



REPÚBLICA DEL ECUADOR
Escuela Politécnica Nacional
" E SCIENTIA HOMINIS SALUS "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP PARA
LA “FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL ESPOIR”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN**

FRANCISCO JAVIER HERMOSA MACHADO

francisco.hermosa@epn.edu.ec

DIRECTOR: MSc. SILVIA DIANA MARTÍNEZ MOSQUERA

diana.martinez.epn@gmail.com

CODIRECTOR: MSc. FERNANDO FLORES

fernando.flores@epn.edu.ec

Quito, enero 2018

DECLARACIÓN

Yo Francisco Javier Hermosa Machado, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Francisco Javier Hermosa Machado

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Francisco Javier Hermosa Machado, bajo mi supervisión.

MSc. Diana Martínez
DIRECTOR DE PROYECTO

MSc. Fernando Flores
CODIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por las bendiciones recibidas siempre en mi vida, en especial en el último año en el que permitió la llegada de un ángel hermoso a mi vida, mi hija adorada.

Quiero agradecer a mi madre Maritza Machado, quien siempre me brindó su apoyo, su amor y su comprensión cuando más lo necesite, siempre fue un ejemplo de perseverancia, esfuerzo, honestidad y sencillez, gracias por forjar la persona que soy.

A mi padre Francisco Hermosa, por enseñarme que siempre hay que seguir adelante sin importar los obstáculos que se presenten en la vida y gracias por los consejos recibidos.

Agradecer infinitamente a mi esposa Adriana Yáñez, por siempre estar ahí por ser la compañera de mi vida, mi mejor amiga, mi confidente, mi soporte y fortaleza, te amo. Y gracias por el obsequio más grande del mundo fruto de nuestro inmenso amor, mi princesa Samantha Hermosa.

También agradecer a mi directora la MSc. Diana Martínez y a mi codirector MSc. Fernando Flores, por ser una guía en la elaboración de este trabajo de titulación.

Y finalmente agradecer a mi abuelita Lucrecia Machado y toda mi familia por ser parte importante en mi vida, gracias siempre poder contar con cada uno.

Javier Hermosa M.

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mi pequeña hija Samantha Nicole, a quien amo con toda la fuerza de mi corazón, quiero que sepas que te has convertido en la inspiración de mi vida. Perdóname por faltarte algunas horas de tu vida, por robarte momentos de compartir juntos juegos y enseñanzas, esto por culminar este camino de mi vida, pero esto es por pensar siempre en darte lo mejor.

Te amo hija mía.

También a ti mi amada esposa por todo el apoyo y sacrificio durante el desarrollo de este proyecto, el cargar con todas las responsabilidades de nuestro hogar durante largas jornadas, gracias por ser el pilar fundamental de nuestro hermoso hogar, Te amo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---------------------------|------|
| CARÁTULA..... | I |
| DECLARACIÓN..... | II |
| CERTIFICACIÓN..... | III |
| AGRADECIMIENTOS..... | IV |
| DEDICATORIA..... | V |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | VI |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | XII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XV |
| ÍNDICE DE ECUACIONES..... | XIX |
| RESUMEN..... | XX |
| PRESENTACIÓN..... | XXII |

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----------|
| MARCO TEÓRICO..... | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.2 TELEFONÍA IP (INTERNET PROTOCOL)..... | 2 |
| 1.2.1 VENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP..... | 3 |
| 1.2.1.1 Costo..... | 4 |
| 1.2.1.2 Localización..... | 4 |
| 1.2.1.3 Características adicionales..... | 4 |
| 1.2.1.4 Características especiales..... | 4 |
| 1.2.2 DESVENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP..... | 5 |
| 1.2.2.1 Ancho de banda..... | 5 |
| 1.2.2.2 Energía eléctrica..... | 5 |
| 1.2.2.3 Calidad del canal..... | 5 |
| 1.2.2.4 Vulnerabilidad..... | 6 |
| 1.2.2.5 Cliente softphone..... | 6 |
| 1.2.3 PROTOCOLOS DE TELEFONÍA IP..... | 7 |
| 1.2.3.1 Protocolo..... | 7 |
| 1.2.3.1.1 Conceptualización de Protocolo..... | 7 |
| 1.2.3.2 Objetivo de los protocolos de telefonía IP..... | 7 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.2.3.3 | Protocolos de transferencia de datos | 8 |
| 1.2.3.3.1 | Protocolo RTP | 8 |
| 1.2.3.3.2 | Protocolo RTCP | 10 |
| 1.2.3.4 | Protocolos de señalización de telefonía IP | 11 |
| 1.2.3.4.1 | Protocolo SIP | 12 |
| 1.2.3.4.2 | Protocolo IAX | 17 |
| 1.2.3.4.3 | Protocolo H.323 | 18 |
| 1.2.4 | CÓDEC DE AUDIO | 20 |
| 1.2.4.1 | Códec G-711 | 22 |
| 1.2.4.2 | Códec G-723.1 | 23 |
| 1.2.4.3 | Códec G-726 | 23 |
| 1.2.4.4 | Códec G-729 | 23 |
| 1.2.4.5 | Códec GSM | 23 |
| 1.2.4.6 | iLBC | 24 |
| 1.2.5 | COMPONENTES DE LA TELEFONÍA IP | 24 |
| 1.2.5.1 | Clientes | 25 |
| 1.2.5.1.1 | Teléfonos IP | 25 |
| 1.2.5.1.2 | Softphones | 25 |
| 1.2.5.2 | Gateway de voz | 26 |
| 1.2.5.3 | Centrales Telefónicas IP | 27 |
| 1.3 | SITUACIÓN INICIAL DE LA “FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL ESPOIR” | 28 |
| 1.3.1 | RESEÑA HISTÓRICA | 28 |
| 1.3.1.1 | Misión | 29 |
| 1.3.1.2 | Visión | 29 |
| 1.3.2 | ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL DE TELEFONÍA EN FUNDACIÓN ESPOIR | 29 |
| 1.3.2.1 | Situación inicial de la telefonía | 30 |
| 1.3.2.2 | Situación inicial y características de la red de datos | 32 |
| 1.3.3 | REQUERIMIENTOS ACTUALES DE LA TELEFONÍA | 33 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| DISEÑO DE LA SOLUCIÓN DE TELEFONÍA IP | 35 |
| 2.1 ESQUEMA DE TELEFONÍA IP | 35 |
| 2.1.1 DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO | 36 |
| 2.1.2 TIPO DE ADMINISTRACIÓN | 37 |
| 2.1.2.1 Sitios múltiples con procesamiento de llamadas centralizadas | 37 |
| 2.1.2.2 Sitios múltiples con procesamiento de llamadas distribuidas | 38 |
| 2.1.3 SELECCIÓN DEL ESQUEMA DE TELEFONÍA IP | 40 |
| 2.2 SELECCIÓN DE CÓDEC DE VOZ..... | 42 |
| 2.3 DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL..... | 43 |
| 2.4 EQUIPAMIENTO | 49 |
| 2.4.1 CENTRALES TELEFÓNICAS IP | 50 |
| 2.4.1.1 Centrales telefónicas IP basadas en software..... | 50 |
| 2.4.1.2 Centrales telefónicas IP por hardware | 51 |
| 2.4.1.3 Selección de Tipo de Centrales IP | 52 |
| 2.4.1.4 Centrales telefónicas IP | 53 |
| 2.4.2 CLIENTES IP..... | 54 |
| 2.5 PLANIFICACIÓN DEL DIRECCIONAMIENTO IP | 55 |
| 2.6 PLAN DE MARCADO NACIONAL | 59 |
| 2.6.1 ASIGNACIÓN DE EXTENSIONES..... | 60 |
| 2.6.2 TRONCALES TELEFÓNICAS..... | 63 |
| 2.6.2.1 Troncales IP | 64 |
| 2.6.2.2 Troncales analógicas | 65 |
| 2.6.3 RUTAS DE SALIDA..... | 67 |
| 2.7 NIVELES DE PERMISOS DE MARCACIÓN..... | 71 |
| 2.8 SERVICIOS | 72 |
| 2.8.1 CAPTURA DE LLAMADAS | 72 |
| 2.8.2 TRANSFERENCIA DE LLAMADAS | 72 |
| 2.8.3 GRABACIÓN DE LLAMADAS | 73 |
| 2.8.4 BUZÓN DE VOZ..... | 73 |
| 2.8.5 GENERACIÓN DE REPORTES DE LLAMADAS..... | 73 |
| 2.8.6 SISTEMA DE RESPUESTA INTERACTIVA DE VOZ (IVR)..... | 73 |
| 2.8.7 SALAS DE CONFERENCIAS | 74 |

| | |
|--|----|
| 2.9 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN | 75 |
|--|----|

CAPÍTULO 3

| | |
|---|-----------|
| FASE DE IMPLEMENTACIÓN | 76 |
| 3.1 PREPARACIÓN DE LA RED DE DATOS | 76 |
| 3.1.1 ESTADO FÍSICO DE LA RED | 76 |
| 3.2 CENTRALES TELEFÓNICAS | 78 |
| 3.2.1 ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS..... | 78 |
| 3.2.1.1 Información de usuario..... | 78 |
| 3.2.1.2 Creación de Usuario..... | 79 |
| 3.2.2 CONFIGURACIONES DE RED..... | 80 |
| 3.2.2.1 Configuraciones Básicas | 80 |
| 3.2.2.2 Rutas estáticas..... | 82 |
| 3.2.2.2.1 Creación de la ruta estática | 82 |
| 3.2.2.3 Seguridad..... | 83 |
| 3.2.2.3.1 Crear Nueva Regla de Firewall..... | 85 |
| 3.2.3 HORARIO LABORAL | 86 |
| 3.2.4 EXTENSIONES..... | 87 |
| 3.2.4.1 Creación de Extensiones SIP | 87 |
| 3.2.5 TRONCALES..... | 90 |
| 3.2.5.1 Troncales analógicas | 90 |
| 3.2.5.1.1 Crear una troncal Analógica | 91 |
| 3.2.5.2 Troncales IP | 94 |
| 3.2.5.2.1 Crear una troncal VoIP | 94 |
| 3.2.6 RUTAS SALIENTES..... | 96 |
| 3.2.6.1 Crear nueva regla de salida | 96 |
| 3.2.7 RUTAS ENTRANTES..... | 99 |
| 3.2.7.1 Crear una nueva regla de entrada..... | 100 |
| 3.2.8 IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS..... | 101 |
| 3.2.8.1 Capturas de llamadas | 101 |
| 3.2.8.1.1 Grupo de Captura | 101 |
| 3.2.8.1.2 Crear Grupo de Captura | 102 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.2.8.2 | Transferencia de llamadas | 103 |
| 3.2.8.3 | Grabación de llamadas | 105 |
| 3.2.8.3.1 | Almacenamiento de grabaciones..... | 105 |
| 3.2.8.4 | Buzón de voz..... | 105 |
| 3.2.8.5 | Generación de reportes de llamadas | 106 |
| 3.2.8.6 | Sistema de respuesta interactiva de voz (IVR)..... | 107 |
| 3.2.8.6.1 | Crear IVR..... | 107 |
| 3.2.8.7 | Grupos de timbrado..... | 109 |
| 3.2.8.7.1 | Crear Grupo de Timbrado..... | 110 |
| 3.2.8.8 | Salas de conferencias | 112 |
| 3.2.8.8.1 | Creación de la Sala de conferencia | 112 |
| 3.3 | CONFIGURACIÓN DE TELÉFONOS | 114 |
| 3.3.1 | CONFIGURACIÓN DE CUENTA | 114 |
| 3.3.2 | AJUSTES | 115 |
| 3.3.2.1 | Configuración Básica | 116 |
| 3.3.2.2 | Estado | 117 |
| 3.4 | SOFTPHONES..... | 118 |
| 3.4.1 | CONFIGURACIÓN DE SOFTPHONE..... | 118 |
| 3.5 | INSTALACIONES DE CENTRALES IP REALIZADAS..... | 121 |
| 3.6 | INSTALACIONES DE TELÉFONOS IP REALIZADAS..... | 125 |
| 3.7 | RESUMEN DE CREACIÓN EXTENSIONES VS NIVELES DE ACCESO . | 128 |
| 3.8 | DIAGRAMA DE INSTALACIONES DEL EQUIPAMIENTO | 131 |

CAPÍTULO 4

| | |
|---|------|
| PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO | 1357 |
| 4.1 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD..... | 135 |
| 4.1.1 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD PROTOCOLO ICMP..... | 135 |
| 4.1.2 PRUEBAS DE TRACEROUTE..... | 138 |
| 4.2 PRUEBAS DE CONFIGURACIONES..... | 140 |
| 4.2.1 PRUEBAS DE EXTENSIONES..... | 140 |
| 4.2.2 PRUEBAS DE LLAMADAS INTERNAS | 144 |
| 4.2.3 PRUEBAS DE TRONCALES IP | 147 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.4 PRUEBAS DE TRONCALES ANALÓGICAS | 150 |
| 4.3 PRUEBAS DE SERVICIOS IMPLEMENTADOS..... | 153 |
| 4.3.1 PRUEBA DE CAPTURA DE LLAMADAS..... | 153 |
| 4.3.2 PRUEBAS DE TRANSFERENCIA DE LLAMADAS | 155 |
| 4.3.3 PRUEBAS DE GRABACIÓN DE LLAMADAS | 157 |
| 4.3.4 PRUEBAS DE SISTEMA DE RESPUESTA AUTOMÁTICA IVR..... | 158 |
| 4.3.5 PRUEBAS DE SALAS DE CONFERENCIAS | 160 |
| 4.3.6 RESULTADO DE PRUEBAS REALIZADAS | 161 |
| 4.4 CAPTURA DE TRÁFICO DE VOZ | 162 |
| | |
| CAPÍTULO 5 | |
| 5.1 CONCLUSIONES | 168 |
| 5.2 RECOMENDACIONES..... | 169 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 170 |
| | |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----|
| Tabla 1-1 Tipos de paquetes RTCP | 10 |
| Tabla 1-2 Mensajes de solicitud del protocolo SIP | 16 |
| Tabla 1-3 Mensajes de respuesta del protocolo SIP | 16 |
| Tabla 1-4 Familia de protocolos H.32x..... | 20 |
| Tabla 1-5 Escala de calificación de MOS Mean Opinion Score | 22 |
| Tabla 1-6 Principales códec de voz..... | 24 |
| Tabla 1-7 Detalle de Centrales Telefónicas Analógicas de Fundación ESPOIR ... | 31 |
| Tabla 1-8 Enlaces de datos de ESPOIR | 33 |
| Tabla 1-9 Requerimientos de telefonía para la Fundación ESPOIR | 34 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| Tabla 2-1 Recursos disponibles para proyecto de telefonía IP | 36 |
| Tabla 2-2 Especificaciones de Fundación ESPOIR | 40 |
| Tabla 2-3 Opciones de códec de voz para el sistema de Telefonía IP..... | 42 |
| Tabla 2-4 Tabla de velocidades vs tamaño del payload de códec | 44 |
| Tabla 2-5 Tráfico de llamadas de Oficinas a Matriz | 45 |
| Tabla 2-6 Tabla de valores de tráfico en Erlangs | 46 |
| Tabla 2-7 Número de canales requeridos | 48 |
| Tabla 2-8 Capacidad del canal requerido..... | 49 |
| Tabla 2-9 Costos de implementación de solución IP basadas en software..... | 50 |
| Tabla 2-10 Costos de implementación de solución IP basadas en hardware | 51 |
| Tabla 2-11 Cuadro de costos de implementación con los tipos de centrales IP ... | 52 |
| Tabla 2-12 Parámetros de selección..... | 53 |
| Tabla 2-13 Características de las centrales telefónicas IP GrandStream | 54 |
| Tabla 2-14 Detalle por oficinas de equipamiento para el sistema de telefonía IP . | 55 |
| Tabla 2-15 Clases de direcciones IP | 56 |
| Tabla 2-16 Detalle segmentos de red por oficina | 56 |
| Tabla 2-17 Direccionamiento IP de los segmentos de red | 58 |
| Tabla 2-18 Asignación del primer dígito del plan de marcado Nacional..... | 59 |
| Tabla 2-19 Plan de Marcación Telefónica vs Código de Agencia | 60 |

| | |
|--|----|
| Tabla 2-20 Rango de asignación de extensiones a nivel nacional oficinas ESPOIR | 63 |
| Tabla 2-21 Troncales SIP requeridas para malla de comunicación de telefonía IP | 65 |
| Tabla 2-22 Detalle de líneas para troncales analógicas del sistema de telefonía IP | 66 |
| Tabla 2-23 Caracteres usados para la configuración de patrones de marcado | 68 |
| Tabla 2-24 Cuadro de rutas de salida de llamadas entre oficinas | 69 |
| Tabla 2-25 Levantamiento de requerimiento de salida de llamadas por oficina | 70 |
| Tabla 2-26 Cuadro de rutas de salida de llamadas externas | 71 |
| Tabla 2-27 Niveles de permisos de acceso | 71 |
| Tabla 2-28 Cronograma de implementación del sistema de telefonía IP | 75 |

CAPÍTULO 3

| | |
|--|-----|
| Tabla 3-1 Categoría de cableado estructurado en oficinas de Fundación ESPOIR | 77 |
| Tabla 3-2 Direccionamiento de equipos de telefonía IP | 77 |
| Tabla 3-3 Usuarios administradores | 80 |
| Tabla 3-4 Direccionamiento empleado en las centrales telefónicas | 81 |
| Tabla 3-5 Detalle de rutas estáticas | 83 |
| Tabla 3-6 Parámetros configurados en el horario laboral | 87 |
| Tabla 3-7 Parámetros configurados en las extensiones telefónicas | 89 |
| Tabla 3-8 Parámetros configurados en la troncal analógica | 92 |
| Tabla 3-9 Parámetros configurados en la troncal digital | 95 |
| Tabla 3-10 Parámetros configurados en las rutas de salida | 98 |
| Tabla 3-11 Parámetros configurados para las reglas de entrada a la central | 100 |
| Tabla 3-12 Parámetros configurados para grupos de captura | 102 |
| Tabla 3-13 Configuración del IVR | 108 |
| Tabla 3-14 Parámetros configurados para grupos de timbrado | 110 |
| Tabla 3-15 Parámetros configurados para Salas de conferencias | 113 |
| Tabla 3-16 Centrales de telefonía IP | 121 |
| Tabla 3-17 Registro fotográfico de Centrales Telefónicas Instaladas | 125 |
| Tabla 3-18 Detalle de Teléfonos IP instalados | 126 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 3-19 Teléfonos IP instalados en Oficina Matriz | 126 |
| Tabla 3-20 Teléfonos IP instalados en Oficina Portoviejo | 127 |
| Tabla 3-21 Teléfonos IP instalados en Oficina Daule..... | 127 |
| Tabla 3-22 Teléfonos IP instalados en Oficina Machala | 128 |
| Tabla 3-23 Detalle de áreas con rangos de extensiones vs niveles de acceso. . | 130 |

CAPÍTULO 4

| | |
|--|-----|
| Tabla 4-1 Tabla de pruebas de ping en las centrales telefónicas IP | 136 |
| Tabla 4-2 Tiempos obtenidos en pruebas de ping | 137 |
| Tabla 4-3 Pruebas de conectividad comando traceroute | 139 |
| Tabla 4-4 Registros de extensiones | 144 |
| Tabla 4-5 Pruebas de llamadas internas..... | 147 |
| Tabla 4-6 Registro de pruebas de llamadas por troncales digitales | 150 |
| Tabla 4-7 Registro de pruebas de llamadas por troncales analógicas | 152 |
| Tabla 4-8 Pruebas de capturas de llamadas | 154 |
| Tabla 4-9 Pruebas de transferencia de llamadas | 156 |
| Tabla 4-10 Resultados de pruebas realizadas | 161 |

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

| | |
|--|----|
| Figura 1-1 Tráfico de Voz y Tráfico de Internet, fuente Diario “La Nación” | 1 |
| Figura 1-2 Estructura de RTP | 9 |
| Figura 1-3 Funcionamiento de los protocolos RTP y RTCP | 11 |
| Figura 1-4 Registro de usuario SIP con autenticación por login | 14 |
| Figura 1-5 Componentes del sistema SIP | 15 |
| Figura 1-6 Proceso de establecimiento de una llamada SIP | 17 |
| Figura 1-7 Proceso de establecimiento de una llamada IAX | 18 |
| Figura 1-8 Proceso de establecimiento de una llamada con H.323 | 19 |
| Figura 1-9 Ejemplos de Clientes de Telefonía IP, Marca GrandStream | 25 |
| Figura 1-10 Ejemplos de Clientes Softphone | 26 |
| Figura 1-11 Esquema de funcionamiento de gateway de voz | 27 |
| Figura 1-12 Topología de red de datos Fundación ESPOIR | 32 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| Figura 2-1 Red con varios sitios y procesamiento de llamadas centralizado | 38 |
| Figura 2-2 Red con varios sitios y procesamiento de llamadas distribuidas | 39 |
| Figura 2-3 Esquema de Telefonía IP de Fundación ESPOIR..... | 41 |
| Figura 2-4 Encapsulamiento de datos de VoIP | 43 |
| Figura 2-5 Modelo Erlang B Extendido..... | 47 |
| Figura 2-6 Calculadora de Erlang B extendido..... | 48 |
| Figura 2-7 Comunicación telefónica por medio de troncales VoIP | 64 |
| Figura 2-8 Flujo del proceso de llamada entrante al sistema IVR | 74 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| Figura 3-1 Administración de usuarios, usuarios creados | 78 |
| Figura 3-2 Creación de Usuarios..... | 79 |
| Figura 3-3 Configuración de Red, Configuraciones Básicas | 81 |
| Figura 3-4 Configuraciones de red, Rutas Estáticas. | 82 |
| Figura 3-5 Configuraciones de red, Creación de rutas estáticas..... | 83 |
| Figura 3-6 Configuraciones/Firewall, Servicio actual..... | 84 |
| Figura 3-7 Firewall. Activación de defensa ICMP | 84 |

| | |
|--|----------|
| Figura 3-8 Configuraciones/Configuraciones de red, Crear una regla de firewall | .86 |
| Figura 3-9 Configuraciones/ Configuración Horaria, Crear Horario Laboral |86 |
| Figura 3-10 PBX / Ruta de llamadas/Básicas; Extensiones |87 |
| Figura 3-11 Extensiones “Configuraciones Básicas” |89 |
| Figura 3-12 Extensiones telefónicas, listado de extensiones |90 |
| Figura 3-13 Creación de Troncal analógica |91 |
| Figura 3-14 Configuración de Troncal Analógica. |93 |
| Figura 3-15 Listado de Troncales Analógicas de la Central Telefónica IP |93 |
| Figura 3-16 Creación de nueva troncal SIP, configuraciones básicas |94 |
| Figura 3-17 Configuraciones Avanzadas de troncal SIP |96 |
| Figura 3-18 Creación de Ruta de Salida |99 |
| Figura 3-19 Listados de “Rutas Salientes” |99 |
| Figura 3-20 Regla de llamada entrante |100 |
| Figura 3-21 Proceso de captura de llamadas |102 |
| Figura 3-22 Creación de Grupo de Captura |103 |
| Figura 3-23 Lista de grupos de captura creados |103 |
| Figura 3-24 Proceso de transferencia de llamadas |104 |
| Figura 3-25 Activación de transferencia de llamadas |104 |
| Figura 3-26 Configuraciones/ Servidor HTTP, Servidor HTTP |105 |
| Figura 3-27 Configuración de buzón de voz |106 |
| Figura 3-28 Generación de reportes central telefónica IP |106 |
| Figura 3-29 Sistema IVR, configuraciones Basicas |107 |
| Figura 3-30 Opciones de direccionamiento en eventos de tecla presionada |109 |
| Figura 3-31 Eventos configurados al presionar la tecla |109 |
| Figura 3-32 Creación de Grupos de timbrado |111 |
| Figura 3-33 Grupos de timbrado creados |111 |
| Figura 3-34 Detalle de salones de conferencias |112 |
| Figura 3-35 Creación de salón de conferencias |114 |
| Figura 3-36 Configuración de la cuenta SIP |115 |
| Figura 3-37 Configuración Básica de teléfono IP |116 |
| Figura 3-38 Estado de teléfono IP |117 |
| Figura 3-39 Programa Zoiper, sin configuración |118 |
| Figura 3-40 Zoiper: Configuración |119 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3-41 Zoiper, selección de tipo de cuenta..... | 119 |
| Figura 3-42 Configuración de cuenta de usuario SIP..... | 120 |
| Figura 3-43 Nombre de la cuenta de usuario | 120 |
| Figura 3-44 Registro de cuenta SIP de softphone en central telefonica IP | 121 |
| Figura 3-45 Equipamiento de Data Center Oficina Matriz | 122 |
| Figura 3-46 Diagrama de conectividad de Oficina Matriz..... | 131 |
| Figura 3-47 Diagrama de conectividad oficina distribuida en tres plantas..... | 132 |
| Figura 3-48 Diagrama de conectividad oficina distribuida en dos plantas..... | 132 |
| Figura 3-49 Diagrama de conectividad oficina distribuida en una sola planta | 133 |

CAPÍTULO 4

| | |
|---|-----|
| Figura 4-1 Niveles de satisfacción vs Niveles de retardo | 138 |
| Figura 4-2 Central GrandStream herramienta utilizada en la prueba traceroute . | 138 |
| Figura 4-3 Extensión SIP creado para pruebas de funcionamiento | 140 |
| Figura 4-4 Estado en la central telefónica IP, extensión sin registro SIP | 141 |
| Figura 4-5 Registro SIP de cliente softphone | 141 |
| Figura 4-6 Estado en la central telefónica IP, extensión con registro SIP | 141 |
| Figura 4-7 Extensiones Oficina Matriz..... | 142 |
| Figura 4-8 Extensiones Oficina Portoviejo | 142 |
| Figura 4-9 Extensiones Oficina Machala | 143 |
| Figura 4-10 Estado del registro SIP de cliente de teléfono IP | 145 |
| Figura 4-11 Llamada desde teléfono IP a Softphone | 145 |
| Figura 4-12 Llamada entrante a softphone | 145 |
| Figura 4-13 Estado de llamadas, proceso de establecimiento de llamada..... | 146 |
| Figura 4-14 Estado de llamadas en central telefónica IP, llamada establecida... | 146 |
| Figura 4-15 Prueba de llamada usando troncales VoIP | 148 |
| Figura 4-16 Establecimiento de llamada entre diferentes centrales telefónicas IP | 148 |
| Figura 4-17 Cliente Teléfono IP receptor de llamada | 149 |
| Figura 4-18 Registro Call Detail Record del uso de la troncal entres centrales .. | 149 |
| Figura 4-19 Prueba de llamada usando troncales analógica | 151 |
| Figura 4-20 Registro del CDR de llamada..... | 151 |
| Figura 4-21 Llamada entre las extensiones 2125 y 2129 | 153 |

| | |
|---|-----|
| Figura 4-22 Llamada capturada de la extensión 2129 | 153 |
| Figura 4-23 Detalle de proceso de captura de llamada | 154 |
| Figura 4-24 Llamada entre los usuarios 2125 y 2129 | 155 |
| Figura 4-25 Llamada transferida entre los usuarios 2125 y 2127..... | 156 |
| Figura 4-26 Detalle de transferencia de llamada..... | 156 |
| Figura 4-27 Registro de llamadas realizadas | 157 |
| Figura 4-28 Detalle de llamada realizada | 157 |
| Figura 4-29 Lineas usadas en la prueba de IVR | 158 |
| Figura 4-30 Llamada de Prueba en el IVR, contestada por el IVR..... | 159 |
| Figura 4-31 Llamada de Prueba en el IVR una extensión solicitada | 159 |
| Figura 4-32 Detalle de la llamada de prueba del IVR | 159 |
| Figura 4-33 Registro fotográfico de marcación a la sala de conferencia..... | 160 |
| Figura 4-34 Detalle de usuarios conectados en la sala de conferencia | 160 |
| Figura 4-35 Llamadas activas | 161 |
| Figura 4-36 Resultados de pruebas de funcionamiento | 162 |
| Figura 4-37 Herramienta de captura de tráfico ethernet..... | 163 |
| Figura 4-38 Analizador de tráfico Wireshark | 163 |
| Figura 4-39 Wireshark, captura de tráfico de establecimiento de llamada | 164 |
| Figura 4-40 Wireshark, captura de tráfico de voz durante una llamada telefónica...164 | |
| Figura 4-41 Paquete de voz analizado | 165 |
| Figura 4-42 Paquete de voz analizado, protocolo RTP | 165 |
| Figura 4-43 Paquete de voz analizado, protocolo UDP | 166 |
| Figura 4-44 Paquete de voz analizado, protocolo IPv4 | 166 |
| Figura 4-45 Paquete de voz analizado, protocolo Ethernet..... | 167 |

ÍNDICE DE ECUACIONES**CAPÍTULO 1**

Ecuación 1-1 Ecuación de Porcentaje de Compartición de recursos34

CAPÍTULO 2

Ecuación 2-1 Calculo de Payload de Códec G-72943

Ecuación 2-2 Velocidad de transmisión requerida44

Ecuación 2-3 Calculo de valor de Erlang A46

Ecuación 2-4 Capacidad del canal48

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo la implementación de un sistema de Telefonía IP para Fundación ESPOIR, en sus oficinas a nivel nacional, con el fin de solucionar problemas de funcionamiento de la solución de Telefonía analógica que en la actualidad se encuentra implementado.

Además, el proyecto pretende satisfacer necesidades de crecimiento de la institución y brindar una solución escalable y confiable de comunicación.

Para realizar el diseño de la solución, se realizó el levantamiento de los requerimientos de Fundación ESPOIR, número de usuarios existentes, número de usuarios requeridos, información de usuarios, cantidad de líneas telefónicas, permisos de salida de llamadas, entre otros.

En el capítulo 1, se presentan los fundamentos teóricos básicos para la comprensión de la Telefonía IP, las ventajas, desventajas de la Telefonía IP, los protocolos de transporte y señalización de la Telefonía IP, los códecs de audio y los componentes de un sistema de Telefonía IP; este conocimiento serán la base para la comprensión del trabajo de titulación, siempre considerando que existe un cierto nivel de conocimiento respecto al tema.

También dentro del contenido del capítulo 1, se presenta una descripción inicial de la telefonía en la Fundación ESPOIR y sus respectivos requerimientos para poder implementar la solución.

En el Capítulo 2, Se diseña el sistema de Telefonía IP, basándose en los requerimientos de telefonía de Fundación ESPOIR, además se definen los parámetros necesarios para la implementación del sistema de Telefonía IP. La solución proporcionara un sistema integrado de comunicaciones de voz a nivel nacional haciendo uso de los enlaces de datos de Fundación ESPOIR.

Dentro del diseño de la solución se realiza la selección del esquema de la solución de Telefonía IP, la planificación del direccionamiento IP de las centrales telefónicas, teléfonos IP y *softphones*. Se realiza el plan de marcado nacional, la asignación de extensiones a usuarios, los niveles de permisos de llamadas, la planificación de las troncales telefónicas, las rutas de salida, las rutas de entrada de llamadas y servicios tales como; transferencias de llamadas, capturas de llamadas, salas de conferencias.

En el capítulo 3, se presenta el proceso de la implementación del sistema de Telefonía IP. Dentro de la fase de implementación se realizan los siguientes trabajos: Preparación de la red de datos, de acuerdo con el direccionamiento planificado en la fase de diseño, la configuración de los elementos de Telefonía IP, tales como, centrales telefónicas, teléfonos IP y *softphones*, la configuración de los servicios implementados.

Además, se presentarán los diagramas de conectividad de la solución en las diferentes oficinas y el registro fotográfico de las instalaciones realizadas.

En el capítulo 4, se presenta un detalle de las pruebas que se realizadas para la verificación del sistema de Telefonía IP. Se realiza pruebas de conectividad de los elementos del sistema de Telefonía IP, se realiza pruebas de captura de paquetes para la verificación del tráfico que se envía en la llamada y el uso de ancho de banda durante la llamada, además se verifica los servicios implementados mediante pruebas de funcionamiento en las diferentes centrales, un resumen de las pruebas y verificación del nivel de éxito de las pruebas.

En el capítulo 5, se presenta las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

En la sección de Anexos, se presenta la documentación de adquisición de equipos, los informes de instalación y pruebas realizadas.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo la implementación de un sistema de Telefonía IP, para solventar los inconvenientes de funcionamiento y capacidad que presenta la solución de telefonía analógica de Fundación ESPOIR.

Dado que el sistema de telefonía analógica actualmente presenta las siguientes limitantes; a llegado al máximo de su capacidad en extensiones telefónicas, el personal técnico no cuenta con los conocimientos para dar soporte a la solución, lo que crea la necesidad de contratar personal externo para mantenimiento, configuración y reparación de las centrales telefónicas, los repuestos que requieren las centrales son escasos y su costo elevado, el sistema no proporciona una administración centralizada, entre otros.

Debido a esto, se ha planteado la necesidad de migrar el sistema de telefonía analógica a un sistema de Telefonía IP. Con la implementación de un sistema de Telefonía IP en la Fundación ESPOIR se pretende solucionar dichos inconvenientes, además el sistema proporciona a los usuarios nuevas funcionalidades tales como: mensajería de voz, correo electrónico, marcación por nombre, la opción de realizar video llamada (usando teléfonos IP que cuenten con esta característica), administración web de las centrales, entre otros.

CAPÍTULO 1.

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos necesarios para la comprensión del presente trabajo de titulación, considerando que existe un cierto nivel de conocimiento previo al tema. Además, se presenta una descripción de la situación inicial de la telefonía en Fundación ESPOIR y el levantamiento de los requerimientos para la ejecución del proyecto.

1.1 INTRODUCCIÓN

Telefonía se denomina a la comunicación de voz entre dos o más participantes que se encuentran distantes. Desde la invención y la patente del teléfono en el año de 1876 por el estadounidense Alexander Graham Bell, poco a poco las redes telefónicas se fueron extendiendo a nivel mundial, cubriendo hasta los lugares más remotos del planeta. [1]

Por otra parte, la tecnología del Internet se creó a finales de los años sesenta en el siglo XX, dando paso a la creación de una red de datos que poco a poco han alcanzado también cobertura a nivel mundial. [1]

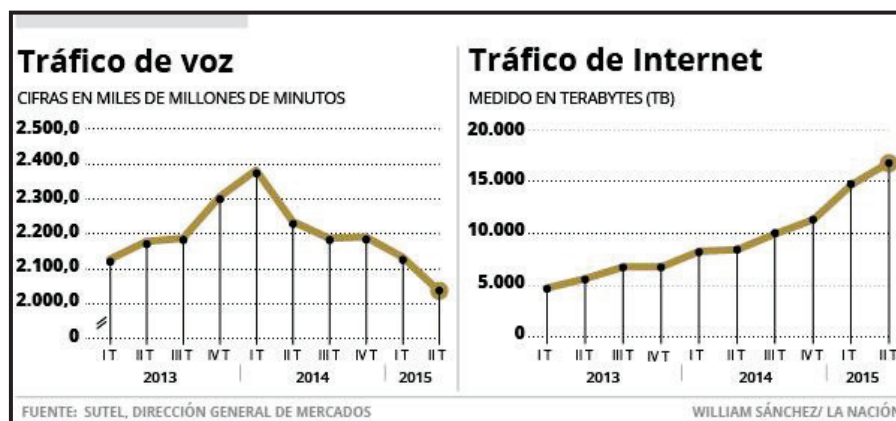


Figura 1-1 Tráfico de Voz y Tráfico de Internet, fuente Diario “La Nación” [2]

Pese a que el servicio telefónico se encontraba más extendido que el Internet en los años 90, en cifras globales, el Internet es mucho más utilizado que el teléfono. De hecho, a pesar de que el tráfico de las redes telefónicas no ha dejado de ser

utilizado el volumen del tráfico de Internet supero al tráfico telefónico en el año 1999, y en la actualidad lo supera ampliamente. En la figura 1-1 se puede observar una comparación del tráfico de voz en minutos con respecto al tráfico de Internet. [1]

1.2 TELEFONÍA IP (*Internet Protocol*)

El termino Telefonía IP se usa para describir una de las aplicaciones multimedia más utilizadas. Las compañías telefónicas en todo el mundo están reemplazando los conmutadores telefónicos tradicionales con enrutadores IP. Las razones son económicas, ya que los enrutadores cuestan mucho menos que los conmutadores telefónicos tradicionales. Las empresas también comenzaron a usar teléfonos IP por las mismas razones, puesto que al enviar tanto datos como voz en los datagramas IP se reduce el costo debido a que se comparte la infraestructura de red. Basta con un solo conjunto de equipo, cableado y conexiones de red para toda la comunicación, incluyendo las llamadas telefónicas. [3] [4]

La idea básica detrás de la Telefonía IP es simple y directa: muestrear el audio en forma continua, convertir cada muestra en formato digital, enviar el flujo digitalizado resultante a través de una red IP en forma de paquetes y convertir el flujo de nuevo a audio analógico para su reproducción. No obstante, muchos detalles complican la tarea. Un emisor no puede esperar a llenar un paquete de gran tamaño, pues si lo hace, la transmisión se retrasaría. El sistema debe manejar la configuración de las llamadas; es decir, cuando un emisor desea hacer una llamada marca, el sistema debe traducir el número telefónico en una dirección IP y localizar a la parte especificada. Cuando se inicia una llamada, la parte que la recibe debe aceptar y responder a la llamada. De manera similar, cuando termina una llamada, las dos partes deben acordar como deben terminar la comunicación. [4]

Las complicaciones más considerables surgen debido a que la Telefonía IP lucha por ser retro compatible con la red telefónica de conmutación pública (PSTN)¹. Es

¹ **PSTN (*Public Switched Telephone Network*)**: Es una red con conmutación de circuitos tradicional optimizada para comunicaciones de voz en tiempo real. Cuando llama a alguien, cierra un conmutador al marcar y establece así un circuito con el receptor de la llamada.

decir, en vez de restringir las llamadas a teléfonos IP, los mecanismos permiten a quien hace o recibe la llamada usar un teléfono en cualquier parte en la PSTN, incluyendo una ubicación internacional o una conexión celular. Por lo tanto, un sistema telefónico IP debe estar preparado para manejar llamadas que se originen en la PSTN y terminen en un teléfono IP, o viceversa. Los usuarios esperan que un sistema de Telefonía IP proporcione los servicios telefónicos existentes, como reenvío de llamadas, llamada en espera, correo de voz, llamadas de conferencias e identificador de llamadas. Además, los negocios que operan actualmente una central telefónica privada (PBX)² pueden requerir un sistema de Telefonía IP para ofrecer los servicios equivalentes a una PBX. [4]

En la Telefonía IP, la voz es convertida de una señal analógica a una señal digital de forma que pueda ser transportada por la red de datos. A este proceso se lo conoce como digitalización de la voz. El proceso de digitalización de la voz consiste en tomar una muestra de la señal analógica de voz y cuantificarla para convertir el valor obtenido en un número binario. Si, por ejemplo, cada muestra se representa con 8 bits, y se toman 8000 muestras por segundo, es decir, que el periodo de muestreo es de 0.125 milisegundos, la señal de voz obtenida se convierte en un flujo de datos de 64000 bits por segundos o 64 Kbps. [1] [5]

En la actualidad, ciertas técnicas de codificación hacen que la velocidad requerida para la transmisión de voz sea mucho menor que 64 Kbps. [1]

1.2.1 VENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP

La Telefonía IP presenta algunas ventajas sobre las soluciones de comunicaciones tradicionales, a continuación, se listan algunas de ellas: [1]

² **PBX (Private Branch Exchange)**: Es la central telefónica privada que pertenece a una red telefónica que es utilizada dentro de una empresa. Los usuarios de la central telefónica **PBX** comparten un número definido de líneas telefónicas para poder realizar llamadas externas y sus llamadas internas son manejadas directamente por la PBX.

