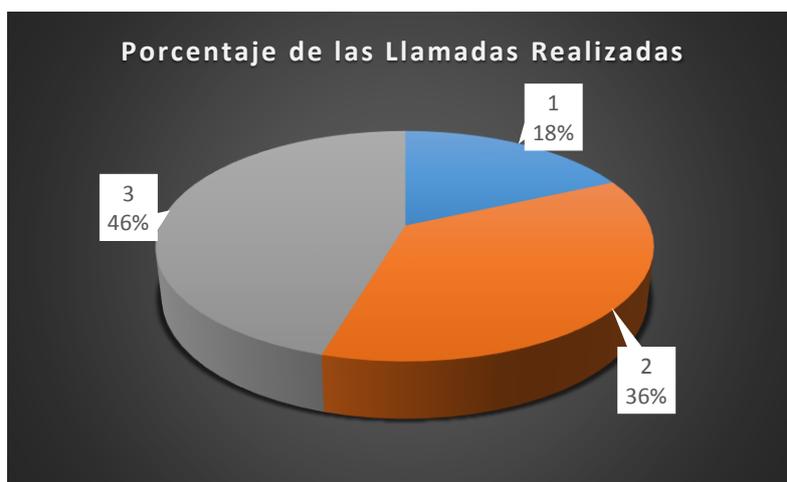
El promedio de las llamadas telefónicas realizadas, por el personal de la empresa Sinfotecnia en una hora normal de trabajo es de 15 llamadas telefónicas en la oficina matriz.



**Figura 110** Número de llamadas realizadas en una hora en la Sucursal

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero entrevistado realiza 2 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 27 % de las llamadas telefónicas realizadas. El segundo entrevistado realiza 4 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 13 % de las llamas telefónicas realizadas. El tercero entrevistado realiza 5 llamadas telefónicas en una hora correspondiente al 20 % de las llamas telefónicas realizadas.



**Figura 111 Porcentaje de llamadas recibidas en una hora en la Sucursal**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El promedio de las llamadas telefónicas realizadas, por el personal de la empresa Sinfotecnia en una hora normal de trabajo es de 11 llamadas telefónicas en la oficina sucursal.

Pregunta 6: Qué tiempo duran las llamadas telefónicas realizadas.



**Figura 112 Tiempo que duran las llamadas recibidas en la Matriz**

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero de los entrevistados se demora 5 minutos en realizar una llamada telefónica. El segundo, tercero y sexto de los entrevistados se demoran 3 minutos cada uno de ellos en realizar una llamada telefónica. El cuarto entrevistado se demora 2 minutos en realizar una llamada telefónica y el quinto de los entrevistados se demoran 4 minutos cada uno de ellos en realizar una llamada telefónica. Resultando que en promedio las llamadas que son realizadas en la oficina matriz tiene una duración de 3 min.



**Figura 113** Tiempo que duran las llamadas recibidas en la Sucursal

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

El primero de los entrevistados se demora 2 minutos en realizar una llamada telefónica, el segundo entrevistado se demora 4 minutos y el tercer entrevistado se demora 3 minutos en realizar una llamada telefónica. Resultando que en promedio las llamadas que son realizadas en la oficina sucursal tiene una duración de 3 min.

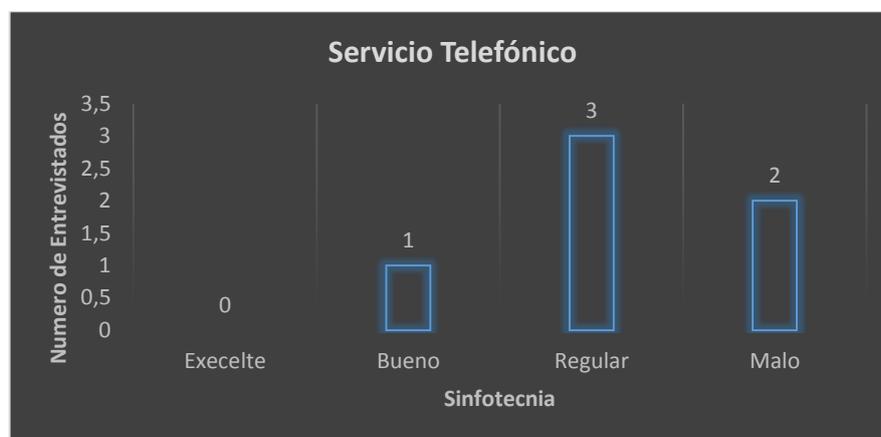
Pregunta 7: ¿Qué día de la semana recibe más llamadas telefónicas?

La mayoría de los entrevistados mencionaron que el día que más reciben llamadas telefónicas es el lunes.

Pregunta 8: Según usted que le parece el funcionamiento del actual sistema de comunicación telefónica que tiene la empresa.

La 50 % de entrevistados mencionaron que el actual sistema telefónico de la empresa Sinfotecnia ofrece un servicio regular. Mientras que un 30 % de los entrevistados

mencionaron que el servicio es de mala calidad, en cambio un 20 % de los entrevistados mencionaron que el servicio es de buena calidad.



***Figura 114 Funcionamiento del sistema de telefonía IP***

Fuente: Tomado desde Microsoft Excel- Elaborado por el Autor

**ANEXO E**

**CÁLCULOS DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP**

## 1. CÁLCULOS DEL TRÁFICO TELEFÓNICO

### 1.1. CÁLCULOS DEL VOLUMEN DEL TRÁFICO TELEFÓNICO

$$V_T = n * d$$

#### *Ecuación 1. Volumen del tráfico*

- $n$  = número de llamadas concurrentes
- $d$  = tiempo de duración de las llamadas

#### 1.1.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL TRÁFICO EN LA OFICINA MATRIZ

##### *1.1.1.1. Volumen del tráfico de entrada en la matriz*

$$V_T = n * d$$

$$V_T = 65 * 3 \text{ min} = 195 \text{ min}$$

##### *1.1.1.2. Volumen del tráfico de salida en la matriz*

$$V_T = n * d$$

$$V_T = 37 * 3 \text{ min} = 111 \text{ min}$$

#### 1.1.2. CÁLCULO DE VOLUMEN DEL TRÁFICO EN LA SUCURSAL

##### *1.1.2.1. Volumen del tráfico de entrada en la sucursal*

$$V_T = n * d$$

$$V_T = 30 * 3 \text{ min} = 90 \text{ min}$$

##### *1.1.2.2. Volumen del tráfico de salida en la sucursal*

$$V_T = n * d$$

$$V_T = 25 * 3 \text{ min} = 75 \text{ min}$$

### 1.2. CÁLCULOS DE LA INTENSIDAD DEL TRÁFICO TELEFÓNICO

$$I_T = \frac{V_T}{t_0}$$

**Ecuación 9. Intensidad del tráfico**

- $V_T$  = número de llamadas concurrentes
- $t_0$  = tiempo de duración de las llamadas

**1.2.1. CÁLCULOS DE LA INTENSIDAD DE TRÁFICO EN LA MATRIZ***1.2.1.1. Intensidad de tráfico de entrada*

$$I_T = \frac{V_T}{t_0}$$

$$I_T = \frac{195 \text{ min}}{480 \text{ min}} = 0.406 \text{ Erlangs}$$

*1.2.1.2. Intensidad de tráfico de salida*

$$I_T = \frac{V_T}{t_0}$$

$$I_T = \frac{111 \text{ min}}{480 \text{ min}} = 0.231 \text{ Erlangs}$$

**1.2.2. CÁLCULOS DE LA INTENSIDAD DE TRÁFICO EN LA SUCURSAL***1.2.2.1. Intensidad de tráfico de entrada*

$$I_T = \frac{V_T}{t_0}$$

$$I_T = \frac{90 \text{ min}}{480 \text{ min}} = 0.187 \text{ Erlangs}$$

*1.2.2.2. Intensidad de tráfico de salida*

$$I_T = \frac{V_T}{t_0}$$

$$I_T = \frac{75 \text{ min}}{480 \text{ min}} = 0.156 \text{ Erlangs}$$

### 1.3. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE TRÁFICO POR CIRCUITOS TELEFÓNICOS

$$I_{T\text{Circuitos}} = \frac{I_T}{n}$$

*Ecuación 3. Intensidad del tráfico en los circuitos*

- $I_T$  = intensidad del tráfico
- $n$  = número de circuitos

#### 1.3.1. CÁLCULOS DE LA INTENSIDAD DE TRÁFICO POR CIRCUITOS EN LA MATRIZ

*1.3.1.1. Intensidad de tráfico de entrada por circuito*

$$I_{T\text{Circuitos}} = \frac{I_T}{n}$$

$$I_{T\text{Circuitos}} = \frac{I_T}{n} = \frac{0.406}{2} = 0.203 \text{ Erlangs}$$

*1.3.1.2. Intensidad de tráfico de salida por circuito*

$$I_{T\text{Circuitos}} = \frac{I_T}{n}$$

$$I_{T\text{Circuitos}} = \frac{I_T}{n} = \frac{0.231}{2} = 0.115 \text{ Erlangs}$$