1.2.1.1 Costo

Con la Telefonía IP las empresas buscan reducir costos en cuanto a la facturación de las empresas de telefonía tradicional, al eliminar estos rubros de sus gastos, pero si bien se eliminan este tipo de gastos se debe estar consiente que la Telefonía IP representan otro tipo de gasto a las empresas, rubros como costos de enlaces de datos, luz eléctrica e inversión inicial del proyecto. [6]

1.2.1.2 Localización

Con la telefonía IP, un usuario puede realizar una llamada desde cualquier parte del mundo donde cuente con una conexión de Internet, el usuario puede hacer uso de un cliente de Telefonía IP tal como: un teléfono IP o un *softphone*. [6]

1.2.1.3 Características adicionales

La Telefonía IP provee características por las cuales, los operadores de telefonía convencional cobran tarifas adicionales, como, por ejemplo: [1] [7]

- Identificación de llamadas.
- Servicios de llamadas en espera.
- Devolución de llamadas.
- Llamadas de 3 líneas (*three-way calling*).

1.2.1.4 Características especiales

La Telefonía IP ofrece también las siguientes características especiales: [6] [7]

- Desvió de llamadas a otra línea telefónica, en caso de no contestar la llamada, esta función reenviará la llamada a otro número que se haya configurado.
- Envió de una llamada directamente al correo de voz, sin necesidad de tiempos de espera de respuesta.
- Mostrar un mensaje de fuera de servicio, en caso de que el proveedor del servicio se encuentre fuera de servicio.
- En caso de existir un mensaje de voz, direccionar hacia un correo electrónico.

1.2.2 DESVENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP

La telefonía IP, presenta algunas desventajas, en su mayor parte, limitaciones de carácter tecnológico, a continuación, se listan algunas de las principales: [1] [8]

1.2.2.1 Ancho de banda

La Telefonía IP requiere una conexión de banda ancha, dependiendo del códec el ancho de banda puede variar, así, por ejemplo, si se hace uso de un códec de audio como el G-711 la velocidad puede estar alrededor de los 87.2 Kbps ya sobre ethernet.

Por lo que, para brindar una comunicación de voz de calidad, las redes con ancho de banda muy bajos, representan un problema, esto debido a que todavía existen lugares en los cuales no existe acceso a una red de datos de buena calidad o se realizan conexiones haciendo uso de módem telefónicos, que no proporcionan la capacidad de transmisión adecuada. [8]

1.2.2.2 Energía eléctrica

La telefonía IP, requiere una conexión eléctrica para su funcionamiento, en el caso de un corte del suministro eléctrico la Telefonía IP deja de funcionar, a menos, que cuenten con un sistema de respaldo eléctrico como un UPS (*Uninterruptible Power Supply*)³. A diferencia de los teléfonos convencionales que así exista un corte de energía eléctrica siguen funcionando.

1.2.2.3 Calidad del canal

Debido a que los sistemas de Telefonía IP requieren una conexión de red, la calidad del servicio se puede ver afectado por la velocidad de los canales de datos, entre los problemas principales se tienen son; alta latencia, pérdida de paquetes, intermitencia de las comunicaciones, saturación del canal de datos, entre otros. [9]

³ **UPS (*Uninterruptible Power Supply*)**: Es una fuente de suministro eléctrico que posee una batería con el fin de seguir dando energía a un dispositivo en el caso de interrupción eléctrica.

Pese a que la alta latencia de las redes por lo general no representa un inconveniente, se tienen de acuerdo a las recomendaciones de la ITU-G7 114 los tiempos de latencia admisibles están entre los valores de 1 a 150 milisegundos, pero si los retardos superan el valor de 400 milisegundos los retardos resultan inaceptables, por lo que la telefonía IP no debería ser implementada.

1.2.2.4 Vulnerabilidad

Los sistemas de Telefonía IP son susceptibles a virus, gusanos y *hacking*⁴, de las revisiones realizadas por medio de un *hacking* ético se pueden encontrar ciertas vulnerabilidades en los sistemas de Telefonía IP como, puertos innecesariamente abiertos, permisos de escaneo de usuarios habilitados, robo de contraseñas a usuarios, entre otros. Teniendo como consecuencia la posibilidad de ataques al sistema, por lo que se recomienda no dejar contraseñas por defecto en los sistemas, cerrar puertos no necesarios, restringir permisos de usuarios. [10]

1.2.2.5 Cliente *softphone*

Softphone es una aplicación o *software*, que permite al usuario interactuar con soluciones de telefonía IP, a través de una computadora personal (PC) o dispositivos inteligentes como *Smartphone* o *tablet*. El *softphone* permite al computador ser utilizado como un teléfono IP, permitiéndole realizar llamadas directamente.

En los casos en que los sistemas de Telefonía IP utilicen como clientes a los *softphones* la calidad de la comunicación se podría ver comprometida por el rendimiento del equipo donde está corriendo la aplicación. Por ejemplo, si se está realizando una llamada, y en un determinado momento se ejecuta una aplicación que requiere muchos recursos, la comunicación se vería comprometida, ya que los

⁴ **Hacking:** El *hacking* es la búsqueda permanente de conocimientos en todo lo relacionado con los sistemas informáticos, sus mecanismos de seguridad, las vulnerabilidades de los mismos, la forma de aprovechar estas vulnerabilidades y los mecanismos para protegerse de aquellos que saben hacerlo.

recursos del equipo estarían siendo utilizados por otros procesos, por eso es recomendable la utilización de un equipo propio de telefonía IP.

1.2.3 PROTOCOLOS DE TELEFONÍA IP

1.2.3.1 Protocolo

Un protocolo es un conjunto de reglas que especifican el intercambio de datos u órdenes durante la comunicación entre las entidades que forman parte de una red. [11]

1.2.3.1.1 Conceptualización de Protocolo

En la informática y telecomunicaciones, un protocolo es una convención, o estándar entre las partes que regulan la conexión, la comunicación y la transferencia de datos entre dos sistemas. En su forma más simple, un protocolo se puede definir como las reglas que gobiernan la semántica (significado de lo que se comunica), la sintaxis (forma en que se expresa) y la sincronización (quien y cuando se transmite) de la comunicación. [11]

1.2.3.2 Objetivo de los protocolos de telefonía IP

El objetivo de los protocolos de Telefonía IP es dividir en paquetes los flujos de audio para ser transportados sobre redes IP.

Los protocolos de las redes IP originalmente no fueron diseñados para el flujo de datos en tiempo real por esta razón se han creado protocolos para telefonía IP, cuyos mecanismos abarcan una serie de transacciones de señalización entre los terminales para la carga los flujos de audio en cada dirección de la conversación. Los protocolos más importantes y compatibles con centrales telefónicas IP son los siguientes:

- **Protocolos de Transferencia de Datos**
 - Protocolo RTP (*Real Time Protocol*)
 - Protocolo RTCP (*Real Time Control Protocol*)

- **Protocolos de Señalización**
 - SIP (*Session Initiation Protocol*)
 - IAX (*Inter Asterik Exchange*)
 - H.323

1.2.3.3 Protocolos de transferencia de datos

Los protocolos de transmisión de datos en tiempo real están a nivel de la capa de sesión de acuerdo con ISO OSI (*International Organization for Standardization - System Interconnection*), tienen como principal objetivo trasladar la información desde el origen al destino. Los protocolos más empleados en la Telefonía IP son RTP y su protocolo de control RTCP. [12] [13]

1.2.3.3.1 Protocolo RTP

Es un protocolo a nivel de sesión utilizado para la transmisión de información multimedia en tiempo real, como, por ejemplo, el audio y video de una videoconferencia.

Este protocolo es desarrollado por el grupo de trabajo de IETF (*Internet Engineering Task Force*)⁵, fue publicado inicialmente en 1996 como la RFC (*Request for Comments*)⁶ 1889, y posteriormente actualizado en el año 2003 en la RFC 3550. [12]

⁵ **IETF (*Internet Engineering Task Force*)**: Es una organización internacional de normalización, que tiene como objetivo el contribuir a la ingeniería de internet, actuando en diversas áreas como transporte, enrutamiento, seguridad, etc. [51]

⁶ **RFC (*Request for Comments*)**: Son una serie de publicaciones del IETF, las mismas que sirven de referencia para la implementación y estandarización de las tecnologías y protocolos relacionados con el Internet y redes en general. [42]

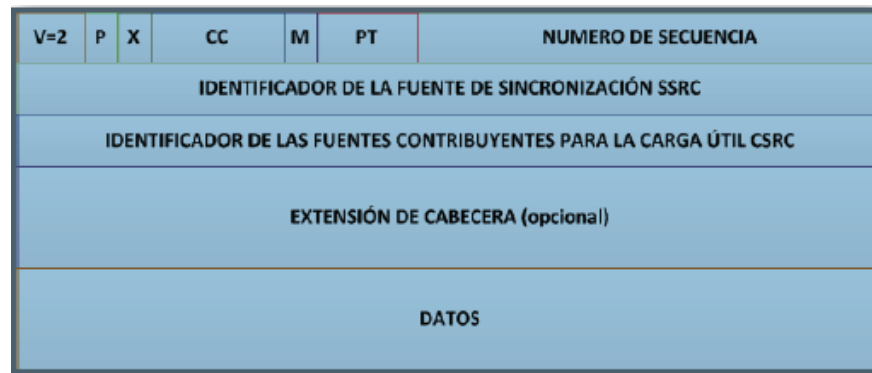


Figura 1-2 Estructura de RTP [10]

El protocolo RTP proporciona los servicios de extremo a extremo para la entrega de datos, en tiempo real como audio y video, está diseñado principalmente para satisfacer necesidades de conferencias multimedia entre participantes, pero no se limita a esta aplicación en particular. Los servicios que proporciona RTP incluyen la identificación de tipo de carga útil⁷, numeración de secuencias y monitoreo de entrega. En la figura 1-2 se muestra la estructura del encabezado del protocolo RTP. [13]

A continuación, se mencionarán las características principales y funciones de RTP.

- No es confiable.
- No provee mecanismos de envío de paquetes de manera simultánea.
- No provee mecanismos de calidad de servicio, por esta razón se apoya de RTCP para implementar mecanismos de calidad de servicio.
- La información proporcionada en la cabecera ayuda a la sincronización, reestructuración del paquete en el receptor. Posee un indicador de número de secuencia, un indicador de tipo de carga del paquete en el cual se describe el tipo de codificador que se ha empleado en la generación del paquete. [13]

Además, el protocolo RTP trabaja en conjunto con el protocolo RTCP que se describe a continuación.

⁷ **Identificador de tipo de carga útil:** Es representado por 7 bits, es un índice en una tabla de los perfiles de media que describe el formato de carga útil. Los mapeos de carga útil para audio y video están especificados en la RFC 1890. [52]

1.2.3.3.2 Protocolo RTCP

La principal función del protocolo RTCP es proporcionar la información en su cabecera para realizar calidad de servicio en la transmisión de los datos, en una sesión establecida por RTP. Para esto, el protocolo RTCP envía periódicamente paquetes de control entre los participantes de la sesión, informando acerca de la calidad de los datos recibidos. Estos paquetes llevan solamente información para realizar el control de la calidad de transmisión.

El protocolo UDP (*User Datagram Protocol*)⁸ es el encargado de multiplexar los paquetes de datos de RTP y los paquetes de control de RTCP. [13]

Este protocolo define cinco tipos de paquetes RTCP que proporcionan la información acerca de los niveles de calidad de la transmisión con RTP, mostrados en la tabla 1-1.

| ÍTEM | TIPO DE PAQUETE | DESCRIPCIÓN |
|------|--|---|
| 1 | RR (<i>Receiver Report</i> o Informe del Receptor) | Son paquetes generados por los receptores. Contienen información de la calidad de los datos recibidos. Informa acerca de los paquetes recibidos y perdidos. |
| 2 | SR (<i>Source Report</i> o Informe del Emisor) | Son paquetes generados por los emisores. Contienen el informe del receptor y además información propia del emisor como: Información de sincronización, número de bytes enviados, etc. |
| 3 | SDES (<i>Source Description</i> o Descripción de la fuente) | Son paquetes que contienen información que describe al emisor. Contiene campos como: Nombre canónico (CNAME) que identifica el origen. |
| 4 | BYE (ADIÓS) | Son paquetes de indicación de que la sesión se ha terminado. |
| 5 | APP (Aplicación o Extensiones) | Indica funciones específicas definidas por la aplicación usada. |

Tabla 1-1 Tipos de paquetes RTCP [3]

El flujo de paquetes de RTP se cuenta con información adicional proporcionada por protocolo RTCP, esta información es utilizada para realizar un seguimiento de la

⁸ **UDP (*User Datagram Protocol*):** Es un protocolo de capa 4 o capa de transporte que permite el intercambio de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el datagrama proporciona en su cabecera suficiente información para su direccionamiento.

calidad de servicio y control de congestión. Al recibir un mensaje de notificación de congestión desde el receptor, el emisor puede realizar un ajuste del envío de paquetes reduciendo la velocidad de envío de paquetes, de esta forma se evitan las pérdidas de paquetes. RTCP ayuda también a la sincronización del flujo de datos en una sesión establecida, ya que con la información enviada en la cabecera del protocolo se selecciona el intervalo de tiempo adecuado para la sincronización de audio y video. [3]

Para la sincronización entre los flujos de datos, un RTCP *sender report* contiene una indicación de tiempo real y el correspondiente *timestamp* del RTP. Esto puede usarse para la sincronización entre los flujos de datos multimedia como sincronización entre una imagen y el video. En la figura 1-3 se muestra el esquema de intercambio de paquetes RTP y RTCP.

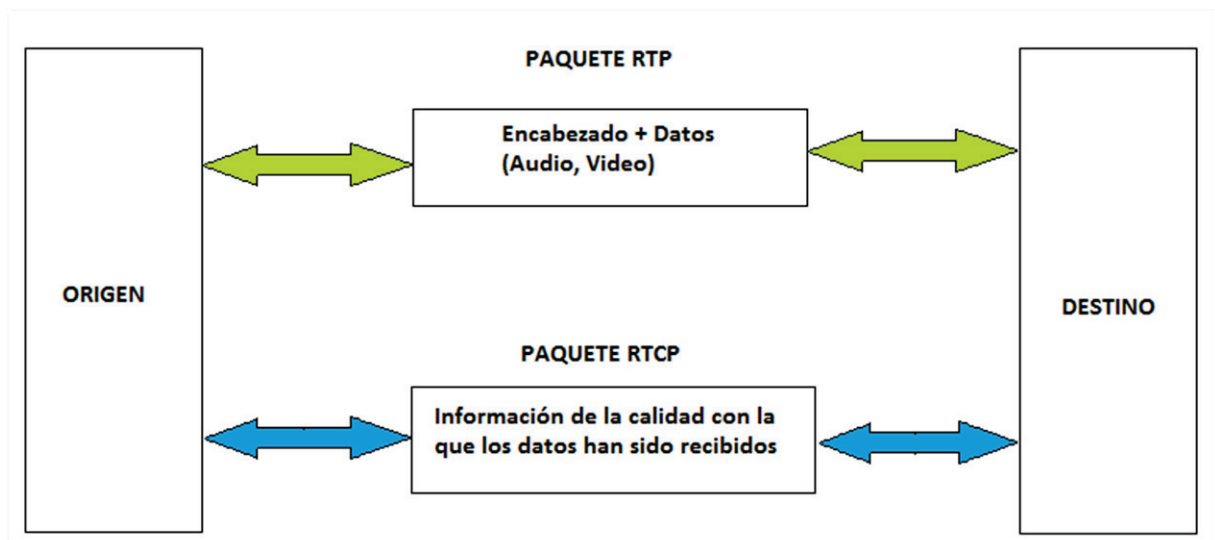


Figura 1-3 Funcionamiento de los protocolos RTP y RTCP [3]

1.2.3.4 Protocolos de señalización de telefonía IP

Los protocolos de señalización de Telefonía IP son los encargados del establecimiento de las sesiones en una red IP. Una sesión puede ser una simple llamada entre dos participantes o una sesión de colaboración en una conferencia multimedia. [5]

Los protocolos de señalización realizan los siguientes procesos.

- **Localización de usuarios:** Busca a los usuarios dentro de la red local por medio de su dirección IP.
- **Establecimiento de sesión:** Permite al usuario establecer una sesión, es decir aceptar una llamada IP.
- **Negociación:** Permite la negociación de los parámetros de comunicación entre las partes, como velocidad de transmisión, códec⁹, puertos de comunicación, etc.

De los protocolos de señalización, se describirá el protocolo SIP, siendo el más difundido y el que ha sido utilizado para la implementación del proyecto.

1.2.3.4.1 Protocolo SIP

SIP es un protocolo perteneciente a la capa aplicación del *stack* de protocolos TCP/IP que se encuentra especificado en la RFC 3261, es un protocolo de señalización cliente-servidor encargado de iniciar, mantener y terminar sesiones multimedia, a través de una red de datos. Fue desarrollado por el grupo MMUSIC (*Multiparty Multimedia Session Control*)¹⁰ de la IETF, pero a partir de septiembre de 1999, pasa al grupo de trabajo SIP IETF, por lo que está orientado a servicios ofrecidos a través de Internet. [14] [15]

Por su naturaleza punto a punto¹¹ incorpora beneficios de la arquitectura web a la telefonía IP; hace posible el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones que no eran posibles en la telefonía tradicional. Adicionalmente es un protocolo muy

⁹ **Códec:** Es un programa o dispositivo capaz de codificar y decodificar una señal o flujo de datos digitales. [46]

¹⁰ **MMUSIC (*Multiparty Multimedia Session Control*):** Es un grupo de la IETF encargado del área de Aplicaciones en tiempo real.

¹¹ **Conexiones Punto a Punto:** Las conexiones punto a punto son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente a dos hosts.

parecido en sintaxis y semántica al HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*)¹² utilizado en web, por esto un servidor SIP y un servidor web pueden integrarse. [16]

Características de SIP

Las principales características que posee el protocolo SIP son: [4] [17]

- **Localización de usuarios:** El protocolo busca un usuario mediante su dirección IP, localiza el dispositivo correspondiente y establece la conexión.
- **Intercambio y negociación de capacidades de los terminales:** SIP es capaz de negociar el tipo de códec y aplicaciones disponibles durante la sesión multimedia.
- **Disponibilidad de usuarios:** Se determina si el destinatario de la llamada se encuentra o no disponible, si está disponible verifica si acepta o no la llamada.
- **Terminales multifuncionales inteligentes:** Permite soportar clientes del protocolo SIP, tales como teléfonos IP, computadores, teléfonos inteligentes, *tablets*, y otros dispositivos de comunicaciones por medio del uso de *software* adicional denominado *softphone*.
- **Direccionamiento:** SIP posee un direccionamiento lógico similar a la de una dirección de correo electrónico de la forma usuario@dominio.
- **Registro:** SIP maneja un sistema de registro por medio del intercambio de mensajes de solicitud y respuesta, es decir, el cliente realiza peticiones que el servidor atiende y genera una o más respuestas dependiendo de la naturaleza de la petición. Por ejemplo, para iniciar una sesión el cliente realiza una petición de *INVITE* en donde indica con qué usuario requiere establecer la sesión, el servidor responde, ya sea rechazando o aceptando esa petición, esto se puede observar en la figura 1-4.

¹²**HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*):** El http son las siglas de “Hypertext Transfer Protocol” es un protocolo de transferencia donde se utiliza un sistema mediante el cual se permite la transferencia de información entre diferentes servicios y los clientes que utilizan páginas web. Este sistema fue desarrollado por las instituciones internacionales World Wide Web Consortium y la Internet Engineering Task Force, finalizado en el año de 1999.

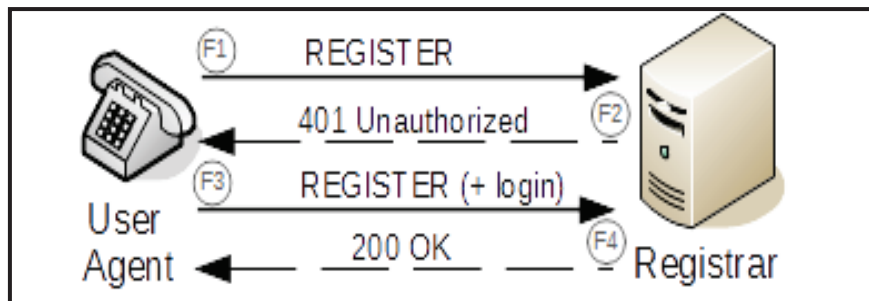


Figura 1-4 Registro de usuario SIP con autenticación por *login* [18]

- **Transporte seguro:** Utiliza un mecanismo seguro de transporte mediante el uso del protocolo TLS (*Transport Layer Security*)¹³, encriptando la información que se envía entre los participantes de la comunicación.

Componentes del sistema SIP

SIP especifica dos elementos básicos en su sistema que son: [10]

- Agente de Usuario (UA)
- Servidores

Los agentes de usuarios son los puntos extremos del protocolo, es decir, son los que emiten y consumen los mensajes del protocolo SIP, sea este, un teléfono, un cliente *softphone* o cualquier otro dispositivo similar. Los agentes de usuarios pueden ser:

- **Agente de usuario Cliente (UAC):** Funciona como cliente iniciando peticiones SIP.
- **Agente de usuario Servidor (UAS):** Funciona como servidor cuando una petición SIP es recibida y retorna una respuesta al usuario.

Los componentes denominados servidores SIP permiten crear y gestionar las cuentas SIP, realizar registro de usuarios SIP, y almacenar la dirección IP para realizar la comunicación con el usuario; dentro de los servidores SIP se tienen: [10]

¹³ **TLS (*Transport Layer Security*):** Es un protocolo criptográfico que proporciona comunicaciones seguras por una red, comúnmente Internet.

- **Registradores:** Toman los datos acerca de la ubicación de los nuevos usuarios que se conectan a la red; si un usuario cambia la localización, el servidor actualiza su base de datos con su nueva localización de manera dinámica.
- **Intermediarios o Proxy:** Se encargan de orientar las peticiones o respuestas hacia su destino.
- **Redirección:** Escuchan y procesan las peticiones y envían una respuesta que contiene la localización del destino que se desea alcanzar.

En la figura 1-5 se muestran los componentes del sistema SIP, tanto, agentes de usuario y servidores.

El sistema SIP utiliza mensajes que se envían entre sus componentes para el establecimiento de una comunicación; el establecimiento de la comunicación depende de la respuesta de los mensajes que se envían, pudiendo la comunicación ser aceptada o no, para esto SIP utiliza los mensajes que se presentan a continuación.

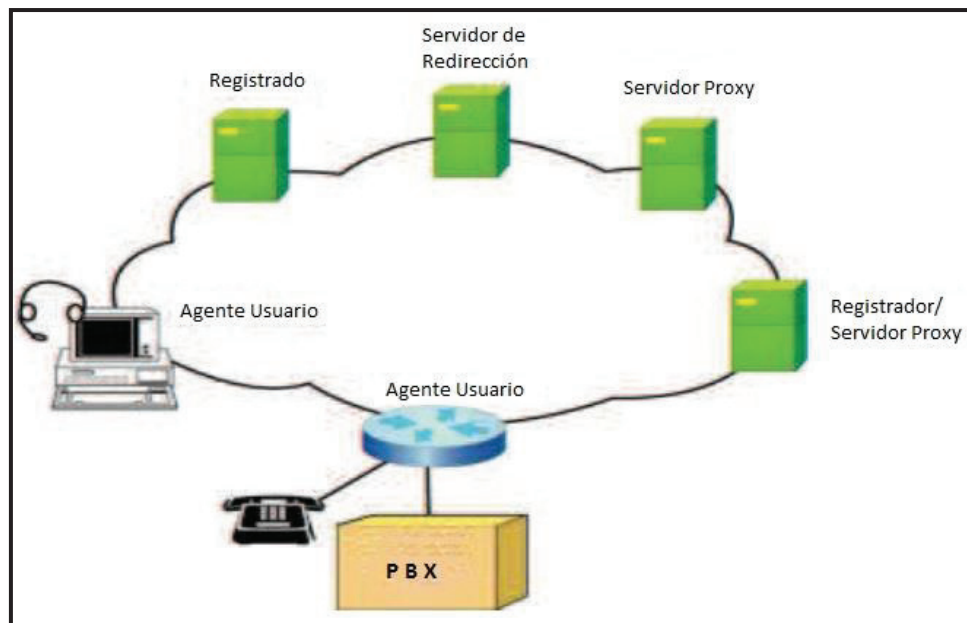


Figura 1-5 Componentes del sistema SIP [5]

Mensajes SIP

El protocolo SIP define seis métodos de solicitudes básicos y seis mensajes de respuestas, las cuales se describen en las tablas 1-2 y tabla 1-3 respectivamente.

| MENSAJE | DESCRIPCIÓN |
|-----------------|--|
| <i>INVITE</i> | Invitación enviada para iniciar sesión |
| <i>BYE</i> | Mensaje enviado para finalizar de la sesión |
| <i>ACK</i> | Acuse de recibo confirma la solicitud de <i>INVITE</i> |
| <i>OPTIONS</i> | Informa las capacidades de envío y recepción de los servidores |
| <i>CANCEL</i> | Cancela el establecimiento de una sesión |
| <i>REGISTER</i> | Transmite información de localización del usuario |

Tabla 1-2 Mensajes de solicitud del protocolo SIP [19]

| MENSAJE | DESCRIPCIÓN |
|---------|---|
| 1XX | Respuestas informativas |
| 2XX | Respuesta de éxito |
| 3XX | Respuesta de redirección |
| 4XX | Errores de solicitud |
| 5XX | Errores de servidor, mediante un requerimiento aparentemente válido |
| 6XX | Errores globales. La solicitud no se puede procesar por ningún servidor |

Tabla 1-3 Mensajes de respuesta del protocolo SIP [19]

El proceso de establecimiento de comunicación SIP, comienza con el proceso de registro SIP de los agentes de usuarios, una vez registrado el agente envía la solicitud de inicio de sesión mediante el mensaje *INVITE*, la cual será respondida con el mensaje 200 en caso de éxito, una vez establecida la comunicación se negocian los parámetros de la comunicación con los protocolos RTP/RTCP; al finalizar la comunicación los agentes envían los mensajes de *BYE* para finalizar la comunicación, este proceso se describe en la figura 1-6.

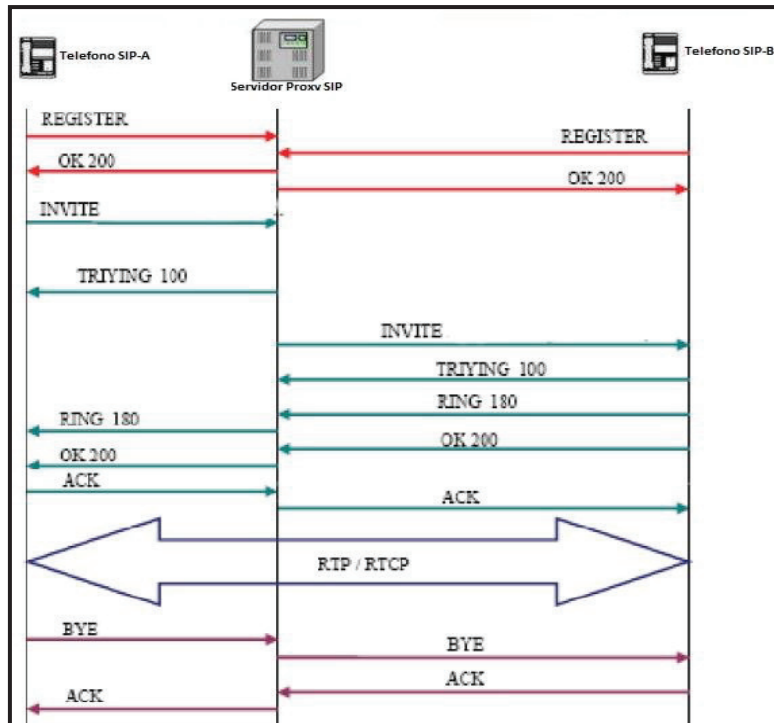


Figura 1-6 Proceso de establecimiento de una llamada SIP [19]

Otro de los protocolos de señalización que utiliza la Telefonía IP es IAX (*Inter Asterisk Exchange*), el cual se describe a continuación.

1.2.3.4.2 Protocolo IAX

El protocolo IAX es un protocolo propietario desarrollado por la empresa Digium para la comunicación entre servidores y clientes Asterisk. A pesar de ser un protocolo privado en sus comienzos, ahora se encuentra estandarizado y su especificación se halla en la RFC 5456, y actualmente se encuentra en la versión 2 del protocolo y es conocido como IAX2. [20]

IAX usa el puerto 4569 para enviar conjuntamente información de señalización y datos, esto es posible debido a un proceso de multiplexación o troncalización.

La troncalización permite que varias comunicaciones puedan ser mostradas por una sola cabecera, disminuyendo el *overhead*, de esta manera se disminuye la latencia y ancho de banda requerido para la transmisión, haciendo que este

protocolo pueda trabajar con un gran número de canales activos entre terminales.
[20]

IAX consta de tres fases para la realización de una llamada:

- Establecimiento de la llamada.
- Flujo de Audio.
- Liberación de la llamada.

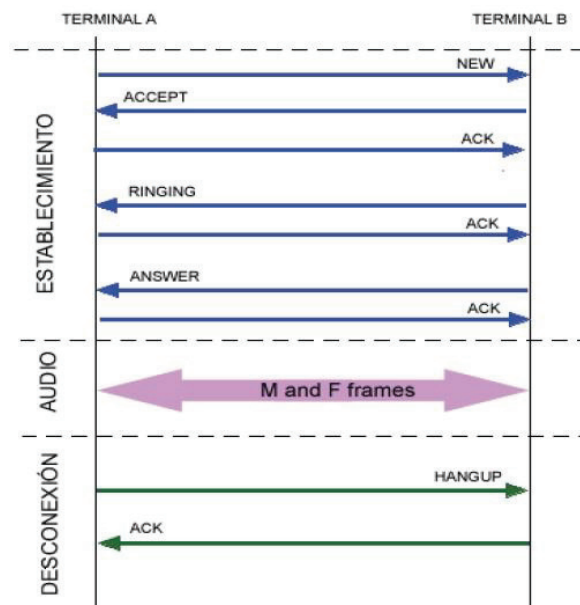


Figura 1-7 Proceso de establecimiento de una llamada IAX [5]

En la figura 1-7 se presenta el proceso de establecimiento de una llamada haciendo uso del protocolo IAX.

Otro de los protocolos de señalización usado comúnmente es el H.323 el cual se describe a continuación.

1.2.3.4.3 Protocolo H.323

El estándar H.323 es un protocolo desarrollado por la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y se deriva del protocolo de la serie H32x, originalmente se lo desarrollo para el transporte de datos multimedia en redes LAN, pero también

ha sido utilizado para los sistemas de telefonía IP. Posee muy poca fiabilidad como protocolo de señalización en videoconferencias y transmisión de voz IP. [21]

Este estándar permite controlar el establecimiento, mantenimiento y liberación de las conexiones, estableciendo una señalización para todas sus etapas.

Actualmente se considera como una tecnología fundamental en la telefonía IP. La figura 1-8 se muestra el proceso de establecimiento de una comunicación usando el protocolo H.323. [21]

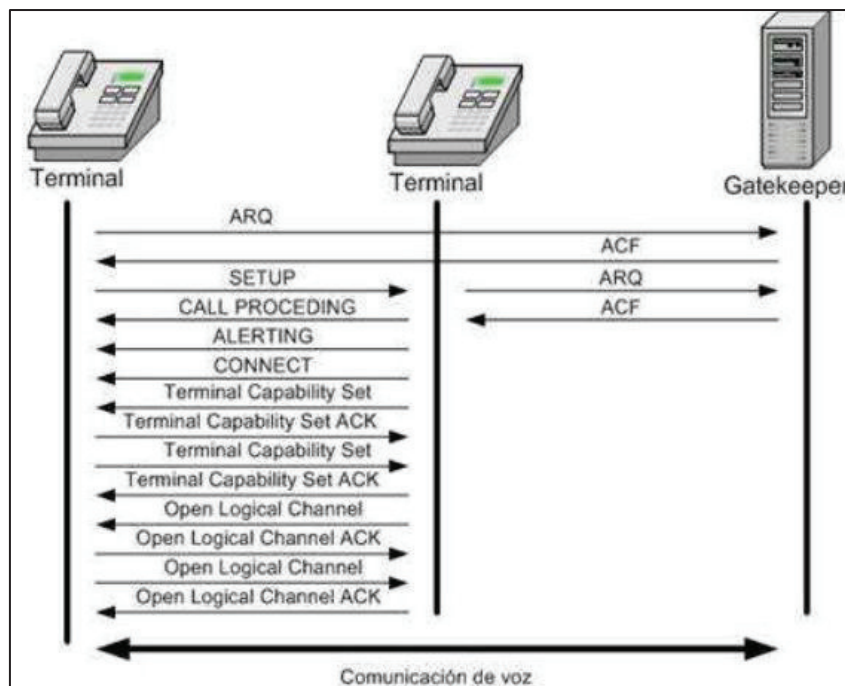


Figura 1-8 Proceso de establecimiento de una llamada con H.323 [21]

H.323 se puede implementar de manera independiente al medio de transmisión de la red y de la topología de la red de datos, tampoco define un protocolo de red específico sobre el cual deba ser implementado. Para el transporte de audio y video usa transmisión no confiable con ayuda de RTP, RTCP y UDP. [21]

Además, utiliza algoritmos estandarizados para la compresión de datos y para la transmisión de datos en tiempo real; usa el códec G-711 para el audio y H-261 para

el video. Del protocolo H.32x se derivan los protocolos que se presentan en la tabla 1-4.

| PROTOCOLO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| H.225.0 Señalización de llamadas, registro, admisión y estatus | Utilizado por dos entidades H.323 para el establecimiento de control y terminación de una llamada. (Terminal-terminal, <i>Gatekeeper</i> -terminal, etc.). Además, es utilizado por el <i>gatekeeper</i> y los terminales para realizar registros, control de admisión, camino en el ancho de banda y terminación de la conexión. |
| H.235 Seguridad y cifrado | Describe la autenticación usada por los terminales por medio de diferentes algoritmos y también permite la privacidad, esto al proporcionar el cifrado en las sesiones y en la transmisión de los datos. |
| H.245 Protocolo de control | Es utilizado entre dos terminales para el establecimiento y control de una llamada Decide quien actuara como principal (<i>master</i>) y secundario (<i>slave</i>), indica las capacidades soportadas por los terminales, e indica el tipo de información a intercambiarse, finalmente cierra el canal lógico de comunicación. |
| H.239 | Permite el envío de dos flujos de datos, puede ser estos de video en tiempo real o video y datos. |
| H.450 | Describe los servicios suplementarios. |

Tabla 1-4 Familia de protocolos H.32x [21]

1.2.4 CÓDEC DE AUDIO

Un códec de audio es un conjunto de algoritmos que permiten la codificación y decodificación de señales de audio, lo cual permite reducir la cantidad de bits en la transmisión del audio. Sirve para comprimir señales de audio con el objetivo de que ocupen la menor cantidad de espacio posible, pero consiguiendo una buena calidad al final. Se implementan en *software* y *hardware* o una combinación de ambos.

La señal de voz humana tiene una naturaleza analógica, por lo que es necesario el proceso de digitalización para ser transmitida a través de la red de datos en un sistema de telefonía IP. [22]

El proceso de digitalización que realiza el códec es complejo, pero generalmente se basa en la codificación modulada mediante pulsos PCM¹⁴ o variaciones.

Existen diferentes códecs de audio que pueden ser utilizados en telefonía IP, y dependiendo del códec, variará la calidad de voz, el ancho de banda requerido para el envío de datos y la carga computacional.

Para seleccionar un códec se deberán tomar en cuenta los siguientes criterios:

- **Complejidad:** Debido a que mientras más complejo es el algoritmo, la carga de procesamiento será mayor, y se demandarán más recursos del procesador del equipo.
- **Compresión de la voz:** Lo cual permite que la señal de voz enviada por la red de datos ocupe menor ancho de banda, por lo que optimiza el recurso de red utilizado en la transmisión.
- **Calidad de la voz:** La calidad de la voz se la mide de acuerdo a la percepción del usuario, sin embargo, para tener un parámetro de calificación de la calidad de la voz se utiliza la técnica de escalas llamada MOS (*Mean Opinion Score*)¹⁵. [23]

El MOS es la calificación a una prueba que se realiza bajo determinadas condiciones ambientales donde se consulta a las personas que participan en el experimento, que expresen su opinión acerca de la calidad de audio recibido a lo largo de una llamada.

¹⁴ **PCM (*Pulse Code Modulation*):** La modulación PCM es un procedimiento de modulación utilizada para transformar una señal analógica en una señal digital representada por una secuencia de bits, representando a cada nivel analógico en un valor binario, el mismo que dependerá de la cantidad de bits con los que se va a representar la muestra, esta modulación consta de tres pasos que son: muestreo, cuantificación y codificación.

¹⁵ **MOS (*Mean Opinion Score*):** El MOS consiste en una valoración por medio de un test que califica la calidad de la voz, esta valoración ha sido utilizada por años para medir la calidad de las redes telefónicas.

El cálculo del MOS se lo realiza a través de algoritmos y fórmulas, el resultado se distribuye en una escala de 1 a 5, en la tabla 1-5 se muestra la escala de valores MOS.

| MOS (MEAN OPINION SCORE) | CALIDAD DE AUDIO | DETERIORO DE AUDIO |
|--------------------------|------------------|-----------------------------|
| 5 | Excelente | Imperceptible |
| 4 | Buena | Perceptible pero no molesto |
| 3 | Aceptable | Ligeramente molesto |
| 2 | Pobre | Molesto |
| 1 | Malo | Muy molesto |

Tabla 1-5 Escala de calificación de MOS *Mean Opinion Score* [23]

Los códecs más utilizados actualmente son:

- Códec G-711
- Códec G-723.1
- Códec G-726
- Códec G-729
- GSM (*Global System for Mobile communications*)
- iLBC (*Internet Low Bitrate Code*)

A continuación, se procederá a describir los códecs listados.

1.2.4.1 Códec G-711

Es un estándar de la ITU¹⁶ que usa modulación PCM. Este códec consume un gran ancho de banda ya que realmente no utiliza ninguna técnica de compresión, su ventaja es que utiliza pocos recursos en cuanto a procesamiento se refiere. Es muy utilizado para la transmisión de voz sobre LAN, por lo cual se encuentra soportado en la mayoría de dispositivos comerciales, y en la práctica es uno de los más utilizados en aquellas redes que soportan velocidades de transmisión de 64 Kbps,

¹⁶ ITU (*International Telecommunication Union*): Es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas ONU, encargada de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

como la red conmutada de telefonía pública. G-711 es el algoritmo utilizado por la PSTN por ser el más simple, posee una frecuencia de muestreo de 8 KHz, y usa 8 bits por muestra, con lo que el ancho de banda requerido es 64 Kbps.

1.2.4.2 Códec G-723.1

Es estandarizado por la ITU en 1995, con una frecuencia de muestreo de 3.4 KHz. Este códec requiere una velocidad de transmisión baja, 6.3 Kbps o 5.4 Kbps, brinda una calidad de voz buena en la escala MOS. Una de las desventajas del códec es que al ser un códec propietario requiere una licencia para ser utilizado.

El códec G-723 fue posteriormente reemplazado por el códec G-726. [24]

1.2.4.3 Códec G-726

Es estandarizado por la ITU en 1991 y sustituyó al estándar G-723, este estándar es conocido como ADPCM¹⁷, logra la reducción del ancho de banda necesaria para la transmisión de voz mediante muestras cuantificadas consecutivas. Además, puede trabajar a velocidades de 16, 24 y 32 Kbps. La ventaja más importante de este códec, la reducción del ancho de banda sin aumentar la carga computacional.

1.2.4.4 Códec G-729

G-729 es un códec que consume muy poco ancho de banda, al trabajar a 8 Kbps. Utiliza menos recursos de procesamiento que el códec G.723.1, y es muy utilizado para la transmisión de voz en redes inalámbricas. Es soportado por muchos dispositivos en el mercado, pero tiene como principal desventaja que es un códec propietario, que requiere licencia.

1.2.4.5 Códec GSM

El códec de voz GSM originalmente se denominaba RPE.LTP (*Regular Pulse Excitation – Term Prediction*). Este códec utiliza información de muestras anteriores ya que esta información no cambia muy rápidamente, con el fin de predecir la

¹⁷ ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*)

muestra actual. La señal de voz se divide en bloques de 20 ms. Estos bloques se pasan entonces al códec de voz, que tiene una velocidad de 13 Kbps, para obtener bloques de 260 bits. [25]

1.2.4.6 iLBC

Es un códec gratuito adecuado para la comunicación de voz sobre IP. El códec está diseñado para redes con velocidades de transmisión bajas, por lo que utiliza tan solo 13,33 Kbps con una longitud de trama de codificación de 30 milisegundos y 15,20 Kbps con una longitud de codificación de 20 ms. El códec iLBC permite una degradación en la calidad de voz en caso de pérdidas de tramas, que se producen en conexiones de redes IP debido a la pérdida o retrasos de paquetes. [26]

En la tabla 1-6 se presenta un cuadro comparativo entre las características de los diferentes códecs de audio, y en base a estos criterios, se selecciona como opción el códec G-729, debido que este presenta una excelente calificación de MOS.

| CÓDEC | ESTANDARIZADO | CODIFICACIÓN | BIT RATE (KBPS) | SAMPLING RATE (KHZ) | CALIDAD | MOS |
|---------|---------------|----------------------|-----------------|---------------------|----------|------|
| G-711 | ITU-T | PCM | 64 | 8 | Muy Alta | 4.1 |
| G-726 | ITU-T | ADPCM | 16/24/32/40 | 8 | Muy Alta | 3.85 |
| G-728 | ITU-T | CELP | 16 | 8 | Buena | 3.61 |
| G-729 | ITU-T | CELP | 8 | 8 | Buena | 3.92 |
| G-723.1 | ITU-T | CELP y <i>MP-MLQ</i> | 5,6/6,3 | 8 | Buena | 3.9 |
| GSM | ETSI | | 13,3 | 8 | Buena | |
| iLBC | | | 13,3/15,2 | 8 | Buena | |

Tabla 1-6 Principales códec de voz [24]

Una vez analizados los códec de audio, es necesario centrarse en los componentes que intervienen en los sistemas de telefonía IP.

1.2.5 COMPONENTES DE LA TELEFONÍA IP

Los sistemas de Telefonía IP requieren de los siguientes componentes para poder funcionar, los mismos se describen a continuación. [16]

- Clientes
- *Gateway* de voz
- Centrales telefónicas

A continuación, se describen cada uno de ellos.

1.2.5.1 Clientes

Los clientes de la telefonía IP, son los dispositivos extremos de la comunicación, los clientes pueden ser:

- Teléfonos IP
- *Softphone*

1.2.5.1.1 Teléfonos IP

Son equipos que permiten establecer sesiones a una central telefónica IP, físicamente estos equipos poseen un aspecto similar a un teléfono tradicional, pero en su interior se encuentra un pequeño procesador que permite realizar las configuraciones necesarias para el registro SIP a la central telefónica IP, además requieren de una conexión a la red de datos y una fuente de alimentación eléctrica. [4] [5]

En la figura 1-9 se muestran algunos modelos de teléfonos IP.



Figura 1-9 Ejemplos de Clientes de Telefonía IP, Marca GrandStream [27]

1.2.5.1.2 Softphones

Son clientes a nivel de *software* desarrollados para funcionar en un equipo y sobre un sistema operativo, como, por ejemplo, una PC, laptop, *smathphone*, *tablets*. Al igual que los teléfonos IP, que requieren de energía y conectividad a la red. [5] [4]

En la figura 1-10 se muestran algunos de los *softphones* más conocidos.



Figura 1-10 Ejemplos de Clientes *Softphone*

1.2.5.2 Gateway de voz

Un *gateway* de voz es un dispositivo que convierte el tráfico de telefonía en tráfico IP para luego ser transmitido por una red de datos.

Los *gateway* son usados de dos formas:

Para convertir líneas telefónicas de la PSTN entrantes en VoIP/SIP. De esta forma, un *gateway* permite recibir llamadas en la red telefónica convencional, en muchos casos comerciales, es preferible continuar utilizando las líneas telefónicas tradicionales, porque así se puede garantizar una mejor calidad y mayor disponibilidad de la llamada.

La otra forma consiste en conectar una central tradicional/ sistema telefónico con la red IP. De esta forma, el *gateway* de voz permite realizar llamadas a través de VoIP. Luego, las llamadas se podrán realizar a través de un proveedor de servicios VoIP o en el caso de una empresa con múltiples oficinas, se puede reducir el costo de las llamadas entre oficinas mediante el enrutamiento de las llamadas a través de internet.

El *gateway* de voz poseen puertos de conexión llamados FXO (*Corrigen eXchange Office*)¹⁸ estos puertos son los que permiten la conexión de las líneas de la PSTN a un sistema de VoIP. En la figura 1-11 se presenta en esquema de funcionamiento de un *gateway* de voz.

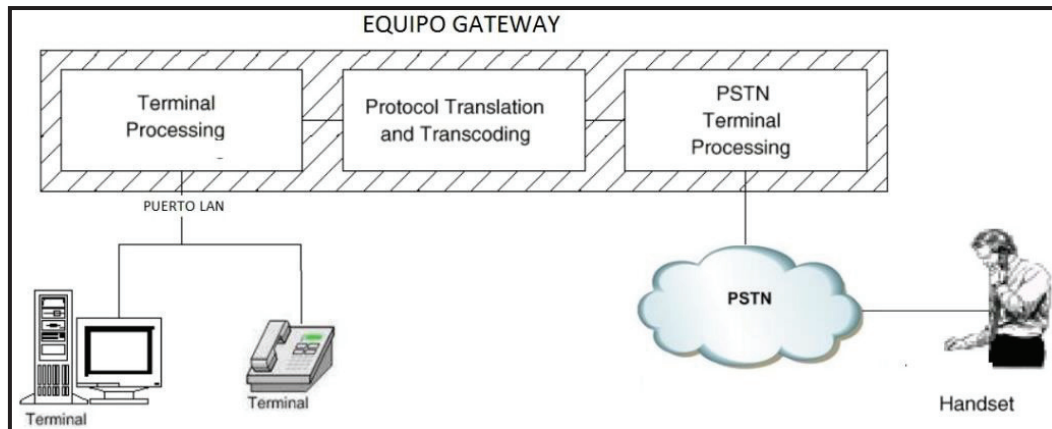


Figura 1-11 Esquema de funcionamiento de *gateway* de voz [17]

1.2.5.3 Centrales Telefónicas IP

La central telefónica IP es un equipo telefónico encargado de la gestión de llamadas internas y externas, para la comunicación de llamadas externas hace uso de un *gateway* de voz, el mismo que puede ser incorporado en algunas centrales telefónicas, se ayuda de los puertos FXO del *gateway* para poder tener acceso a la red telefónica PSTN y compartir estos recursos con los usuarios de la central IP.

La central telefónica trabaja internamente con el protocolo SIP. Además, hace uso de la infraestructura LAN y WAN para poder realizar la comunicación entre usuarios.

Las centrales telefónicas IP, brindan la facilidad de tener más usuarios que una PBX analógica, algunos usuarios soportan hasta 2000 usuarios.

¹⁸ **FXO (Foreign eXchange Office)**: Los puertos FXO son aquellos que reciben el tono de marcado de una línea analógica, permiten a los dispositivos la interconectividad entre los sistemas de telefonía IP y la PSTN. [43]

Algunas de las características adicionales que las centrales telefónicas IP proporcionan son:

- Grabación de llamadas.
- Correos de voz.
- Uso de cualquier marca o equipo de teléfono que use protocolo SIP.
- Uso de extensiones remotas a cero costos, al usar la red de datos para el envío y recepción de llamadas, con cualquier cliente de telefonía IP.
- Control y registro detallado de las llamadas, donde se mostrará la fecha, destino, total de minutos hablados.
- Fax en el correo electrónico en formato PDF.
- Recibir troncales SIP de cualquier proveedor de servicios digitales.
- Soporte a videoconferencia.
- Temporizador de llamadas.
- Sistema de IVR (*Interactive Voice Response*)¹⁹.
- Captura de llamadas.
- Desvío de llamadas.
- Transferencia de llamadas.
- Salas de conferencias virtuales.
- Grupos de extensiones.

1.3 SITUACIÓN INICIAL DE LA “FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL ESPOIR”

1.3.1 RESEÑA HISTÓRICA

Fundación ESPOIR inició sus actividades en micro finanzas en enero de 2002, especializándose en el área de crédito grupal (banca comunal) con servicios de educación; con el fin de impulsar el desarrollo económico, social y de salud de microempresarios, principalmente a mujeres de escasos recursos económicos, con necesidades básicas insatisfechas, residentes en áreas urbano marginales y

¹⁹ **IVR (*Interactive Voice Response*):** Denominado Sistema de Respuesta de Voz Interactiva, es el encargado de la recepción de las llamadas de manera automática.

rurales del país, con o sin experiencia de negocio y que estén dispuestas a mejorar sus ingresos, su capacidad de gestión, su salud y a luchar por su bienestar y el de su familia.

En la actualidad la Fundación opera en 6 provincias del país: Manabí, El Oro, Guayas, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas y Pichincha. Contando con 15 oficinas y 7 puntos de atención que se encuentran agrupadas en 4 regionales. La Fundación tiene presencia en 85 cantones del Ecuador y su oficina Matriz se encuentra en la ciudad de Quito. [31]

La misión y visión de la fundación están orientados a la ayuda social de las clientes que acceden a los productos.

1.3.1.1 Misión

“Impulsar el desarrollo económico, social y de salud de las microempresarias y los microempresarios del Ecuador, con énfasis en la población de menores ingresos; con el propósito de mejorar su calidad de vida y la conservación de su medio ambiente, a través del otorgamiento de servicios micro financieros y no financieros”. [32]

1.3.1.2 Visión

“Contamos con una Institución Financiera especializada en micro finanzas, con cobertura nacional, que impulsa el desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida de los microempresarios ecuatorianos, ofreciendo servicios de calidad; lo que nos permite obtener un reconocimiento en el ámbito nacional e internacional. Estamos ubicados entre las cinco principales instituciones micro financieras del Ecuador, respaldados por una estructura organizacional competente, comprometida y orientada al cliente”. [32]

1.3.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL DE TELEFONÍA EN FUNDACIÓN ESPOIR

Con la finalidad de establecer los requerimientos necesarios para la implementación del sistema de Telefonía IP en la red existente de ESPOIR; es de

vital importancia determinar la situación actual de la misma, para definir los lineamientos apropiados.

1.3.2.1 Situación inicial de la telefonía

ESPOIR, en la actualidad dispone de telefonía analógica en cada una de sus oficinas, este sistema de telefonía utiliza una central telefónica analógica en cada oficina, los modelos de las centrales varían de acuerdo a las necesidades de cada oficina, las centrales telefónicas analógicas que dispone ESPOIR son de marca Panasonic.

A través de los años los requerimientos de líneas telefónicas y extensiones telefónicas de ESPOIR han ido aumentando, esto debido al crecimiento de la institución, por lo que se ha visto la necesidad de ir adquiriendo tarjetas de expansión en las centrales telefónicas, con el fin de satisfacer las necesidades existentes, sin embargo en algunos casos las centrales han llegado al máximo de su capacidad, por lo que a pesar de poseer tarjetas de expansión no satisfacen los nuevos requerimientos generados, por otra parte debido a que poco a poco la tecnología de estas centrales se están volviendo obsoletas su se ha vuelto complicado la adquisición de tarjetas de expansión para las centrales analógicas que aun poseen capacidad de expansión.

Por otra parte, al no tener personal con el debido conocimiento de configuración y mantenimiento de las centrales telefónicas analógicas se vuelve necesario la contratación de personal externo, para realizar cualquier cambio en la configuración, además que la administración y configuración de las centrales telefónicas se las debe realizar en el sitio, lo que incrementa el costo de los servicios contratados.

ESPOIR cuenta con oficinas a nivel nacional agrupadas por regionales, en la tabla 1-7 se presenta el detalle de las centrales telefónicas analógicas existentes, su ubicación, marca, modelo de equipo, si posee tarjetas de expansión, capacidades máximas y serie del equipo.

| REGIONAL | OFICINA | EQUIPO | MARCA | MODELO | CARACTERÍSTICAS DE LA EXPANSIÓN | | CARACTERÍSTICAS DE LA CENTRALES CON TARJETAS DE EXPANSIÓN | | | | # SERIE |
|-----------|--------------|-----------|-----------|------------|---------------------------------|--------------|---|--------------|---------------|---------------|---------|
| | | | | | #LÍNEAS PSTN | #EXTENSIONES | TARJETAS ADICIONALES | #LÍNEAS PSTN | # EXTENSIONES | # EXTENSIONES | |
| | | | | | | | | | | | |
| Pichincha | Quito | Central | Panasonic | KX-TD1232X | 8 | 16 | 2 | 12 | 48 | 4EAVH001815 | |
| Pichincha | Quito Sur | Central | Panasonic | KX-TA308 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 3CASR085488 | |
| Los Ríos | Sto. Domingo | Central | Panasonic | KX-TA308 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 3CASR089345 | |
| Los Ríos | Quevedo | Central | Panasonic | KX-TES824 | 3 | 8 | 1 | 8 | 24 | 9UJSS963408 | |
| Los Ríos | Babahoyo | Central | Panasonic | KX-TES824 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 9JMDS943409 | |
| Manabí | Portoviejo | Central | Panasonic | KX-TDA100 | 8 | 24 | X | X | X | SN | |
| Manabí | Manta | Central | Panasonic | KX-TES824 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8LAFN081524 | |
| Manabí | Jipijapa | Central | Panasonic | KX-TES824 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8LAFN834943 | |
| Manabí | El Carmen | Central | Panasonic | KX-TES824 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8LAFN038626 | |
| Manabí | Pedernales | Central | Panasonic | KX-TG8562 | 1 | 2 | 0 | X | X | SN | |
| Guayas | Durán | Central | Panasonic | KX-TES824 | 3 | 8 | 1 | 8 | 24 | 6BBFJ009323 | |
| Guayas | Daule | Central | Panasonic | KX-TA308 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | SN | |
| El Oro | Machala | Central | Panasonic | KX-TA308 | 3 | 8 | 2 | 6 | 24 | 3CASQ067540 | |
| El Oro | Piñas | Central | Panasonic | KX-TA308 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 3CASQ067561 | |
| El Oro | Huaquillas | Teléfonos | Panasonic | KX-TG8562 | 1 | 2 | 0 | X | X | SN | |

Tabla 1-7 Detalle de Centrales Telefónicas Analógicas de Fundación ESPOIR

1.3.2.2 Situación inicial y características de la red de datos

La red de datos de Fundación ESPOIR cuenta con una red en topología estrella con centro en el *Data Center* de Telconet en la ciudad de Quito, como se muestra en la figura 1-12.

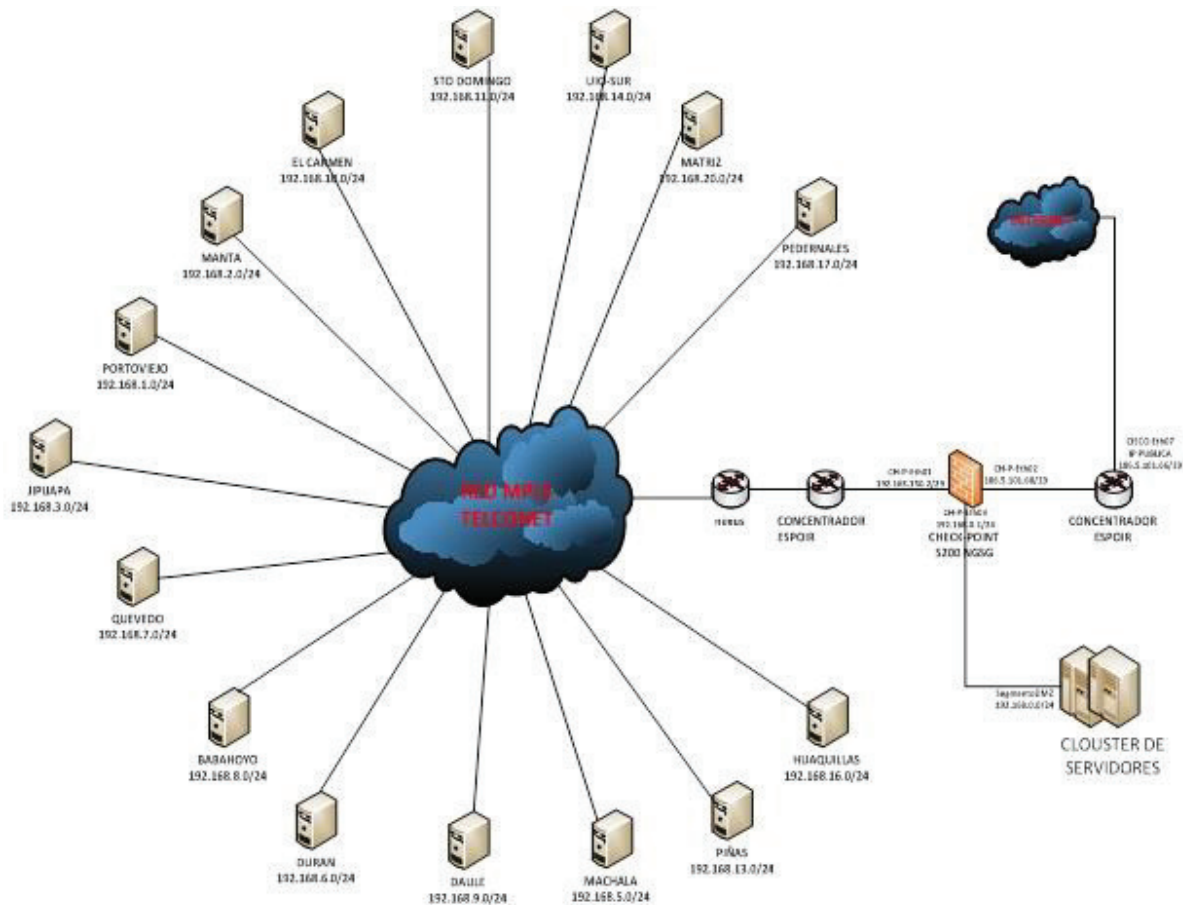


Figura 1-12 Topología de red de datos Fundación ESPOIR

Los enlaces de datos de Fundación ESPOIR se encuentran dentro de la red basada en el protocolo MPLS (*Multiprotocol Label Switching*)²⁰ del proveedor de servicios Telconet, los mismos son proporcionados a través de fibra óptica, las capacidades de los enlaces varían de acuerdo al número de usuarios que se dispone en cada

²⁰ **MPLS (*Multiprotocol Label Switching*):** EL protocolo MPLS proporciona un mecanismo de transporte de datos estándar basado en el manejo de etiquetas, fue creado por la IETF y se encuentra definido en la RFC 3031. Opera entre las capas de enlace de datos y capa de red del modelo OSI. [45]

una de las oficinas. Las oficinas disponen de un ruteador que es administrado por el proveedor de enlaces de datos Telconet.

En la tabla 1-8 se muestra la información de los enlaces de datos con los que cuenta en la red de Fundación ESPOIR.

| REGIONAL | OFICINA | CLASE DE RED | MÁSCARA | ANCHO DE BANDA | MEDIO TRANSMISIÓN |
|--------------|--------------|--------------|---------|----------------|-------------------|
| Pichincha | Matriz | C | 24 | 14 Mbps | Fibra Óptica |
| Pichincha | Quito Sur | C | 24 | 3 Mbps | Fibra Óptica |
| Sto. Domingo | Sto. Domingo | C | 24 | 3 Mbps | Fibra Óptica |
| Los Ríos | Quevedo | C | 24 | 3 Mbps | Fibra Óptica |
| Los Ríos | Babahoyo | C | 24 | 2.5 Mbps | Fibra Óptica |
| Manabí | Portoviejo | C | 24 | 3 Mbps | Fibra Óptica |
| Manabí | Manta | C | 24 | 3 Mbps | Fibra Óptica |
| Manabí | Jipijapa | C | 24 | 3 Mbps | Fibra Óptica |
| Manabí | El Carmen | C | 24 | 2.5 Mbps | Fibra Óptica |
| Manabí | Pedernales | C | 24 | 2,5 Mbps | Fibra Óptica |
| Guayas | Durán | C | 24 | 3 Mbps | Fibra Óptica |
| Guayas | Daule | C | 24 | 3 Mbps | Fibra Óptica |
| El Oro | Machala | C | 24 | 3 Mbps | Fibra Óptica |
| El Oro | Piñas | C | 24 | 2.5 Mbps | Fibra Óptica |
| El Oro | Huaquillas | C | 24 | 2.5 Mbps | Fibra Óptica |

Tabla 1-8 Enlaces de datos de ESPOIR

1.3.3 REQUERIMIENTOS ACTUALES DE LA TELEFONÍA

Fundación ESPOIR ha planificado la instalación de un nuevo sistema de telefonía, para lo cual ha realizado un levantamiento de los requerimientos basándose en los siguientes parámetros:

- **Número de líneas PSTN:** Este parámetro sirve para dimensionar la cantidad de puertos FXO necesarios para las líneas existentes en cada oficina.
- **Cantidad de extensiones telefónicas:** Este parámetro permite cuantificar el número de equipos necesarios a ser adquiridos, cada extensión requerirá un teléfono IP, que se conectará a la central telefónica IP. Se levantará el número de extensiones existentes actualmente y el número de extensiones necesarias, siempre tomando en cuenta que no todo el personal contará con una extensión telefónica.

- **Número de empleados:** Se verificó el número de empleados en cada una de las oficinas, este parámetro sirve para proyectar un crecimiento a futuro de las extensiones.

Toda esta información se la presenta en la tabla 1-9 que se muestra a continuación.

| REGIONAL | OFICINA | LÍNEAS PSTN | EXTENSIONES EXISTENTES | EXTENSIONES REQUERIDAS | % COMPARTICIÓN EXTENSIONES |
|--------------|--------------|-------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| Pichincha | Matriz | 8 | 39 | 44 | % 11.4 |
| Pichincha | Quito sur | 2 | 8 | 12 | % 33.3 |
| Guayas | Daule | 2 | 12 | 16 | % 25.0 |
| Guayas | Durán | 2 | 14 | 22 | % 36.4 |
| El Oro | Piñas | 1 | 6 | 6 | % 0.0 |
| El Oro | Huaquillas | 1 | 2 | 5 | % 60.0 |
| El Oro | Machala | 3 | 29 | 45 | % 35.6 |
| Manabí | Portoviejo | 3 | 24 | 33 | % 27.27 |
| Manabí | Jipijapa | 1 | 5 | 9 | % 44.4 |
| Manabí | Manta | 1 | 12 | 17 | % 29.4 |
| Manabí | El Carmen | 1 | 5 | 6 | % 16.7 |
| Manabí | Pedernales | 1 | 2 | 2 | % 0.0 |
| Sto. Domingo | Sto. Domingo | 2 | 10 | 13 | % 23.1 |
| Los Ríos | Quevedo | 2 | 11 | 17 | % 35.3 |
| Los Ríos | Babahoyo | 1 | 8 | 11 | % 27.3 |

Tabla 1-9 Requerimientos de telefonía para la Fundación ESPOIR

Dentro de los datos de la tabla 1-9 se debe tener en cuenta que el número total de empleados que se muestra por oficina corresponde a todo el personal, incluyendo personal de servicios generales (chóferes, mensajeros, personal de aseo), por lo que no se asignarán extensiones telefónicas a este personal.

El nivel de compartición presentado en la tabla 1-9 fue realizada con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Compartición} = \left\{ 1 - \frac{\text{Numero de Extensiones Existentes}}{\text{Numero de Extensiones Necesarias}} \right\} * 100$$

Ecuación 1-1 Ecuación de Porcentaje de Compartición de recursos

CAPÍTULO 2.

DISEÑO DE LA SOLUCIÓN DE TELEFONÍA IP

En este capítulo, basándose en los requerimientos de telefonía que tiene Fundación ESPOIR, se definen los parámetros necesarios para la implementación del sistema de telefonía IP, con el fin de proporcionar un sistema integrado de comunicaciones de voz a nivel nacional, que permita la comunicación entre todas las oficinas. Para lograrlo, la solución hará uso de los enlaces de datos existentes. Dentro del diseño de la solución se muestra la selección del esquema de la solución de telefonía IP, la planificación del direccionamiento IP de los equipos de telefonía IP, tanto centrales telefónicas, teléfonos y *softphones*. A continuación, se realiza el plan de marcado nacional, asignación de extensiones.

Posteriormente, se definen las troncales SIP para la conectividad entre las oficinas y las troncales analógicas para la salida de llamadas a la red PSTN, esto en cada una de las centrales telefónicas IP. Adicionalmente, se planifican las rutas de salida de las llamadas, rutas de ingreso de llamadas, niveles de acceso a las rutas de salida, configuraciones de IVR, grupos de llamadas y grupos de captura.

Finalmente, se definen los equipos necesarios para la implementación del proyecto y se define el cronograma de implementación.

2.1 ESQUEMA DE TELEFONÍA IP

El esquema de Telefonía IP implementado, se deriva de los requerimientos de Fundación ESPOIR, que se presentaron en la tabla 1.9.

En la tabla 2-1 se muestra un detalle de la cantidad de líneas PSTN y la capacidad de los enlaces de datos de cada oficina.

Existen diferentes tipos de esquemas que se pueden implementar en el diseño de un sistema de Telefonía IP los cuales dependen de las necesidades, aplicaciones, servicios a ser implementados, disponibilidad del servicio, confiabilidad, cantidad de usuarios, sitios a ser interconectados y costos de la solución.

| REGIONAL | OFICINA | LÍNEAS PSTN | CAPACIDAD DE ENLACE | # EXTENSIONES |
|--------------|--------------|-------------|---------------------|---------------|
| Pichincha | Matriz | 8 | 14 Mbps | 44 |
| Pichincha | Quito sur | 2 | 3 Mbps | 12 |
| Guayas | Daule | 2 | 3 Mbps | 16 |
| Guayas | Durán | 2 | 3 Mbps | 22 |
| El Oro | Piñas | 1 | 2.5 Mbps | 6 |
| El Oro | Huaquillas | 1 | 2.5 Mbps | 5 |
| El Oro | Machala | 3 | 3 Mbps | 45 |
| Manabí | Portoviejo | 3 | 3 Mbps | 33 |
| Manabí | Jipijapa | 1 | 3 Mbps | 9 |
| Manabí | Manta | 1 | 3 Mbps | 17 |
| Manabí | El Carmen | 1 | 2.5 Mbps | 6 |
| Manabí | Pedernales | 1 | 2.5 Mbps | 2 |
| Sto. Domingo | Sto. Domingo | 3 | 3 Mbps | 13 |
| Los Ríos | Quevedo | 2 | 3 Mbps | 17 |
| Los Ríos | Babahoyo | 1 | 2.5 Mbps | 11 |

Tabla 2-1 Recursos disponibles para proyecto de telefonía IP

De acuerdo a la metodología de CISCO se tienen varios esquemas que pueden ser implementados, los mismos que dependen de los siguientes factores.

- Disponibilidad del Servicio.
- Tipo de Administración.

2.1.1 DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO

Las redes de datos y voz en las empresas son componentes importantes para el negocio, por estas razones para mantener siempre disponibles y en buen funcionamiento estos servicios se debe evaluar adecuadamente el modelo o tipo de solución a ser implementada para que cumpla con las expectativas de la fundación, dependiendo del modelo, el costo de la solución puede también variar considerablemente.

Para elegir el tipo de esquema a implementar se debe considerar:

- Definir el tamaño de la red para proponer los componentes que permitan la escalabilidad, funcionamiento y disponibilidad de la red.
- La capacidad de proveer nuevos servicios y aplicaciones.

- Se puede implementar una infraestructura redundante para garantizar el servicio.

2.1.2 TIPO DE ADMINISTRACIÓN

Para definir el tipo de administración a ser implementada se debe tomar en cuenta la distribución geográfica, la disponibilidad y el tamaño de la red, en este punto se tener varias alternativas como son:

- Sitios múltiples con procesamiento de llamadas centralizadas.
- Sitios múltiples con procesamiento de llamadas distribuidas.

2.1.2.1 Sitios múltiples con procesamiento de llamadas centralizadas

Este modelo consiste en tener una arquitectura donde se dispone de una central IP en un sitio centralizado, los demás sitios u oficinas consumen los recursos de la central telefónica centralizada haciendo uso de los enlaces de datos; todos los equipos de Telefonía IP necesitan conectividad al sitio central para poder trabajar, para que las líneas telefónicas PSTN puedan integrarse a la solución, se debe hacer uso de *gateway* de voz. [33]

En la figura 2-1 se presenta el diagrama del modelo de sitios múltiples con procesamiento de llamadas centralizadas.

Las desventajas de este modelo de implementación son:

- El sistema presenta un punto único de falla, al existir una sola central IP.
- Los usuarios de sitios remotos están expuestos a quedarse sin servicio de Telefonía IP en caso de caídas de enlaces de datos, al no tener los teléfonos IP una forma de establecer comunicación con la central IP.
- Los *gateway* de voz no podrán procesar las llamadas entrantes ni salientes de las líneas PSTN en caso de caídas de los enlaces, al no poder comunicarse con la central IP para que procese las llamadas.

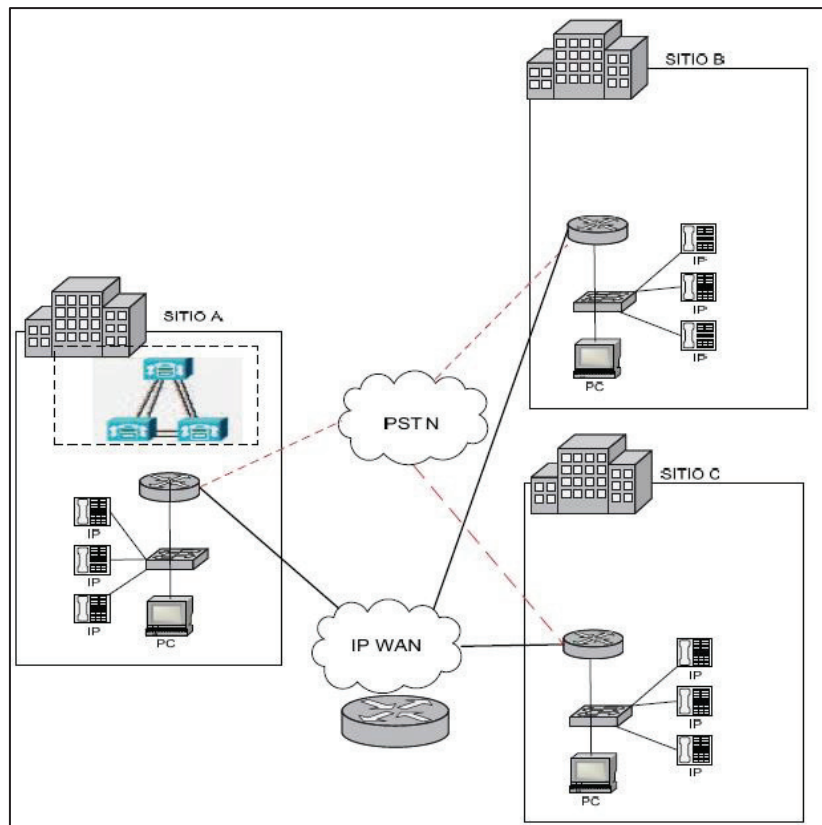


Figura 2-1 Red de Telefonía IP con varios sitios y procesamiento de llamadas centralizado [34]

Las ventajas son:

- El costo de implementación es menor, a comparación del modelo de sitios múltiples con procesamiento de llamadas distribuido, al requerir una central telefónica IP en todo el modelo.
- La administración del sistema de Telefonía IP es más simple, al administrar una sola central en todo el sistema.

2.1.2.2 Sitios múltiples con procesamiento de llamadas distribuidas

Este modelo consiste en tener una arquitectura donde se dispone de una central de Telefonía IP en cada uno de los sitios, cada usuario hace uso de los recursos locales, es decir cada equipo de Telefonía IP se conecta a la central telefónica de la oficina, y las oficinas hacen uso de la red de datos para comunicarse entre ellas.

Las líneas PSTN de cada oficina se conectan directamente a la central telefónica IP, y el tráfico de voz que requiere el uso de las líneas se procesa localmente y se enruta directamente en las líneas propias de cada oficina. [33]

En la figura 2-2 se presenta el diagrama del modelo de sitios múltiples con procesamiento de llamadas distribuidas.

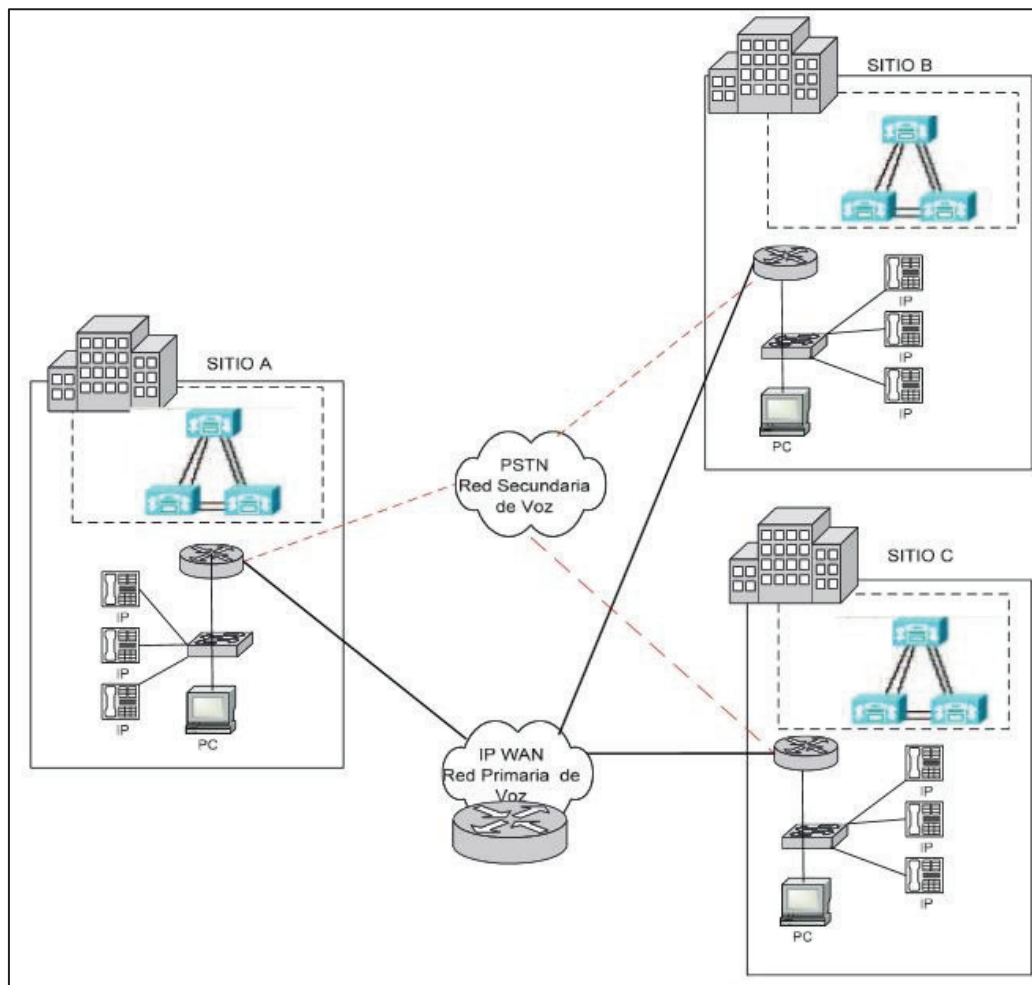


Figura 2-2 Red de Telefonía IP con varios sitios y procesamiento de llamadas distribuidas [34]

Las desventajas de este modelo son:

- El costo de implementación es más elevado con respecto al modelo de sitios múltiples con procesamiento de llamadas centralizadas, debido a que cada sitio contará con una central telefónica propia.
- La administración del sistema se vuelve más compleja, al tener que administrar varias centrales.

Las ventajas son:

- El sistema no presenta puntos únicos de falla, debido que cada oficina cuenta con su propia central telefónica IP.
- Los sitios u oficinas se vuelven independientes en caso de pérdida de conectividad, por problemas con los enlaces de datos, es decir si una oficina se queda sin enlace puede seguir trabajando con los recursos locales de la oficina.
- La red PSTN se vuelve una red alterna de comunicación en caso de problemas con enlaces de datos, además garantizando que los clientes externos puedan comunicarse con las oficinas.

2.1.3 SELECCIÓN DEL ESQUEMA DE TELEFONÍA IP

A continuación, se presenta un cuadro comparativo de los esquemas de implementación los cuales se describen en la tabla 2-2.

| | Múltiples Sitios con procesamiento de llamadas centralizado | Múltiples Sitios con procesamiento de llamadas distribuidas |
|--|---|---|
| Conectividad de líneas PSTN | ✓ | ✓ |
| Tolerancia a cortes de enlaces de datos | | ✓ |
| Crecimiento en número de extensiones | ✓ | ✓ |
| Sistema Escalable | ✓ | ✓ |
| Costo de implementación de arquitectura | | |
| Menor Costo de Implementación | ✓ | |
| Funcionalidades para los usuarios | | |
| Llamadas internas | ✓ | ✓ |
| Llamadas locales | ✓ | ✓ |
| Llamadas a celular | ✓ | ✓ |
| Buzón de mensajes de voz | ✓ | ✓ |
| Transferencia de llamadas | ✓ | ✓ |
| Captura de llamadas | ✓ | ✓ |
| Salas de conferencias | ✓ | ✓ |
| Equipamiento | | |
| Gateway de voz | ✓ | |
| Central telefónica IP | ✓ | ✓ |
| Teléfonos IP | ✓ | ✓ |
| Softphones | ✓ | ✓ |

Tabla 2-2 Especificaciones de fundación ESPOIR

De acuerdo a la metodología de CISCO los factores claves en la selección del esquema de implementación son:

- Disponibilidad del Servicio.
- Tipo de Administración.

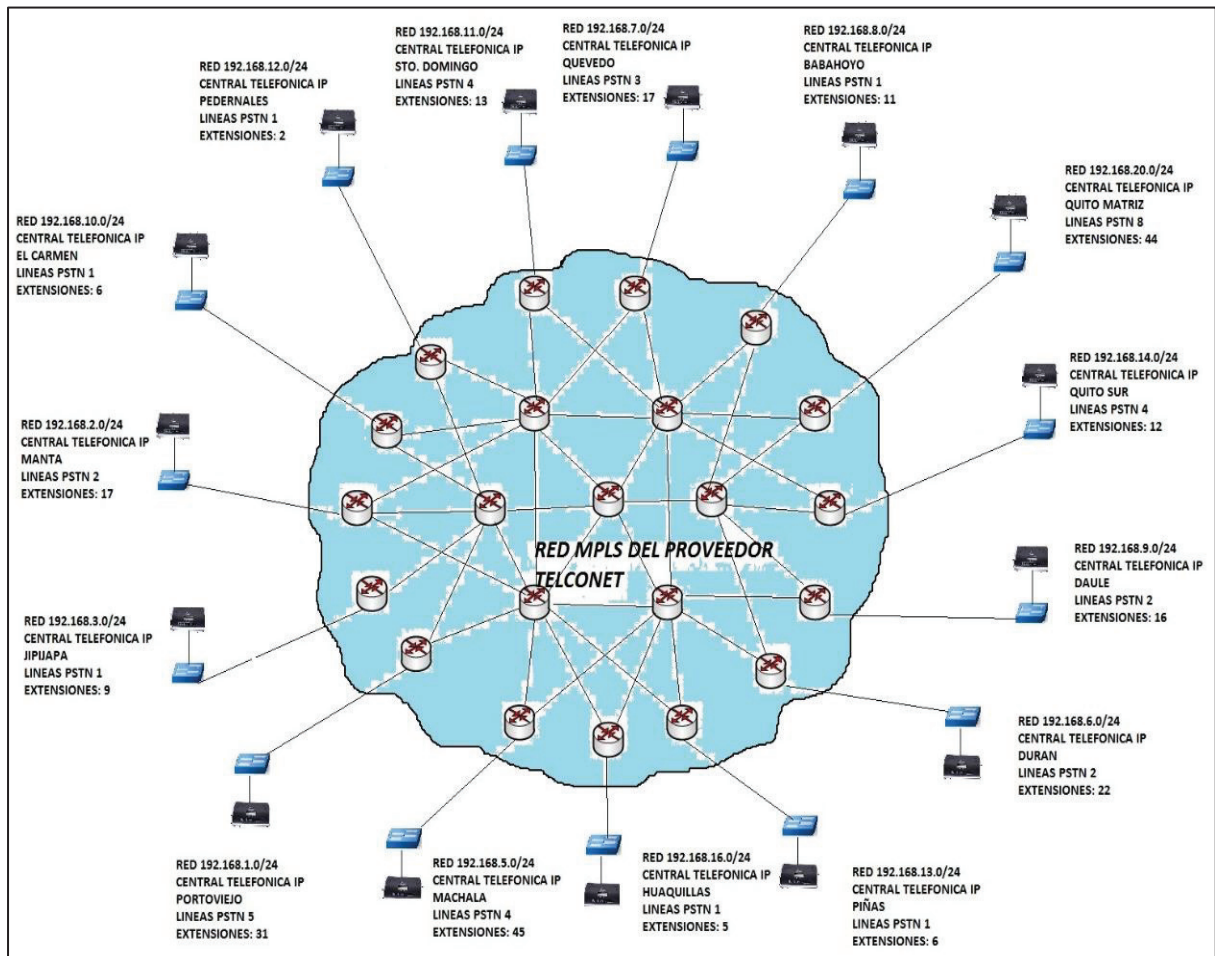


Figura 2-3 Esquema de Telefonía IP de Fundación ESPOIR

Teniendo en cuenta estos factores se determina que el modelo de implementación de múltiples sitios con procesamiento de llamadas distribuidas, cumple con la mayoría de factores analizados.