## 2. CÁLCULO DEL ANCHO DE BANDA DE LOS CÓDECS PARA LA VoIP

### 2.1. LONGITUD DEL PAQUETE DE VOZ

$$LP_{voz} = Longitud_{\text{encapsulacion}} + Longitud_{\text{sobrecarga}}$$

*Ecuación 10. Longitud del paquete de voz*

**2.1.1. LONGITUD DEL PAQUETE DE VOZ PARA EL CÓDEC G.711**

$$LP_{voz} = 74 \text{ Bytes} + 160 \text{ Bytes}$$

$$LP_{voz} = 234 \text{ Bytes}$$

**2.1.2. LONGITUD DEL PAQUETE DE VOZ PARA EL CÓDEC G.723**

$$LP_{voz} = 74 \text{ Bytes} + 24 \text{ Bytes}$$

$$LP_{voz} = 98 \text{ Bytes}$$

**2.1.3. LONGITUD DEL PAQUETE DE VOZ PARA EL CÓDEC G.726**

$$LP_{voz} = 74 \text{ Bytes} + 80 \text{ Bytes}$$

$$LP_{voz} = 154 \text{ Bytes}$$

**2.1.4. LONGITUD DEL PAQUETE DE VOZ PARA EL CÓDEC G.729**

$$LP_{voz} = 74 \text{ Bytes} + 20 \text{ Bytes}$$

$$LP_{voz} = 94 \text{ Bytes}$$

**2.1.5. LONGITUD DEL PAQUETE DE VOZ PARA EL CÓDEC GSM**

$$LP_{voz} = 74 \text{ Bytes} + 32,5 \text{ Bytes}$$

$$LP_{voz} = 106,5 \text{ Bytes}$$

**2.1.6. LONGITUD DEL PAQUETE DE VOZ PARA EL CÓDEC SPEEX**

$$LP_{voz} = 74 \text{ Bytes} + 75 \text{ Bytes}$$

$$LP_{voz} = 149 \text{ Bytes}$$

**2.2. ANCHO DE BANDA DE LOS CODEC**

$$BW = \frac{(PPS * LP * 8)}{1000}$$

**Ecuación 5. Cálculo del ancho de banda para una llamada telefónica**

- $PPS$  = paquetes por segundo del códec
- $LP$  = longitud total del paquete de voz

**2.2.1. ANCHO DE BANDA DEL CÓDEC G.711**

$$BW = \frac{(50\text{Bytes} * 234\text{Bytes} * 8)}{1000}$$

$$BW = 93.6 \text{ Kbps}$$

**2.2.2. ANCHO DE BANDA DEL CÓDEC G.723**

$$BW = \frac{(33,3\text{Bytes} * 98 \text{ Bytes} * 8)}{1000}$$

$$BW = 26,11 \text{ Kbps}$$

**2.2.3. ANCHO DE BANDA DEL CÓDEC G.726**

$$BW = \frac{(50\text{Bytes} * 154 \text{ Bytes} * 8)}{1000}$$

$$BW = 61.6 \text{ Kbps}$$

**2.2.4. ANCHO DE BANDA DEL CÓDEC G729**

$$BW = \frac{(50\text{Bytes} * 94 \text{ Bytes} * 8)}{1000}$$

$$BW = 37,6 \text{ Kbps}$$

**2.2.5. ANCHO DE BANDA DEL CÓDEC GSM**

$$BW = \frac{(50\text{Bytes} * 106,5 \text{ Bytes} * 8)}{1000}$$

$$BW = 42,6 \text{ Kbps}$$

**2.2.6. ANCHO DE BANDA DEL CÓDEC SPEXX**

$$BW = \frac{(50\text{Bytes} * 149 \text{ Bytes} * 8)}{1000}$$

$$BW = 59,6 \text{ Kbps}$$

## 2.3. NÚMERO DE LLAMADAS SOPORTADAS POR LOS CÓDECS

$$N_{Llamadas} = \frac{BW_{Enlace}}{BW_{C\acute{o}dec} \times 2}$$

*Ecuación.6 Número de llamadas soportadas por el códec.*

- $BW$  = ancho de banda del enlace
- $BW_{C\acute{o}dec}$  = ancho de banda del códec

### 2.3.1. NÚMERO DE LLAMADAS SOPORTADAS POR EL CÓDEC G.711

$$N_{Llamadas} = \frac{4096 \text{ kbps}}{93,6 \text{ kbps} \times 2} = \frac{4096 \text{ kbps}}{187,2 \text{ kbps}} = 21,88 \text{ llamadas}$$

### 2.3.2. NÚMERO DE LLAMADAS SOPORTADAS POR EL CÓDEC G.723

$$N_{Llamadas} = \frac{4096 \text{ kbps}}{26,11 \text{ kbps} \times 2} = \frac{4096 \text{ kbps}}{52,22 \text{ kbps}} = 78,43 \text{ llamadas}$$

### 2.3.3. NÚMERO DE LLAMADAS SOPORTADAS POR EL CÓDEC G.726

$$N_{Llamadas} = \frac{4096 \text{ kbps}}{61,6 \text{ kbps} \times 2} = \frac{4096 \text{ kbps}}{123,2 \text{ kbps}} = 33,24 \text{ llamadas}$$

### 2.3.4. NÚMERO DE LLAMADAS SOPORTADAS POR EL CÓDEC G.729

$$N_{Llamadas} = \frac{4096 \text{ kbps}}{37,6 \text{ kbps} \times 2} = \frac{4096 \text{ kbps}}{75,2 \text{ kbps}} = 54,46 \text{ llamadas}$$

### 2.3.5. NÚMERO DE LLAMADAS SOPORTADAS POR EL CÓDEC GSM

$$N_{Llamadas} = \frac{4096 \text{ kbps}}{42,6 \text{ kbps} \times 2} = \frac{4096 \text{ kbps}}{85,2 \text{ kbps}} = 48,07 \text{ llamadas}$$

### 2.3.6. NÚMERO DE LLAMADAS SOPORTADAS POR EL CÓDEC SPEXX

$$N_{Llamadas} = \frac{4096 \text{ kbps}}{59,6 \text{ kbps} \times 2} = \frac{4096 \text{ kbps}}{119,2 \text{ kbps}} = 34,36 \text{ llamadas}$$

### 3. CÁLCULOS DE TRONCALES

#### 3.1. CALCULOS DE LAS TROCALES DE ENTRADA

##### 3.1.1. CALCULO DE LA TRONCAL DE ENTRADA EN LA MATRIZ.

The screenshot shows the 'Extended Erlang B Calculator' window. At the top, the 'Recall factor (retries)' is set to '50% of blocked calls immediately retry'. Below this, there are three input fields: 'BHT (Erl.)' with a value of 0.203, 'Blocking' with a value of 0.010, and 'Lines' with a value of 3. Each field has a radio button for 'Unknown' which is not selected. At the bottom, there are three buttons: 'Calc.', 'Results', and 'Help'.

*Figura 115 Número de troncales de entrada en la Matriz*

Fuente: Tomado desde Extended Erlang B Calculator - Elaborado por el Autor

##### 3.1.2. CALCULO DE LA TRONCAL DE ENTRADA EN LA SUCURSAL

The screenshot shows the 'Extended Erlang B Calculator' window. At the top, the 'Recall factor (retries)' is set to '50% of blocked calls immediately retry'. Below this, there are three input fields: 'BHT (Erl.)' with a value of 0.100, 'Blocking' with a value of 0.010, and 'Lines' with a value of 2. Each field has a radio button for 'Unknown' which is not selected. At the bottom, there are three buttons: 'Calc.', 'Results', and 'Help'.

*Figura 116 Número de troncales de entrada en la Sucursal*

Fuente: Tomado desde Extended Erlang B Calculator - Elaborado por el Autor

#### 3.2. CALCULOS DE LAS TROCALES DE SALIDA

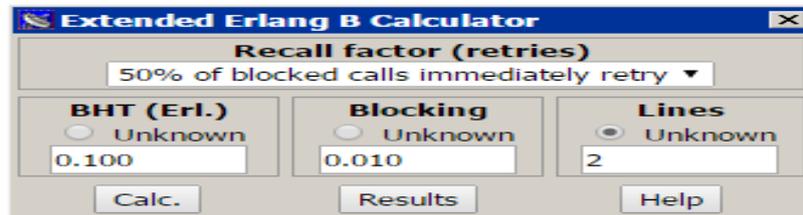
##### 3.2.1. CALCULO DE LA TRONCAL DE SALIDA EN LA MATRIZ

The screenshot shows the 'Extended Erlang B Calculator' window. At the top, the 'Recall factor (retries)' is set to '50% of blocked calls immediately retry'. Below this, there are three input fields: 'BHT (Erl.)' with a value of 0.115, 'Blocking' with a value of 0.010, and 'Lines' with a value of 2. Each field has a radio button for 'Unknown' which is not selected. At the bottom, there are three buttons: 'Calc.', 'Results', and 'Help'.

*Figura 117 Número de troncales de salida en la Matriz*

Fuente: Tomado desde Extended Erlang B Calculator - Elaborado por el Autor

### 3.2.2. CALCULO DE LA TRONCAL DE SALIDA EN LA MATRIZ



The image shows a screenshot of the 'Extended Erlang B Calculator' software window. The window title is 'Extended Erlang B Calculator'. At the top, there is a dropdown menu for 'Recall factor (retries)' set to '50% of blocked calls immediately retry'. Below this, there are three input fields with radio buttons for 'Unknown' and 'Known' options:

- BHT (Erl.)**: Radio button for 'Unknown' is selected. The input field contains '0.100'.
- Blocking**: Radio button for 'Unknown' is selected. The input field contains '0.010'.
- Lines**: Radio button for 'Unknown' is selected. The input field contains '2'.

At the bottom of the window, there are three buttons: 'Calc.', 'Results', and 'Help'.