Siendo la disponibilidad del servicio de las líneas PSTN y disponibilidad del servicio de Telefonía IP puntos clave de la implementación.

Una vez definido el modelo de implementación del sistema de telefonía IP, se modela el diagrama de la solución, mismo que se presenta en la figura 2-3.

Después de seleccionado el esquema de implementación se procedió con la selección del códec de voz que sería utilizado en el sistema de telefonía IP.

2.2 SELECCIÓN DE CÓDEC DE VOZ

El códec es capaz de transformar una señal de voz analógica en digital, pasando por diferentes fases como: Muestreo, cuantificación y codificación; por lo tanto, es indispensable en un sistema de Telefonía IP la correcta selección del códec de voz a ser utilizado. [22]

En la tabla 2-3 se presentan las opciones posibles de códec de voz para el sistema de telefonía IP.

| CÓDEC | ANCHO DE BANDA (KBPS) | USO DE LICENCIA | CALIDAD DE VOZ | MOS |
|---------|-----------------------|-----------------|----------------|------|
| G-711 | 64 | No | Muy Alta | 4.1 |
| G-726 | 16/24/32/40 | No | Muy Alta | 3.85 |
| G-728 | 16 | No | Buena | 3.61 |
| G-729 | 8 | Si | Buena | 3.92 |
| G-723.1 | 5.6/6.3 | Si | Buena | 3.9 |

Tabla 2-3 Opciones de códec de voz para el sistema de Telefonía IP [22]

En la implementación del sistema de telefonía IP, al utilizar centrales telefónicas IP GrandStream, se dispone de las licencias de los códec de voz G-723 y G-729. Para la implementación del sistema de Telefonía IP se seleccionó el códec G-729, esto debido a que no presenta un gran consumo de ancho de banda en la transmisión de voz, además se dispone de la licencia de uso del códec y finalmente presenta una mejor calidad de voz que el códec G-723.

Una vez seleccionado el códec de voz adecuado para la comunicación de las llamadas telefónicas, a continuación, se dimensionará el ancho de banda requerido por llamada telefónica y el máximo de llamadas que deberá soportar el canal por oficina.

2.3 DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL

Para realizar en dimensionamiento de canal de datos se debe tomar en cuenta la estructura de los paquetes que se envían dentro de la red, debido a que se usara el códec G-729 se debe calcular el tamaño del *payload*²¹ necesario para la transmisión. Para G-729 se utilizará un tiempo de 20 milisegundos, por lo que el cálculo del *payload* sería:

Payload de G – 729 = Velocidad de transmision del códec * tiempo de la muestra

Ecuación 2-1 Calculo de Payload de Códec G-729

$$\text{Payload de G – 729} = 8\text{Kbps} * 20\text{ ms} * \frac{1\text{ seg}}{1000\text{ ms}} * \frac{1000\text{ bits}}{1\text{ Kbits}} * \frac{1\text{ byte}}{8\text{ bits}}$$

$$\text{Payload de G – 729} = 20\text{ bytes}$$

De esta manera se determina que el *payload* del códec es 20 bytes en un tiempo de 30 ms, en la figura 2-4 se presenta el paquete que se envía al usarse G-729 sobre una red MPLS.

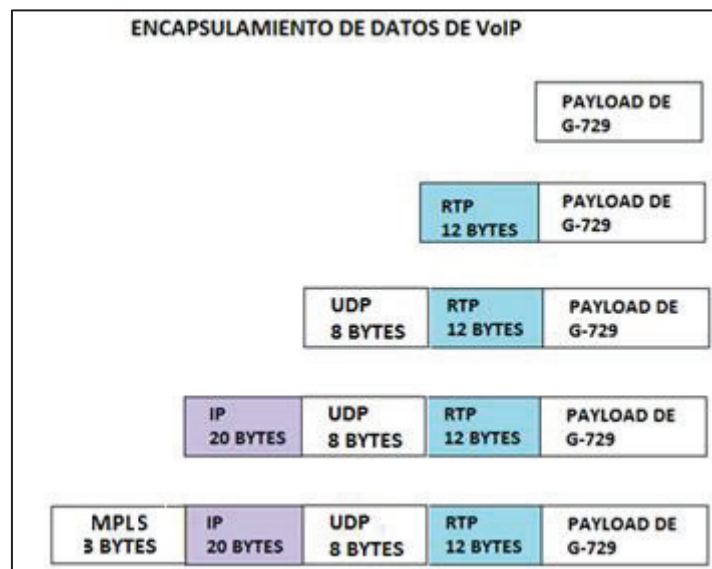


Figura 2-4 Encapsulamiento de datos de VoIP

²¹ **Payload:** En informática y telecomunicaciones el *payload* hace referencia de la información útil que se envía.

De acuerdo a la trama de datos se puede calcular la velocidad de transmisión requerida para el envío de paquete de voz.

$$\text{Velocidad de transmisión} = \frac{\text{Payload de G-729+Cabeceras (RTP+UDP+IP+ MPLS)}}{\text{tiempo}}$$

Ecuación 2-2 Velocidad de transmisión requerida

$$\text{Velocidad de transmisión} = \frac{63 \text{ Bytes}}{20 \text{ ms}}$$

$$\text{Velocidad de transmisión} = \frac{63 \text{ bytes}}{20 \text{ ms}} * \frac{1000 \text{ ms}}{1 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ Kb}}{1000 \text{ bits}}$$

$$\text{Velocidad de transmisión} = \frac{63 \text{ bytes} * 1000 \text{ ms} * 8 \text{ bits} * 1 \text{ Kb}}{20 \text{ ms} * 1 \text{ seg} * 1 \text{ byte} * 1000 \text{ bits}}$$

$$\text{Velocidad de transmisión} = \frac{63 * 8 * 1 \text{ Kb}}{20 * 1 \text{ seg} * 1}$$

$$\text{Velocidad de transmisión} = 25,20 \text{ Kbps}$$

En la tabla 2-4 se presenta un detalle de los tamaños de cabeceras de los protocolos que intervienen en la transmisión de los paquetes de voz, y sus velocidades de transmisión dependiendo del tamaño del *payload*, para la implementación del proyecto se configuró el parámetro de tiempo en 20 milisegundos, obteniendo un tamaño de *payload* de 20 bytes.

| CABECERAS DE PROTOCOLOS EN BYTES | | | | G-729 | | VELOCIDAD EN KBPS | |
|----------------------------------|----|-----|-----|---------------|-----------|-------------------|-------|
| MPLS | IP | UDP | RTP | Payload BYTES | Tiempo ms | IP | MPLS |
| 3 | 20 | 8 | 12 | 10 | 10 | 40.00 | 42.40 |
| 3 | 20 | 8 | 12 | 20 | 20 | 24.00 | 25.20 |

Tabla 2-4 Tabla de velocidades vs tamaño del *payload* de códec

| | | Lunes | | Martes | | Miércoles | | Jueves | | Viernes | |
|-----------------|---------------------|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|------------------------|
| | | # de llamadas | Tiempo Promedio [seg.] | # de llamadas | Tiempo Promedio [seg.] | # de llamadas | Tiempo Promedio [seg.] | # de llamadas | Tiempo Promedio [seg.] | # de llamadas | Tiempo Promedio [seg.] |
| Regional | | | | | | | | | | | |
| semana 1 | Pichincha | 5 | 89 | 9 | 59 | 32 | 65 | 2 | 58 | 9 | 108.66 |
| | Sto. Domingo | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 90 | 3 | 53 | 7 | 90.66 |
| | Manabí | 16 | 68 | 58 | 101 | 42 | 83 | 6 | 86 | 37 | 92.75 |
| | Los Ríos | 7 | 60 | 0 | 0 | 5 | 654.6 | 1 | 172 | 15 | 40.63 |
| | Guayas | 15 | 69 | 46 | 86 | 28 | 76 | 8 | 62.75 | 35 | 106.74 |
| | El Oro | 32 | 89 | 69 | 91 | 78 | 105.1 | 4 | 51 | 12 | 98.16 |
| semana 2 | Pichincha | 9 | 145.22 | 20 | 93.3 | 18 | 138.25 | 11 | 93.3 | 16 | 120.97 |
| | Sto. Domingo | 1 | 65 | 3 | 348 | 5 | 155.32 | 1 | 103.3 | 4 | 135.91 |
| | Manabí | 30 | 132.33 | 41 | 110.36 | 40 | 140.24 | 13 | 185.54 | 35 | 122.71 |
| | Los Ríos | 7 | 156.14 | 2 | 101 | 7 | 225.07 | 5 | 194.2 | 6 | 196.94 |
| | Guayas | 54 | 75.4 | 26 | 89.5 | 38 | 102.69 | 18 | 63.61 | 33 | 89.86 |
| | El Oro | 22 | 106.5 | 27 | 144.55 | 41 | 134.11 | 7 | 136.14 | 36 | 117.35 |

Tabla 2-5 Tráfico de llamadas de Oficinas a Matriz

Para realizar el cálculo del número de llamadas simultáneas que soportará el canal se han tomado estadísticas del tráfico de voz que se presenta de las oficinas a matriz, esta medición se realizó durante dos semanas, en diferentes horas del día, teniendo la información que se presenta en la tabla 2-5.

Para determinar el número de canales telefónicos que se requiere dentro de una troncal digital para abastecer las llamadas internas, se realizó un análisis del tráfico telefónico generado por los usuarios. Para esto se utilizó la fórmula de *Erlang B* para el cálculo del número de canales necesarios en la troncal digital.

Un *Erlang* representa el equivalente a un circuito telefónico ocupado por una hora, por ejemplo, si un usuario realiza una llamada, y esta llamada dura un tiempo de una hora, el tráfico telefónico generado por dicho usuario corresponde al valor de 1 *Erlang*.

Para realizar el correcto dimensionamiento en cuanto al tráfico telefónico, es necesario conocer el flujo de tráfico que cursará la red, en *Erlangs*; esto se

determina multiplicando el número de llamadas por la duración de cada una de ellas en un periodo de una hora, para esto se aplica la Ecuación 2-3.

$$A (\text{erlang}) = \frac{n \times t}{60}$$

Ecuación 2-3 Calculo de valor de Erlang A

Donde:

n = número de llamadas en una hora.

t = tiempo promedio de duración de la llamada expresada en minutos.

Por ejemplo, si la regional Manabí tiene 32 llamadas promedio por hora, con un tiempo de 2.42 minutos por llamada, se obtendría el siguiente valor en *Erlang*.

$$A (\text{erlang}) = \frac{32 \text{ llamadas} \times 2,42 \text{ minutos}}{60 \text{ min}} = 0.99$$

En base a esta fórmula se procede a calcular el tráfico de todas las regionales, los valores del tráfico se presentan en la tabla 2-6, para esto se tomó los valores más altos de llamadas registradas en cada oficina, para que el dimensionamiento sea calculado en puntos más altos de los requerimientos.

Una vez conocido el tráfico telefónico, se puede dimensionar el número de canales necesarios para abastecer las llamadas.

| | NÚMERO DE LLAMADAS | TIEMPO MIN | TIEMPO EN SEG | VALORES DE ERLANG |
|--------------|--------------------|------------|---------------|-------------------|
| Pichincha | 32 | 2.42 | 145.22 | 1.29 |
| Sto. Domingo | 8 | 5.8 | 348 | 0.77 |
| Manabí | 58 | 3.09 | 185.54 | 2.99 |
| Los Ríos | 15 | 10.91 | 654.6 | 2.73 |
| Guayas | 54 | 1.78 | 106.74 | 1.6 |
| El Oro | 78 | 2.41 | 144.55 | 3.13 |

Tabla 2-6 Tabla de valores de tráfico en *Erlangs*

Posteriormente se debe definir el parámetro del grado de servicio denominado GoS (*Grade of Service*), el GoS es la probabilidad que una llamada falle, el rango de GoS puede variar entre cero y uno; si el GoS se define como uno quiere decir que de todas las llamadas cursadas todas fallen, por otro lado, si el parámetro de GoS se define como cero se indica que de todas las llamadas que se realizan ninguna falle.

Para el diseño lo ideal sería que el GoS se defina en un valor bajo, por lo que se definirá en 0,001; esto quiere decir que de cada 1000 llamadas realizadas una llamada se perderá. En la figura 2-5 se presenta el modelo de *Erlang B* Extendido.

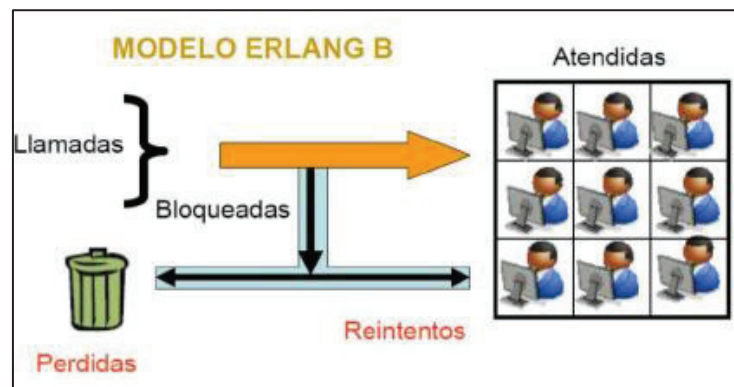


Figura 2-5 Modelo *Erlang B* Extendido

Para el diseño se tomará el modelo de *Erlang B* Extendido, debido a las siguientes razones:

- El modelo de *Erlang B* extendido es un modelo más cercano a la realidad, debido que el comportamiento de un usuario promedio, cuando una llamada no es atendida vuelve a intentar hasta lograr la comunicación.
- El modelo permite definir un porcentaje de reintentos, de esta manera el cálculo de los canales será más real.
- Para realizar el cálculo de los canales se usará una calculadora *online*, la cual permite definir el porcentaje de reintentos hasta un valor del 70%, este valor será el que se usará para nuestro diseño.

En la figura 2-6 se presenta la calculadora de *Erlang B* extendido:

Figura 2-6 Calculadora de *Erlang* B extendido

Mediante esta calculadora se determina los valores del número de canales necesarios para soportar el tráfico de voz, los mismos que se presentan en la tabla 2-7.

| | # LLAMADAS | TIEMPO EN SEG | VALORES DE ERLANG | GOS | % DE REINTENTOS | # DE CANALES ERLANG B EXT |
|--------------|------------|---------------|-------------------|-------|-----------------|---------------------------|
| Pichincha | 32 | 65 | 1.29 | 0.001 | 70% | 7 |
| Sto. Domingo | 8 | 90 | 0.77 | 0.001 | 70% | 6 |
| Manabí | 58 | 101 | 2.99 | 0.001 | 70% | 10 |
| Los Ríos | 15 | 40.63 | 2.73 | 0.001 | 70% | 10 |
| Guayas | 54 | 75.4 | 1.6 | 0.001 | 70% | 8 |
| El Oro | 78 | 105.1 | 3.13 | 0.001 | 70% | 11 |

Tabla 2-7 Número de canales requeridos

Al determinar el número de canales requeridos se puede calcular la capacidad de canal requerida para atender las llamadas generadas. Para esto se utilizó la Ecuación 2-4.

$$\text{Capacidad del canal} = \# \text{ Canales Requeridos} * \text{Velocidad de Tx con G-729}$$

$$\text{Ecuación 2-4 Capacidad del canal}$$

Donde:

- # Canales Requeridos = Representa el número de canales que se calculó con el modelo de *Erlang* B extendido.

- Velocidad de Tx con G-729 = Representa el valor de la velocidad de transmisión de G-729 transportada sobre MPLS.

Por ejemplo, si se desea conocer la capacidad de canal requerido para la regional de Guayas, se conoce que requiere de 8 canales para la comunicación y que la velocidad de transmisión de G-729 es de 29,60 Kbps, con lo que reemplazando los valores en la formula se tendrá.

$$\text{Capacidad del canal} = 8 \text{ canales} * 25,20 \text{ Kbps}$$

$$\text{Capacidad del canal} = 201,60 \text{ Kbps}$$

Dando como resultado que la capacidad del canal para transportar el tráfico de voz será 157,84 Kbps, de igual manera se realizó el cálculo para todas las regionales, estos valores se presentan en la tabla 2-8.

| | # DE CANALES | CAPACIDAD DEL CANAL Kbps |
|--------------|--------------|--------------------------|
| Pichincha | 7 | 176.4 |
| Sto. Domingo | 6 | 151.2 |
| Manabí | 10 | 252 |
| Los Ríos | 10 | 252 |
| Guayas | 8 | 201.6 |
| El Oro | 11 | 277.2 |

Tabla 2-8 Capacidad del canal requerido

Una vez dimensionado el canal se procede con la selección de equipos a ser usados en la implementación.

2.4 EQUIPAMIENTO

Los sistemas de Telefonía IP requieren de los siguientes componentes para poder funcionar, los mismos se describen a continuación.

- Clientes
- Gateway de voz
- Centrales telefónicas

Dentro del esquema de implementación seleccionado el cual es múltiples sitios con procesamiento de llamadas distribuidas, se requirió de una central IP por oficina.

2.4.1 CENTRALES TELEFÓNICAS IP

En la infraestructura que se implementó, se debe disponer de una central telefónica IP en cada una de las oficinas, para que cada oficina cuente con autonomía en caso de falla de los enlaces de datos.

Para la selección del tipo de centrales telefónicas IP se tomó en cuenta las dos formas de implementación centrales telefónicas IP que son:

- Centrales telefónicas IP basadas en *software*
- Centrales telefónicas IP basadas en *hardware*

A continuación, se presentan las alternativas de soluciones que fueron tomadas en cuenta.

2.4.1.1 Centrales telefónicas IP basadas en *software*

Las centrales telefónicas basada en *software* en su gran mayoría utilizan *software* de código abierto. Una central telefónica IP ofrece una serie de características completas de comunicaciones unificadas, son soluciones accesibles en costos para su implementación siempre que se disponga de los equipos necesarios para su implementación, además ofrecen algunas funciones adicionales como chat, correos, entre otros. Para su implementación se requiere un equipo donde se instalará la solución que será un servidor, *gateway* de voz para la conectividad de las líneas PSTN y clientes IP que son teléfonos o *softphones*. [28]

| EQUIPO | VALOR | CANTIDAD | TOTAL |
|--|----------|------------------|-------------------|
| Servidor HP ML 150 G-9 | \$1655 | 15 | \$24825 |
| Gateway GrandStream GXW-4008 con 8 puertos FXO | \$287,07 | 5 | \$1435,35 |
| Gateway GrandStream GXW-4104 con 4 puertos FXO | \$212,56 | 11 | \$2338,16 |
| Teléfonos IP GXP-1405 o GXP-1625 | \$44.65 | 258 | \$11519,70 |
| | | Sub Total | \$40118,21 |
| | | IVA 12% | \$4814,19 |
| | | TOTAL | \$44932,40 |

Tabla 2-9 Costos de implementación de solución IP con centrales telefónicas IP basadas en *software*

En la tabla 2-9 se muestra el costo de los equipos que se requeriría para la implementación de la solución con centrales telefónicas IP basadas en *software*, de acuerdo a los requerimientos de fundación ESPOIR de implementar una central IP por oficina, esta información está basada en proformas.

El detalle de los costos se presenta en el Anexo A.

2.4.1.2 Centrales telefónicas IP por *hardware*

Las centrales telefónicas basadas en *hardware*, son equipos diseñados para Telefonía IP que llevan internamente un sistema propio dedicado para telefonía IP, además el *hardware* es diseñado específicamente para dichas funciones integrando tarjetas con puertos FXO para la conectividad de líneas PSTN, puertos FXS que permiten la conectividad de equipos de telefonía convencional, además de puertos LAN y WAN.

Para su implementación se requiere de la central telefónica IP o PBX y clientes IP que son teléfonos o *softphones*. En la tabla 2-10 se muestra el costo de los equipos que se requiere para la implementación de la solución con centrales telefónicas IP basadas en *hardware*, de acuerdo a los requerimientos de fundación ESPOIR de implementar una central IP por oficina.

| EQUIPO | VALOR | CANTIDAD | TOTAL |
|--|---------|------------------|-------------------|
| Central telefónica IP GrandStream UMC-6116, 16 Puertos FXO | \$1450 | 1 | \$1450 |
| Central telefónica IP GrandStream UMC-6108, 8 Puertos FXO | \$750 | 2 | \$1500 |
| Central telefónica IP GrandStream UMC-6104, 4 Puertos FXO | \$460 | 5 | \$2300 |
| Central telefónica IP GrandStream UMC-6102, 2 Puertos FXO | \$295 | 7 | \$2065 |
| Teléfonos IP GXP-1405 o GXP-1625 | \$44.65 | 258 | \$11519,70 |
| | | Sub-Total | \$18834,70 |
| | | IVA 12% | \$2260,16 |
| | | Total | \$21094,86 |

Tabla 2-10 Costos de implementación de solución IP con centrales telefónicas IP basadas en *hardware*

El detalle de los costos se presenta en el Anexo A. Una vez presentadas las alternativas para la implementación de las centrales telefónicas IP que son requeridas para la implementación de la solución de Telefonía IP de Fundación ESPOIR se debió tomar la decisión del tipo de central telefónica.

2.4.1.3 Selección de Tipo de Centrales IP

La selección del tipo de centrales telefónicas implementadas se tomó en base a algunos parámetros técnicos y financieros, que son principalmente.

- Costos de implementación del sistema.
- Escalabilidad de la solución.
- Servicios que presenta la central IP.
- Administración de las centrales IP.

Determinados los parámetros que se toman en cuenta para la decisión del tipo de central IP, se comenzó con resumir en la tabla 2-11 los costos de la implementación del proyecto, con centrales basadas en *software* o *hardware*.

| TIPO DE CENTRALES | COSTO TOTAL | OBSERVACIONES |
|--------------------------------------|--------------------|--|
| Centrales Basadas en <i>Software</i> | \$ 44932,40 | Costo de proyecto con la adquisición de servidores para todas las agencias, según los requerimientos de implementación |
| Centrales Basadas en <i>Hardware</i> | \$ 21094,86 | Costo de proyecto con centrales en cada oficina de acuerdo a requerimientos |

Tabla 2-11 Cuadro de costos de implementación con los tipos de centrales IP

Además de los costos se tomó en cuenta los siguientes puntos, mismos que se detallan en la tabla 2-12.

De acuerdo a esta comparación de características se tomó la decisión que la mejor opción de implementación es la de centrales telefónicas IP basadas en hardware.

| DESCRIPCIÓN | CENTRALES BASADAS EN SOFTWARE | CENTRALES BASADAS EN HARDWARE |
|--|---|--|
| Costo de Implementación | | ✓ |
| Escalabilidad de la solución | ✓ | ✓ |
| Cumplimiento del Esquema | ✓ | ✓ |
| Códec G-729 | Requiere de licencia para uso Con un costo de \$8,00 por llamada simultanea por central. | Códec viene licenciado en la central telefónica IP |
| | | ✓ |
| Administración central vía web | ✓ | ✓ |
| Servicios | | |
| Captura de llamadas | ✓ | ✓ |
| Transferencia de llamadas | ✓ | ✓ |
| Correos de voz | ✓ | ✓ |
| Sistema IVR | ✓ | ✓ |
| Salas de conferencias | ✓ | ✓ |
| Generación de Reportes de llamadas | ✓ | ✓ |
| Video llamada | ✓ | ✓ |
| Integración con herramientas de videoconferencia | | ✓ |
| Integración con herramientas de video vigilancia | | ✓ |

Tabla 2-12 Parámetros de selección

2.4.1.4 Centrales telefónicas IP

En la tabla 2-1 se detallaron los requerimientos necesarios en cada una de las oficinas con datos como cantidad de líneas PSTN y usuarios de las centrales telefónicas IP, esta información es importante para la selección de las centrales telefónicas ya que dependiendo del modelo de la central telefónica IP se tiene un número de puertos FXO que permiten conectividad de las líneas PSTN a las centrales telefónicas IP. [35]

Dentro de la línea de centrales telefónicas de GrandStream, se dispone de los siguientes modelos, los mismos que se presentan en la tabla 2-13, con sus características correspondientes.

| MODELO | CANTIDAD DE USUARIOS | LLAMADAS SIMULTÁNEAS | CUARTOS DE CONFERENCIAS / CANTIDAD DE USUARIOS | PUERTOS FXO | PUERTOS DE RED |
|----------|----------------------|----------------------|--|-------------|----------------|
| UCM-6102 | 500 | 30 | 3/25 | 2 | 2 |
| UCM-6104 | 500 | 45 | 3/25 | 4 | 2 |
| UCM-6108 | 500 | 60 | 6/60 | 8 | 1 |
| UCM-6116 | 500 | 60 | 6/60 | 16 | 1 |

Tabla 2-13 Características de las centrales telefónicas IP GrandStream [35]

A continuación, se detalla la selección de los clientes IP.

2.4.2 CLIENTES IP

Los clientes IP son los equipos o *software* que se conectaran a consumir recursos de las centrales telefónicas IP, para poder realizar llamadas telefónicas. Los clientes de telefónica IP pueden ser:

- Teléfonos IP
- *Softphones*

Generalmente los clientes más usados son, los teléfonos IP. Debido que los teléfonos IP presentan un aspecto similar a los teléfonos convencionales tradicionales, lo que ayuda al usuario con la transición de un sistema de telefonía análogo a Telefonía IP de manera más transparente. Además, los teléfonos IP con características básicas tienen precios accesibles.

Los *softphones* por otra parte, pese que algunos son gratuitos, estas versiones tienen algunas limitaciones en funcionalidad, mientras que las versiones completas del *software* requieren adquirir licenciamiento para su uso, adicionalmente una de las limitantes es que en la institución no todos los usuarios disponen de un computador para sus labores cotidianas.

Por tal razón, los equipos seleccionados en la implementación del proyecto fueron principalmente teléfonos IP. En la tabla 2-14 se presenta un detalle de las oficinas con el equipamiento necesario para la implementación de la solución.

| REGIONAL | OFICINA | MODELO TELÉFONO | CANTIDAD DE TELÉFONOS IP | MODELO CENTRAL |
|-----------|--------------|-----------------|--------------------------|----------------|
| Pichincha | Matriz | GXP-1625 | 44 | UCM-6116 |
| Pichincha | Quito Sur | GXP-1625 | 12 | UCM-6104 |
| Guayas | Daule | GXP-1625 | 16 | UCM-6104 |
| Guayas | Durán | GXP-1625 | 22 | UCM-6104 |
| El Oro | Piñas | GXP-1625 | 6 | UCM-6102 |
| El Oro | Huaquillas | GXP-1625 | 5 | UCM-6102 |
| El Oro | Machala | GXP-1625 | 45 | UCM-6108 |
| Manabí | Portoviejo | GXP-1625 | 33 | UCM-6108 |
| Manabí | Jipijapa | GXP-1625 | 9 | UCM-6102 |
| Manabí | Manta | GXP-1625 | 17 | UCM-6102 |
| Manabí | El Carmen | GXP-1625 | 6 | UCM-6102 |
| Manabí | Pedernales | GXP-1625 | 2 | UCM-6102 |
| Los Ríos | Sto. Domingo | GXP-1625 | 13 | UCM-6104 |
| Los Ríos | Quevedo | GXP-1625 | 17 | UCM-6104 |
| Los Ríos | Babahoyo | GXP-1625 | 11 | UCM-6102 |

Tabla 2-14 Detalle por oficinas de equipamiento para el sistema de telefonía IP

2.5 PLANIFICACIÓN DEL DIRECCIONAMIENTO IP

El direccionamiento de las redes de Fundación ESPOIR, se lo realizó usando protocolo IP versión 4, normalmente en este tipo de direcciones se utiliza la notación decimal/punto para representar cualquier dirección IP.

Este direccionamiento consiste en cuatro números decimales separados por puntos, cada decimal expresa el valor del octeto correspondiente de la dirección, el rango de valores que puede alcanzar el octeto es de (0-255).

Así, por ejemplo, 132.3.23.3 o 211.23.76.264 son direcciones válidas. En función del valor que tome el primer octeto de la dirección, podemos distinguir cinco tipos de clases de redes. [36]

En la tabla 2-15 se muestra los tipos de direcciones IP y sus respectivas clases.

| CLASE | VALOR DEL 1 ^{ER} OCTETO | NÚMERO DE DIRECCIONES | DESCRIPCIÓN |
|-------|----------------------------------|-----------------------|--|
| A | Menor a 127 | $2^{24} = 16777216$ | En estas direcciones el primer octeto es el identificador de red, y los tres siguientes octetos identifican al equipo. |
| B | 128 a 191 | $2^{16} = 65536$ | En estas direcciones los dos primeros octetos son el identificador de red y los dos siguientes identifican al equipo. |
| C | 192 a 223 | $2^8 = 256$ | En estas direcciones los tres primeros octetos son el identificador de la red y el último octeto identifica al equipo. |
| D | 224 a 239 | | Estas direcciones son usadas para el direccionamiento punto a multipunto (<i>multicast</i>). |
| E | 240 a 255 | | Estas direcciones se encuentran reservadas para usos futuros. |

Tabla 2-15 Clases de direcciones IP [36]

De acuerdo a las mejores prácticas o “*Best Practice*” de direccionamiento de red, se debe asignar en el direccionamiento IP una clase de red que satisfaga la necesidad de direcciones de red para los equipos, además de proyectar un crecimiento de dispositivos que requieran direcciones IP dentro de un lapso de tiempo igual a 5 años aproximadamente, tomando en cuenta estas consideraciones, se asignó a cada una de las oficinas un segmento de red privado Clase C, el mismo que proporciona 256 direcciones de red, con 254 direcciones válidas para equipos dentro del segmento de cada oficina, en la tabla 2-16 se encuentran especificados los detalles de direccionamiento, con datos como regional, oficina, segmento de red asignado, máscara de red y *gateway*.

| REGIONAL | OFICINA | SEGMENTO DE RED | MÁSCARA DE RED | GATEWAY |
|--------------|--------------|-----------------|----------------|--------------|
| Pichincha | Matriz | 192.168.20.0 | 255.255.255.0 | 192.168.20.1 |
| Pichincha | Quito Sur | 192.168.14.0 | 255.255.255.0 | 192.168.14.1 |
| Sto. Domingo | Sto. Domingo | 192.168.11.0 | 255.255.255.0 | 192.168.11.1 |
| Los Ríos | Quevedo | 192.168.7.0 | 255.255.255.0 | 192.168.7.1 |
| Los Ríos | Babahoyo | 192.168.8.0 | 255.255.255.0 | 192.168.8.1 |
| Manabí | Portoviejo | 192.168.1.0 | 255.255.255.0 | 192.168.1.1 |
| Manabí | Manta | 192.168.2.0 | 255.255.255.0 | 192.168.2.1 |
| Manabí | Jipijapa | 192.168.3.0 | 255.255.255.0 | 192.168.3.1 |
| Manabí | El Carmen | 192.168.10.0 | 255.255.255.0 | 192.168.10.1 |
| Manabí | Pedernales | 192.168.12.0 | 255.255.255.0 | 192.168.12.1 |
| Guayas | Durán | 192.168.6.0 | 255.255.255.0 | 192.168.6.1 |
| Guayas | Daule | 192.168.9.0 | 255.255.255.0 | 192.168.9.1 |
| El Oro | Machala | 192.168.5.0 | 255.255.255.0 | 192.168.5.1 |
| El Oro | Piñas | 192.168.13.0 | 255.255.255.0 | 192.168.13.1 |
| El Oro | Huaquillas | 192.168.16.0 | 255.255.255.0 | 192.168.16.1 |

Tabla 2-16 Detalle segmentos de red por oficina

Dentro de cada segmento de red se ha realizado una nueva planificación de las direcciones de red con el fin de estandarizar el direccionamiento a nivel nacional, y sea de fácil administración para el administrador de la red, además tratan de respetar el direccionamiento de servicios que se tienen actualmente en ESPOIR.

Tomando en cuenta que cada oficina contará con una red clase C, y que se disponen de 254 direcciones válidas, el direccionamiento de la red quedaría de la siguiente manera.

Se agrupan los servicios y servidores dentro de las primeras 16 direcciones válidas de la red. Por ejemplo, siempre la primera dirección válida será definida como *gateway* de red.

En la parte media del segmento es decir de la dirección 20 a la 99 del segmento se destinará para el direccionamiento de equipos de cómputo, tanto para direcciones LAN y WLAN.

En el rango de 101 a 159 del segmento de red se destinará para el direccionamiento de teléfonos IP.

En el rango de 160 a 200 del segmento de red se destinará para el direccionamiento de equipos portátiles que viajan desde la oficina Matriz.

En el rango de 240 a 254 del segmento de red se destinará para los equipos de conectividad de la red, ya sean *routers*, *switches* y *Access point AP*.

En la tabla 2-17 se presenta el direccionamiento de red usado en los segmentos de red.

| RANGO DE DIRECCIONAMIENTO IP | USO | DESCRIPCIÓN |
|--|---|---|
| 1 ^{era} dirección útil | Gateway de la red | Puerta de enlace de red para alcanzar otros segmentos de red. |
| 2 ^{da} y 3 ^{era} Dirección útil | Servidor VMWare ESXi | Dirección del equipo de virtualización de oficina. |
| 4 ^{ta} Dirección útil | Central Telefónica IP | Dirección del equipo de telefonía IP |
| 5 ^{ta} Dirección útil | Servidor Virtualizado de Clientes Livianos | Servidor destinado al uso de clientes livianos, solución de compartición de escritorios para clientes con bajos requerimientos de disco, procesador y memoria |
| 6 ^{ta} Dirección útil | Servidor Linux de DHCP (<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>) | Servidor DHCP para asignación automática de direcciones IP. |
| 7 ^{ma} Dirección útil | Dirección de Servidor NAS (<i>Network Attached Storage</i>) | Servidor NAS, servidor destinado al almacenamiento de respaldos de información de equipos, y servidores |
| 8 ^{va} Dirección útil | Servidor SQL Express para proceso interno. | Servidor de Windows con base de datos SQL Express destinado para correr procesos internos. |
| 9 ^{na} Dirección útil | Servidor de Administración de Antivirus | Servidor Linux destinado para la administración y actualización de sistema de antivirus. |
| 10 ^{ma} Dirección útil | Sistema de cámaras de vigilancia | Dirección de dispositivo DVR (<i>Digital Video Recorder</i>) sistema de video vigilancia. |
| 11 ^{ava} Dirección útil | Servidor Windows Server 2008 R-2, Active Directory | Servidor de Directorio Activo, además cumple las funciones de repositorio de carpetas compartidas, donde se guarda el ejecutable del sistema financiero. |
| 12 ^{va} a 16 ^{va} Dirección útil | Servicio de Impresiones en Red | Direccionamiento de Impresoras en red. |
| 17 ^{va} a 19 ^{va} Dirección útil | Reservada para nuevos servicios | Rango de direcciones reservadas para nuevos servicios. |
| 20 ^{va} a 100 ^{va} Dirección útil | Rango de equipos de cómputo. | Direccionamiento de equipos de cómputo. |
| 101 ^{va} a 159 ^{va} Dirección útil | Rango de direcciones de teléfonos IP. | Direccionamiento de teléfonos IP. |
| 160 ^{va} a 200 ^{va} Dirección útil | Rango de direcciones para equipos portátiles. | Direccionamiento LAN y WLAN para portátiles. |
| 240 ^{va} a 254 ^{va} Dirección útil | Rango de direcciones de equipos de conectividad. | Direccionamiento de equipos de conectividad <i>switches</i> , <i>Access Point AP</i> y <i>routers</i> . |

Tabla 2-17 Direccionamiento IP de los segmentos de red

2.6 PLAN DE MERCADO NACIONAL

La numeración de las extensiones tiene forma similar a la que se utilizaba en la fundación. Esto debido a la costumbre de utilización de las extensiones por parte de los usuarios de la fundación.

Las extensiones de cada oficina tienen una longitud de 4 dígitos, de modo que en caso de crecimiento de personal en la Fundación ESPOIR el sistema sea escalable, al tener un crecimiento de hasta 99 extensiones a futuro por oficina, lo que cubriría un crecimiento de personal de más de 20% en los próximos 5 años, de acuerdo a ITIL (*IT Infrastructure Library*) se debe planificar el crecimiento del servicio en un horizonte de 3 a 5 años. [36]

La numeración se encuentra estructurada de la siguiente forma:

- Primer dígito [2, 3, 4, 5, 6, 7]: De acuerdo a la provincia en la que se encuentre la extensión, se utilizará como guía el dígito del código de regional que se tiene en el sistema financiero. Por ejemplo, en la regional Manabí el código de regional es el 04 por lo que el primer número de una extensión de la regional de Manabí será el número cuatro (4), quedando el primer número de cada regional de acuerdo a la tabla 2-18.

| PROVINCIA | CÓDIGO DE REGIONAL | PRIMER DÍGITO |
|------------------------------|--------------------|---------------|
| Pichincha | 02 | Dos |
| St. Domingo de los Tsáchilas | 03 | Tres |
| Manabí | 04 | Cuatro |
| Los Ríos | 05 | Cinco |
| Guayas | 06 | Seis |
| El Oro | 07 | Siete |

Tabla 2-18 Asignación del primer dígito del plan de mercado Nacional

- Segundo dígito [0, 1, 2, 3]: De acuerdo al nivel de importancia de la oficina en su respectiva provincia, esta vez se utilizará como guía el código de la oficina del sistema financiero. Por ejemplo, en la oficina de Manta el código de la oficina es 0401 por lo que el segundo número de la extensión será 1,

quedando los dos primeros números de la extensión como 41, en la tabla 2-19 se muestra la asignación de numeración de identificación por oficinas.

| REGIONAL | OFICINA | CÓDIGO DE OFICINA | NUMERACIÓN DE CENTRAL |
|------------------------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| Pichincha | Matriz | 0201 | 21XX |
| Pichincha | Quito Sur | 0200 | 20XX |
| St. Domingo de los Tsáchilas | Sto. Domingo | 0300 | 30XX |
| Manabí | Portoviejo | 0400 | 40XX |
| Manabí | Manta | 0401 | 41XX |
| Manabí | Jipijapa | 0402 | 42XX |
| Manabí | El Carmen | 0403 | 43XX |
| Manabí | Pedernales | 0404 | 44XX |
| Los Ríos | Quevedo | 0500 | 50XX |
| Los Ríos | Babahoyo | 0501 | 51XX |
| Guayas | Durán | 0600 | 60XX |
| Guayas | Daule | 0601 | 61XX |
| El Oro | Machala | 0700 | 70XX |
| El Oro | Piñas | 0701 | 71XX |
| El Oro | Huaquillas | 0703 | 73XX |

Tabla 2-19 Plan de Marcación Telefónica vs Código de Agencia

- Tercer dígito y cuarto [X, X]: De acuerdo al departamento en que se encuentre la extensión, se comenzará asignando las extensiones por cargos desde la mayor jerarquía, seguido por los miembros del área en orden de ubicación física de izquierda a derecha. [36]

2.6.1 ASIGNACIÓN DE EXTENSIONES

Para la asignación de las extensiones, se organizó en grupos por áreas de acuerdo a las necesidades de cada oficina, teniendo en cuenta que cada oficina tiene una distribución diferente, tanto en áreas como en cantidad de personal; debido a esto se definieron rangos en cada oficina que se detallan en la tabla 2-20.

| OFICINA | ÁREA O DEPARTAMENTO | RANGO |
|------------------------------|-----------------------|-------------|
| Matriz | Recepción | 2100 - 2101 |
| | Financiero Contable | 2102 - 2106 |
| | Dirección Ejecutiva | 2107 - 2108 |
| | Auditoría Interna | 2109 - 2113 |
| | Talento Humano | 2114 - 2117 |
| | Negocios | 2118 - 2119 |
| | Administración | 2120 - 2121 |
| | Marketing | 2122 |
| | Sistemas | 2123 - 2130 |
| | Procuración de Fondos | 2131 - 2132 |
| | Riesgos Financieros | 2133 |
| | Cobranzas | 2134 - 2138 |
| | Operaciones | 2139 - 2142 |
| | Auditoría Externa | 2143 - 2145 |
| Quito Sur | Recepción | 2000 - 2001 |
| | Administración | 2002 - 2003 |
| | Crédito Individual | 2004 - 2010 |
| | Legal y Cobranzas | 2011 - 2015 |
| | Jefe de Agencia | 2016 |
| St. Domingo de los Tsáchilas | Recepción | 3000 |
| | Administración | 3001 |
| | Coordinación | 3002 |
| | Operaciones | 3003 - 3005 |
| | Educación | 3006 |
| | Crédito Grupal | 3007 - 3009 |
| | Legal y Cobranzas | 3010 - 3011 |
| | Supervisión | 3012-3014 |
| | Sistemas | 3015 |
| Portoviejo | Recepción | 4000 - 4001 |
| | Educación | 4002 - 4003 |
| | Legal y Cobranzas | 4004 - 4008 |
| | Administración | 4009 - 4014 |
| | Coordinación | 4015 |
| | Operaciones | 4016 - 4025 |
| | Sistemas | 4026 |
| | Riesgos Ocupacionales | 4027 |
| | Crédito Individual | 4028 - 4035 |

| | | |
|------------|-------------------------|-------------|
| | Crédito Grupal | 4036 - 4042 |
| Manta | Recepción | 4100 - 4101 |
| | Supervisión | 4102 - 4104 |
| | Operaciones | 4105 - 4109 |
| | Legal y Cobranzas | 4110 - 4111 |
| | Crédito Individual | 4112 - 4114 |
| | Crédito Grupal | 4115 - 4119 |
| | Dispensario Medico | 4120 |
| Jipijapa | Recepción | 4200 – 4201 |
| | Jefe de Oficina | 4202 |
| | Educación | 4203 |
| | Operaciones | 4204 - 4205 |
| | Crédito Grupal | 4206 - 4209 |
| | Crédito Individual | 4210 |
| El Carmen | Recepción | 4301 |
| | Jefe de Oficina | 4302 |
| | Departamento de Crédito | 4303 - 4305 |
| | Cobranzas | 4306 |
| Pedernales | Recepción | 4401 |
| | Departamento de Crédito | 4402 |
| Quevedo | Recepción | 5000 |
| | Administración | 5001 – 5002 |
| | Coordinación | 5003 |
| | Crédito Individual | 5004 - 5008 |
| | Crédito Grupal | 5009 – 5013 |
| | Operaciones | 5014 - 5016 |
| | Legal y Cobranzas | 5017 - 5019 |
| | Educación | 5020 |
| | Dispensario Medico | 5021 - 5022 |
| Babahoyo | Recepción | 5100 |
| | Jefe de Oficina | 5101 |
| | Legal y Cobranzas | 5102 - 5105 |
| | Operaciones | 5106 – 5109 |
| | Departamento de Crédito | 5110 - 5114 |
| Durán | Recepción | 6000 |
| | Administración | 6001 |
| | Coordinación | 6002 |
| | Operaciones | 6003 - 6008 |

| | | |
|------------|-------------------------|-------------|
| | Educación | 6009 |
| | Crédito Individual | 6010 - 6014 |
| | Crédito Grupal | 6015 - 6020 |
| | Legal y Cobranzas | 6021 - 6023 |
| Daule | Recepción | 6100 |
| | Jefe de Oficina | 6101 |
| | Crédito Individual | 6102 – 6104 |
| | Legal y Cobranzas | 6105 – 6107 |
| | Crédito Grupal | 6108 – 6113 |
| | Educación | 6114 |
| | Operaciones | 6115 - 6117 |
| Machala | Recepción | 7000 – 7002 |
| | Administración | 7003 - 7006 |
| | Coordinación | 7007 |
| | Educación | 7008 |
| | Legal y Cobranzas | 7009 – 7018 |
| | Operaciones | 7019 - 7023 |
| | Crédito Individual | 7024 - 7034 |
| | Crédito Grupal | 7035 - 7051 |
| Piñas | Recepción | 7100 - 7101 |
| | Jefe de Oficina | 7102 |
| | Crédito Individual | 7103 - 7104 |
| | Crédito Grupal | 7105 – 7106 |
| Huaquillas | Recepción | 7300 - 7301 |
| | Jefe de Oficina | 7302 |
| | Departamento de Crédito | 7303 - 7305 |

Tabla 2-20 Rango de asignación de extensiones a nivel nacional oficinas ESPOIR

El detalle de asignación de extensiones por usuario se presenta en el ANEXO B.

2.6.2 TRONCALES TELEFÓNICAS

Las troncales telefónicas son canales de comunicación que permiten que el tráfico de voz interno o externo al sistema de telefonía IP, sea enviado adecuadamente, dentro del sistema de Telefonía IP se tienen dos tipos de troncales telefónicas que son:

- Troncales Digitales
- Troncales Analógicas

2.6.2.1 Troncales IP

Las troncales digitales son canales de comunicación que permiten el envío de tráfico de voz de una central telefónica IP origen a una central telefónica IP destino, permitiendo la comunicación entre oficinas. Para la comunicación del sistema de telefonía IP, se ha planificado la conectividad de todas las oficinas, por lo que todas las centrales telefónicas IP se conectarán entre sí para lograr un sistema de comunicaciones interconectado entre todas las oficinas, uno de los objetivos de esto es la reducción de costos de comunicación interna.

En la figura 2-7 se muestra el diagrama de la comunicación de troncales digitales dentro del sistema de telefonía IP.

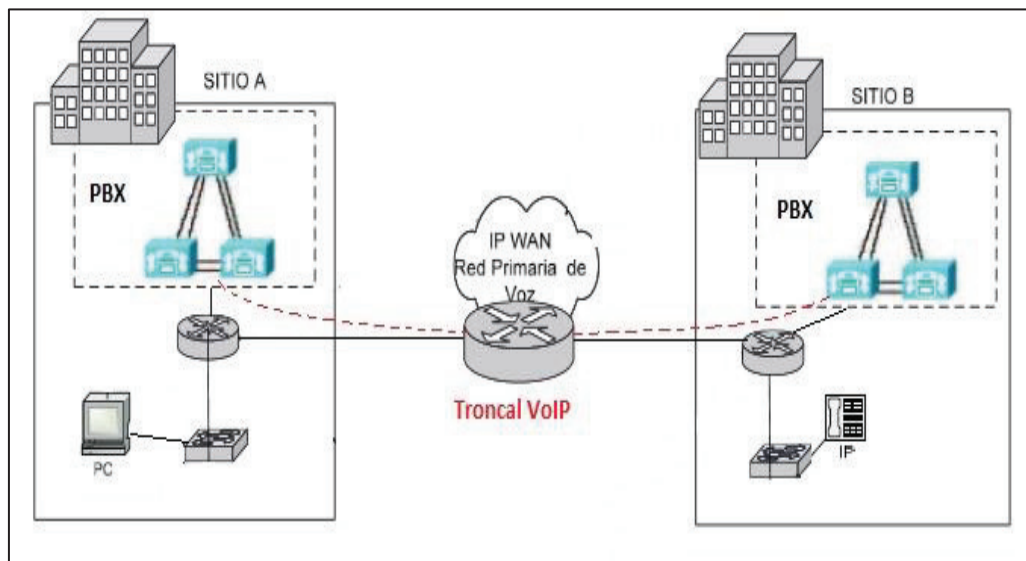


Figura 2-7 Comunicación telefónica por medio de troncales VoIP

Para la conectividad de las centrales se hizo uso de troncales IP, este tipo de troncales permitirá llevar el tráfico de voz IP de una central telefónica IP a otra por medio de los enlaces de datos.

En la tabla 2-9 se definen parámetros que se usaron en la configuración de las troncales de VoIP:

- **Origen:** Corresponde al nombre de la oficina donde se genera la llamada.
- **Destino:** Corresponde al nombre de la oficina donde se recibe la llamada.

- **Dirección IP del proveedor SIP:** Corresponde a la dirección IP de la central telefónica de la oficina donde la llamada se recibe.
- **Nivel de Permisos:** Corresponde al nivel de permisos que deberán tener las extensiones telefónicas para el uso de la ruta.

En la implementación del sistema de comunicación cada central debe tener en su configuración una troncal IP a cada central telefónica IP remota, para el enrutamiento de llamadas. Las troncales que se deberán crear se muestran en la tabla 2-21.

| DESTINO | NOMBRE DE TROCAL A USARSE | DIRECCIÓN IP PROVEEDOR SIP | NIVEL DE PERMISOS |
|--------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|
| Quito Sur | TRUNK_QUITOSUR | 192.168.14.4 | Internas |
| Sto. Domingo | TRUNK_STODOMINGO | 192.168.11.4 | Internas |
| Portoviejo | TRUNK_PORTOVIEJO | 192.168.1.4 | Internas |
| Manta | TRUNK_MANTA | 192.168.2.4 | Internas |
| Jipijapa | TRUNK_JIPIJAPA | 192.168.3.4 | Internas |
| El Carmen | TRUNK_ELCARME | 192.168.10.4 | Internas |
| Pedernales | TRUNK_PEDERNALES | 192.168.12.4 | Internas |
| Quevedo | TRUNK_QUEVEDO | 192.168.7.4 | Internas |
| Babahoyo | TRUNK_BABAHOYO | 192.168.8.4 | Internas |
| Durán | TRUNK_DURAN | 192.168.6.4 | Internas |
| Daule | TRUNK_DAULE | 192.168.9.4 | Internas |
| Machala | TRUNK_MACHALA | 192.168.5.4 | Internas |
| Piñas | TRUNK_PINAS | 192.168.13.4 | Internas |
| Huaquillas | TRUNK_HUAQUILLAS | 192.168.16.4 | Internas |
| Matriz | TRUNK_MATRIZ | 192.168.20.152 | Internas |

Tabla 2-21 Troncales SIP requeridas para malla de comunicación de telefonía IP

Una vez definidas las troncales digitales se procedió a la planificación de las troncales analógicas.

2.6.2.2 Troncales analógicas

Las troncales analógicas corresponden a las líneas de la red PSTN o bases celulares que se conectarán a las centrales telefónicas IP por medio de los puertos FXO, este tipo de troncales son usadas para comunicar el sistema de Telefonía IP con la red de telefonía pública o PSTN.

| REGIONAL | OFICINA | # TELEFÓNICO | NOMBRE DE TRONCAL |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|
| PICHINCHA | Matriz | 02-2255086 | LÍNEA-2255086 |
| | Matriz | 02-2448943 | LÍNEA-2448943 |
| | Matriz | 02-2920712 | LÍNEA-2920712 |
| | Matriz | 02-2254665 | LÍNEA-2254665 |
| | Matriz | 02-2466602 | LÍNEA-2466602 |
| | Matriz | 02-2270703 | LÍNEA-2270703 |
| | Matriz | 02-2257288 | LÍNEA-2257288 |
| | Matriz | 02-2270702 | LÍNEA-2270702 |
| | Quito Sur | 02-2255086 | LÍNEA-2255086 |
| | Quito Sur | 02-2448943 | LÍNEA-2448943 |
| | Quito Sur | BASE CELULAR1 | LÍNEA-CELULAR1 |
| | Quito Sur | BASE CELULAR2 | LÍNEA-CELULAR2 |
| STO. DOMINGO | Sto. Domingo | 02-3700754 | LÍNEA-3700754 |
| | Sto. Domingo | 02-3700755 | LÍNEA-3700755 |
| | Sto. Domingo | BASE CELULAR1 | LÍNEA-CELULAR1 |
| LOS RÍOS | Quevedo | 05-2764522 | LÍNEA-2764522 |
| | Quevedo | 05-2764523 | LÍNEA-2764523 |
| | Quevedo | BASE CELULAR1 | LÍNEA-CELULAR1 |
| | Babahoyo | 05-2020684 | LÍNEA-2020684 |
| MANABÍ | Portoviejo | 05-2630235 | LÍNEA-2630235 |
| | Portoviejo | 05-2632650 | LÍNEA-2632650 |
| | Portoviejo | 05-2656898 | LÍNEA-2656898 |
| | Portoviejo | BASE CELULAR1 | LÍNEA-CELULAR1 |
| | Portoviejo | BASE CELULAR2 | LÍNEA-CELULAR2 |
| | Manta | 05-2920943 | LÍNEA-2920943 |
| | Manta | BASE CELULAR1 | LÍNEA-CELULAR1 |
| | Jipijapa | 05-2600131 | LÍNEA-2600131 |
| | El Carmen | 05-2660585 | LÍNEA-2660585 |
| | Pedernales | 05-2680088 | LÍNEA-2680088 |
| GUAYAS | Durán | 04-2815196 | LÍNEA-2815196 |
| | Durán | 04-2815198 | LÍNEA-2815198 |
| | Daule | 04-2733079 | LÍNEA-2733079 |
| | Daule | 04-2798241 | LÍNEA-2798241 |
| EL ORO | Machala | 07-2962900 | LÍNEA-2962900 |
| | Machala | 07-2963200 | LÍNEA-2963200 |
| | Machala | 07-2966633 | LÍNEA-2966633 |
| | Machala | BASE CELULAR1 | LÍNEA-CELULAR1 |
| | Piñas | 07-2977529 | LÍNEA-2977529 |
| | Huaquillas | 07-3733909 | LÍNEA_01 |

Tabla 2-22 Detalle de líneas para troncales analógicas del sistema de telefonía IP

Para la creación de las troncales analógicas de cada oficina se ha realizado el levantamiento de la información de las líneas disponibles, esto es requerido ya que por cada línea PSTN existente se creará una troncal analógica, en la tabla 2-22 se

detalla cada línea existente en las oficinas de fundación ESPOIR, además se agrega un campo de nombre de la troncal.

El nombre de la troncal se define como **LINEA-NUMERO_TELEFONO**; por ejemplo, si en la oficina Matriz existe el número telefónico 02-2270702 el nombre de la troncal analógica se definirá como **LINEA-2270702**, este nombre servirá como un identificador de la línea para facilitar la administración y configuración de las centrales telefónicas.

En la tabla 2-22 se presenta el detalle de las troncales analógicas.

Después de haber realizado la planificación de las troncales VoIP y las troncales analógicas, se debe proceder con la planificación de las rutas de salida de las llamadas telefónicas, al igual que las rutas de entrada.

2.6.3 RUTAS DE SALIDA

Después de haber planificado las troncales, cada troncal requerirá una ruta de salida, para que las llamadas sean direccionadas por esa troncal. Una ruta de salida consiste en una lista de reglas, las cuales especifican cómo direccionar la llamada en base al número marcado desde una extensión.

Las reglas o patrones de marcado, indican cómo las centrales telefónicas IP deberían marcar para hacer la llamada usando una troncal.

En las reglas de marcado se pueden añadir o remover prefijos en la marcación, si un número marcado no coincide con el patrón colocado, la llamada no se realizará.

Las reglas de marcado pueden ser especificadas mediante la sintaxis que se presenta en la tabla 2-23.

| CARÁCTER ESPECIAL | DESCRIPCIÓN |
|--------------------------------|---|
| [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0] | Cualquier dígito dentro del corchete |
| N | Representa cualquier dígito del 2 (dos) al 9 (nueve) |
| . (Punto) | Este carácter representa a un comodín, que hace coincidir uno o más caracteres. |
| ! (Admiración) | Este carácter representa a un comodín, que hace coincidir uno o más caracteres de manera inmediata. |
| X | Representa cualquier dígito del 0 (cero) al 9 (nueve). |
| Z | Representa cualquier dígito del 1 (uno) al 9 (nueve). |
| _ (Guion Bajo) | Carácter de inicio de un patrón de marcación. |

Tabla 2-23 Caracteres usados para la configuración de patrones de marcado [40]

Por ejemplo, si un usuario requiere realizar una llamada local, la ruta de salida debe constar de siete dígitos, además se conoce que el primer dígito no puede tomar los valores de [0, 1] mientras que los siguientes dígitos pueden tomar cualquier valor [0, 9] dada esta información se puede definir que el patrón de marcado como [NXXXXX X], lo que se representa con esto es que el primer dígito [N] solo puede tomar cualquier valor dentro del rango [2, 9], y los siguientes 6 dígitos [XXXXXX] pueden tomar cualquier valor dentro del rango [0, 9].

Esto se puede entender de mejor manera con otro ejemplo, para el cual se tomará un número celular, un número celular posee la siguiente estructura, consta siempre de diez dígitos, el primer dígito del número corresponde siempre a un cero, el segundo dígito siempre corresponde a un nueve, los demás dígitos del número pueden tomar un valor dentro del rango de [0, 9], teniendo claro esto, el patrón que cumple estos requisitos sería [09XXXXXXXX].

Ahora para el tráfico de voz interno se debe definir de igual manera los patrones de marcado que se deberán cumplir, siempre teniendo en cuenta la estructura del número que se desea marcar. Anteriormente se definió el plan de marcado de extensiones a nivel nacional por lo que se conoce que los números de extensiones telefónicas en el sistema constan de cuatro dígitos, de los cuales, el primer dígito define la regional a donde pertenece la extensión y el segundo dígito define la oficina de dicha regional, el tercer y cuarto dígito representan la extensión dentro

de la asignación de extensiones que se presentó en la tabla 2-6, los valores del tercer y cuarto dígito pueden variar dentro del rango [0, 9], teniendo estas consideraciones en cuenta, se puede definir el patrón de marcado para las extensiones. Por ejemplo, si se desea definir el patrón de marcado para una extensión de la regional Guayas, oficina Daule, el patrón de marcado sería [61X X].

| OFICINA DESTINO | NOMBRE RUTA | PATRÓN MARCAD O | NIVEL DE PERMISO | TIPO TRON CAL | NOMBRE DE TRONCAL |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------|-------------------|
| MATRIZ | RUTA_MATRIZ | _21XX | Interno | Digital | TRUNK_MATRIZ |
| QUITO SUR | RUTA_QUITOSUR | _20XX | Interno | Digital | TRUNK_QUITOSUR |
| STO. DOMINGO | RUTA_STODOMINGO | _30XX | Interno | Digital | TRUNK_STODOMINGO |
| PORTOVIEJO | RUTA_PORTOVIEJO | _40XX | Interno | Digital | TRUNK_PORTOVIEJO |
| MANTA | RUTA_MANTA | _41XX | Interno | Digital | TRUNK_MANTA |
| JIPIJAPA | RUTA_JIPIJAPA | _42XX | Interno | Digital | TRUNK_JIPIJAPA |
| EL CARMEN | RUTA_ELCARMEN | _43XX | Interno | Digital | TRUNK_ELCARMEN |
| PEDERNALES | RUTA_PEDERNALES | _44XX | Interno | Digital | TRUNK_PEDERNALES |
| QUEVEDO | RUTA_QUEVEDO | _50XX | Interno | Digital | TRUNK_QUEVEDO |
| BABAHOYO | RUTA_BABAHOYO | _51XX | Interno | Digital | TRUNK_BABAHOYO |
| DURÁN | RUTA_DURAN | _60XX | Interno | Digital | TRUNK_DURAN |
| DAULE | RUTA_DAULE | _61XX | Interno | Digital | TRUNK_DAULE |
| MACHALA | RUTA_MACHALA | _70XX | Interno | Digital | TRUNK_MACHALA |
| PIÑAS | RUTA_PINAS | _71XX | Interno | Digital | TRUNK_PINAS |
| HUAQUILLAS | RUTA_HUAQUILLAS | _73XX | Interno | Digital | TRUNK_HUAQUILLAS |

Tabla 2-24 Cuadro de rutas de salida de llamadas entre oficinas

En la tabla 2-24 se presentan las rutas de salida de las llamadas internas del sistema de Telefonía IP entre oficinas, los patrones de marcación, y niveles de permiso.

Todas las llamadas internas entre oficinas, hacen uso de las troncales digitales, y cumplen el mismo patrón en todas las oficinas, para las llamadas que hacen uso de la red PSTN o llamadas salientes del sistema de Telefonía IP se usarán las troncales analógicas de cada oficina, y las reglas o patrones de marcado que se deberán cumplir se detallan a continuación en la tabla 2-25.

| Oficina | TIPO DE LLAMADAS | | | | | |
|--------------|-----------------------|-------|---|---|---|---|
| | Internos y Emergencia | Local | Nacional | Celular | Internacional | 1800 y 1700 |
| Matriz | Todas | Todas | Todas | RRHH, Sistemas, Administración, Directores de Áreas | Dirección Ejecutiva y Procuración de Fondos | Todas |
| Quito Sur | Todas | Todas | Todas | Administración | Ninguna | Todas |
| Sto. Domingo | Todas | Todas | Administración | Administración | Ninguna | Administración |
| Portoviejo | Todas | Todas | Administración y Coordinación | Administración y Coordinación | Ninguna | Administración |
| Manta | Todas | Todas | Administración | Gestores y Jefe Oficina | Ninguna | Todas |
| Jipijapa | Todas | Todas | Administración | Jefe Oficina | Ninguna | Todas |
| El Carmen | Todas | Todas | Administración | Jefe Oficina | Ninguna | Todas |
| Pedernales | Todas | Todas | Administración | Ninguno | Ninguna | Todas |
| Quevedo | Todas | Todas | Administración Coordinación y Cobranzas | Administración Coordinación y Cobranzas | Ninguna | Administración Coordinación y Cobranzas |
| Babahoyo | Todas | Todas | Administración y Cobranzas | Administración y Cobranzas | Ninguna | Administración y Cobranzas |
| Durán | Todas | Todas | Administración y Coordinación | Administración y Coordinación | Ninguna | Administración y Coordinación |
| Daule | Todas | Todas | Administración y Coordinación | Administración y Coordinación | Ninguna | Administración y Coordinación |
| Machala | Todas | Todas | Administración Cobranzas y Coordinación | Administración Operaciones Cobranzas y Coordinación | Ninguna | Todas |
| Piñas | Todas | Todas | Administración | Nadie | Ninguna | Todas |
| Huaquillas | Todas | Todas | Administración | Nadie | Ninguna | Todas |

Tabla 2-25 Levantamiento de requerimiento de salida de llamadas de cada oficina

En la tabla 2-26 se presenta un detalle de las rutas de salida vs las áreas que tienen acceso, en especial los permisos de llamadas celulares e internacionales.

Estos permisos de marcación han sido definidos por el área administrativa de Fundación ESPOIR.

| NOMBRE RUTA | PATRÓN MARCADO | NIVEL DE PERMISO | TIPO DE TRONCAL |
|--------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| RUTA_EMERGENCIA | _XXX | Interno | Analógica |
| RUTA_1800 | _1800X. | Local | Analógica |
| RUTA_1700 | _1700X. | Local | Analógica |
| RUTA_LOCAL | _NXXXXXX | Local | Analógica |
| RUTA_NACIONAL | _0[2345678]XXXXXXXX | Nacional | Analógica |
| RUTA_CELULAR | _09XXXXXXXX | Nacional | SIP y Analógica |
| RUTA_INTERNACIONAL | _00X. | Internacional | Analógica |

Tabla 2-26 Cuadro de rutas de salida de llamadas externas

2.7 NIVELES DE PERMISOS DE MARCACIÓN

Los niveles de permisos de marcación consisten en las jerarquías de acceso que tiene un usuario para hacer uso de los diferentes recursos del sistema de telefonía IP, tales como rutas de salida, cada nivel de permiso es jerárquico, es decir que el usuario que posee un nivel más alto podrá hacer uso de las reglas que tienen permisos de menor nivel de jerarquía. En la tabla 2-27 se definen los niveles de permisos de marcación que se dispone para los usuarios.

| NIVEL DE PERMISO | DESCRIPCIÓN |
|------------------|--|
| Interno | El nivel de permiso interno es el nivel de más bajo acceso de todos los permisos, para las configuraciones de la central este permiso se activará en los usuarios que solo tengan acceso a llamadas internas (entre extensiones del sistema de telefonía IP) y llamadas de emergencia. |
| Local | El nivel de permiso local es un nivel medio bajo, los usuarios que disponen de este permiso podrán acceder a llamadas locales, y todos los permisos que disponían los usuarios con permisos interno. |
| Nacional | El nivel de permiso nacional es un nivel medio alto, los usuarios que tienen este permiso pueden acceder a llamadas celulares, nacionales, locales, de emergencia, e internas. Es decir, acceden al nivel de permiso interno y local, además de los permisos propios del nivel nacional. |
| Internacional | El nivel de permiso internacional, puede acceder a todos los demás permisos de la central, es jerárquicamente el nivel más alto de todos, y puede acceder a los permisos del nivel nacional, además de llamadas internacionales. |

Tabla 2-25 Niveles de permisos de acceso

A continuación, se procede con la selección de los equipos necesarios para la implementación de la solución, basados en los requerimientos de la tabla 1-9.

2.8 SERVICIOS

Una vez establecidos los parámetros de diseño del sistema de Telefonía IP se definieron los servicios que se implementaron:

- Captura de llamadas.
- Transferencia de llamadas.
- Grabación de llamadas.
- Buzón de voz.
- Generación de reportes de llamadas telefónicas.
- Sistema de Respuesta Interactiva de Voz (IVR).
- Salas de conferencias.

2.8.1 CAPTURA DE LLAMADAS

Es una función de la central telefónica mediante la cual se puede capturar una llamada telefónica de otro usuario, que sea parte de un grupo de captura de llamada o especificando la extensión que se desea capturar. Por ejemplo, si el usuario A desea capturar la llamada del usuario B, este mediante una combinación de teclas puede capturar la llamada del otro usuario, esta función se debe activar en la central telefónica.

2.8.2 TRANSFERENCIA DE LLAMADAS

Es una función de la central telefónica mediante la cual se puede destinar una llamada telefónica a otro usuario específico. Por ejemplo, si la llamada es contestada por el usuario A, este mediante una combinación de teclas puede destinar la llamada a otro usuario B, esta función se la puede realizar de dos maneras:

- **Transferencia de llamada ciega:** Este tipo de transferencia se la realiza enviando la llamada a la extensión sin ninguna comprobación de contestación o de aceptación de la llamada. El código de la función se debe activar en la central telefónica.
- **Transferencia de llamada asistida:** Este tipo de transferencia se realiza una verificación previa de la aceptación de la llamada, mientras se deja en espera a la persona que llama, si el destinatario de la llamada acepta la

llamada se la transfiere, caso contrario se vuelve a tomar la llamada. El código de la función se debe activar en la central telefónica.

2.8.3 GRABACIÓN DE LLAMADAS

Es una función de la central telefónica mediante la cual se puede grabar el audio de una conversación telefónica en un archivo de audio en la central o en un almacenamiento conectado a la central. El servicio se lo puede implementar en los usuarios de la central telefónica, ya sea que el usuario llame o reciba la llamada.

2.8.4 BUZÓN DE VOZ

Es una función de la central telefónica mediante la cual se puede grabar mensajes de voz en el buzón de voz vinculado a una extensión telefónica en caso de que el receptor de la llamada no conteste o se encuentre ocupado, el usuario puede acceder a oír el mensaje de voz mediante una combinación de teclas.

2.8.5 GENERACIÓN DE REPORTES DE LLAMADAS

Es una función de la central telefónica mediante la cual el administrador del sistema o usuarios con permisos de acceso al interfaz web pueden generar reportes de las llamadas telefónicas cursadas por la central telefónica IP.

2.8.6 SISTEMA DE RESPUESTA INTERACTIVA DE VOZ (IVR)

Es una función de la central telefónica la cual es capaz de recibir una llamada e interactuar con el usuario. La interactividad se consigue a través de grabaciones de voz y reconocimiento de respuestas por parte del usuario mediante teclas digitadas en el teléfono.

Para la configuración del servicio de IVR se debe asignar a cada marcación de una tecla, una respuesta del sistema IVR, esta respuesta corresponde a una acción que la central realizará al recibir dicho evento. Por ejemplo, si el sistema IVR se encuentra configurado de la siguiente manera:

- Cero = Marcar extensión de Recepción.
- Uno = Marcar extensión de contabilidad.
- Dos = Marcar extensión de talento humano.

- Tres = Marcar extensión de Sistemas.

Quiere decir que, si un usuario llama, y es atendido por el IVR, y presiona la tecla correspondiente al dígito uno, la llamada inmediatamente se direccionará a la extensión de contabilidad.

En la figura 2-8 se muestra el flujo del proceso de la llamada al ingresar al sistema IVR.

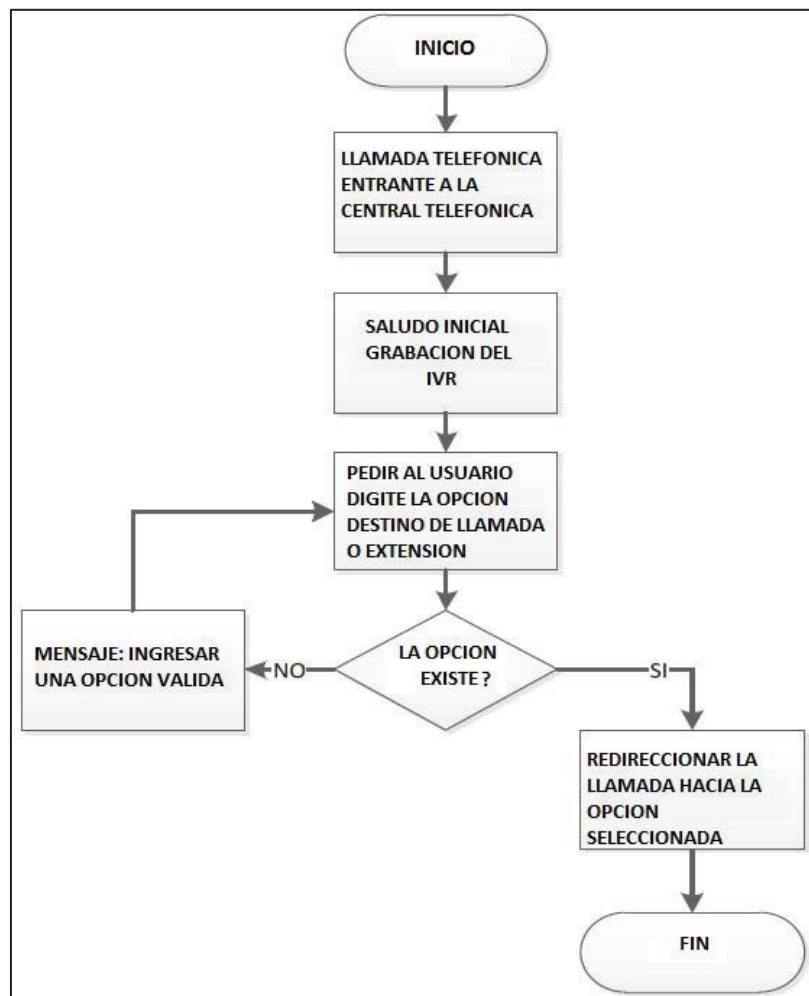


Figura 2-8 Flujo del proceso de llamada entrante al sistema IVR [16]

2.8.7 SALAS DE CONFERENCIAS

Es una función de la central telefónica mediante la cual varios usuarios pueden acceder a un sitio para interactuar entre ellos, esto se logra ingresando a una sala. Por ejemplo, si varios usuarios requieren comunicarse entre ellos, pueden

configurar una sala de conferencia, los usuarios marcarán el número de la sala e ingresar, dentro de la sala todos pueden oírse entre ellos.

Una vez definidos todos los servicios que se van a implementar, se procede con la elaboración del cronograma de instalación.

2.9 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

Definidos los parámetros para la implementación del sistema de telefonía IP, se elabora el cronograma de implementación, teniendo en cuenta que el primer sitio que se implementará será la oficina Matriz, esto debido a que el mayor flujo de tráfico se direcciona a dicha oficina, y por ser la de mayor importancia en cuanto a requerimientos de comunicación, en la tabla 2-28

| ÍTEM | REGIONAL | OFICINA | N° TELÉFONOS | N° HORAS | FECHA DE INICIO |
|----------------|-----------|--------------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | PICHINCHA | MATRIZ | 44 | 24 | 07-noviembre-2016 |
| 2 | PICHINCHA | QUITO SUR | 12 | 11 | 11-noviembre-2016 |
| 3 | EL ORO | MACHALA | 45 | 24 | 14-noviembre-2016 |
| 4 | EL ORO | PIÑAS | 6 | 9 | 17-noviembre-2016 |
| 5 | EL ORO | HUAQUILLAS | 5 | 8 | 18-noviembre-2016 |
| 6 | GUAYAS | DURÁN | 22 | 15 | 22-noviembre-2016 |
| 7 | GUAYAS | DAULE | 16 | 13 | 24-noviembre-2016 |
| 8 | MANABÍ | PORTOVIEJO | 33 | 21 | 29-noviembre-2016 |
| 9 | MANABÍ | MANTA | 17 | 13 | 07-diciembre-2016 |
| 10 | MANABÍ | JIPIJAPA | 9 | 10 | 09-diciembre-2016 |
| 11 | MANABÍ | EL CARMEN | 6 | 9 | 14-diciembre-2016 |
| 12 | MANABÍ | PEDERNALES | 2 | 7 | 16-diciembre-2016 |
| 13 | LOS RÍOS | STO. DOMINGO | 13 | 12 | 12-enero-2107 |
| 14 | LOS RÍOS | QUEVEDO | 17 | 13 | 18-enero-2107 |
| 15 | LOS RÍOS | BABAHOYO | 11 | 11 | 20-enero-2107 |
| TOTALES | | | 258 | 200 | |

Tabla 2-26 Cronograma de implementación del sistema de telefonía IP

CAPÍTULO 3.

FASE DE IMPLEMENTACIÓN

En el presente capítulo se muestra el proceso de implementación de la solución de Telefonía IP en cada una de las oficinas. Dentro de la fase de implementación se realizó:

- Preparación de la red de datos de acuerdo al direccionamiento planificado.
- Configuración de los elementos de telefonía IP.
 - Centrales Telefónicas.
 - Teléfonos IP
 - *Softphone*

De acuerdo al cronograma de implementación se inició las configuraciones del sistema en la oficina Matriz, que se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, esto debido principalmente a que el tráfico de voz de las oficinas es direccionado a los departamentos que se encuentran en Matriz.

3.1 PREPARACIÓN DE LA RED DE DATOS

Dentro de la preparación de la red de datos se verificó:

- El estado físico de la red.
- Detalle del direccionamiento IP de las oficinas.

3.1.1 ESTADO FÍSICO DE LA RED

En las oficinas se cuenta con cableado estructurado, en su mayoría el cableado es de categoría 5-E y 6-A, lo que cumple con los requerimientos básicos de red para telefónica IP.

En la tabla 3-1 se presenta un listado de las categorías de cableado que dispone cada una de las oficinas, adicionalmente se especifica si en la oficina se debió realizar algún trabajo de cableado para la implementación del sistema de telefonía IP.

En la fase de la implementación del sistema de telefonía IP, en la red de datos se realizó la incorporación de los equipos de Telefonía IP a los servidores de DHCP que tiene cada una de las oficinas, siguiendo el direccionamiento IP diseñado en el Capítulo 02 en la tabla 3-2 se muestra el rango de las direcciones de cada una de las oficinas.

| OFICINA | CATEGORÍA DE CABLEADO | REQUIERE CABLEADO ADICIONAL |
|--------------|-----------------------|-----------------------------|
| Matriz | Cat. 5-E | No |
| Quito sur | Cat. 5-E | No |
| Machala | Cat. 6-A | No |
| Piñas | Cat. 5-E | No |
| Huaquillas | Cat. 5-E | No |
| Durán | Cat. 5-E | No |
| Daule | Cat. 6-A | No |
| Portoviejo | Cat. 6-A | No |
| Manta | Cat. 6-A | No |
| Jipijapa | Cat. 5-E | No |
| El Carmen | Cat. 6-A | No |
| Pedernales | Cat. 6-A | No |
| Sto. Domingo | Cat. 5-E | No |
| Quevedo | Cat. 5-E | No |
| Babahoyo | Cat. 6-A | No |

Tabla 3-1 Categorías de cableado estructurado en las oficinas de fundación

ESPOIR

| OFICINA | DIRECCIONAMIENTO CENTRAL TELEFÓNICA IP | N° DE TELÉFONOS IP | RANGO DE TELÉFONOS IP |
|--------------|--|--------------------|---------------------------------|
| Matriz | 192.168.20.152 | 44 | 192.168.20.105 a 192.168.20.150 |
| Quito sur | 192.168.14.4 | 12 | 192.168.14.101 a 192.168.14.113 |
| Machala | 192.168.5.4 | 45 | 192.168.5.101 a 192.168.5.151 |
| Piñas | 192.168.13.4 | 6 | 192.168.13.101 a 192.168.13.106 |
| Huaquillas | 192.168.16.4 | 5 | 192.168.16.101 a 192.168.16.105 |
| Durán | 192.168.6.4 | 22 | 192.168.6.101 a 192.168.6.125 |
| Daule | 192.168.9.4 | 16 | 192.168.9.101 a 192.168.9.118 |
| Portoviejo | 192.168.1.4 | 33 | 192.168.1.101 a 192.168.1.143 |
| Manta | 192.168.2.4 | 17 | 192.168.2.101 a 192.168.2.121 |
| Jipijapa | 192.168.3.4 | 9 | 192.168.3.101 a 192.168.2.111 |
| El Carmen | 192.168.10.4 | 6 | 192.168.10.101 a 192.168.10.106 |
| Pedernales | 192.168.12.4 | 2 | 192.168.12.101 a 192.168.12.102 |
| Sto. Domingo | 192.168.11.4 | 13 | 192.168.11.101 a 192.168.11.113 |
| Quevedo | 192.168.7.4 | 17 | 192.168.7.101 a 192.168.7.123 |
| Babahoyo | 192.168.8.4 | 11 | 192.168.8.101 a 192.168.8.114 |

Tabla 3-2 Direccionamiento de equipos de telefonía IP

Una vez finalizado el direccionamiento IP de los equipos de telefonía IP, se procede con la configuración de las centrales telefónicas.

3.2 CENTRALES TELEFÓNICAS

Se comenzó con el proceso de configuración de la central telefónica IP GrandStream modelo UCM-6116, este equipo ha sido seleccionado basándose en los requerimientos de ESPOIR para su oficina Matriz. Inicialmente el equipo deberá ser ingresado al sistema de DHCP para asignarle la dirección IP que permita el acceso al administrador web.

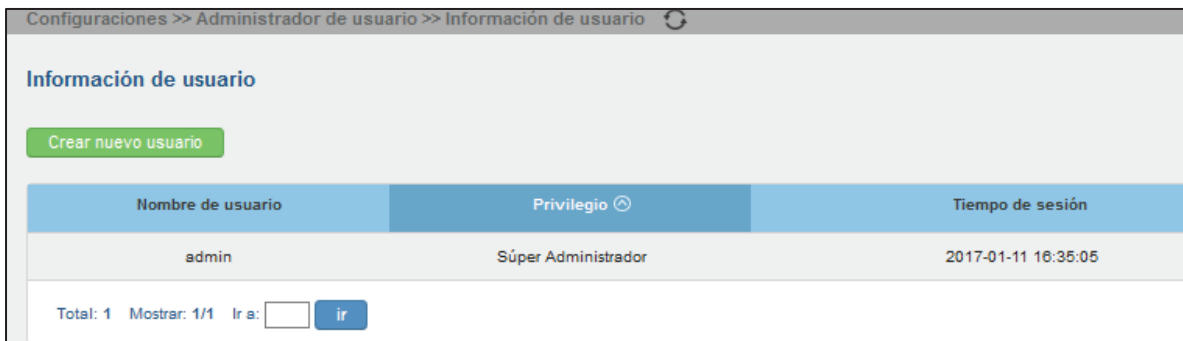
Para la configuración de la central se debe contar con un usuario con el nivel de permisos adecuados.