*Figura 118 Número de troncales de salida en la Sucursal*

Fuente: Tomado desde Extended Erlang B Calculator - Elaborado por el Autor

**ANEXO F**

**TABLA DEL MODELO ERLANG B**

## Erlang B Traffic Table

N/B	Maximum Offered Load Versus B and N											
	B is in %											
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.796
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.683	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89
16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50	15.18	16.81	20.30	24.54
17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52	16.29	18.01	21.70	26.19
18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.35	17.41	19.22	23.10	27.84
19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58	18.53	20.42	24.51	29.50
20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61	19.65	21.64	25.92	31.15
21	8.319	9.501	10.11	11.86	12.84	14.04	16.19	18.65	20.77	22.85	27.33	32.81
22	8.946	10.18	10.81	12.64	13.65	14.90	17.13	19.69	21.90	24.06	28.74	34.46
23	9.583	10.87	11.52	13.42	14.47	15.76	18.08	20.74	23.03	25.28	30.15	36.12
24	10.23	11.56	12.24	14.20	15.30	16.63	19.03	21.78	24.16	26.50	31.56	37.78
25	10.88	12.26	12.97	15.00	16.13	17.51	19.99	22.83	25.30	27.72	32.97	39.44
26	11.54	12.97	13.70	15.80	16.96	18.38	20.94	23.89	26.43	28.94	34.39	41.10
27	12.21	13.69	14.44	16.60	17.80	19.27	21.90	24.94	27.57	30.16	35.80	42.76
28	12.88	14.41	15.18	17.41	18.64	20.15	22.87	26.00	28.71	31.39	37.21	44.41
29	13.56	15.13	15.93	18.22	19.49	21.04	23.83	27.05	29.85	32.61	38.63	46.07
30	14.25	15.86	16.68	19.03	20.34	21.93	24.80	28.11	31.00	33.84	40.05	47.74
31	14.94	16.60	17.44	19.85	21.19	22.83	25.77	29.17	32.14	35.07	41.46	49.40
32	15.63	17.34	18.21	20.68	22.05	23.73	26.75	30.24	33.28	36.30	42.88	51.06
33	16.34	18.09	18.97	21.51	22.91	24.63	27.72	31.30	34.43	37.52	44.30	52.72
34	17.04	18.84	19.74	22.34	23.77	25.53	28.70	32.37	35.58	38.75	45.72	54.38
35	17.75	19.59	20.52	23.17	24.64	26.44	29.68	33.43	36.72	39.99	47.14	56.04
36	18.47	20.35	21.30	24.01	25.51	27.34	30.66	34.50	37.87	41.22	48.56	57.70
37	19.19	21.11	22.08	24.85	26.38	28.25	31.64	35.57	39.02	42.45	49.98	59.37
38	19.91	21.87	22.86	25.69	27.25	29.17	32.62	36.64	40.17	43.68	51.40	61.03
39	20.64	22.64	23.65	26.53	28.13	30.08	33.61	37.72	41.32	44.91	52.82	62.69
40	21.37	23.41	24.44	27.38	29.01	31.00	34.60	38.79	42.48	46.15	54.24	64.35
41	22.11	24.19	25.24	28.23	29.89	31.92	35.58	39.86	43.63	47.38	55.66	66.02
42	22.85	24.97	26.04	29.09	30.77	32.84	36.57	40.94	44.78	48.62	57.08	67.68
43	23.59	25.75	26.84	29.94	31.66	33.76	37.57	42.01	45.94	49.85	58.50	69.34

## **ANEXO G**

### **INSTALACIÓN DE CENTOS Y ASTERISK**

## INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO CENTOS

Arrancar desde el CD de instalación de CentOS

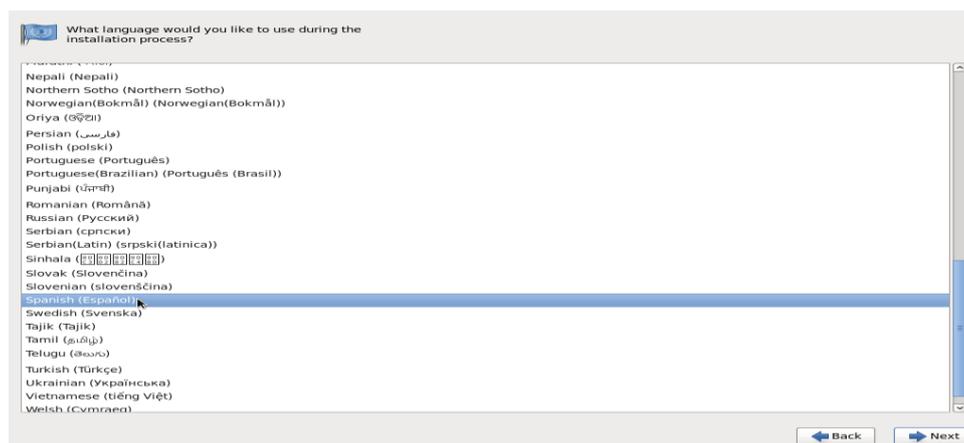
Al iniciar la instalación se presenta la pantalla CentOS como se muestra en la figura 1, luego se presiona la tecla Enter para continuar con la instalación.



**Figura 119** Instalación del Sistema Operativo CentOS 6.8

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

Se debe de seleccionar un idioma (en este caso español) como se muestra en la figura 120.



**Figura 120** Elección del idioma para el sistema operativo CentOS 6.8

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

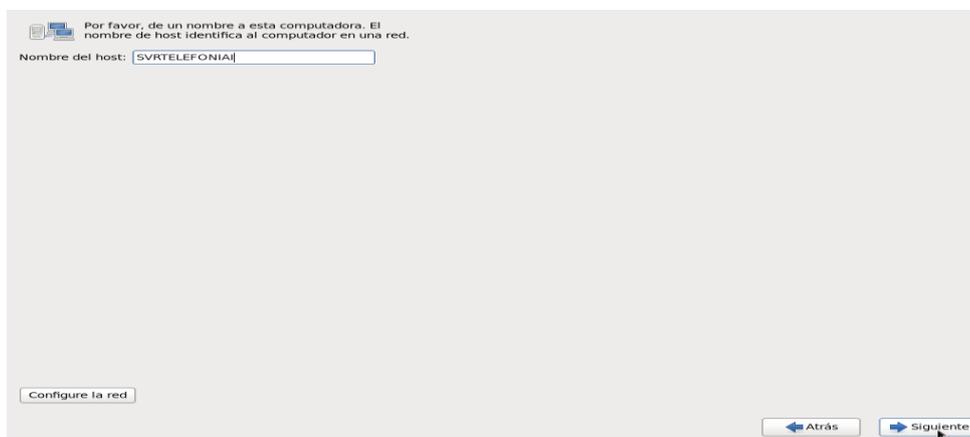
Seleccionar el idioma del teclado (en este caso español) para el servidor como se muestra en la figura 121.



**Figura 121 Elección del idioma para el teclado sistema operativo CentOS 6.8**

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

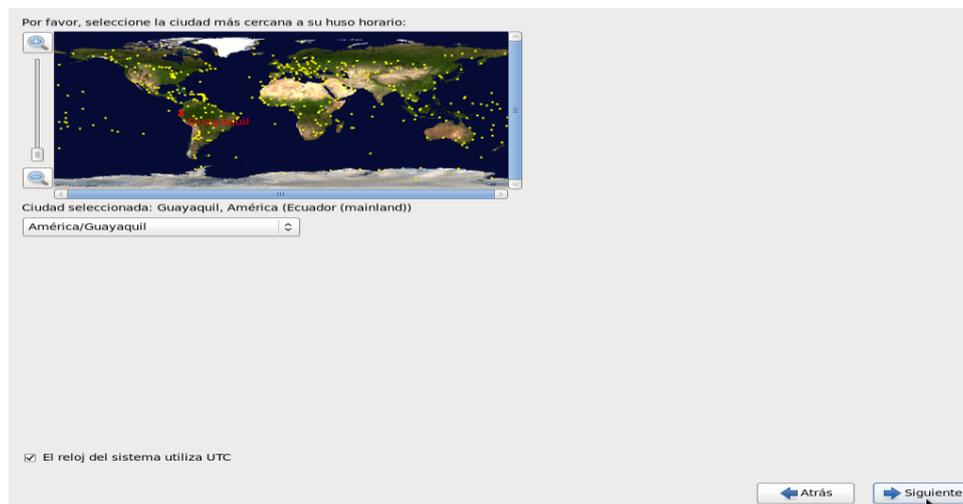
Configuración de la identificación o nombre del servidor como se observa en la figura 122.



**Figura 122 Configuración del nombre para el servidor**

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

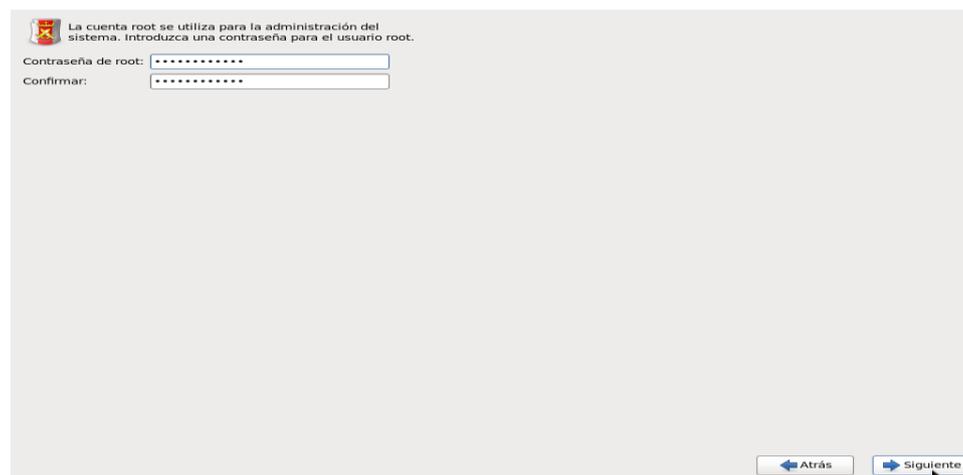
Selección de la Zona Horaria para este caso América/Guayaquil como se indica en la figura 123.