3.2.1 ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS

En la administración de usuarios se dispone de la información de los usuarios que tienen permisos de acceso a la administración y configuración de las centrales telefónicas IP.

3.2.1.1 Información de usuario

En este menú se observa la información de los usuarios administradores creados, además presenta la opción de “**crear nuevo usuario**” con permisos de administración de la central, en la figura 3-1, se muestra los usuarios creados con permisos para acceder a la central.



Configuraciones >> Administrador de usuario >> Información de usuario

Información de usuario

Crear nuevo usuario

| Nombre de usuario | Privilegio | Tiempo de sesión |
|-------------------|---------------------|---------------------|
| admin | Súper Administrador | 2017-01-11 16:35:05 |

Total: 1 Mostrar: 1/1 Ir a: ir

Figura 3-1 Administración de usuarios, usuarios creados

Para agregar usuarios con permisos de acceso a la administración de la central se deberá crear un usuario.

3.2.1.2 Creación de Usuario

Al crear un usuario se tendrá que ingresar la siguiente información obligatoria:

- Nombre de usuario
- Contraseña
- Privilegio de usuario

La demás información es opcional y se puede no ingresar, aunque por efecto de control en la configuración se ingresará toda la información.

- Departamento
- Fax
- Dirección de correo electrónico
- Nombre
- Apellido
- Número de casa
- Número de contacto

En la figura 3-2 se presenta la pantalla de creación de usuarios.



The screenshot shows a web form titled "Crear nuevo usuario" with a close button (X) in the top right corner. The form contains the following fields and values:

| Field | Value |
|-------------------------|---------------------------|
| Nombre de usuario * | javierhermosa |
| Contraseña de usuario * | jaliero316 |
| Privilegio | Administrador |
| Departamento | TIC |
| Fax | 022270702 |
| Dirección de Email | javier.hermosa@espoir.org |
| Nombre | Javier |
| Apellido | Hermosa |
| Numero de casa | 2270703 |
| Numero de contacto | 0984060566 |

At the bottom of the form, there are two buttons: "Cancelar" (grey) and "Guardar" (orange).

Figura 3-2 Creación de Usuarios

Para la implementación del sistema se crearon los siguientes usuarios administradores, los que se muestra en la tabla 3-3.

| USUARIO | CORREO | PERFIL |
|---------------|------------------------------|---------------|
| javierhermosa | javier.hermosa@espoir.org.ec | Administrador |
| jaimealeman | jaime.aleman@espoir.org.ec | Administrador |
| adrianayanez | adriana.yanez@espoir.org.ec | Administrador |

Tabla 3-3 Usuarios administradores

Una vez creados los usuarios con permisos de administración se procederá con las configuraciones de red.

3.2.2 CONFIGURACIONES DE RED

En las configuraciones de red se definirán, el tipo de direccionamiento de la central telefónica IP, rutas estáticas, configuraciones en caso de fallos, entre otros.

3.2.2.1 Configuraciones Básicas

En las configuraciones básicas de la red se deberá definir, el método de asignación de IP que se dará al equipo, se puede usar DHCP, IP estática y PPPoE (*Point to Point Protocol over Ethernet*), para la configuración de la central telefónica IP se utilizará la asignación de IP estática.

En esta configuración se definirán los siguientes parámetros:

- **Servidor DNS preferido:** Dirección o nombre del DNS preferido, en este caso será 192.168.20.11.
- **Dirección IP:** Dirección de central telefónica IP; para el caso de Matriz la dirección IP configurada fue 192.168.20.152.
- **Máscara de Subred:** Se configuró la máscara como 255.255.255.0 al ser su prefijo de tamaño de 32 bits.
- **IP de la puerta de enlace:** Se configuró la IP de la puerta de enlace o *Gateway* como 192.168.20.1

En la figura 3-3 se presenta la pantalla de configuración de red de la central IP.

Configuraciones Básicas

Servidor DNS preferido:

LAN

Método IP:

Dirección IP:

Máscara de subred:

IP de la puerta de enlace:

Servidor DNS 1:

Servidor DNS 2:

QoS capa 2 802.1Q etiqueta

VLAN:

Prioridad del valor QoS

802.1p capa 2:

Figura 3-3 Configuración de Red, Configuraciones Básicas

En la tabla 3-4 se presenta el detalle de direccionamiento utilizado en cada una de las centrales IP.

| OFICINA | DIRECCIONAMIENTO | DIRECCIÓN IP | MÁSCARA | GATAWAY | DNS |
|--------------|------------------|----------------|---------|--------------|---------------|
| Matriz | Estático | 192.168.20.152 | 24 | 192.168.20.1 | 192.168.20.11 |
| Quito Sur | Estático | 192.168.14.4 | 24 | 192.168.14.1 | 192.168.14.11 |
| Sto. Domingo | Estático | 192.168.11.4 | 24 | 192.168.11.1 | 192.168.11.11 |
| Portoviejo | Estático | 192.168.1.4 | 24 | 192.168.1.1 | 192.168.1.11 |
| Manta | Estático | 192.168.2.4 | 24 | 192.168.2.1 | 192.168.2.11 |
| Jipijapa | Estático | 192.168.3.4 | 24 | 192.168.3.1 | 192.168.3.11 |
| El Carmen | Estático | 192.168.10.4 | 24 | 192.168.10.1 | 192.168.10.11 |
| Pedernales | Estático | 192.168.12.4 | 24 | 192.168.12.1 | 192.168.12.11 |
| Quevedo | Estático | 192.168.7.4 | 24 | 192.168.5.1 | 192.168.5.11 |
| Babahoyo | Estático | 192.168.8.4 | 24 | 192.168.8.1 | 192.168.8.11 |
| Durán | Estático | 192.168.6.4 | 24 | 192.168.6.1 | 192.168.6.11 |
| Daule | Estático | 192.168.9.4 | 24 | 192.168.9.1 | 192.168.9.11 |
| Machala | Estático | 192.168.5.4 | 24 | 192.168.5.1 | 192.168.5.11 |
| Piñas | Estático | 192.168.13.4 | 24 | 192.168.13.1 | 192.168.13.11 |
| Huaquillas | Estático | 192.168.16.4 | 24 | 192.168.16.1 | 192.168.0.11 |

Tabla 3-4 Direccionamiento empleado en las centrales telefónicas

3.2.2.2 Rutas estáticas

La central telefónica IP provee la capacidad de crear rutas estáticas, el dispositivo podrá usar rutas configuradas manualmente, en lugar de la información enviada desde las rutas dinámicas o la puerta de enlace. Esto será utilizado para definir una ruta emergente cuando ninguna ruta esté disponible, sea necesaria o sea utilizada como complemento del ruteo existente, la ruta se volverá un respaldo en caso de fallos, en la figura 3-4 se presenta la pantalla para la creación de rutas estáticas.



Figura 3-4 Configuraciones de red, Rutas Estáticas

3.2.2.2.1 Creación de la ruta estática

Para la creación de la ruta se tiene que definir los siguientes parámetros.

- **Destino:** Se configuró la dirección IP destino o la IP de la subred destino, a la cual alcanzar utilizando la ruta estática.
- **Máscara de subred:** Se configuró la máscara de subred para la dirección destino anterior, si se deja en blanco la máscara por defecto será 255.255.255.255.
- **Puerta de enlace:** Se configuró la puerta de enlace de modo que se pueda alcanzar el destino a través de esta puerta de enlace. La dirección de la puerta de enlace es opcional.
- **Interfaz:** Se especificó la interfaz de red de la central telefónica IP para alcanzar el destino utilizando la ruta estática. Dependiendo de la central telefónica IP que se va a usar se puede elegir los interfaces.

En la figura 3-5 se presenta la pantalla de creación de rutas estáticas.

Figura 3-5 Configuraciones de red, Creación de rutas estáticas

En la tabla 3-5 se presenta un detalle de las rutas estáticas configuradas.

| OFICINA | RED DESTINO | PUERTA DE ENLACE | INTERFAZ |
|--------------|--------------|------------------|----------|
| Quito Sur | 192.168.14.0 | 192.168.20.254 | LAN |
| Sto. Domingo | 192.168.11.0 | 192.168.20.253 | LAN |
| Portoviejo | 192.168.1.0 | 192.168.20.254 | LAN |
| Manta | 192.168.2.0 | 192.168.20.253 | LAN |
| Jipijapa | 192.168.3.0 | 192.168.20.253 | LAN |
| El Carmen | 192.168.10.0 | 192.168.20.253 | LAN |
| Pedernales | 192.168.12.0 | 192.168.20.253 | LAN |
| Quevedo | 192.168.7.0 | 192.168.20.254 | LAN |
| Babahoyo | 192.168.8.0 | 192.168.20.253 | LAN |
| Durán | 192.168.6.0 | 192.168.20.254 | LAN |
| Daule | 192.168.9.0 | 192.168.20.253 | LAN |
| Machala | 192.168.5.0 | 192.168.20.254 | LAN |
| Piñas | 192.168.13.0 | 192.168.20.253 | LAN |
| Huaquillas | 192.168.16.0 | 192.168.20.253 | LAN |

Tabla 3-5 Detalle de rutas estáticas

3.2.2.3 Seguridad

La central IP tiene una opción de seguridad donde se puede configurar reglas de acceso o denegación a cierto tipo de tráfico. En esta opción se presenta información del servicio actual con puerto, proceso y tipo, como se puede observar en la figura 3-6.

En esta configuración se pueden habilitar servicios como la respuesta de paquetes ICMP (*Internet Control Message Protocol*) o activar defensa contra ataques

basados en ping como el denominado “ping de la muerte”²², en la figura 3-7, se presenta la pantalla de configuración, para la configuración de la central se activó la respuesta a paquetes ICMP y la defensa de ping.

| Seguridad | |
|-----------------|-------------|
| Servicio Actual | |
| [-] | Proceso |
| 7777 | asterisk |
| 389 | slapd |
| 2000 | asterisk |
| 80 | lighttpd |
| 8089 | lighttpd |
| 7000 | - |
| 51296 | asterisk |
| 6002 | - |
| 5000 | asterisk |
| 4520 | asterisk |
| 6060 | zero_config |
| 6066 | python |
| 5060 | asterisk |
| 4569 | asterisk |

Figura 3-6 Configuraciones/Firewall, Servicio actual

| Firewall | |
|---|------------------------------|
| Activar ping : | LAN <input type="checkbox"/> |
| Activar la defensa del Ping de la muerte: | LAN <input type="checkbox"/> |

Figura 3-7 Firewall. Activación de defensa ICMP

Además, en la configuración de seguridad se pueden crear reglas específicas del *firewall*²³ de la central telefónica IP.

²² **Ping de la Muerte:** Es un tipo de ataque enviado a un equipo informático que consiste en enviar numerosos paquetes de ICMP de tamaño mayores a 65335 bytes con el fin de colapsar el sistema atacado. [39]

²³ **Firewall:** “Es un sistema ubicado entre dos redes y que ejerce la una política de seguridad establecida. Es el mecanismo encargado de proteger una red confiable de una que no lo es”. [47]

3.2.2.3.1 Crear Nueva Regla de Firewall

En la configuración se podrán crear reglas para aceptar, rechazar o eliminar determinado tráfico que pasa por la central IP. Para crear una nueva regla se ingresarán los siguientes parámetros:

- **Nombre de la regla:** Se deberá especificar el nombre de la regla, este permitirá identificar la regla.
- **Acción:** Se deberá seleccionar la acción del *firewall* a realizar, *ACCEPT* (Aceptar), *REJECT* (Rechazar) y *DROP* (Descartar).
- **Tipo:** Se deberá seleccionar un tipo de tráfico al cual la regla se aplicará, en el caso que sea *IN* (entrada) se especifica la interfaz por la que ingresa el tráfico sea LAN o WAN, en el caso de *OUT* (Salida) se analiza todo el tráfico.
- **Servicio:** Se deberá seleccionar el tipo de servicio de entre: FTP (*File Transfer Protocol*)²⁴, SSH (*Secure Shell*)²⁵, Telnet (*Telecommunication Network*)²⁶, TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*)²⁷, HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*), LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*)²⁸ o personalizado. En el caso de personalizado se debe especificar la fuente (Dirección IP y Puerto), destino (Dirección IP y Puerto) y protocolo (UDP, TCP o ambos) para el servicio.

En la figura 3-8 se presenta la pantalla de configuración de una regla de *firewall*

²⁴ **FTP (*File Transfer Protocol*):** FTP es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados en red, basados en una arquitectura cliente-servidor. [49]

²⁵ **SSH (*Secure Shell*):** Es un protocolo que facilita las comunicaciones seguras entre dos sistemas usando una arquitectura cliente/servidor y que permite a los usuarios conectarse a un host remotamente. [48]

²⁶ **TELNET (*Telecommunication Network*):** Es el nombre del protocolo de red que permite acceder a otra máquina para manejarla remotamente como si se estuviera sentados delante de ella. [50]

²⁷ **TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*):** Es un protocolo de transferencia muy simple semejante a una versión básica de FTP.

²⁸ **LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*):** Protocolo de Acceso Ligero a Directorios es un protocolo de tipo cliente-servidor para acceder a un servicio de directorio. Este se encuentra condensado en el estándar de Internet, la RFC 1777. [40]

En la central telefónica IP de Matriz se configurará una regla de entrada/salida de tráfico de las demás redes de la Fundación ESPOIR.

Crear nueva regla de firewall

Nombre de Regla :

Acción :

Tipo :

Interfaz :

Servicio :

Dirección IP y puerto de la fuente: :

Dirección IP y puerto de destino: :

Protocolo :

Cancelar Guardar

Figura 3-8 Configuraciones/Configuraciones de red, Crear una regla de firewall

3.2.3 HORARIO LABORAL

En esta configuración de la central telefónica IP, se definirá el horario laboral, esta configuración se usará para definir condiciones de tiempo, las cuales serán usadas en la funcionalidad del IVR.

En la figura 3-9 se presenta la pantalla de creación del horario laboral, esta opción está ubicada en el módulo de “configuraciones” en la opción “configuración horaria”.

Configuraciones >> Configuración horaria >> Horario Laboral

Horario Laboral

Crear Nuevo Horario Laboral Borrar Horarios Laborables Seleccionados

Figura 3-9 Configuraciones/ Configuración Horaria, Crear Horario Laboral

Para crear un horario laboral, se deberá dar clic en “Crear Nuevo Horario Laboral”. En la tabla 3-6 se presenta el detalle de los valores configurados y su descripción.

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | VALOR CONFIGURADO |
|----------------------|---|---|
| Hora de Inicio | La hora en la que el horario laboral inicia | 08:00 |
| Hora de finalización | La hora en la que el horario laboral finaliza | 19:00 |
| Semana | Se deberá seleccionar los días activos en el horario laboral que hemos definido | Lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábado. |

Tabla 3-6 Parámetros configurados en el horario laboral

Terminada las configuraciones básicas de red se procederá con la creación de las extensiones telefónicas.

3.2.4 EXTENSIONES

Las extensiones telefónicas SIP son usadas para el registro de un usuario al sistema de telefonía IP, este registro se lo realiza por medio de un cliente de telefonía que usará los parámetros configurados en la cuenta para consumir recursos de la central telefónica IP.

3.2.4.1 Creación de Extensiones SIP

Para realizar la creación de una extensión SIP se debe ingresar al módulo de PBX, en la figura 3-10 se presenta la pantalla donde se accede a la creación de una extensión.

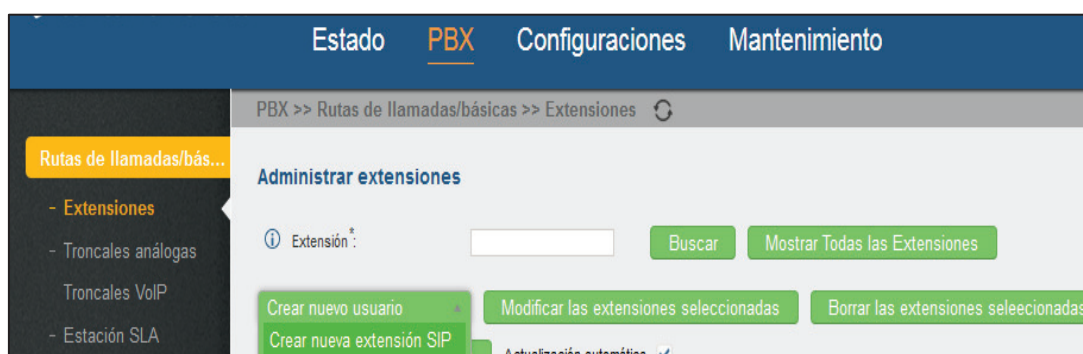


Figura 3-10 PBX / Ruta de llamadas/Básicas; Extensiones

Al ingresar a la opción de “Crear nueva extensión SIP”, se deberán definir los parámetros de configuración, en la tabla 3-7 se muestra el detalle de los valores que se configuraron:

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | ESTADO DEL PARÁMETRO O VALOR CONFIGURADO |
|---|---|---|
| Extensión | Es el número de extensión asociada al usuario. | # Extensión |
| Número de identificador de llamada | Se deberá configurar el número de identificador de la llamada, este número se aplicará en las llamadas salientes. | # Extensión |
| Permiso | Se deberá asignar el nivel de permiso del usuario. De acuerdo al nivel de permiso de la extensión será el acceso a las rutas de salida. | Dependiendo de la extensión se define entre interno, local, nacional e internacional. |
| Contraseña SIP | Se deberá configurar la contraseña de usuario, esta contraseña es la que se deberá registrar en la configuración del teléfono IP o <i>softphone</i> para usar la cuenta. | Información confidencial |
| Activar correo de voz | En esta configuración se podrá activar o desactivar el correo de voz de la cuenta, para la configuración se lo dejará como activado. | Activado |
| Contraseña de correo de voz | Se deberá configurar la contraseña para el acceso al correo de voz, esta contraseña será solo números. | Información confidencial |
| Omitir verificación de contraseña del correo de voz | Al activar esta opción el usuario no deberá digitar la contraseña de acceso al correo de voz, para la configuración no solicitará al usuario contraseña para oír su correo de voz | Activado |
| Deshabilite esta extensión | Si se activa esta opción la extensión creada quedará desactivada, y no podrá ser usada, en las centrales telefónicas se han creado extensiones que quedaran como reservadas por el tema de proyección de crecimiento de algunas áreas, esas extensiones quedaran como desactivadas. | Desactivado (en extensiones activas) Activado (en extensiones reservadas) |

| | | |
|------------------------|---|--|
| Nombre | El nombre de la persona que será asignada la extensión. | Nombre correspondiente al correo electrónico institucional |
| Apellido | El apellido de la persona que será asignada la extensión. | Apellido correspondiente al correo electrónico institucional |
| Dirección de Email | El correo institucional del usuario, el correo de voz será enviado a esta dirección. | Correo institucional, el correo tiene el formato nombre.apellido@espoir.org.ec |
| Lenguaje | Se refiere al lenguaje del mensaje de voz a ser usado por esta extensión, la opción por defecto es “predeterminado”, esta configuración hace referencia a PBX/Opciones Internas/Lenguaje. | Español |
| Registros concurrentes | Se deberá definir el número de dispositivos que podrán registrarse de manera simultánea a la extensión SIP. | Valor asignado: 1 |

Tabla 3-7 Parámetros configurados en las extensiones telefónicas

En la figura 3-11 se presenta la pantalla de creación de extensiones telefónicas.

Crear nueva extensión SIP

Configuraciones Básicas Medio Funciones Momento Especifico

General

Extensión*: 2100

Permiso: Internas

ID de autenticación:

Contraseña de de correo de voz*: 42588906

Deshabilite esta extensión:

Numero de identificador de llamada:

Contraseña SIP/AAX*: f%Ps4*k@

Activar correo de voz:

Omitir verificación de contraseña del correo de voz:

Configuración de usuario

Nombre:

Apellido:

Dirección de Email:

Contraseña de usuario*: N#xn5

Lenguaje: Predeterminado

Registros Concurrentes: 1

Cancelar Guardar

Figura 3-11 Extensiones “Configuraciones Básicas

Una vez creada la extensión, se mostrará un listado de las extensiones existentes dentro del sistema como se puede observar en la figura 3-12.

| Estado | Extensión | Nombre del identificador de llamac | Tecnología | IP y Puerto | Estado de correo elect | Opciones |
|--------|-----------|------------------------------------|------------|---------------------|------------------------|---|
| ● | 2101 | Maddelen Baldeon | SIP | 192.168.20.126:5063 | Por enviar |    |
| ● | 2102 | Eduardo Muñoz | SIP | -- | Por enviar |    |
| ● | 2103 | Yadira Freire | SIP | 192.168.20.106:5060 | Por enviar |    |
| ● | 2104 | Veronica Zurita | SIP | -- | Por enviar |    |
| ● | 2105 | Fernanda Duque | SIP | -- | Por enviar |    |
| ● | 2106 | Jessenia Freire | SIP | -- | Por enviar |    |
| ● | 2107 | Francisco Moreno | SIP | -- | Por enviar |    |
| ● | 2108 | Cristina Barrera | SIP | 192.168.20.111:5062 | Por enviar |    |
| ● | 2109 | Romy Calderon | SIP | -- | Por enviar |    |

Figura 3-12 Extensiones telefónicas, listado de extensiones

En el Anexo B, se adjuntan los archivos de configuración de cada una de las centrales, especificando las extensiones creadas con sus permisos respectivos y a quien es asignada.

3.2.5 TRONCALES

Las troncales son los canales de comunicación que se tiene en las centrales para comunicar el tráfico interno y externo del sistema de telefonía, a continuación, se procederá con la creación de las troncales.

3.2.5.1 Troncales analógicas

La troncal analógica, será la encargada de comunicar a las líneas PSTN con la central telefónica IP, haciendo uso de los puertos FXO existentes, dependiendo del modelo de la central telefónica IP el número de puertos FXO variarán, para la central de Matriz se crearán 8 troncales analógicas.

Al crear una troncal analógica se pueden agrupar puertos FXO, de esta manera se puede definir una troncal única para todos los puertos FXO o crearlos cada uno de manera independiente.

3.2.5.1.1 Crear una troncal Analógica

Para realizar la creación de la creación de la troncal analógica se deberá ingresar a PBX, Rutas de llamadas/básicas, en la opción “Troncales analógicas”. [37]



Figura 3-13 Creación de troncal analógica

En la creación de la troncal analógica se configuraron los parámetros que se presentan en la tabla 3-8.

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | ESTADO DEL PARÁMETRO O VALOR CONFIGURADO |
|---|--|---|
| Canales | Se deberán agregar el canal o los canales que se ocuparán en la troncal analógica, cada canal corresponde al puerto FXO de la central telefónica IP. | Se crearon troncales por cada puerto FXO. |
| Nombre de troncal | Se deberá agregar un nombre que describa a los puertos FXO, para el caso de las centrales telefónicas IP se definirá como “línea número-telefónico” ejemplo en el número 2270702 como “LINEA_2270702”. | LINEA_NUMERO |
| Modo SLA (<i>Service Level Agreement</i>) | Esta configuración se utilizará para dos propósitos: Uno: Emular un sistema simple de teclado. Dos: Crear extensiones compartidas en una PBX. | Desactivado |
| OPCIONES AVANZADAS | | |

| | | |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|
| Ganancia Rx ²⁹ | Se refiere a la ganancia del canal de recepción del puerto análogo FXO, el rango de ganancia es -13,5 dB a +12.0 dB. | Valor configurado = 0 dB |
| Ganancia Tx ³⁰ | Se refiere a la ganancia del canal de transmisión del puerto análogo FXO, el rango de ganancia es -13,5 dB a +12.0 dB. | Valor configurado = 0 dB |
| Usar identificador de llamadas | Al activar este parámetro se habilita la identificación de las llamadas telefónicas entrantes por la troncal analógica. | Activado |
| Grabación automática | Al activar este parámetro todas las llamadas se grabarán. | Desactivado |
| Deshabilite esta troncal | Al activar este parámetro la troncal telefónica permanecerá desactivada. | Desactivado |
| Número máximo de llamadas | Hace referencia al número máximo de llamadas simultáneas que serán soportadas por esta troncal, el valor por defecto es 0, con este valor no se tiene límite en las llamadas simultáneas. | Valor configurado = 0 |
| AJUSTES DE TONOS | | |
| Detección de Ocupados | La opción de “detección de ocupado” en las líneas, o para la detección de colgado en el extremo lejano de las líneas. El valor representa el número de veces que espera el tono para la llamada ser colgada. | Activado Valor configurado = 2 |
| Detección de Congestión | La opción de “detección de congestión” se utiliza para detectar la congestión de la línea en el extremo alejado. El valor representa el número de veces que espera el tono para la llamada ser colgada. El valor representa el número de veces que espera el tono para la llamada ser colgada. | Activado Valor configurado = 2 |
| Tono de País | La opción “tono de país” permite seleccionar las frecuencias para el ajuste de los tonos de cada país, además permite personalizar los ajustes manualmente | Valor configurado = Personalizado |
| Detección de PSTN | La opción de “detección de PSTN” permite detectar de manera automática los valores de configuración de las frecuencias de líneas PSTN. | |

Tabla 3-8 Parámetros configurados en la troncal analógica

²⁹ RX: Término usado en informática para el receptor de una comunicación.

³⁰ TX: Término usado en informática para el transmisor de una comunicación.

En la figura 3-14 se presenta la pantalla de configuración de la troncal analógica, en el Anexo B se presentan las troncales creadas en cada una de las centrales telefónicas.

Una vez creadas las troncales analógicas, en el módulo de PBX en la opción de “Troncales Analógicas”, se presenta el listado de las troncales configuradas en la central como se puede observar en la Figura 3-15.

Editar Análogo Troncal: Linea-2255086

Canales: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Nombre de troncal:

Modo SLA:

Opciones avanzadas

Habilitar polaridad inversa:

Umbral de desconexión por Corriente (ms): Tiempo de espera de timbrado:

Ganancia RX: Ganancia TX:

Usar identificador de llamadas:

Modo Fax:

Esquema de identificación de llamadas:

Retardo de marcación en FXO (ms): Grabación automática:

Figura 3-14 Configuración de Troncal Analógica

| Troncales | Modo troncal | Puertos Análogos |
|---------------|--------------|------------------|
| Linea-2255086 | Normal | 1 |
| linea-2448943 | Normal | 2 |
| linea-2920712 | Normal | 3 |
| linea-2254665 | Normal | 4 |
| linea-2466602 | Normal | 5 |
| linea-2270703 | Normal | 6 |
| linea-2257288 | Normal | 7 |
| linea-2270702 | Normal | 8 |

Total: 8 Mostrar: 1/1 Ir a:

Figura 3-15 Listado de Troncales Analógicas de la Central Telefónica IP

3.2.5.2 Troncales IP

La troncal IP, será la encargada de enviar los paquetes de tráfico de voz en las comunicaciones entre centrales telefónicas IP de las oficinas, haciendo uso de los enlaces dedicados que son parte de la red de datos de Fundación ESPOIR.

3.2.5.2.1 Crear una troncal VoIP

Para realizar la creación de la creación de la troncal SIP se deberá ingresar a PBX, Rutas de llamadas/básicas, en la opción “Troncales VoIP”.

En la creación de la troncal digital se configuraron los parámetros que se presentan en la tabla 3-9. Los demás parámetros de configuración de la troncal SIP se dejaron desactivados, en la figura 3-16 se presenta la pantalla de creación de la troncal digital de tipo SIP.

The screenshot shows a web-based configuration window titled "Crear nueva troncal SIP". At the top, it states "Más detalles serán mostrados durante la edición de la troncal." The form contains the following fields and options:

- Tipo: Troncal SIP (dropdown menu)
- Nombre del proveedor*: TRUNK_DAULE (text input)
- Nombre Host*: 192.168.9.4 (text input)
- Mantener el CID Original:
- Keep Trunk CID:
- NAT:
- Deshabilite esta troncal:
- TEL URI: Deshabilitado (dropdown menu)
- Identificador de llamadas*: (empty text input)
- Nombre del identificador de llamadas: (empty text input)
- Grabación automática:

At the bottom of the form are two buttons: "Cancelar" (grey) and "Guardar" (orange).

Figura 3-16 Creación de nueva troncal SIP, configuraciones básicas

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | ESTADO DEL PARÁMETRO O VALOR CONFIGURADO |
|---|---|--|
| Tipo | <p>Hace referencia al tipo de troncal digital que fue creada existen dos tipos de troncales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trocal SIP: Para su configuración requiere de la dirección IP del proveedor de la troncal, no requiere usuario y contraseña. • Registro de Trocal SIP: Para su configuración requiere de la dirección IP del proveedor de la troncal, además de usuario y contraseña. | Valor configurado = Troncal SIP |
| Nombre de troncal | <p>El nombre describe la troncal SIP. Por ejemplo, si se crea la troncal en la oficina Matriz para conectarse con la oficina Durán, el nombre de la troncal seria: "TRUNK_DURAN".</p> | Valor configurado = Formato del nombre de la troncal "TRUNK_DESTINO" |
| Nombre <i>Host</i> | <p>Se refiere a la dirección de IP del central destino. Por ejemplo, si se crea la troncal en la oficina Matriz para conectarse con la oficina Durán, la dirección seria 192.168.6.4</p> | Valor configurado = Dirección IP de Central Destino. |
| Mantener el CID (<i>Caller ID</i>) original | <p>Esta opción permite mantener el CID de la llamada entrante.</p> | Activado |
| CONFIGURACIONES AVANZADAS | | |
| Códex Predefinido | <p>Esta configuración permite seleccionar los códecs que se utilizará para la realización de llamadas.</p> | Valor configurado = G-729 |
| Número máximo de llamadas | <p>Esta configuración hace referencia al número máximo de llamadas simultáneas que soporta la troncal, si se determina el valor de cero las llamadas son ilimitadas.</p> | Valor configurado = valor calculado de canales |

Tabla 3-9 Parámetros configurados en la troncal digital

En la figura 3-17 se presenta la pantalla de las configuraciones avanzadas de la troncal.

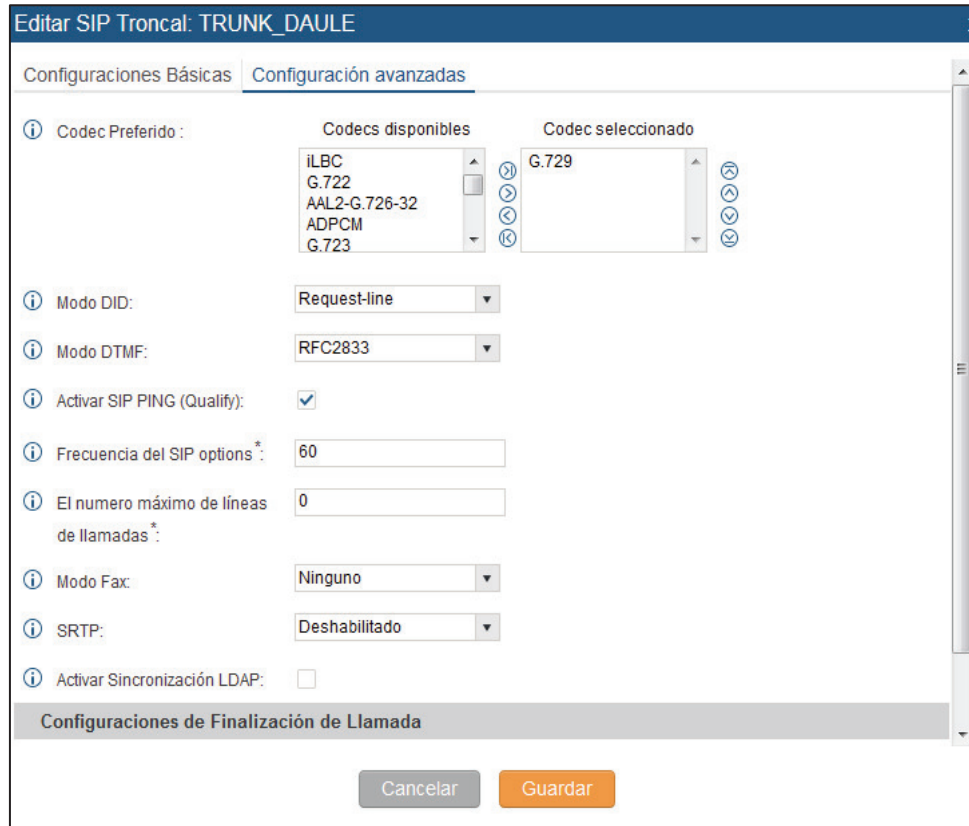


Figura 3-17 Configuraciones Avanzadas de troncal SIP

Una vez configuradas las troncales analógicas e IP, se procederá a la creación de las rutas salientes.

3.2.6 RUTAS SALIENTES

En la configuración de “Rutas Salientes” se crean las reglas para que las llamadas salientes que coincidan con el patrón definido de una ruta puedan ser cursadas por una troncal. Una troncal puede ser usada en varios patrones de marcado, además una regla de salida puede disponer de varias troncales para que en caso de falla de una troncal las demás funcionen como respaldo.

3.2.6.1 Crear nueva regla de salida

Para la creación de una regla de salida se configuraron los parámetros que se presentan en la tabla 3-10.

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | ESTADO DEL PARÁMETRO O VALOR CONFIGURADO |
|--------------------------------|---|--|
| Nombre de la regla de llamadas | El nombre de la regla de salida a ser utilizada como identificador de la regla: Por ejemplo, si se quiere definir una ruta para salida a celular, el nombre de la regla se define como: "RUTA_CELULAR" | Valor configurado = Nombre de la troncal tiene el siguiente formato "RUTA_TIPO_DESTINO" |
| Patrón | El patrón es el formato que debe seguir la regla de salida, la sintaxis del patrón fue especificada en la tabla 2-23 del capítulo 2 y debe comenzar siempre con un guion bajo. Por ejemplo, si se desea crear un patrón para celular este consta de 10 dígitos, y que siempre comienzan con el prefijo (09) seguido de ocho números, conociendo esto se creó el patrón de la siguiente manera: _09XXXXXXXXX. | Valor configurado = Se configuran los valores en base a las tablas: tabla 2-24 y tabla 2-25 del capítulo 2. |
| Contraseña | Si esta opción es activada, la regla de salida solicitará una contraseña para ser usada. | Desactivado |
| Nivel de Privilegio | En esta opción se define el nivel de privilegio de la regla de salida, para que una extensión pueda usar la regla de salida su nivel de privilegio deberá ser igual o mayor, si una extensión tiene un nivel de privilegio menor no podrá usar la regla, los niveles de privilegio se encuentran detallados en la tabla 2-27 del capítulo 2, detallando los niveles de permiso que existen y en las tablas 2-24 y 2-25 se detallan los permisos por ruta. | Valor configurado = los valores configurados hacen referencia a los descritos en las tablas 2-24 y tabla 2-25 del capítulo 2. En estas tablas se describen los permisos por cada ruta de salida. |
| Usar Troncal | En esta opción se deberá escoger la troncal a ser usada para la regla de salida. | |
| Remover | Permite al administrador especificar el número de dígitos que son eliminados en el inicio del número marcado antes de la llamada salga de la central. Por ejemplo, se podría definir que para que una llamada | Desactivado |

| | | |
|----------------------------------|---|-------------|
| | celular salga la cadena de marcado debería comenzar con el número 9 (nueve), es decir si deseo llamar al celular 0987654321 el usuario deberá marcar 90987654321, y la regla de llamada removerá el número inicial. | |
| Prefijo | Esta opción permite agregar al número marcado un dígito delante de la cadena de marcado. | Desactivado |
| Utilizar troncal <i>FailOver</i> | Una troncal <i>FailOver</i> es aquella que se utiliza en caso de que la troncal principal llegara a fallar. Para la troncal de <i>FailOver</i> se definen los mismos parámetros que para la troncal principal. | |

Tabla 3-10 Parámetros configurados en las rutas de salida

En la figura 3-18 se presenta la pantalla de creación de la regla de salida.

Una vez creadas las rutas de salida, en la pantalla de “Rutas salientes” se presenta un listado de todas las reglas configuradas en la central telefónica IP, figura 3-19 se pueden observar las rutas de salida que se encuentran configuradas, con detalles como el nombre de la regla, el patrón que sigue la regla de salida y el nivel de privilegio de la regla.

Editar regla de salida: RUTA_CELULAR1

Nombre de la regla de llamadas*: RUTA_CELULAR1

Patron*: _09XXXXXXXX

Contraseña:

Limite de duración de la llamada:

Nivel de Privilegio: Nacional

Activar filtro en fuente de CallerID:

Enviar esta llamada a través troncal

Usar Troncal*: AnálogoTroncales -- TRUNK_CEL1

Remover: 0

Prefijo:

Utilizar Troncal FailOver:

| Troncales | Quitar | Prefijo | Opciones |
|--|--------|---------|----------|
| Troncal Fail Over*: AnálogoTroncales -- TRUNK_CEL2 | | | |

Figura 3-18 Creación de Ruta de Salida

PBX >> Rutas de llamadas/básicas >> Rutas salientes




























| Secuencia | Regla de salida | Patron | Nivel de Privilegio | Opciones |
|-----------|-----------------|-------------|---------------------|---|
| 1 | RUTA_CELULAR1 | _09XXXXXXXX | Nacional |      |
| 2 | RUTA_DAULE | _61XX | Internas |      |
| 3 | RUTA_DURAN | _60XX | Internas |      |
| 4 | RUTA_CALLCENTER | _22XX | Internas |      |
| 5 | RUTA_QUITOSUR | _20XX | Internas |      |
| 6 | RUTA_PORTOVIEJO | _40XX | Internas |      |
| 7 | RUTA_ELCARMEN | _43XX | Internas |      |
| 8 | RUTA_MACHALA | _70XX | Internas |      |
| 9 | RUTA_PINAS | _71XX | Internas |      |

Figura 3-19 Listados de “Rutas Salientes”

A continuación, se procederá con la configuración de las reglas de entrada.

3.2.7 RUTAS ENTRANTES

En la configuración de “Rutas Entrantes” se definió la acción que va a tomar la central IP cuando una llamada ingrese por una determinada troncal.

3.2.7.1 Crear una nueva regla de entrada

Para la creación de una nueva regla de entrada se debe seleccionar la troncal a la cual se va a aplicar la regla, para cada troncal se debió crear la regla de entrada.

En la tabla 3-11 se muestran los parámetros que se configuraron para la regla de entrada. En la figura 3-20 se presenta la pantalla de creación de reglas de llamada entrante.

Figura 3-20 Regla de llamada entrante

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | ESTADO DEL PARÁMETRO O VALOR CONFIGURADO |
|--|---|--|
| Patrón DID (<i>Direct – Inward – Dialing</i>) | Este parámetro se refiere al patrón que debe cumplir el DID de entrada. | Valores configurados Para troncales analógicas se configuró como (s.) Para troncales digitales se configuró como (x.) |
| Destino por defecto | Se configuró la acción a realizarse cuando una llamada entrante no coincida con las condiciones de tiempo, es decir no coincida con el horario laboral. | Valor configurado = Extensión de recepción |
| Configuraciones dentro de horario laboral | | |
| Destino por defecto | Se configuró la acción a realizarse cuando una llamada entrante coincida con las condiciones de tiempo. | Valores configurados = Para troncales analógicas se configuró como destino el IVR. Para troncales digitales se configuró como destino poder marcar directamente a las extensiones. |

Tabla 3-11 Parámetros configurados para las reglas de entrada a la central

Una vez terminadas las configuraciones básicas de la central telefónica se procedió con la configuración de los servicios de la central.

3.2.8 IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS

En la implementación del sistema de Telefonía IP se configuraron los siguientes servicios:

- Captura de llamadas.
- Transferencia de llamadas.
- Grabación de llamadas.
- Buzón de voz.
- Generación de reportes de llamadas telefónicas.
- Sistema de Respuesta Interactiva de Voz (IVR).
- Salas de conferencias.

3.2.8.1 Capturas de llamadas

La captura de llamada es una funcionalidad de la central que permita a un usuario tomar la llamada de otra extensión por medio de la combinación de teclas de función. Para que esta funcionalidad pueda ser usada se requiere de la creación de grupos de captura.