**Figura 123 Configuración de la zona horaria para el sistema operativo**

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

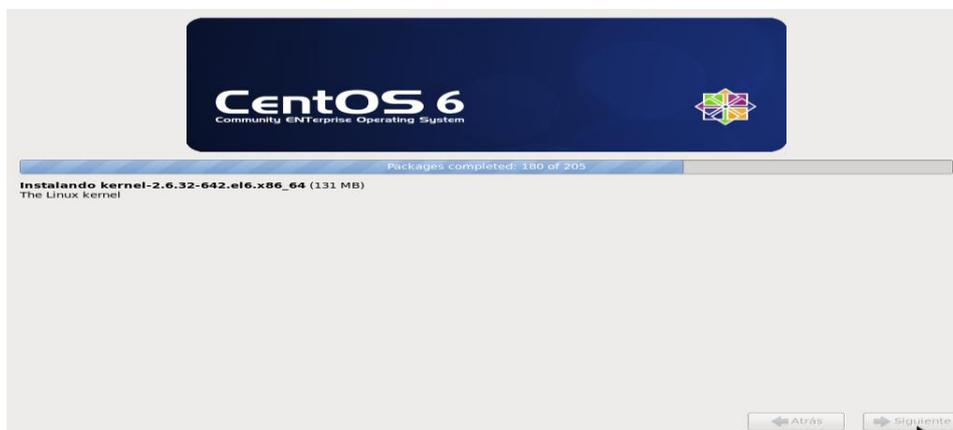
Configuración del usuario y contraseña de root para ingreso al sistema operativo.



**Figura 124 Configuración del usuario y contraseña para el sistema operativo**

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

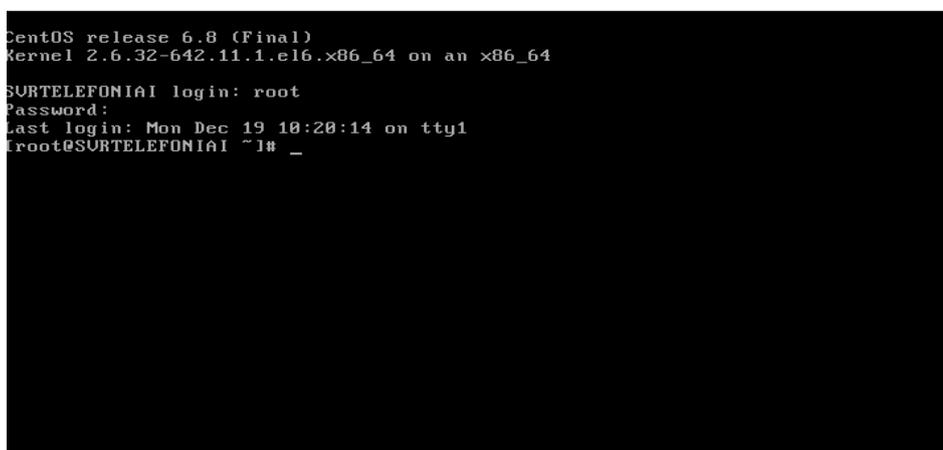
Luego se inicia la instalación de las dependencias del sistema operativo CentOS, como de observa en la figura 125.



**Figura 125** Instalacion de las dependencias para el sistema operativo

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

Al finalizar la instalación se reinicia el servidor para guardar los cambios realizados y se ingreso al terminal CLI con el usuario y la contraseña configurada en la instalación.



**Figura 126** Ingreos a la CLI del sistema operativo CentOS.

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

## INSTALACIÓN DE ASTERISK

La instalación de Asterisk se la puede realizar de dos formas una de estas es a través de la compilación del código fuente y la otra es mediante la utilización de repositorios. Al momento de instalar la plataforma de telefonía Asterisk con el método de compilación se tiene un total control sobre las herramientas que se instalan es decir que adaptamos a nuestras necesidades la instalación, es por esta razón que se escogió la instalación a través del código fuente.

Para la implementación de la plataforma de telefonía IP Asterisk es necesario tener pre-instalados varios paquetes que serán utilizados en la compilación y la instalación. A continuación se muestra la instalación de todas las dependencias y paquetes que utilizaremos para la implementación de Asterisk.

```
CentOS release 6.8 (Final)
Kernel 2.6.32-642.6.1.el6.x86_64 on an x86_64

SURTELEFONIAI login: root
Password:
Last login: Thu Oct 27 19:06:37 on tty1
[root@SURTELEFONIAI ~]# yum install wget openssh-devel ncurses-devel newt-devel libxml2-devel kernel-devel gcc gcc-c++ sqlite-devel libuuid-devel_
```

**Figura 127** *Instalación de dependencias para la compilación de Asterisk.*

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

Una vez que se tiene instalado todas las dependencias para la compilación y configuración de la plataforma de telefonía IP se realiza la descarga del código fuente de Asterisk que está disponible en la página oficial <http://www.asterisk.org/downloads>.

La descarga, compilación e instalación se la realizará desde el directorio `/usr/src/` debido a que en este se encuentran todos los archivos que son instalados en el servidor, para la descarga se ejecutaran los siguientes comandos.

```

[root@SVRTELEFOI src]# wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/asterisk/old-releases/asterisk-11.12.1.tar.gz
--2016-10-07 20:38:50-- http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/asterisk/old-releases/asterisk-11.12.1.tar.gz
Resolviendo downloads.asterisk.org... 76.164.171.238, 2001:470:e0d4::ee
Connecting to downloads.asterisk.org|76.164.171.238|:80... conectado.
Petición HTTP enviada, esperando respuesta... 200 OK
Longitud: 34862194 (33M) [application/x-gzip]
Saving to: `asterisk-11.12.1.tar.gz'

100%[=====] 34.862.194  220K/s  in 5m 35s

2016-10-07 20:36:36 (102 KB/s) - `asterisk-11.12.1.tar.gz' saved [34862194/34862194]

[root@SVRTELEFOI src]# tar -xvf asterisk-11.12.1.tar.gz
[root@SVRTELEFOI src]# cd asterisk-11.12.1
[root@SVRTELEFOI asterisk-11.12.1]# ./configure --libdir=/usr/lib64_

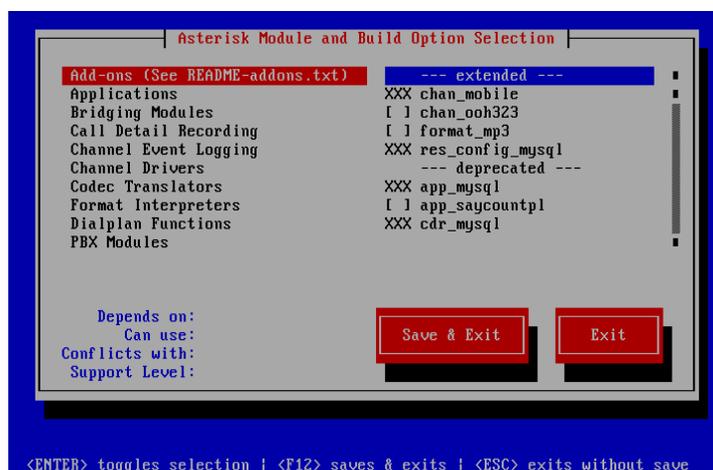
```

**Figura 128** Descarga y descompresión de Asterisk.

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

Luego se eligen las características, módulos, funciones y aplicaciones que Asterisk tendrá al momento de ejecutar la compilación y la instalación.

- [root@SVRTELEFONIAI asterisk-11.24.1]# make menuselec



**Figura 129** Configuración de módulos y aplicaciones para la compilación de Asterisk.

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

Finalmente se realiza la instalación de cada uno de los módulos y aplicaciones que fueron compilados a través de la ejecución de siguiente comando.

- [root@SVRTELEFONIAI asterisk-11.24.1]# make install

```

make -C sounds install
make[1]: se ingresa al directorio '/usr/src/asterisk-11.24.1/sounds'
make[1]: se sale del directorio '/usr/src/asterisk-11.24.1/sounds'
+---- Asterisk Installation Complete -----+
+
+   YOU MUST READ THE SECURITY DOCUMENT   +
+
+ Asterisk has successfully been installed. +
+ If you would like to install the sample +
+ configuration files (overwriting any    +
+ existing config files), run:           +
+
+           make samples                   +
+
+----- or -----+
+
+ You can go ahead and install the asterisk +
+ program documentation now or later run:   +
+
+           make progdocs                   +
+
+ **Note** This requires that you have     +
+ doxygen installed on your local system   +
+-----+
[root@SVRTELEFONIAI asterisk-11.24.1]#

```

**Figura 130** Instalación completa de los módulos y las aplicaciones de Asterisk.

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

Una vez instalada la plataforma de telefonía IP Asterisk se inicia el servicio mediante la ejecución del siguiente comando.