3.2.8.1.1 Grupo de Captura

Los grupos de captura son conjunto de extensiones que tienen la funcionalidad de capturar una llamada de otra extensión del mismo grupo, en la figura 3-21 se muestra el proceso de captura de llamadas.

La función permitirá al usuario poder tomar una llamada de otra extensión mediante la marcación del código de *8# desde su propia extensión, siempre que la otra extensión sea parte del grupo de captura.

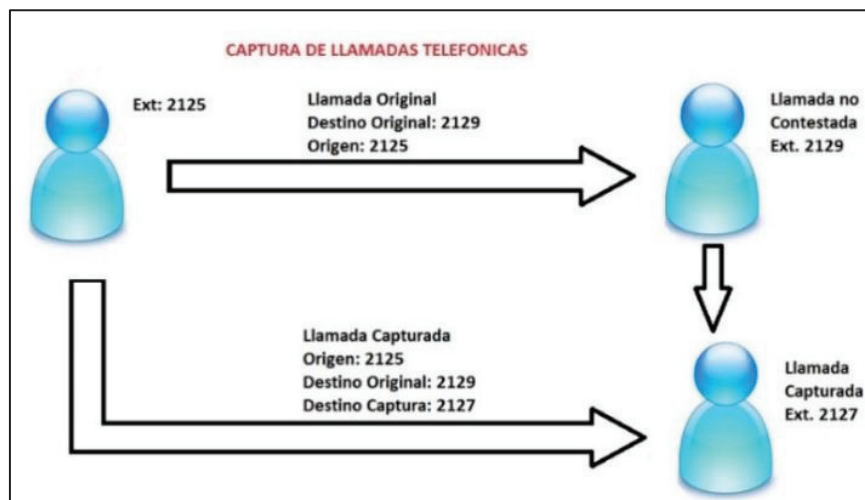


Figura 3-21 Proceso de captura de llamadas

3.2.8.1.2 Crear Grupo de Captura

Para la creación de un grupo de captura se debió configurar los parámetros que se muestran en la tabla 3-12.

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | ESTADO DEL PARÁMETRO O VALOR CONFIGURADO |
|-------------------------------|---|--|
| Nombre del grupo de captura | Es el nombre que describe al grupo, se lo definirá bajo el siguiente formato "GRCAP-AREA". Por ejemplo, si se desea crear un grupo para sistemas quedaría como "GRCAP-SISTEMAS" | Valor configurado = Formato del nombre del grupo de captura "GRCAP_AREA" |
| Miembros del grupo de captura | En este parámetro se definieron las extensiones de miembros del grupo, teniendo en cuenta que solo entre los miembros de un grupo se pueden capturar las llamadas. | Valor configurado = Números de las extensiones que forman parte del grupo creado. El detalle de esta configuración se presenta en el Anexo B. |

Tabla 3-12 Parámetros configurados para grupos de captura

En la figura 3-22 se presenta la pantalla de creación de un grupo de captura.

Nombre *:

Extensiones/Grupos de Extensiones disponible

- 2102 "Eduardo Muñoz"
- 2103 "Yadira Freire"
- 2104 "Veronica Zurita"
- 2105 "Fernanda Duque"
- 2106 "Jessenia Freire"
- 2107 "Francisco Moreno"

Miembros del grupo de captura

- 2101 "Maddelen Baldeon"
- 2123 "Byron Rodriguez"
- 2124 "Washington Sinchiguano"
- 2125 "Javier Hermosa"
- 2126 "Alfredo Almache"
- 2127 "Adriana Yanez"

Figura 3-22 Creación de Grupo de Captura

Una vez creado el grupo, se presentará la lista de los grupos creados como se puede observar en la figura 3-23. En el Anexo B se presenta los detalles de grupos de captura de cada central telefónica IP del sistema.

PBX >> Funciones de llamadas >> Grupos de captura

Grupos de captura

[Crear nuevo grupo de captura](#) Ver: 10

| Nombre | Miembros | Opciones |
|----------------------|---|----------|
| GRCAP-ADMINISTRACION | 2101,2102,2120,2121 | |
| GRCAP-AUDITORIA | 2101,2109,2110,2111,2112,2113,2144,2146 | |
| GRCAP-CONTABILIDAD | 2101,2103,2104,2105,2106 | |
| GRCAP-DIRECTORIO | 2101,2107,2108 | |
| GRCAP-NEGOCIOS | 2101,2118,2119,2122,2136 | |
| GRCAP-OPERACIONES | 2101,2139,2140,2141,2142 | |
| GRCAP-RIESGOS | 2101,2131,2133 | |
| GRCAP-RRHH | 2101,2114,2115,2116,2117,2138 | |

Figura 3-23 Lista de grupos de captura creados

A continuación, se procedió con la configuración de la transferencia de llamadas.

3.2.8.2 Transferencia de llamadas

La transferencia de llamadas es una funcionalidad que permite al usuario enviar una llamada desde su extensión a otra que se desee, por ejemplo, si el usuario A recibe una llamada del usuario B, puede enviar la llamada del usuario B al usuario

C, mediante esta funcionalidad, la transferencia de llamadas se puede realizar de dos maneras:

- **Transferencia ciega:** Este tipo de transferencia se la realiza enviando la llamada a la extensión sin ninguna comprobación de contestación o de aceptación de la llamada, se puede realizar mediante el código de función marcando #1 y el número de la extensión.
- **Transferencia asistida:** Este tipo de transferencia se la realiza una verificación previa de la aceptación de la llamada, mientras se deja en espera a la persona que llama, si el destinatario de la llamada acepta la llamada se la transfiere, caso contrario se vuelve a tomar la llamada, se puede realizar mediante el código de función marcando *2 y el número de la extensión.

En la figura 3-25 se presenta el proceso de transferencia de una llamada.

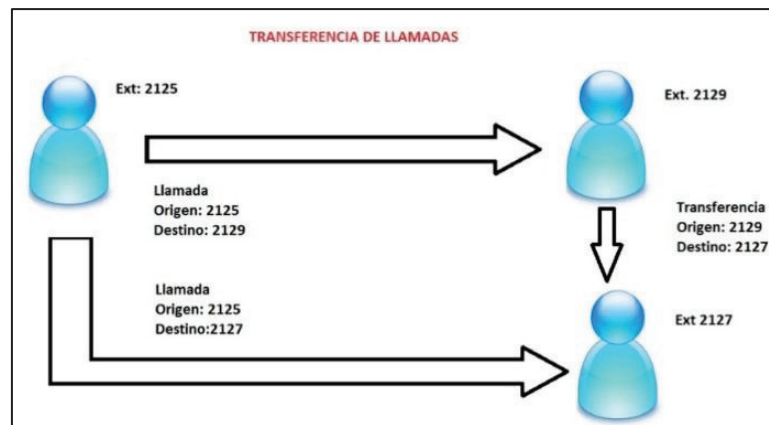


Figura 3-24 Proceso de transferencia de llamadas

La función se la habilita en la central en el módulo de "PBX" en "Opciones Internas", como se observa en la figura 3-25.

La imagen muestra una interfaz de configuración con el título "Código de funciones". Debajo del título hay un botón "Restablecer todo" y un botón "Todo de forma predeterminada". En la parte inferior, se muestran dos configuraciones: "Transferencia ciega:" con el código "#1" y "Transferencia atendida:" con el código "*2". Ambas configuraciones tienen un menú desplegable que muestra "Ambos".

Figura 3-25 Activación de transferencia de llamadas

3.2.8.3 Grabación de llamadas

La grabación de llamadas es una función de la central IP que permite la grabación de llamadas que se cursan en la central, por medio de la activación de servicio ya sea grabando todas las troncales o habilitando en las extensiones la funcionalidad.

3.2.8.3.1 Almacenamiento de grabaciones

En esta configuración las grabaciones se pueden direccionar directamente al disco local que dispone la central o direccionar el cambio automático cuando exista una unidad de almacenamiento externo conectado a la central IP, en la figura 3-26 se muestra la configuración de almacenamiento de llamadas que se realizó en la central.

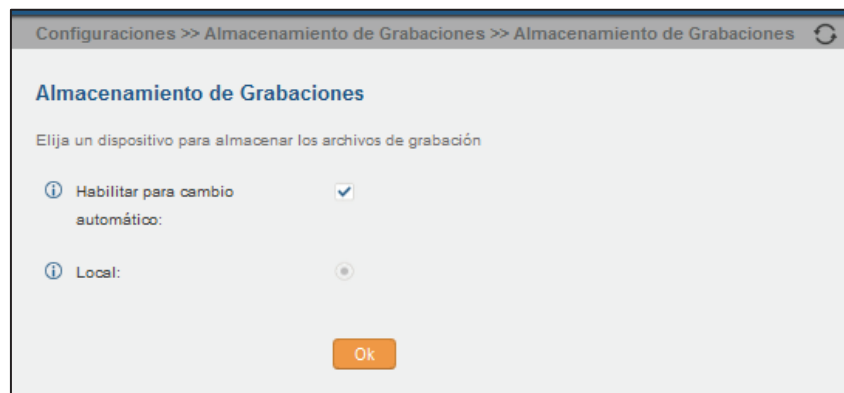


Figura 3-26 Configuraciones/ Servidor HTTP, Servidor HTTP

Esta función quedó activada para la configuración de todas las centrales.

3.2.8.4 Buzón de voz

El buzón de voz es una funcionalidad que permite a cada usuario de la central tener un casillero de voz en donde en caso de no poder contestar la llamada se pueden dejar mensajes de voz para dicho usuario. En la figura 3-27 se presenta la pantalla de configuración de los parámetros de los buzones de voz de los usuarios, en donde se pueden configurar el tiempo del mensaje de saludo del buzón, el tiempo máximo de un mensaje dejado al igual que el tiempo mínimo de un mensaje, número de mensajes por carpeta, etc.

PBX >> Funciones de llamadas >> Correo de voz

Tiempo del saludo máximo (En segundos)*:

Marcar '0' para el operador:

Opciones de mensajes

Mensajes Máximos por carpeta*:

Tiempo máximo de mensajes:

Tiempo mínimo de mensajes:

Figura 3-27 Configuración de buzón de voz

3.2.8.5 Generación de reportes de llamadas

Esta funcionalidad de la central telefónica permite a los usuarios de administración crear reportes detallados de las llamadas que se generaron en la central, permitiendo usar ciertos filtros como:

- **Tipo de llamadas:** Sean las llamadas entrantes, salientes, internas o externas.
- **Troncales Usadas:** Sean troncales analógicas o VoIP
- **Filtros de Fechas**
- **Filtros por extensiones**

En la figura 3-28 se muestra la pantalla de generación de los reportes de la central telefónica.

Estado >> CDR >> CDR

Informe detallado de llamada

Llamadas entrantes: Troncales de Entrada: Troncales de Salida:

Llamadas salientes: Hora de inicio: Hora de finalización:

Llamadas internas: Número de llamadas: Nombre del llamante:

Llamadas externas: Numero de destinatario:

[Buscar] [Descargar resultado(s) de búsqueda] [Descargar registros LANG:4146] [Opciones de Descarga Automática] [Borrar todo]

Haga clic sobre el encabezado de columna para ordenar esa columna. Haga clic en la fila para mostrar el registro completo. Ver: 10

| No. | Hora de inicio | Tipo de llamada | Fuente | Destino | Duración de la llamada | Tiempo de Conversación | Estado | Opciones de Grabación de | Opciones |
|-----|---------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|--------|----------------------------|----------|
| 1 | 2017-05-05 12:56:17 | DIAL | "Gisela Guadir" 2140 | 2030191 [Trunk: lina-2448943] | 0:00:24 | 0:00:21 | | No Archivos de grabaciones | |
| 2 | 2017-05-05 12:55:41 | DIAL | "Gisela Guadir" 2140 | 2030191 [Trunk: lina-2448943] | 0:00:06 | 0:00:03 | | No Archivos de grabaciones | |

Figura 3-28 Generación de reportes central telefónica IP

Una vez generado el reporte este puede ser exportado a Excel por medio de un archivo CSV (*Comman Separated Values*)³¹.

3.2.8.6 Sistema de respuesta interactiva de voz (IVR)

El IVR o Sistema de Respuesta Interactiva de Voz, es aquel que permite que una llamada sea auto contestada, por medio de un mensaje previamente grabado.

3.2.8.6.1 Crear IVR

Para la creación de un IVR se debió definir los parámetros que se presentan en la tabla 3-13.

Dentro de configuraciones básicas los demás parámetros no se encuentran activados, en la figura 3-29 se presenta la pantalla de configuración del sistema IVR.

Figura 3-29 Sistema IVR, configuraciones Basicas

³¹ **CSV (*Comman Separated Values*)**: Son un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla, en las que las columnas se separan por comas (o punto y coma en donde la coma es el separador decimal: Argentina, España, Brasil...) y las filas por saltos de línea.

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | ESTADO DEL PARÁMETRO O VALOR CONFIGURADO |
|----------------------------|--|---|
| Nombre | Nombre del IVR de acuerdo con el formato "IVR_OFICINA". Por ejemplo, si se desea crear el IVR de Daule el nombre se establece como "IVR_DAULE" | Valor configurado = EL formato del nombre se definió como "IVR_OFICINA" |
| Extensión | La extensión se definió automáticamente, dentro del rango establecido en parámetros. | Valor configurado = Rango de numeración de parámetros generales. |
| Marca troncal | Si esta opción está activada, se permitirá que desde el IVR se pueda marcar a troncales de la central telefónica IP. | Desactivado |
| Permiso | Este parámetro define el nivel de permisos que tendrá el IVR dentro de la central telefónica IP. | Valor configurado = Interno |
| Marcar otras extensiones | Este parámetro define el acceso a extensiones telefónicas dentro de la central directamente desde el IVR. | Activado |
| Notificación de bienvenida | Permite seleccionar la grabación de voz que dará la bienvenida al sistema del IVR. | Valor configurado = Grabaciones de IVR |

Tabla 3-13 Configuración del IVR

Una vez realizada la configuración básica del IVR se deberá proceder con la configuración de los "Eventos de tecla personalizada", en esta configuración se definen las acciones que se realizará al presionar una determinada tecla.

Por ejemplo si el usuario que llama al IVR y presiona el número cero, el IVR direccionará la llamada al grupo de timbrado "GRTIM-RECEPCION", esta acción está definida en el sistema IVR. En la figura 3-30 se puede observar las opciones las posibles acciones que puede tomar la central telefónica si se presiona una tecla.

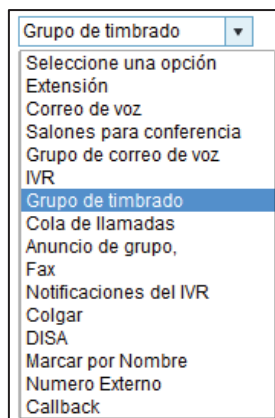


Figura 3-30 Opciones de direccionamiento en eventos de tecla presionada

En la figura 3-31 se presenta la configuración del IVR de oficina Matriz, con las opciones escogidas en cada una de las teclas configuradas.

| Evento | Grupo de timbrado | Notificación del IVR |
|------------------|------------------------|----------------------|
| Pulsar 0: | Grupo de timbrado | GRTIM-RECEPCION |
| Pulsar 1: | Grupo de timbrado | GRTIM-NEGOCIOS |
| Pulsar 2: | Grupo de timbrado | GRTIM-OPERACIONES |
| Pulsar 3: | Grupo de timbrado | GRTIM-RRHH |
| Pulsar 4: | Grupo de timbrado | GRTIM-CONTABILIDAD |
| Pulsar 5: | Grupo de timbrado | GRTIM-ADMINISTRA... |
| Pulsar 6: | Grupo de timbrado | GRTIM-AUDITORIA |
| Pulsar 7: | Grupo de timbrado | GRTIM-SISTEMAS |
| Pulsar 8: | Seleccione una opción | |
| Pulsar 9: | Seleccione una opción | |
| Pulsar *: | Seleccione una opción | |
| ⓘ Tiempo límite: | Notificaciones del IVR | goodbye |
| ⓘ i: | Notificaciones del IVR | goodbye |

Botones: Cancelar, Guardar

Figura 3-31 Eventos configurados al presionar la tecla

En el Anexo B se presenta la configuración del IVR en cada una de las oficinas, a continuación, se configuraron los grupos de timbrado.

3.2.8.7 Grupos de timbrado

El grupo de timbrado es conjunto de extensiones que se agrupan para ser usadas en otras funciones como el IVR, es usada únicamente para la recepción de llamadas únicamente.

3.2.8.7.1 Crear Grupo de Timbrado

Para crear un grupo de timbrado se definió los parámetros que se muestran en la tabla 3-14.

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | ESTADO DEL PARÁMETRO O VALOR CONFIGURADO |
|------------------------------|---|--|
| Nombre del grupo de timbrado | Es el nombre que describe al grupo, se lo definió bajo el siguiente formato "GRTIM-AREA", Por ejemplo, si se desea crear un grupo para sistemas este se definiría como "GRTIM-SISTEMAS" | Valor configurado = Nombre del grupo de timbrado bajo el formato "GRTIM-AREA", |
| Extensión | La extensión se definió de manera automática dentro de un rango establecido en la sección de configuraciones generales. | Valor configurado = Rango de numeración de parámetros generales. |
| Miembros del grupo | En este parámetro se definieron las extensiones de miembros del grupo. | Valor configurado = Números de las extensiones que forman parte del grupo creado. El detalle de esta configuración se presenta en el Anexo B. |
| Estrategia de timbrado | La estrategia de timbrado define en qué orden sonarán las extensiones en caso de llamadas entrantes, si se selecciona en "orden el timbrado" ira de acuerdo al orden puesto en los miembros del grupo de timbrado, otra opción es timbrar a todas al mismo tiempo | Valor configurado = Orden en timbrado. |

Tabla 3-14 Parámetros configurados para grupos de timbrado

Los demás parámetros de los grupos de timbrado no se configuraron, en la figura 3-32 se presenta la pantalla de creación de los grupos de timbrado, con la creación del grupo de timbrado asignado al área de sistemas “GRTIM_SISTEMAS”.

Nombre del grupo de timbrado *: GRTIM-SISTEMAS

Extensión *: 7097

Extensiones/Grupos de Extensiones disponible

- 2101 "Maddelen Baldeon"
- 2102 "Eduardo Muñoz"
- 2103 "Yadira Freire"
- 2104 "Veronica Zurita"
- 2105 "Fernanda Duque"
- 2106 "Jessenia Freire"

Miembros del grupo de timbrado

- 2124 "Washington Sinchiguano"
- 2126 "Alfredo Almache"
- 2129 "Jaime Aleman"
- 2125 "Javier Hermosa"
- 2127 "Adriana Yanez"
- 2123 "Byron Rodriguez"

Números LDAP disponibles

Números LDAP seleccionados

Opciones de grupo de timbrado

Estrategias de timbrado: Timbrar en orden

Notificaciones del IVR: Ninguno [Notificación](#)

Segundos para que suene: 60

Figura 3-32 Creación de Grupos de timbrado

Una vez creados los grupos de timbrado se presenta una lista de los grupos en la figura 3-33, en el Anexo B se muestra el detalle de todas las centrales.

PBX >> Funciones de llamadas >> Grupos de timbrado

Grupo de timbrado

Crear nuevo grupo de timbrado

Ver: 10

| Extensión | Nombre | Estrategia | Miembros | Opciones |
|-----------|----------------------|------------------|-------------------------------|----------|
| 7091 | GRTIM-ADMINISTRACION | Timbrar en orden | 2101,2120,2121 | |
| 7092 | GRTIM-CONTABILIDAD | Timbrar en orden | 2105,2104,2103,2106 | |
| 7093 | GRTIM-OPERACIONES | Timbrar en orden | 2142,2140,2141,2139 | |
| 7094 | GRTIM-NEGOCIOS | Timbrar en orden | 2118,2136,2119,2122 | |
| 7095 | GRTIM-RRHH | Timbrar en orden | 2114,2116,2138,2117,2115 | |
| 7096 | GRTIM-AUDITORIA | Timbrar en orden | 2112,2109,2111,2144,2110,2146 | |
| 7097 | GRTIM-SISTEMAS | Timbrar en orden | 2124,2126,2129,2125,2127,2123 | |
| 7098 | GRTIM-DIRECCION | Timbrar en orden | 2108,2107 | |

Figura 3-33 Grupos de timbrado creados

3.2.8.8 Salas de conferencias

Una sala de conferencias es una sala virtual dentro de la central telefónica IP que permite a los usuarios conectarse al mismo tiempo para poder tener una conferencia, las salas de conferencias se las puede configurar con algunos parámetros como contraseñas de acceso, hora de inicio de conferencia, definiendo los participantes que pueden acceder a la sala, etc.

En la figura 3-34 se presenta la pantalla de las salas creadas en la central telefónica, esta configuración se encuentra en el módulo “PBX” en “funciones de llamada”.






| Salón | Asistida | Administrador | Hora de inicio | Actividad | Opciones |
|---------|---------------------------|---------------------|------------------|-----------|---|
| ▼ 8002 | 0 | 0 | | |      |
| Usuario | Identificador de llamadas | Nombre del Llamante | Nombre del canal | Actividad | Opciones |

Figura 3-34 Detalle de salones de conferencias

A continuación se detalla el proceso de creación de una sala de conferencias.

3.2.8.8.1 Creación de la Sala de conferencia

En la creación de la sala de conferencia se definió los parámetros que se muestran en la tabla 3-15.

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN | ESTADO DEL PARÁMETRO O VALOR CONFIGURADO |
|----------------------|---|--|
| Extensión | El número de la sala de conferencia, este valor se debe encontrar entre los valores definidos en configuraciones generales, y es el número al cual se deberá marcar para ingresar a la sala de conferencia. | |
| Contraseña | Se puede definir una contraseña para el acceso la sala de conferencia, esta configuración es opcional. | Valor configurado = En blanco Desactivado |

| | | |
|---|--|-------------|
| Grabar conferencia | Este parámetro al ser activado las conferencias que se realicen en la sala serán grabadas. | Desactivado |
| Modo Silencioso | Este parámetro permite activar o desactivar las notificaciones de ingreso o salida de los participantes dentro del salón de conferencias. | Activado |
| Esperar al administrador | Si este parámetro está activado, los participantes de la conferencia no podrán oír lo que los demás dicen mientras el administrador no ingrese a la conferencia, para esto se deberá configurar una clave para el administrador de la conferencia. | Desactivado |
| Activar usuario invitado | Este parámetro permite que un usuario ingrese sin necesidad de contraseña a la sala de conferencia. | Desactivado |
| Anunciar a las personas que llaman | Al estar activo este parámetro la central envía un anuncio a los participantes cada que un nuevo usuario accede a la sala de conferencia | Activado |
| Modo público | Este parámetro se activa al crear la sala sin contraseña de acceso. | Activado |
| Reproducir música en espera para el primer participante | Si se activa este parámetro, el primer participante escuchará música de espera hasta que otros participantes ingresen al salón de conferencia. | Activado |

Tabla 3-15 Parámetros configurados para Salas de conferencias

Las salas de conferencias se crearon únicamente en la central telefónica de Matriz, esto debido a que en oficina Matriz se encuentran los directores de cada una de las áreas, especialmente la dirección ejecutiva. Además, se crearon dos salas de conferencias una de acceso sin contraseña y una con contraseña cuyo administrador será el director ejecutivo de la fundación. En la figura 3-35 se presenta la pantalla de configuración de la sala de conferencia.

Figura 3-35 Creación de salón de conferencias

3.3 CONFIGURACIÓN DE TELÉFONOS

Para proceder con la configuración de un teléfono IP se debe acceder al equipo por medio de un navegador web a la dirección IP del equipo, se comenzará la configuración de la cuenta.

3.3.1 CONFIGURACIÓN DE CUENTA

En la configuración de las cuentas se realizará la configuración del registro SIP del teléfono a la central telefónica IP, para la configuración de la cuenta se deben ingresar los siguientes parámetros:

- **Cuenta Activa:** Se selecciona si la cuenta se activará después de configurarla.
- **Nombre Cuenta:** Se ingresa el nombre de la cuenta, este nombre solo se mostrará en el equipo, no será usado para visualizarse en caso de llamada en los demás equipos.
- **Servidor SIP:** El servidor SIP es la dirección IP de la central telefónica IP, que es el servidor de registro.
- **ID usuario SIP:** El ID de usuario es representado por el número de la extensión de la cuenta configurada.
- **ID autenticado SIP:** El ID autenticado SIP es usado como usuario en la central para la validación del registro SIP.
- **Clave autenticada:** Es la contraseña de la cuenta SIP, es la contraseña ingresada en la creación de la extensión SIP.
- **Nombre:** Se ingresa el nombre, este nombre solo se mostrará en el equipo.

Los demás parámetros de la configuración de la cuenta, son los que vienen por defecto, en la figura 3-36 se muestra la pantalla de configuración del teléfono IP.

The screenshot shows the configuration page for account 1. The interface includes a navigation bar with 'Cuentas' selected, and a sidebar with 'CUENTA 1' and 'CUENTA 2'. The main content area is titled 'CUENTA 1' and contains the following fields:

- Cuenta Activa:** Radio buttons for 'No' and 'SI'.
- Nombre Cuenta:** Text input field with 'Javier Hermosa' and a note '(e.g., MiCompañía)'. Below it is a 'Servidor SIP' field with '192.168.20.152' and a note '(e.g., sip.mycompany.com, o direccin IP)'. Below that is a 'Servidor SIP secundario' field with '(e.g., sip.mycompany.com, o direccin IP)'. Below that is an 'Outbound Proxy' field with '(opcional, e.g. proxy.miproveedor.com, o direccin IP)'. Below that is an 'ID Usuario SIP' field with '2125' and a note '(la parte USUARIO de la dirección SIP)'. Below that is an 'ID Autenticado SIP' field with '2125' and a note 'puede ser igual o diferente'. Below that is a 'Clave Autenticada' field with '(no se muestra por seguridad)'. Below that is a 'Nombre' field with 'Javier Hermosa' and a note '(opcional, e.g., Jose Perez)'.

On the right side, there is a sidebar with the following text:

- ID Usuario SIP:** (la parte USUARIO de la dirección SIP)
- ID Autenticado SIP:** puede ser igual o diferente
- Revise los certificados del dominio:** Cuando seleccione SI/Activado, se revisará el certificado del dominio según RFC5922

The top right corner of the interface shows 'Versión de Programa 1.0.3.30'.

Figura 3-36 Configuración de la cuenta SIP

3.3.2 AJUSTES

Dentro de ajustes existen dos clases:

- Configuración Básica.
- Configuración Avanzada.

3.3.2.1 Configuración Básica

Dentro de las configuraciones básicas se realizan configuraciones como:

- **Contraseña:** Se refiere a la contraseña de acceso a la interfaz de configuración del equipo, o contraseña de administrador.
- **Protocolo de Internet:** Se debe escoger la versión del protocolo de Internet a ser utilizado, para la configuración en Fundación ESPOIR se utilizó IPv4.
- **Tipo de asignación de dirección IP:** Para la configuración del equipo se la definirá como DHCP.
- **Zona horaria:** Se define la zona horaria a ser usada, si se la deja como automática tomará la configuración del servidor NTP proporcionada.

Los demás parámetros de la configuración básica se los dejará por defecto, en la figura 3-37 se presenta la pantalla de configuraciones básicas.

The screenshot displays the 'Configuración Estática' (Static Configuration) section of a network device's configuration interface. The settings are as follows:

- Dirección IP:** 192 . 168 . 20 . 129
- Máscara de Subred:** 255 . 255 . 255 . 0
- Gateway:** 192 . 168 . 20 . 1
- Servidor DNS 1:** 192 . 168 . 0 . 11
- Servidor DNS 2:** 0 . 0 . 0 . 0
- Servidor DNS preferido:** 0 . 0 . 0 . 0
- Modo 802.1X:** Deshabilitado
- Identidad:** (empty text field)
- Clave MD5:** (empty text field, with a note '(no se muestra por seguridad)')
- Teclas de Línea:** Tecla de Línea 1
- Modo de Tecla:** Línea
- Cuenta:** Cuenta 1
- Nombre:** (empty text field)
- ID Usuario:** (empty text field)

Figura 3-37 Configuración Básica de teléfono IP

3.3.2.2 Estado

En la pantalla de estado del teléfono se puede observar el estado de las configuraciones del equipo, e información del equipo en general. Se puede observar:

- Dirección MAC.
- Dirección IP.
- Modelo del equipo.
- Número de parte.
- Versión de *software*.
- Tiempo de operación OK
- Hora del sistema, esta hora es la proporcionada por la configuración del NTP.
- Registrado: Aquí se observa si el equipo tiene cuentas de usuario SIP registradas, tanto en la cuenta 1 como en la cuenta 2.

En la figura 3-38 se presenta la pantalla de estado del teléfono IP, donde se muestran las configuraciones de red, estado de cuentas, etc.



Figura 3-38 Estado de teléfono IP

Una vez configurados los teléfonos se configuraron los *softphones* necesarios en la implementación.

3.4 *SOFTPHONES*

El *softphone* es un *software* que permitirá a un usuario tener un cliente de Telefonía IP en su equipo PC, laptop o *smartphone*.

Como primer paso para obtener el cliente, se deberá descargar el *software* requerido, en este caso se hará uso del *software* “**Zoiper**”, el cliente es soportado por Microsoft y en dispositivos móviles por Android e IOS.

3.4.1 CONFIGURACIÓN DE *SOFTPHONE*

Para iniciar con la configuración del *softphone* se ejecuta el programa, en la figura 3-39 se presenta la pantalla inicial del *software softphone*.



Figura 3-39 Programa Zoiper, sin configuración

En la figura 3-40 se presenta la pantalla de inicio de configuración. En este paso se seleccionó la opción de “*Creara una nueva cuenta*”.

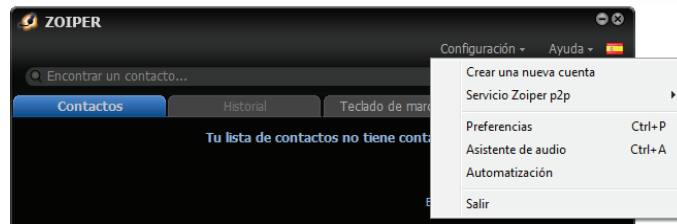


Figura 3-40 Zoiper: Configuración

En la figura 3-41 se debió especificar el tipo de cuenta que será creada, pudiendo escoger entre las siguientes opciones: SIP, IAX y XMPP (*Extensible Messaging and Presence Protocol*): ³²

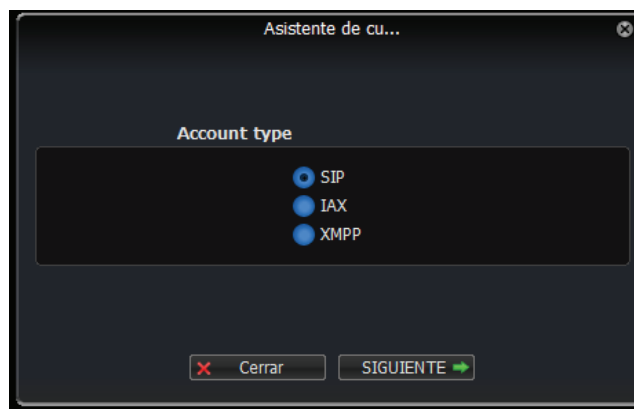


Figura 3-41 Zoiper, selección de tipo de cuenta

Una vez creada la cuenta SIP se ingresó los parámetros:

- **User/user@host:** La extensión o cuenta que se configuró.
- **Password:** La contraseña definida en la creación de la extensión SIP de la central telefónica IP.
- **Domain/Outbound Proxy:** La dirección IP de la central.

En la figura 3-42 se presenta la pantalla de configuración de la cuenta de Zoiper.

³² **XMPP (*Extensible Messaging and Presence Protocol*):** XMPP es un protocolo abierto que se creó para ser usado en sistemas de mensajería instantánea originalmente, está basado en XML. Originalmente se conocía como Jabber, y el proyecto fue iniciado en 1998 por Jeremie Miller. Actualmente XMPP y sus múltiples extensiones soportan mensajería instantánea, videoconferencia, vista del estado en línea de los usuarios, y transferencia de archivos a través de clientes. [41]

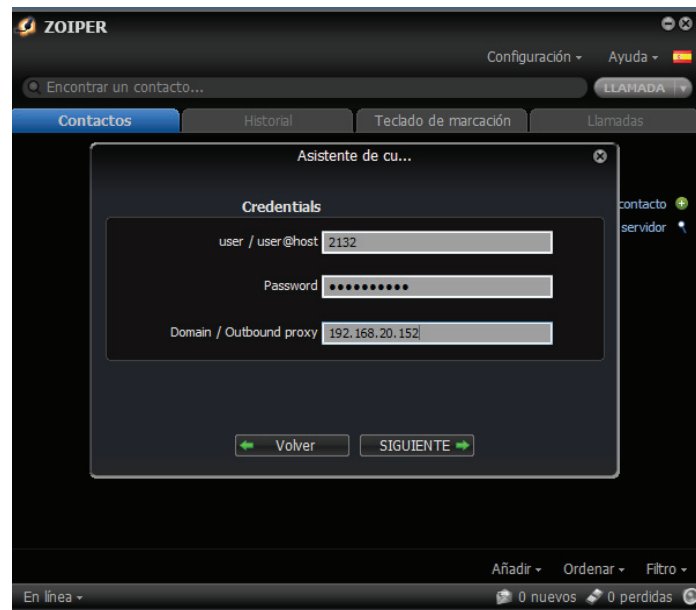


Figura 3-42 Configuración de cuenta de usuario SIP

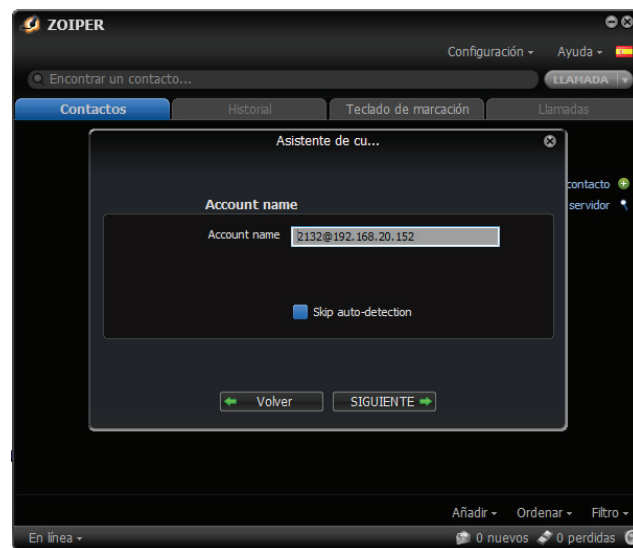


Figura 3-43 Nombre de la cuenta de usuario

Una vez que se ingresó los parámetros de la cuenta, se muestra el nombre de la cuenta de usuario o “*Account name*” que es extensión@Dirección_IP_Servidor quedando de la siguiente forma “[2132@192.168.20.152](#)”, en la figura 3-43 se muestra la pantalla de la cuenta configurada.

En la Figura 3-44 se muestra que la extensión configurada con el *softphone* se encuentra registrada.

| Estado | Extensión | Nombre del identificador de llama | Tecnología | IP y Puerto | Estado de correo elect | Opciones |
|--------------------------|-----------|-----------------------------------|------------|---------------------|------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | 2131 | Claudia Moreno | SIP | -- | Por enviar | |
| <input type="checkbox"/> | 2132 | Softphone Prueba | SIP | 192.168.150.2:10010 | Por enviar | |

Figura 3-44 Registro de cuenta SIP de softphone en central telefonica IP

3.5 INSTALACIONES DE CENTRALES IP REALIZADAS

En la implementación del sistema de Telefonía IP se configuraron un total de 15 centrales telefónicas IP las que se muestran en la tabla 3-16.

| ÍTEM | OFICINA | MODELO CENTRAL |
|------|--------------|----------------|
| 1 | MATRIZ | UCM-6116 |
| 2 | QUITO SUR | UCM-6104 |
| 3 | DAULE | UCM-6104 |
| 4 | DURÁN | UCM-6104 |
| 5 | PIÑAS | UCM-6102 |
| 6 | HUAQUILLAS | UCM-6102 |
| 7 | MACHALA | UCM-6108 |
| 8 | PORTOVIEJO | UCM-6108 |
| 9 | JIPIJAPA | UCM-6102 |
| 10 | MANTA | UCM-6102 |
| 11 | EL CARMEN | UCM-6102 |
| 12 | PEDERNALES | UCM-6102 |
| 13 | STO. DOMINGO | UCM-6104 |
| 14 | QUEVEDO | UCM-6104 |
| 15 | BABAHOYO | UCM-6102 |

Tabla 3-16 Centrales de telefonía IP

Se comenzó por la central de la oficina Matriz, en la figura 3-45 se muestran los equipos del Data Center de Oficina Matriz, y la central telefónica de Matriz.

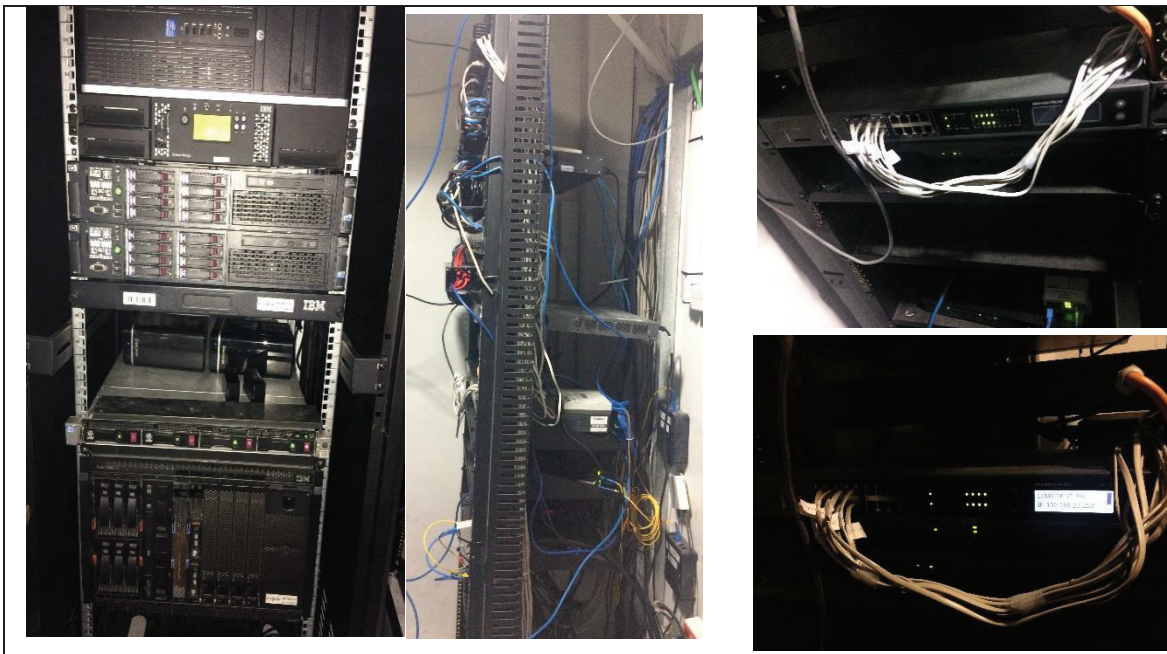










Figura 3-45 Equipamiento de Data Center Oficina Matriz

En la tabla 3-17 se presenta el registro fotográfico de la instalación de las centrales telefónicas.

| OFICINA | MODELO CENTRAL | REGISTRO FOTOGRÁFICO DE INSTALACIÓN |
|---------|----------------|--|
| Matriz | UCM-6116 |  |
| Daule | UCM-6104 |  |

| | | |
|------------|----------|--|
| Piñas | UCM-6102 |  A photograph of a server rack. At the top, there is a black server unit with a red logo. Below it, a network switch is visible with numerous blue and white Ethernet cables plugged into its ports. A monitor is positioned in front of the rack, displaying a network diagram. |
| Machala | UCM-6108 |  A photograph of a server rack. The top section contains several server units. A large, flat-screen monitor is mounted in the middle of the rack, displaying a dark screen. The rack is filled with various electronic components. |
| Portoviejo | UCM-6108 |  A close-up photograph of a network switch. The top row of ports is filled with blue Ethernet cables. The bottom row of ports has white Ethernet cables. Below the switch, a server unit is visible with a label and some indicator lights. |

| | | |
|------------|----------|--|
| Manta | UCM-6102 |  |
| El Carmen | UCM-6102 |  |
| Pedernales | UCM-6102 |  |

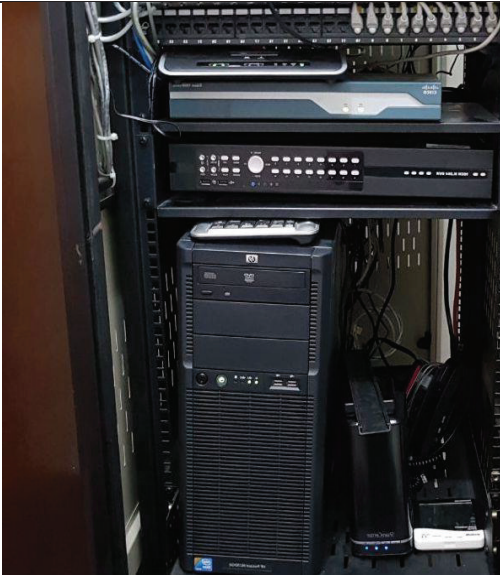

| | | |
|----------|----------|---|
| Quevedo | UCM-6104 |  |
| Babahoyo | UCM-6102 |  |

Tabla 3-17 Registro fotográfico de Centrales Telefónicas Instaladas en fundación
ESPOIR

3.6 INSTALACIONES DE TELÉFONOS IP REALIZADAS

Adicionalmente se realizó la instalación de los clientes de telefonía IP, de acuerdo a la tabla 3-18, adicionalmente se presenta un registro fotográfico de los equipos instalados.

| OFICINA | MODELO TELÉFONO | CANTIDAD DE TELÉFONOS IP |
|--------------|-----------------|--------------------------|
| Matriz | GXP-1625 | 44 |
| Quito Sur | GXP-1625 | 12 |
| Daule | GXP-1625 | 16 |
| Durán | GXP-1625 | 22 |
| Piñas | GXP-1625 | 6 |
| Huaquillas | GXP-1625 | 5 |
| Machala | GXP-1625 | 45 |
| Portoviejo | GXP-1625 | 33 |
| Jipijapa | GXP-1625 | 9 |
| Manta | GXP-1625 | 17 |
| El Carmen | GXP-1625 | 6 |
| Pedernales | GXP-1625 | 2 |
| Sto. Domingo | GXP-1625 | 13 |
| Quevedo | GXP-1625 | 17 |
| Babahoyo | GXP-1625 | 11 |

Tabla 3-18 Detalle de Teléfonos IP instalados

En las tablas se presenta el registro fotográfico de algunos de los teléfonos IP instalados a nivel nacional.