- [root@SVRTELEFONIAI ]# service asterisk start

```

[root@SVRTELEFONIAI ~]# service asterisk restart
Stopping safe_asterisk:           [ OK ]
Shutting down asterisk:         [ OK ]
Iniciando asterisk:
[root@SVRTELEFONIAI ~]# █

```

**Figura 131** Instalación del servicio Asterisk.

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

Para ingreso a la consola de Asterisk se ejecuta el siguiente comando.

- [root@SVRTELEFONIAI ]# asterisk -rvvv

```

root@SVRTELEFONIAI ~]# asterisk -rvvv
asterisk 11.24.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
license version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.24.1 currently running on SVRTELEFONIAI (pid = 7134)
SVRTELEFONIAI*CLI> █

```

**Figura 132 Ingreso a la consola de Asterisk.**

Fuente: Tomado del servidor de telefonía IP. Realizado por el Autor

- Comandos para la compilación y la instalación del paquete Dahdi

```
[root@SVRTELEFONIAIsrc]# wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/dahdi-
linux/releases/dahdi-linux-2.4.0.tar.gz
```

```
[root@SVRTELEFONIAI src]# tar -xf dahdi-linux-2.4.0.tar.gz
```

```
[root@SVRTELEFONIAI src]# cd dahdi-linux-2.4.0/
```

```
[root@SVRTELEFONIAI dahdi-linux-2.4.0]# make
```

```
[root@SVRTELEFONIAI dahdi-linux-2.4.0]# make install
```

```
[root@SVRTELEFONIAIsrc]# wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/dahdi-
tools/releases/dahdi-tools-2.4.0.tar.gz
```

```
[root@SVRTELEFONIAI src]# tar -xf dahdi-tools-2.4.0.tar.gz
```

```
[root@SVRTELEFONIAI src]# cd dahdi-tools-2.4.0/
```

```
[root@SVRTELEFONIAI dahdi-tools-2.4.0]# ./configure
```

```
[root@SVRTELEFONIAI dahdi-tools-2.4.0]# make
```

```
[root@SVRTELEFONIAI dahdi-tools-2.4.0]# make install
```

- Comandos para la compilación y la instalación del paquete Libpri

```
[root@SVRTELEFONIAI src]# wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/libpri
/releases/libpri-1.4.11.4.tar.gz
```

```
root@SVRTELEFONIAI src]# tar -xf libpri-1.4.11.4.tar.gz
```

```
[root@SVRTELEFONIAI src]# cd libpri-1.4.11.4
```

```
[root@SVRTELEFONIAI libpri-1.4.11.4]# make
```

```
[root@SVRTELEFONIAI libpri-1.4.11.4]# make install
```

## **ANEXO H**

### **INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE PHONER LITE**

## INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LINPHONE

Una vez que se tiene el instalador se ejecuta el asistente que permite completar el proceso de instalación del software PhonerLite.

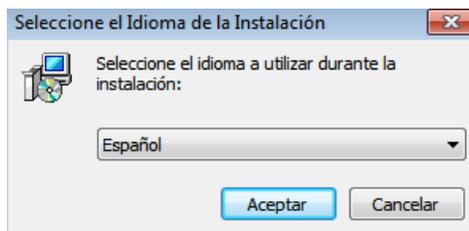
Iniciar el proceso de instalación presionando el botón Ejecutar como se muestra en la figura 133.



**Figura 133** Inicio del software PhoneLite.

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

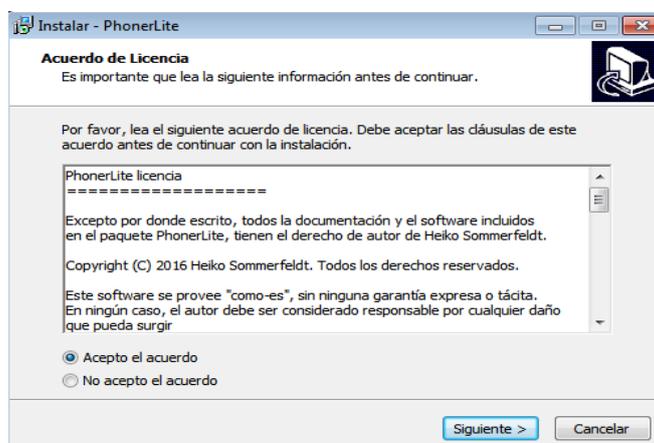
Seleccionar el idioma para la instalación como muestra la figura 134.



**Figura 134** Selección del idioma

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

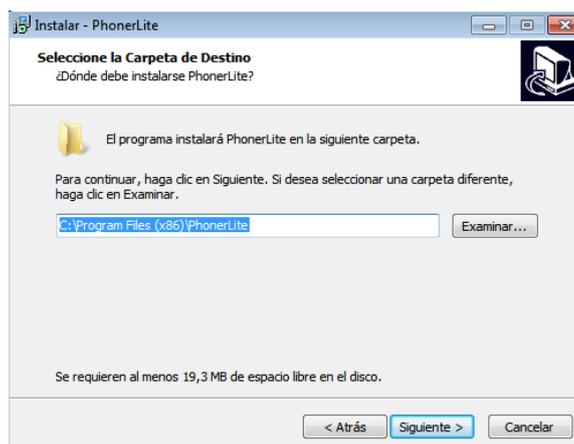
Se aceptan los términos de la licencia como indica la figura 135.



**Figura 135** *Aceptación de los terminos de licencia*

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

Se puede seleccionar una carpeta diferente para la instalación o simplemente se puede dejar el que se ha configurado por default por la aplicación dar clic en siguiente como muestra la figura 136.



**Figura 136** *Directorio donde se guardan los archivos del programa*

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

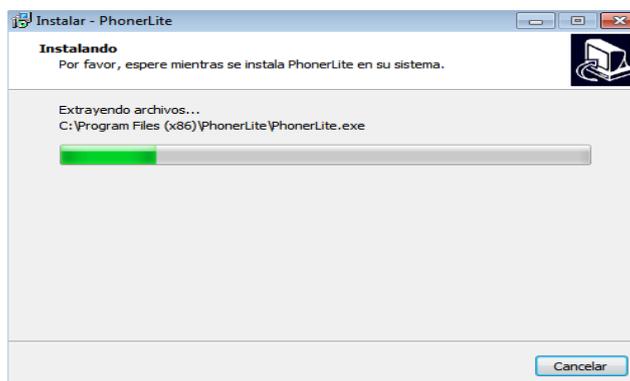
Se puede seleccionar la creación de tareas adicionales como creación de icono del software para el escritorio como muestra la figura 137.



**Figura 137 Creación de icono del software en el escritorio**

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

Proceso de configuración e instalación.



**Figura 138 Proceso de instalación**

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

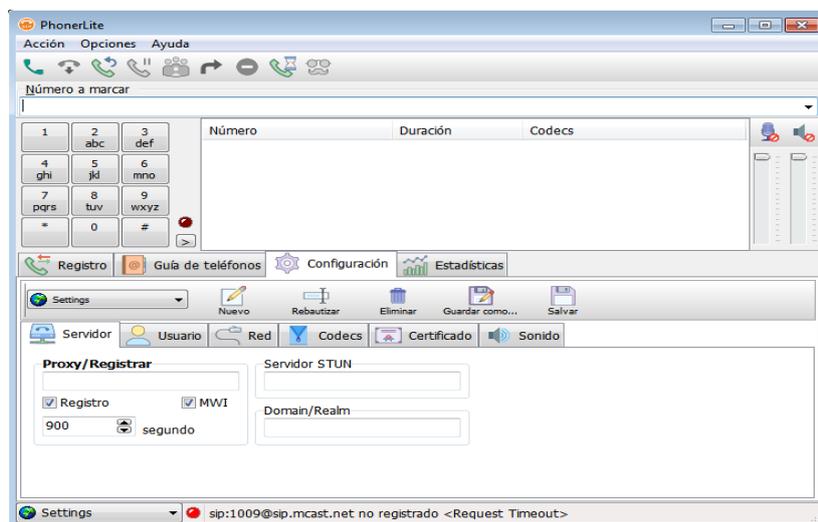
Una vez completado el proceso de instalación se presiona en Finalizar para que la aplicación se ejecute como se observa en la figura 139.



**Figura 139** Ventana de finalización de la instalación

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

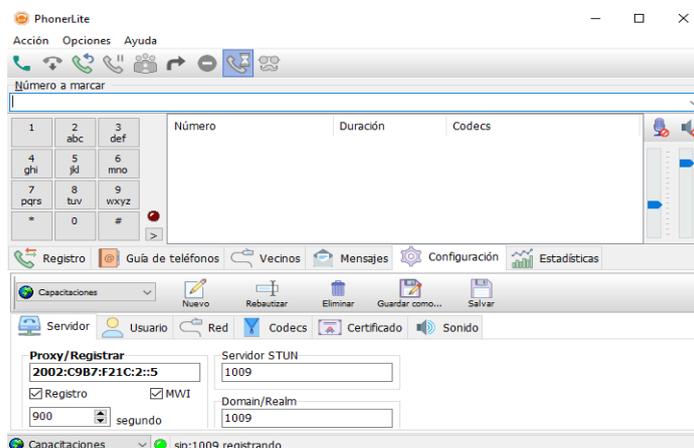
Una vez completado el proceso de instalación se ejecuta la aplicación para registrar la extensión SIP como se observa en la figura 140.



**Figura 140** Ventana de inicio del software PhonerLite

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

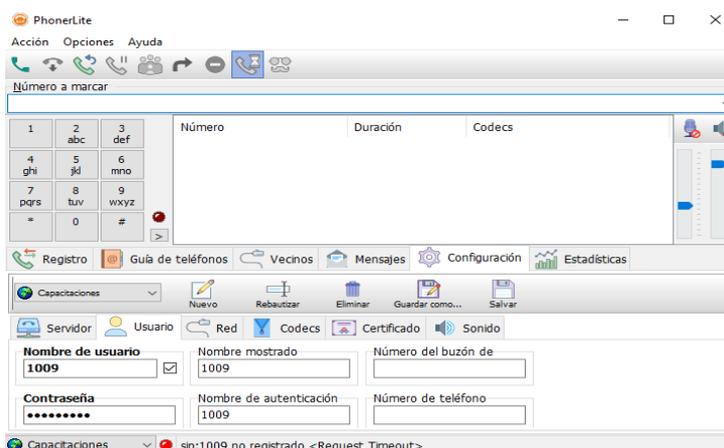
En la configuración del servidor ingresamos la dirección IPv6 del servidor de telefonía que fue asignado al servidor de telefonía IP, como se observa en la figura 141.



**Figura 141 Configuración de la dirección IPv6 que fue asignada al servidor de telefonía**

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

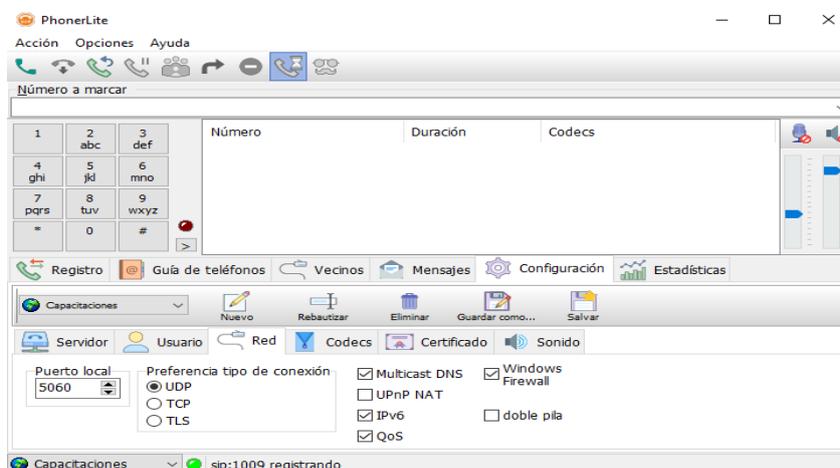
En la siguiente ventana se coloca el nombre que se mostrará al momento que llame a otro usuario, también se debe colocar el nombre del usuario y el nombre con el que será autenticado el usuario además de su contraseña como se visualiza en la figura 142.



**Figura 142 Configuración de la cuenta SIP**

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

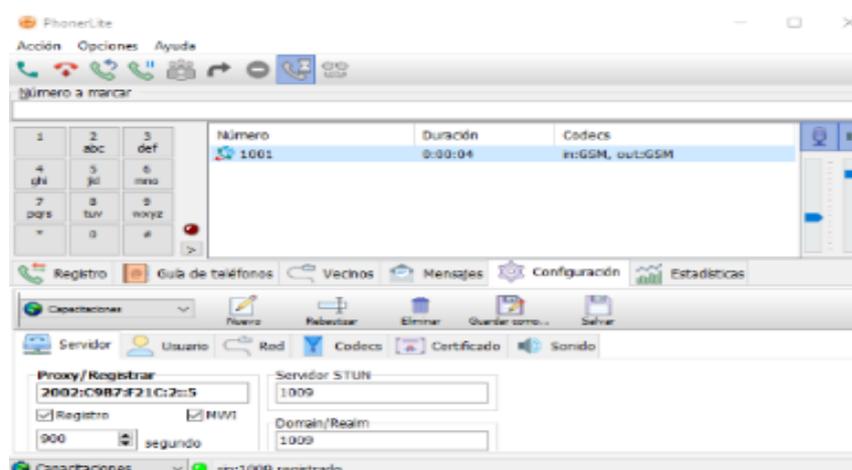
En la configuración de red seleccionar utilizar IPv6 en lugar de IPv4, como se observa en la figura 143.



**Figura 143 Configuración de la dirección IPv6 para PhonerLite**

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor.

Después de haber creado y configurado las cuentas SIP se guardan las configuraciones realizadas, inicia el proceso de registro y así se puede realizar llamadas telefónicas en IPv6 como se observa en la figura 144.



**Figura 144 Realización de una llamada hacia una extensión IPv6 desde el PhonerLite**

Fuente: Tomado desde la PC de Ingeniería. Elaborado por el Autor

## **ANEXO I**

# **CONFIGURACIÓN DE EXTENSIONES EN LOS SERVIDORES DE TELEFONÍA**

## CONFIGURACIÓN DE EXTENSIONES EN LOS SERVIDORES DE TELEFONÍA

Para la creación de las extensiones en los servidores de telefonía IP, se debe de ingresar al directorio `/etc/asterisk/` y modificar el archivo `sip.conf`.

Este archivo contiene la información acerca de todos usuarios que hacen uso del protocolo SIP, este se encuentra estructurado de tres secciones la primera define la configuración general que tendrán las extensiones SIP, la segunda define el contexto que usaran los teléfonos IP mientras que en la última sección se configura las extensiones que se utilizará en el sistema de telefonía.

- `[root@SVRTELEFONIAI ~] # vim /etc/asterisk/sip.conf`

`;Etiqueta que indica el comienzo de la configuración general`

`[general]`

`context=telefonos ;Contexto para los teléfonos IP`

`udpbindaddr=[::]:5060 ;Configuración para el soporte IPv6 en la IP-PBX`

`transport=udp ;Configuración del protocolo de transporte`

`tcpenable=yes ;Configuración para la señalización del protocolo`

`srvlookup=yes ;TCP en SIP`

`disallow=all`

`allow=gsm ;Habilitación del códec GSM`

`language=es ;Configuración para la reproducción de archivos de`

`qualify=yes ;audio en Español`

`allowtransfer=yes ;Configuración para la transferencia de llamadas`

`rtptimeout=60 ;Configuración del tiempo de la terminación de una`

`rtpholdtimeout=240 ;llamada telefónica, si no hay flujo de audio`

`dtmfmode=rfc2833`

`nat=no`

`;Etiqueta que usaran los teléfonos IP`

`[hardphones](!)`

`type=friend`

`secret=sinfo2016 ;Configuración de la contraseña de los teléfonos IP`

`context=telefonos ;Contexto que utilizaran los teléfonos`

`host=dynamic`

`disallow=all`

allow=gsm ;Configuración del códec que utilizaran los teléfonos IP  
;Creación y configuración de extensiones  
[1001](hardphones)  
callerid=Recepcion<1001>  
callgroup=1  
pickupgroup=1

```
[hardphones](!)
type=friend
secret=sinfo2016
context=telefonos
host=dynamic
disallow=all
allow=ulaw,gsm

[1001](hardphones)
callerid=Recepcion<1001>

[1002](softphones)
callerid=Administracion<1002>

[1003](hardphones)
callerid=Ingenieria<1003>

[1004](hardphones)
callerid=Ventas<1004>

[1005](hardphones)
callerid=Soporte Tecnico<1005>

[1006](hardphones)
callerid=Soporte Tecnico<1006>

[1007](hardphones)
callerid=Redes<1007>

[1008](hardphones)
callerid=Gerencia<1008>

[1009](hardphones)
callerid=Capitaciones<1009>
```

**Figura 145** Extensiones creadas en el servidor de telefonía de la matriz

Fuente: Tomado desde el servidor de telefonía de la matriz. Elaborado por el Autor.

; Configuración de la plantilla para los teléfonos IP en la sucursal  
;Etiqueta que usaran los teléfonos IP  
[hardphones](!)  
type=friend  
secret=sinfo2016 ;Configuración de la contraseña de los teléfonos IP  
context=telefonos ;Contexto que utilizaran los teléfonos  
host=dynamic  
disallow=all  
allow=gsm ;Configuración del códec que utilizaran los teléfonos IP  
;Creación y configuración de extensiones  
[3001](hardphones)  
callerid=Recepcion<1001>

callgroup=1  
pickupgroup=1

```
[hardphones] (!)
type=friend
secret=sinfo2016
context=telefonos
host=dynamic
disallow=all
allow=ulaw,gsm

[3001] (hardphones)
callerid=Recepcion<1001>

[3002] (softphones)
callerid=Ventas<1002>

[3003] (hardphones)
callerid=Soporte Tecnico<1003>
```

*Figura 146 Extensiones creadas en el servidor de telefonía de la sucursal*

Fuente: Tomado desde el servidor de telefonía de la sucursal. Elaborado por el Autor.

## **ANEXO J**

### **CONFIGURACIÓN DE LOS SERVICIOS EN EL SERVIDOR DE TELEFONÍA IP**

## 1. CONFIGURACIÓN DEL PLAN DE MARCACIÓN

Para realizar la configuración del plan de marcación ingresamos al directorio `/etc/asterisk/` y configuramos el archivo **extensión.conf**, en este se crean varios contextos que le indican al servidor la forma de cómo deben ser tratadas las extensiones al momento de realizar una llamada telefónica.

### 1.1. CONFIGURACIÓN DEL ARCHIVO EXTENSION.CONF

El archivo `extensión.conf`, se compone de dos contextos fundamentales que son el `[general]` y `[global]` el primero contiene todas las configuraciones que serán aplicadas a los demás contextos mientras que el segundo contiene las variables globales utilizadas en el plan de marcado.

- ```
[root@SVRTELEFONIAI ~] # vim /etc/asterisk/extension.conf
```

`;Etiqueta que indica el comienzo de la configuración general`

`[general]`

`static=yes` `;Guarda los cambios hechos desde la consola de Asterisk`

`writeprotect=no`

`autofallthrough=yes` `;Si la llamada se sale del dialplan de terminará`

`[telefonos]` `;Contextos que se utilizaran en el dialplan`

`include => interno`

`include => pruebas`

`include => locales`

`include => nacionales`

`include => celulares`

`include => emergencias`

`include => grabación`

`include => ivr-bienvenida`

`include => conferencias`

`;Contexto para las llamadas internas`

`[interno]` `;Etiqueta de las llamadas internas`

`include => grabación`

`include => ivr-bienvenida`

`exten => _100[1-9],1,Answer()` `;Marcación a la extensión y apertura del canal SIP`

```

same => n,Dial(SIP/${EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
;Contexto para las llamadas locales
[locales] ;Etiqueta de las llamadas locales
exten => _[2]XXXXXX,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/${EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
;Contexto para las llamadas nacionales
[nacionales] ;Etiqueta de las llamadas nacionales
exten => _0[2-8]XXXXXXXX,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/${EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
;Contexto para las llamadas celulares
[celulares] ;Etiqueta de las llamadas celulares
exten => _0[8-9]XXXXXXXX,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/${EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
;Contexto para las llamadas a los servicios
[servicios] ;Etiqueta de las llamadas servicios
exten => _1[78]00X.,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/${EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
;Contexto para las llamadas de emergencia
[emergencias] ;Etiqueta de las llamadas emergencia
exten => 911,1,Answer() ;Marcación a la extensión y apertura de Dahdi
same => n,Dial(DAHDI/1/${EXTEN},40,mtT) ;Establecimiento de la llamada
same => n,Hangup() ;Finalización de la llamada
exten => _1XX,1,Answer()
same => n,Dial(DAHDI/1/${EXTEN},40,mtT)
same => n,Hangup()
;Contexto para las llamadas desde la PSTN
[from-pstn] ;Etiqueta de las llamadas que ingresan desde la PSTN
include => ivr-bienvenida
exten => s,1,Answer() ;Apertura del canal Dahdi
same => n,Wait(0,5) ;Tiempo de espera para reproducción de IVR
same => n,Goto(ivr-bienvenida,s,1) ;Reproducción del IVR

```

## 2. CONFIGURACIÓN DE SERVICIOS

### 2.1. LLAMADAS TELEFÓNICAS

La configuración de las llamadas telefónicas fue realizada en la configuración del plan de marcación.

### 2.2. IVR (RESPUESTA DE VOZ INTERACTIVA)

La configuración del IVR se la realiza desde el directorio `/etc/asterisk/extensión.conf`, a través la utilización de las siguientes líneas de código.

- ```
[root@SVRTELEFONIAI ~] # vim /etc/asterisk/extensions.conf
```

```
;Contexto para la grabación del IVR
```

```
[grabacion] ;Etiqueta para la grabación del IVR
```

```
exten => 999,1,Answer() ;Extensión para la grabación del IVR
```

```
same => n,Wait(1) ;Tiempo de espera para realizar la grabación
```

```
same => n,Record(bienvenida.gsm) ;Grabación del mensaje (IVR) de bienvenida
```

```
same => n,Wait(1) ;Tiempo de espera para reproducir la grabación
```

```
same => n,Playback(bienvenida) ;Reproducción del mensaje grabado (IVR) en formato
```

```
same => n,Hangup() ;GSM
```

```
;Contexto del IVR
```

```
[ivr-bienvenida] ;Etiqueta del IVR-Bienvenida
```

```
exten => s,1,Answer() ;Apertura del canal Dahdi
```

```
same => n,Wait(0.5) ;Tiempo de espera para reproducción de IVR
```

```
same => n,Background(bienvenida) ;Reproducción del mensaje de bienvenida
```

```
same => n,WaitExten(4) ;o IVR
```

```
exten => _100[1-9],1,Dial(SIP/${EXTEN},30,tT) ;Marcación a la extensión digitada
```

```
same => n,Hangup() ;por el usuario
```

```
exten => 0,1,Goto(interno,1001,1) ;Si el usuario presiona 0, salta a la extensión 1001
```

```
exten => i,1,Playback(invalid) ;Si el usuario presiona otro número reproduce mensaje
```

```
exten => t,1,Playback(goodbye) ;de invalido y si el usuario no presiona ningún número
```

```
same => n,Hangup() ;reproduce un mensaje de goodbye
```

### 2.3. TRANSFERENCIA Y CAPTURA DE LLAMADAS

Para la utilización de la captura y la transferencia de llamadas telefónicas se debe ingresar al directorio `/etc/asterisk/` y configurar el archivo **features.conf**. En este archivo se asignaran varias teclas que permitirán el uso del servicio configurado.

Dentro del archivo **features.conf**, tiene dos contextos que son el `[general]` y el `[featuremap]` en el primero contiene las especificaciones que utilizará el parqueo de las llamadas telefónicas. Mientras que el segundo tiene las definiciones de las teclas que se utilizaran para las diferentes funcionalidades de nuestro servidor de telefonía IP.

- `[root@SVRTELEFONIAI ~] # vim /etc/asterisk/feature.conf`

```

;Configuración de Captura y Transferencia de Llamadas
[general]
;Captura de llamadas telefónicas
pickupexten=*8      ;Dígitos para la captura de llamada
pickupsound=beep    ;Indicación que la captura fue exitosa
pickupfailsound=beeperr ;Indicación que fallo la captura
;Transferencia de llamadas telefónicas
transferdigittimeout=> 3 ;Tiempo para realizar la transferencia
xfersound=beep      ;Indica que la transferencia fue exitosa
xferfailsound=beeperr ;Indica que fallo la transferencia
atxfernoanswertimeout=15 ;Tiempo de espera para la respuesta en la
atxferloopdelay=10     ;transferencia asistida
atxfercallbackretries=2 ;Número de veces que se intenta enviar la
atxferdropcall=no     ;llamada al transportista
[featuremap]
blindxfer=>##      ;Dígitos para la transferencia sin que se atendida
axfer=>*2          ;Dígitos para la transferencia atendida

```

## 2.4. SALA DE CONFERENCIAS

Para la utilización de salas de conferencias se debe ingresar al directorio `/etc/asterisk/` y configurar los archivos **meetme.conf** y **extensions.conf**.

Dentro del archivo **meete.conf**, existe el contexto general en el que se activan una serie de parámetros para que la aplicación salas de conferencia funcione de manera

correcta. Mientras que en el archivo **extensions.conf** se crea la extensión que permitirá el acceso a la sala de conferencia anteriormente creada en el archivo **meetme.conf**.

- ```
[root@SVRTELEFONIAI ~] # vim /etc/asterisk/meetme.conf
```

```
[general] ;Etiqueta para las conferencias
audiobuffers=32 ;Número de paquetes de audio que serán guardados
schedule=no ;en un buffer cuando no son de canales Dahdi
logmembercount=yes ;Parámetro utilizado para actualizar el ingreso y
fuzzystart=300 ;salida de la conferencia
earlyalert=3600
endalert=120
;Contexto para la configuración de la conferencia
[rooms]
conf=>500 ;Configuración de la sala de conferencias se ingresa mediante
;la marcación a la extensión 500
```
- ```
[root@SVRTELEFONIAI ~] # vim /etc/asterisk/extension.conf
```

```
;Contexto para la sala de conferencias
[conferencia]
exten => _50[012],1,Answer() ;Marcación de la extensión para la sala de
same => n,Meetme(${EXTEN},scM(default));conferencias y apertura del canal
same => n,ExecIf ($[${total}=6], Hangup) ;Cantidad de usuarios en la conferencia
same => n,Hangup() ;Finalización de la conferencia
```

**ANEXO K**

**DATASHEET DE OPENVOX A400PN Y**

**YEALINK T21P-E2**



## A400/800/1200 Series Analog Card Datasheet

### Features

- High performance with low price
- Modular Design: Up to 4, 8 or 12 FXS/FXS-100/FXO-100 or mixed FXS/FXS ports per card. Each port can be set as FXO or FXS via plugging different module in it
- LEDs display the board's status
- Scalable: Just adding more cards to extend the system
- Easy to use: the modules are Pin to Pin compatible with Digium's X100M and S100M. Users are also able to apply Digium's X100M/S100M modules on this card, or setup our FXO-100/ FXS-100 modules on TDM400P
- Worldwide usable: Configurable line interface to meet global telephone line interface requirements
- RoS compliant
- Certificates: CE, FCC, A-Tick
- trixbox™ Officially Certified
- Elastic® Officially Certified

### Operating System

Linux (all versions, releases and distributions from 1.0 up)

### Requirements

- RAM 128 + MB Linux
- Kernel 2.4.X or 2.6.X or 3.X
- CPU 800+ MHZ
- Mini PCI, PCI or PCI-E slot

### Environments

- Temperature: 0 ~50°C (Operation)  
-40 ~125°C (Storage)
- Humidity: 10 ~90% NON-CONDENSING

### Overview

OpenVox A400/800/1200 series analog card delivers great voice quality in the telephony systems. With interchangeable FXS/FXS-100 module, one module allows an analog phone or PSTN line, can eliminate the requirements for separate channel banks or access gateways.

The A400/800/1200 cards which with PCI or PCI-E contain 4, 8, 12 module banks respectively. The cards may be filled with up to 4, 8 or 12 FXO or FXS modules enabling the creation of any combination of ports. Scaling of an analog card solution is accomplished by simply adding additional cards.

A400/800/1200 series analog card works well with Asterisk®, Elastix®, FreeSWITCH™, PBX in a Flash, trixbox®, Yate™ and IPPBX/IVR projects as well as other Open Source and proprietary PBX, Switch, IVR, and VoIP gateway applications.

### Target Applications

- Small and Medium Business (SMB)
- Gateway Termination to analog
- Channel Bank Replacement / Alternative
- Small Office Home Office (SOHO)

3-Month "No Questions Asked" Return Policy  
Five Year Warranty

### Pictures



### Items

Product	A400M		A400P	A400E	A800P	A800E	A1200P
	A400M1	A400M2					
Bus Type	Mini PCI 1.0		PCI 2.2+	PCI-E 1.0+	PCI 2.2+	PCI-E 1.0+	PCI 2.2+
Ports	4 RJ11		4 RJ11	4 RJ11	8 RJ11	8 RJ11	12 RJ11
FXS	FXS-100		FXS-100	FXS-100	FXS-100	FXS-100	FXS-100
FXO	FXO-100		FXO-100	FXO-100	FXO-100	FXO-100	FXO-100
Echo Cancellation	N/A		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Dimensions (mm)	59.6*46.6*10	112*11.2*12	126.2*101*16	126.2*111.6*16	266.7*106.7*16	266.7*111.6*16	212*106.7*16
Weight (g)	14	66	82	89	120	124	161
DTMF Detect	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Caller ID	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Loopstart Signaling	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Bus Master DMA	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Voltage Detect	✓		✓	✓	✓	✓	✓

## Entry-level IP phone with 2 Lines & HD voice

Yealink's new SIP-T21P E2 takes entry-level IP phones to a level never achieved before. Making full-use of high-quality materials, plus an extra-large 132x54-gloss graphical LCD with backlight showing a clear 3-line data display, it offers a smoother user experience, much more visual information at a glance, plus HD Voice characteristics. Dual 10/100 Mbps network ports with integrated PoE are ideal for extended network use. The T21P E2 supports two VoIP accounts, simple, flexible and secure installation options, plus support for IPv6, Open VPN and a redundancy server. It also operates with SRTP, HTTPS, TLS, 802.1x. As a very cost-effective and powerful IP solution, the T21P E2 maximizing productivity in both small and large office environments.



### Key Features and Benefits

#### HD Audio

Yealink HD Voice refers to the combination of software and hardware design as well as the implementation of wideband technology to maximize the acoustic performance. Coupled with advanced acoustic clarity technology such as full duplex, echo cancellation, adaptive jitter buffer etc. Provide clearer, more lifelike voice communications.

#### Enhanced Call Management

The SIP-T21P E2 supports vast productivity-enhancing feature such as XML Browser, call park, call pickup, BLF, call forward, call transfer, 3-way conference. Which make it the natural and obvious efficiency tool for today's busy small and large offices environment.

#### Efficient Installation and Provisioning

Integrated IEEE 802.3af Power-over-Ethernet allows easy deployment with centralized powering and backup. The SIP-T21P E2 support the FTP, TFTP, HTTP, and HTTPS protocols for file provisioning and are configured by default to use Trivial File Transfer Protocol (TFTP), supports AES encrypted XML configuration file.

#### Highly secure transport and interoperability

The Communicator uses SIP over Transport Layer Security (TLS/SSL) to provide service providers the latest technology for enhanced network security. The range is certified compatible with 3CX, Asterisk and Broadsoft Broadworks, ensuring excellent compatibility with leading soft switch suppliers.

- Yealink HD Voice
- 132x54-gloss graphical LCD with backlight
- Two-port 10/100M Ethernet Switch
- PoE support
- Up to 2 SIP accounts
- Headset support
- Wall mountable
- Simple, flexible and secure provisioning options

### Audio Features

- HD voice: HD handset, HD speaker
- Wideband codec: G.722
- Narrowband codec: G.711(u/l), G.723.1, G.729B, G.729, iLBC
- DTMF: In-band, Out-of-band(RFC 2833) and SIP INFO
- Full-duplex hands-free speakerphone with AGC
- VAD, CHG, AGC, PLC, AEC, DSC

### Phone Features

- 2 VoIP accounts
- Call hold, mute, DND
- One-touch speed dial, hotline
- Call forward, call waiting, call transfer
- Group ringing, SMS, emergency call
- Redial, call return, auto answer
- Local 3-way conferencing
- Direct IP call without SIP proxy
- Ring tone selection/import/delete
- Set data time manually or automatically
- Dial plan
- 30ML Browser, action URL/URI
- Integrated Screenshots
- RTP/RSR

### Directory

- Local phonebook up to 1000 entries
- Block list
- 30ML LDAP remote phonebook
- Intelligent search method
- Phonebook search/import/export
- Call history: dialed/received/missed/forwarded

### IP-PBX Features

- Busy Lamp Field (BLF)
- Bridged Line Appearance (BLA)
- Anonymous call, anonymous call rejection
- Message Waiting Indicator (MWI)
- Voice mail, call park, call pickup
- Intercom, paging, music on hold, emergency call
- Call completion, call recording, hot-desk/in

### Display and Indicator

- 10000-pixel graphical LCD with backlight
- LED for call and message waiting indication
- Dual-color (red or green) illuminated LEDs for line status information
- Intuitive user interface with icons and soft keys
- National language selection
- Caller ID with name, number

### Feature keys

- 2 line keys with LED
- 6 feature keys: message, headset, redial, man, mute, hands-free speakerphone
- 6 navigation keys
- Volume control keys

### Interface

- 2xRJ45 10/100M Ethernet ports
- Power over Ethernet (IEEE 802.3af), class 2
- 1xRJ9 (dPCC) handset port
- 1xRJ9 (dPCC) headset port

### Other Physical Features

- Wall mountable
- External universal AC adapter (optional) • AC: 100-240V Input and DC: 5V/300mA output
- Power consumption (PSU): 1.3-1.8W
- Power consumption (PoE): 1.8-2.5W
- Dimension(W\*D\*HPT): 506mm\*146mm\*152mm\*41mm
- Operating humidity: 10-85%
- Operating temperature: -10-50°C

### Package Features

- Qty/CTN: 10PCS
- N.W/GTN: 11.7kg
- G.W/GTN: 13.2kg
- Giftbox size: 516mm\*300mm\*118 mm
- Carton Mass: 616mm\*436mm\*300mm

### Management

- Configuration: browser/phone/auto-provision
- Auto provision via FTP/TFTP/HTTP/HTTPS for mass deploy
- Auto-provision with PoP
- Zero-eg-touch, TR-069
- Phone lock for personal privacy protection
- Reset to factory, reboot
- Package tracing, export, system log

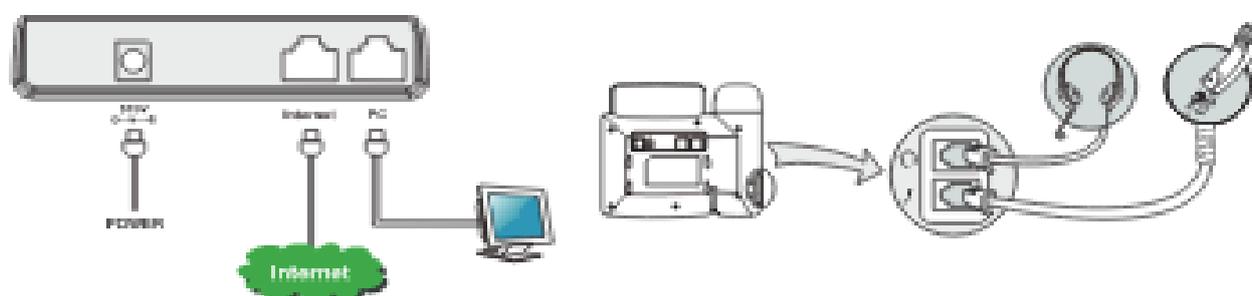
### Network and Security

- SIP v1 (RFC3261), v2 (RFC5061)
- Call server redundancy supported
- NAT traversal: STUN mode
- Proxy mode and peer-to-peer SIP link mode
- IP assignment: static/DHCP
- HTTP/HTTPS web server
- Time and date synchronization using NTP
- UDP/TCP/DNS-SRV(RFC 3263)
- Code: 802.1p/Q tagging (VLAN), Layer 3 ToS DSCP
- SRTP for voice
- Transport Layer Security (TLS)
- HTTPS certificate manager
- AES encryption for configuration file
- Digest authentication using MD5/MG-ess
- OpenVPN, IEEE802.1X
- IPv6

### Certifications



© Yealink



### Learn More

To find out how Yealink solutions can help your organization, visit us at [www.yealink.com](http://www.yealink.com) or mail to [sales@yealink.com](mailto:sales@yealink.com)

Addr: 4th-5th floor, South Building, No.53 Wanghai Road, 3rd Software Park, Xiamen, China  
 Web: [www.yealink.com](http://www.yealink.com)  
 Tel: 400-882-5702000  
 Email: [sales@yealink.com](mailto:sales@yealink.com)