Tabla 3-19 Teléfonos IP instalados en Oficina Matriz

Oficina Portoviejo

Tabla 3-20 Teléfonos IP instalados en Oficina Portoviejo

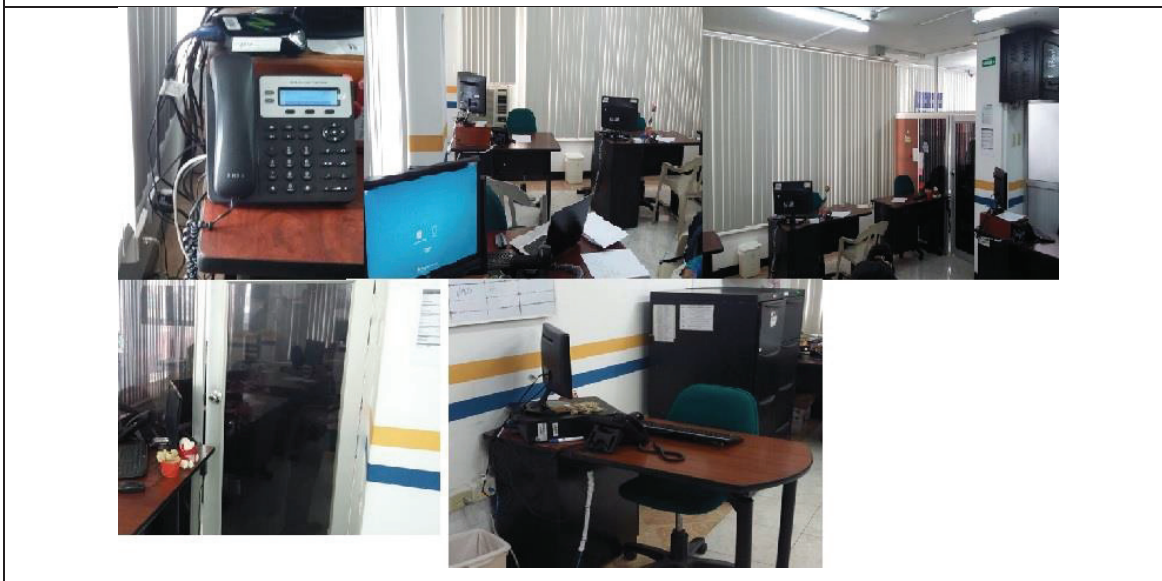
Oficina Daule

Tabla 3-21 Teléfonos IP instalados en Oficina Daule



Tabla 3-22 Teléfonos IP instalados en Oficina Machala

3.7 RESUMEN DE CREACIÓN EXTENSIONES VS NIVELES DE ACCESO

En la tabla 3-23 se presenta un detalle de las extensiones creadas con sus respectivos niveles de acceso a marcado de reglas de salida, en la tabla se clasifican las extensiones telefónicas por áreas.

| OFICINA | ÁREA O DEPARTAMENTO | RANGO | PERMISOS |
|-------------------|-----------------------|-------------|---------------|
| Matriz | Recepción | 2100 - 2101 | Nacional |
| | Financiero Contable | 2102 - 2106 | Nacional |
| | Dirección Ejecutiva | 2107 - 2108 | Internacional |
| | Auditoria Interna | 2109 - 2113 | Local |
| | Talento Humano | 2114 - 2117 | Nacional |
| | Negocios | 2118 - 2119 | Local |
| | Administración | 2120 - 2121 | Nacional |
| | Marketing | 2122 | Local |
| | Sistemas | 2123 - 2130 | Nacional |
| | Procuración de Fondos | 2131 - 2132 | Internacional |
| | Riesgos Financieros | 2133 | Local |
| | Cobranzas | 2134 - 2138 | Local |
| | Operaciones | 2139 - 2142 | Local |
| Auditoria Externa | 2143 - 2145 | Local | |
| Quito Sur | Recepción | 2000 - 2001 | Local |
| | Administración | 2002 - 2003 | Nacional |
| | Crédito Individual | 2004 - 2010 | Local |

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-------------|----------|
| | Legal y Cobranzas | 2011 - 2015 | Nacional |
| | Jefe de Agencia | 2016 | Nacional |
| Sto. Domingo de los Tsáchilas | Recepción | 3000 | Local |
| | Administración | 3001 | Nacional |
| | Coordinación | 3002 | Local |
| | Operaciones | 3003 – 3005 | Local |
| | Educación | 3006 | Local |
| | Crédito Grupal | 3007 – 3009 | Local |
| | Legal y Cobranzas | 3010 -3011 | Local |
| Portoviejo | Recepción | 4000 – 4001 | Local |
| | Educación | 4002 – 4003 | Local |
| | Legal y Cobranzas | 4004 – 4008 | Local |
| | Administración | 4009 – 4014 | Nacional |
| | Coordinación | 4015 | Nacional |
| | Operaciones | 4016 – 4025 | Local |
| | Sistemas | 4026 | Local |
| | Riesgos Ocupacionales | 4027 | Local |
| | Crédito Individual | 4028 - 4035 | Local |
| | Crédito Grupal | 4036 – 4042 | Local |
| Manta | Recepción | 4100 – 4101 | Local |
| | Supervisión | 4102 – 4104 | Nacional |
| | Operaciones | 4105 – 4109 | Local |
| | Legal y Cobranzas | 4110 – 4111 | Nacional |
| | Crédito Individual | 4112 – 4114 | Local |
| | Crédito Grupal | 4115 – 4119 | Local |
| | Dispensario Medico | 4120 | Local |
| Jipijapa | Recepción | 4200 – 4201 | Local |
| | Jefe de Oficina | 4202 | Nacional |
| | Educación | 4203 | Local |
| | Operaciones | 4204 – 4205 | Local |
| | Crédito Grupal | 4206 – 4209 | Local |
| | Crédito Individual | 4210 | Local |
| El Carmen | Recepción | 4301 | Local |
| | Jefe de Oficina | 4302 | Nacional |
| | Departamento de Crédito | 4303 – 4305 | Local |
| Pedernales | Recepción | 4401 | Local |
| | Departamento de Crédito | 4402 – 4403 | Local |
| Quevedo | Recepción | 5000 | Internas |
| | Administración | 5001 – 5002 | Nacional |
| | Coordinación | 5003 | Nacional |
| | Crédito Individual | 5004 - 5008 | Internas |
| | Crédito Grupal | 5009 – 5013 | Internas |
| | Operaciones | 5014 – 5016 | Internas |
| | Legal y Cobranzas | 5017 – 5019 | Nacional |

| | | | |
|------------|-------------------------|-------------|----------|
| | Educación | 5020 | Internas |
| | Dispensario Medico | 5021 – 5022 | Internas |
| Babahoyo | Recepción | 5100 | Internas |
| | Jefe de Oficina | 5101 | Nacional |
| | Legal y Cobranzas | 5102 – 5105 | Nacional |
| | Operaciones | 5106 – 5109 | Internas |
| | Departamento de Crédito | 5110 - 5114 | Internas |
| | | | |
| Durán | Recepción | 6000 | Local |
| | Administración | 6001 | Local |
| | Coordinación | 6002 | Nacional |
| | Operaciones | 6003 – 6008 | Nacional |
| | Educación | 6009 | Local |
| | Crédito Individual | 6010 - 6014 | Local |
| | Crédito Grupal | 6015 – 6020 | Local |
| | Legal y Cobranzas | 6021 – 6023 | Local |
| | | | |
| Daule | Recepción | 6100 | Local |
| | Jefe de Oficina | 6101 | Nacional |
| | Crédito Individual | 6102 – 6104 | Local |
| | Legal y Cobranzas | 6105 – 6107 | Local |
| | Crédito Grupal | 6108 – 6113 | Local |
| | Educación | 6114 | Local |
| | Operaciones | 6115 – 6117 | Local |
| | | | |
| Machala | Recepción | 7000 – 7002 | Local |
| | Administración | 7003 - 7006 | Nacional |
| | Coordinación | 7007 | Nacional |
| | Educación | 7008 | Local |
| | Legal y Cobranzas | 7009 – 7018 | Nacional |
| | Operaciones | 7019 – 7023 | Nacional |
| | Crédito Individual | 7024 – 7034 | Local |
| | Crédito Grupal | 7035 – 7051 | Local |
| | | | |
| Piñas | Recepción | 7100 – 7101 | Local |
| | Jefe de Oficina | 7102 | Nacional |
| | Crédito Individual | 7103 – 7104 | Local |
| | Crédito Grupal | 7105 – 7106 | Local |
| | | | |
| Huaquillas | Recepción | 7300 – 7301 | Local |
| | Jefe de Oficina | 7302 | Nacional |
| | Departamento de Crédito | 7303 - 7305 | Local |

Tabla 3-23 Detalle de áreas con rangos de extensiones vs niveles de acceso

En el Anexo B se presenta un detalle extensión por extensión de cada una de las oficinas implementadas.

3.8 DIAGRAMA DE INSTALACIONES DEL EQUIPAMIENTO

En los siguientes diagramas se presentan un detalle de cómo se conectó el equipamiento en las redes locales.

En la figura 3-46 se presenta el esquema de conexión de la red de oficina Matriz, la misma se encuentra distribuida en dos pisos PH y 4^{to} Piso.

En las oficinas remotas se dispone de tres diferentes esquemas de conectividad, dependiendo de la distribución de las oficinas, se tienen los siguientes diagramas:

- Diagrama de conectividad de oficinas distribuidas en tres plantas.
- Diagrama de conectividad de oficinas distribuidas en dos plantas.
- Diagrama de conectividad de oficinas distribuidas en una sola planta.

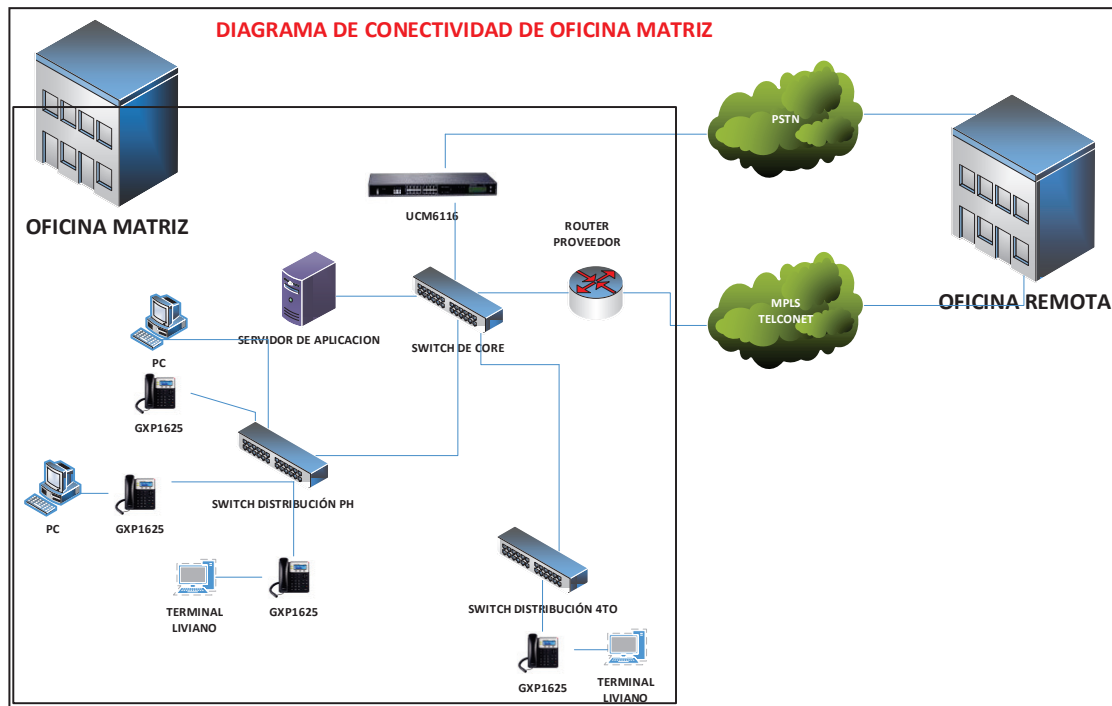


Figura 3-46 Diagrama de conectividad de Oficina Matriz

Las oficinas que son representados en los diagramas de tres plantas son: Portoviejo, Quevedo, Machala, en la figura 3-47 se presenta el esquema de distribución de tres plantas.

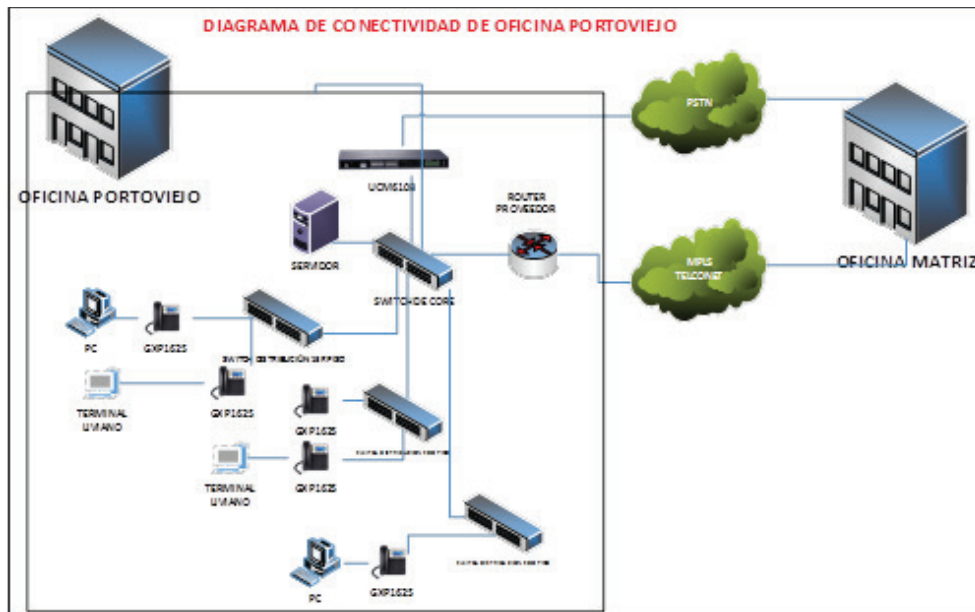


Figura 3-47 Diagrama de conectividad oficina distribuida en tres plantas

Las oficinas que son representados en los diagramas de dos plantas son: Quito Sur, Santo Domingo, Manta, Jipijapa, Babahoyo, Daule, en la figura 3-48 se presenta el esquema de distribución de dos plantas.

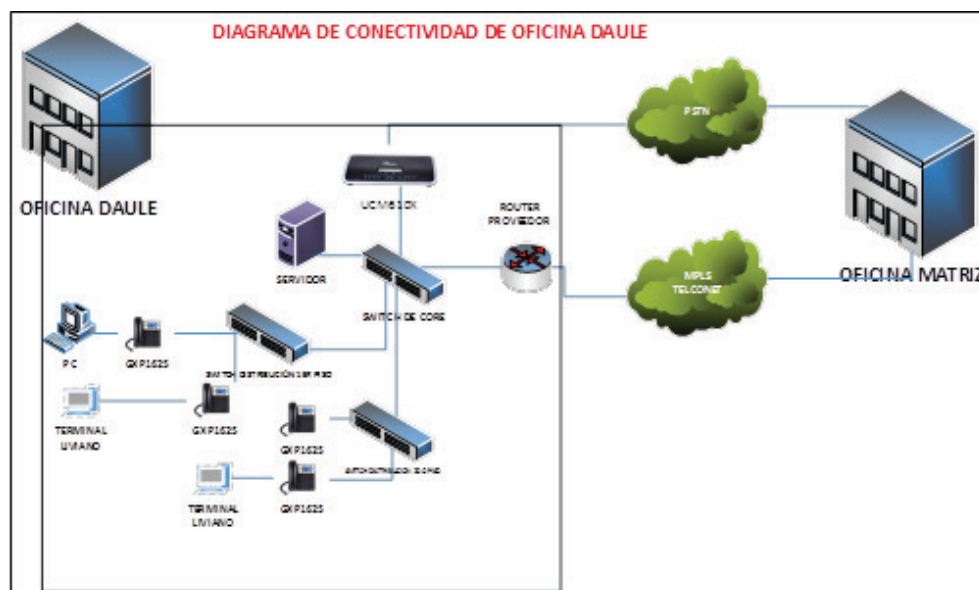


Figura 3-48 Diagrama de conectividad oficina distribuida en dos plantas

Las oficinas que son representados en los diagramas de una sola planta son: Durán, Piñas, Huaquillas, El Carmen, y Pedernales, en la figura 3-49 se presenta el esquema de distribución de una sola planta.

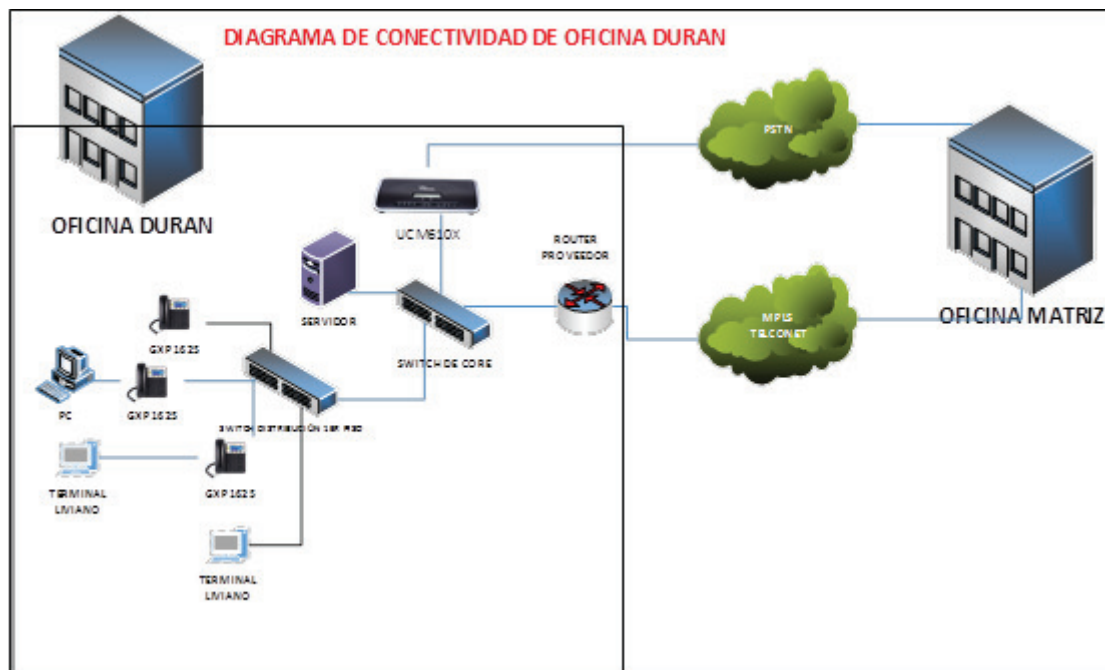


Figura 3-49 Diagrama de conectividad oficina distribuida en una sola planta

CAPÍTULO 4.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Las pruebas que se realizaron están destinadas a verificar que todos los dispositivos y servicios implementados están configurados y funcionando correctamente, para esto se generó un listado de pruebas.

Se realizaron pruebas en todos los elementos de la nueva infraestructura, el proceso de pruebas estuvo orientado a demostrar que la infraestructura implementada es confiable, y cumple con las expectativas de Fundación ESPOIR y se ajusta a las necesidades planteadas. El proceso de pruebas se verificó los servicios implementados y la conectividad a los equipos instalados.

- Pruebas de conectividad.
 - Ping centrales telefónicas IP.
 - Traceroute a las centrales telefónicas IP

- Pruebas de configuraciones
 - Pruebas de extensiones.
 - Pruebas de llamadas internas.
 - Pruebas de troncales VoIP.
 - Pruebas de troncales analógicas.

- Pruebas de Servicios Implementados IP.
 - Pruebas de funcionamiento de captura de llamadas.
 - Pruebas de funcionamiento de transferencia de llamadas.
 - Pruebas de funcionamiento de grabación de llamadas.
 - Pruebas de funcionamiento de sistema de respuesta automática IVR.
 - Pruebas de funcionamiento de salas de conferencias.

- Prueba de Captura de tráfico de voz.

4.1 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD

Las pruebas de conectividad tienen como objetivo la verificación de que los equipos de Telefonía IP se puedan alcanzar entre ellos dentro de la red de datos de Fundación ESPOIR, estas pruebas se las realizó utilizando dos comandos básicos que son ping y traceroute.

4.1.1 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD PROTOCOLO ICMP

Las pruebas de conectividad se utilizó el comando ping, esta prueba tuvo como objetivo, el verificar la conectividad de las centrales telefónicas, además de verificar los tiempos de conectividad de las centrales hacia la oficina Matriz.

De acuerdo a las recomendaciones de la ITU G-114, en la transmisión de voz sobre IP los retardos entre 1 a 150 milisegundos son admisibles, pero los retardos que superan los 400 milisegundos resultan inaceptables, en las pruebas de conectividad realizadas se muestra que los tiempos de retardo promedio no superan estos valores recomendados. [37] [38]

En la tabla 4-1 se presentan los resultados de conectividad obtenidos en las pruebas del comando ping realizadas entre Matriz y las demás oficinas, presentando los tiempos mínimo, máximo y promedio obtenidos en cada una de las pruebas.

En el Anexo C en la tabla 3-1 se presenta las capturas de pantallas de las pruebas realizadas del comando ping desde la oficina Matriz a cada oficina.

De los valores obtenidos en las pruebas de comando ping, se estableció el valor promedio de respuesta de los paquetes enviados, estos valores se presentan en la tabla 4-2, cabe resaltar que los tiempos promedios obtenidos en cada oficina el valor más alto corresponde a la oficina de Huaquillas con un valor promedio de 26,631 milisegundos, el valor más alto en la prueba a la oficina a Huaquillas es de 43,250 milisegundos.

| DESCRIPCIÓN | RESULTADOS |
|--|---|
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Portoviejo | Tiempo mínimo: 13,675 milisegundos Tiempo promedio: 13,905 milisegundos Tiempo máximo: 14,250 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Manta | Tiempo mínimo: 12,975 milisegundos Tiempo promedio: 13,456 milisegundos Tiempo máximo: 15,825 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Jipijapa | Tiempo mínimo: 10,000 milisegundos Tiempo promedio: 10,080 milisegundos Tiempo máximo: 10,225 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina El Carmen | Tiempo mínimo: 3,950 milisegundos Tiempo promedio: 4,175 milisegundos Tiempo máximo: 4,825 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Sto. Domingo | Tiempo mínimo: 3,400 milisegundos Tiempo promedio: 5,143 milisegundos Tiempo máximo: 10,200 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Quevedo | Tiempo mínimo: 14,175 milisegundos Tiempo promedio: 14,285 milisegundos Tiempo máximo: 14,425 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Babahoyo | Tiempo mínimo: 8,500 milisegundos Tiempo promedio: 8,743 milisegundos Tiempo máximo: 9,125 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Durán | Tiempo mínimo: 10,925 milisegundos Tiempo promedio: 11,187 milisegundos Tiempo máximo: 11,500 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Daule | Tiempo mínimo: 11,100 milisegundos Tiempo promedio: 11,231 milisegundos Tiempo máximo: 11,425 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Machala | Tiempo mínimo: 13,800 milisegundos Tiempo promedio: 15,075 milisegundos Tiempo máximo: 19,775 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Piñas | Tiempo mínimo: 13,625 milisegundos Tiempo promedio: 14,037 milisegundos Tiempo máximo: 14,550 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Huaquillas | Tiempo mínimo: 20,900 milisegundos Tiempo promedio: 26,631 milisegundos Tiempo máximo: 43,250 milisegundos |
| Prueba de comando ping desde oficina Matriz a Oficina Quito Sur | Tiempo mínimo: 1,500 milisegundos Tiempo promedio: 1,562 milisegundos Tiempo máximo: 1,625 milisegundos |

Tabla 4-1 Tabla de pruebas de ping en las centrales telefónicas IP

| ORIGEN | DESTINO | TIEMPO PROMEDIO |
|--------|--------------|---------------------|
| Matriz | Portoviejo | 13,905 milisegundos |
| Matriz | Manta | 13,456 milisegundos |
| Matriz | Jipijapa | 10,080 milisegundos |
| Matriz | El Carmen | 4,175 milisegundos |
| Matriz | Sto. Domingo | 5,143 milisegundos |
| Matriz | Quevedo | 14,285 milisegundos |
| Matriz | Babahoyo | 8,743 milisegundos |
| Matriz | Durán | 11,187 milisegundos |
| Matriz | Daule | 11,231 milisegundos |
| Matriz | Machala | 15,075 milisegundos |
| Matriz | Piñas | 14,037 milisegundos |
| Matriz | Huaquillas | 26,631 milisegundos |
| Matriz | Quito Sur | 1,562 milisegundos |

Tabla 4-2 Tiempos obtenidos en pruebas de ping

Una vez realizadas las pruebas entre oficina Matriz con todas las demás oficinas, se obtiene de todo el sistema los siguientes resultados:

- **Tiempo máximo:** 26,631 milisegundos, este tiempo se presenta en la prueba realizada desde Matriz a la oficina Huaquillas.
- **Tiempo mínimo:** 1,562 milisegundos, este tiempo se presenta en la prueba realizada desde Matriz y la oficina Quito Sur.
- **Tiempo promedio:** 11,500 milisegundos, este valor se obtiene del promedio de los valores obtenidos de todo el sistema.

De acuerdo a los valores obtenidos se observa que el sistema cumple los estándares de tiempos de respuesta recomendados en la norma ITU G-114 para la telefonía IP, en la figura 4-1 se muestra el nivel de satisfacción de los usuarios de acuerdo a los niveles de retardo en la comunicación, esta información es tomada de una fuente bibliografica. [37]

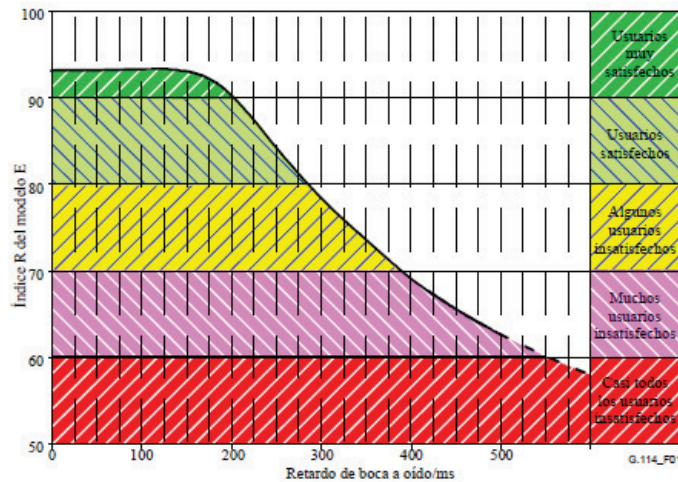


Figura 4-1 Niveles de satisfacción vs Niveles de retardo [37]

4.1.2 PRUEBAS DE TRACEROUTE

Las pruebas del comando traceroute tuvieron como objetivo verificar la conectividad entre las centrales telefónicas IP y al mismo tiempo verificar las rutas de conectividad entre oficinas. Además, traceroute muestra los saltos de la ruta desde el origen al destino de la conexión usando paquetes ICMP, para las pruebas del comando traceroute, se utilizaron herramientas de la consola de administración de las centrales telefónicas GrandStream, la figura 4-2 muestra la herramienta utilizada en las pruebas. [37]



Figura 4-2 Central GrandStream herramienta utilizada en la prueba traceroute

Las pruebas consistieron en ejecutar el comando traceroute desde 5 de las oficinas, las cuales fueron: Portoviejo, Quevedo, Durán, Machala y Quito Sur, en la tabla 4-3 se muestra los resultados obtenidos en las pruebas.

| DESCRIPCIÓN | RUTA |
|---|--|
| Comando: traceroute 192.168.20.152 Oficina: Portoviejo IP Origen: 192.168.1.4 IP Gateway: 192.168.1.1 | Salto 1 = 192.168.1.1 Salto 2 = 10.81.86.25 Salto 3 = 10.201.81.254 Salto 4 = 10.201.111.146 Salto 5 = 10.21.85.57 Salto 6 = 10.21.85.58 Salto 7 = 192.168.20.152 |
| Comando: traceroute 192.168.20.152 Oficina: Quevedo IP Origen: 192.168.7.4 IP Gateway: 192.168.7.1 | Salto 1 = 192.168.7.1 Salto 2 = 10.71.86.177 Salto 3 = 10.201.71.242 Salto 4 = 10.201.111.146 Salto 5 = 10.21.85.57 Salto 6 = 10.21.85.58 Salto 7 = 192.168.20.152 |
| Comando: traceroute 192.168.20.152 Oficina: Durán IP Origen: 192.168.6.4 IP Gateway: 192.168.6.1 | Salto 1 = 192.168.6.1 Salto 2 = 10.11.151.121 Salto 3 = 10.201.111.18 Salto 4 = 10.201.111.146 Salto 5 = 10.21.85.57 Salto 6 = 10.21.85.58 Salto 7 = 192.168.20.152 |
| Comando: traceroute 192.168.20.152 Oficina: Machala IP Origen: 192.168.5.4 IP Gateway: 192.168.5.1 | Salto 1 = 192.168.5.1 Salto 2 = 10.52.87.81 Salto 3 = 10.201.52.229 Salto 4 = 10.201.111.146 Salto 5 = 10.21.85.57 Salto 6 = 10.21.85.58 Salto 7 = 192.168.20.152 |
| Comando: traceroute 192.168.20.152 Oficina: Quito Sur IP Origen: 192.168.14.4 IP Gateway: 192.168.14.1 | Salto 1 = 192.168.14.1 Salto 2 = 10.21.83.33 Salto 3 = 10.201.211.198 Salto 4 = 10.21.85.57 Salto 5 = 10.21.85.58 Salto 6 = 192.168.20.152 |

Tabla 4-3 Pruebas de conectividad comando traceroute desde las oficinas regionales a Matriz

Los resultados son satisfactorios al poder probar la conectividad entre las centrales telefónicas IP.

4.2 PRUEBAS DE CONFIGURACIONES

Las pruebas de configuraciones tienen como objetivo la verificación de las configuraciones realizadas en las centrales IP, configuraciones como creación de extensiones, troncales IP, troncales analógicas, rutas de salida y rutas de entrada.

4.2.1 PRUEBAS DE EXTENSIONES

El objetivo de la prueba tuvo como objetivo verificar el registro de un cliente de Telefonía IP a la central telefónica IP, al realizar la autenticación del cliente en la central telefónica IP, para la prueba de registro se utilizaron los siguientes recursos:

- **Central Telefónica IP**
- **Cliente IP (*Softphone*)**
- **Cuenta de Usuario:** Se usará una cuenta de usuario de prueba.
 - **Extensión:** 2148
 - **Contraseña SIP:** contraseña2148
 - **Servidor:** 192.168.20.152

La prueba consistirá en crear una extensión de usuario en la central telefónica IP, esta extensión se registrará en el cliente IP *softphone*, una vez registrado el cliente, se constará que el registro se encuentre en la central telefónica IP. En la figura 4-3 se presenta la pantalla de creación de la extensión de usuario en la central telefónica IP.

| Configuraciones Básicas | | Medio | Funciones | Momento Específico |
|---------------------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|
| General | | | | |
| Extensión: | 2148 | Numero de Identificador de llamada: | 2148 | |
| Permiso: | Nacional | Contraseña SIP/IAAX: | espolr2148 | |
| ID de autenticación: | 2148 | Activar correo de voz: | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Contraseña de correo de voz: | ***** | Omitir verificación de contraseña del correo de voz: | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Deshabilite esta extensión: | <input type="checkbox"/> | | | |
| Configuración de usuario | | | | |
| Nombre: | prueba | Apellido: | matriz | |
| Dirección de Email: | | Contraseña de usuario: | ***** | |
| Lenguaje: | Predeterminado | Registros Concurrentes: | 1 | |
| Cancelar | | Guardar | | |

Figura 4-3 Extensión SIP creado para pruebas de funcionamiento

En la figura 4-4 se presenta la pantalla que indica el estado de la extensión creada en la central cuando aún no mantiene un registro SIP en un cliente IP.

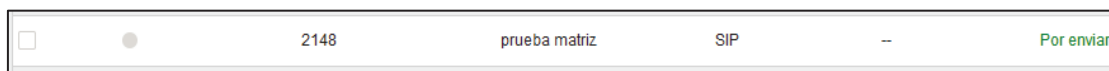


Figura 4-4 Estado presentado en la central telefónica IP, extensión sin registro SIP

Para las pruebas la extensión cliente creada se configurará en un *softphone* en la figura 4-5 se presenta la pantalla de configuración del cliente de telefonía IP.

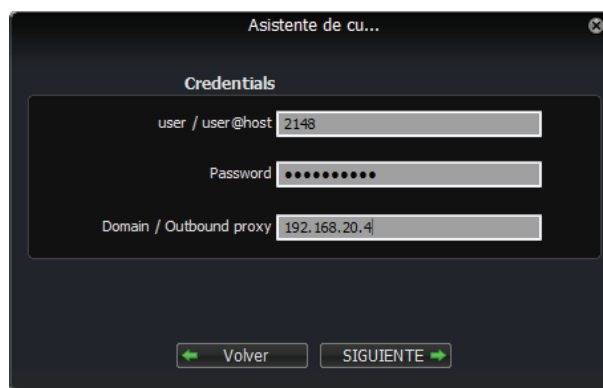


Figura 4-5 Registro SIP de cliente softphone

Una vez creado el registro SIP de la extensión, el estado de la extensión en la central telefónica cambiara de color de gris a verde, como se puede observar en la figura 4-6, adicionalmente se presentará la dirección IP del equipo cliente.

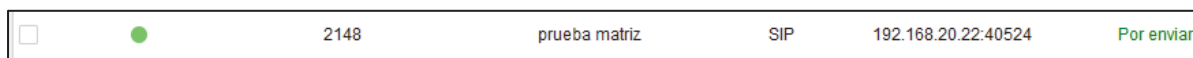


Figura 4-6 Estado presentado en la central telefónica IP, extensión con registro SIP

De la prueba se verifica que la extensión creada se registra satisfactoriamente en la central telefónica IP, esta prueba se verifica con la pantalla de estado de 3 de las centrales telefónicas, como se observa en las figuras 4-7, 4-8 y 4-9, con fines de documentación.

| Estado | Extensión | Nombre del identificador de llan | Tecnología |
|--------|-----------|----------------------------------|------------|
| ● | 2101 | Maddelen Baldeon | SIP |
| ● | 2102 | Eduardo Muñoz | SIP |
| ● | 2103 | Yadira Freire | SIP |
| ● | 2104 | Veronica Zurita | SIP |
| ● | 2105 | Fernanda Duque | SIP |
| ● | 2106 | Jessenia Freire | SIP |
| ● | 2107 | Francisco Moreno | SIP |
| ● | 2108 | Cristina Barrera | SIP |
| ● | 2109 | Romy Calderon | SIP |
| ● | 2110 | Alexis Perez | SIP |
| ● | 2111 | Leydy Chicango | SIP |
| ● | 2112 | Paulina Hidalgo | SIP |
| ● | 2113 | Ramiro Ron | SIP |
| ● | 2114 | Santiago Atiaja | SIP |
| ● | 2115 | Anita Gomez | SIP |

Figura 4-7 Extensiones Oficina Matriz

| Estado | Extensión | Nombre del identificador de llan | Tecnología |
|--------|-----------|----------------------------------|------------|
| ● | 4000 | Gema Zamora | SIP |
| ● | 4001 | Maria Leon | SIP |
| ● | 4002 | Betty Moreira | SIP |
| ● | 4003 | Mercedes Jimenez | SIP |
| ● | 4004 | Janeth Santos | SIP |
| ● | 4005 | Jorge Alarco | SIP |
| ● | 4008 | Karla Giler | SIP |
| ● | 4009 | Maria Velez | SIP |
| ● | 4010 | Marita Rengifo | SIP |
| ● | 4011 | Marisol Rengifo | SIP |
| ● | 4012 | Angelica Loor | SIP |
| ● | 4013 | Gema Palacios | SIP |
| ● | 4015 | Edgar Alarcon | SIP |
| ● | 4016 | Mayra Meza | SIP |
| ● | 4017 | Liliana Plua | SIP |

Figura 4-8 Extensiones Oficina Portoviejo

| Estado | Extensión | Nombre del Identificador de llamada | Tecnología |
|--------|-----------|-------------------------------------|------------|
| ● | 7001 | Lizandro Heredia | SIP |
| ● | 7002 | Jossely Panta | SIP |
| ● | 7003 | Gina Afiasco | SIP |
| ● | 7004 | Inis Illecas | SIP |
| ● | 7005 | Rosa Orofiez | SIP |
| ● | 7007 | Roberto Cornejo | SIP |
| ● | 7008 | Katya Rivadeneira | SIP |
| ● | 7009 | Angel Galbor | SIP |
| ● | 7010 | Jenny Ortiz | SIP |
| ● | 7011 | Alex Solano | SIP |
| ● | 7012 | Ronald Romero | SIP |
| ● | 7013 | Cristian Barreto | SIP |
| ● | 7015 | Yadira Gonzaga | SIP |
| ● | 7016 | Elvis Reyes | SIP |
| ● | 7017 | Jessica Barfama | SIP |

Figura 4-9 Extensiones Oficina Machala

En la tabla 4-4 se presenta un detalle listado de las pruebas de extensiones.

| ÍTEM | EXTENSIÓN | NIVEL DE ACCESO | DIRECCIÓN IP | ESTADO |
|------|-----------|-----------------|----------------|--------|
| 1 | 2102 | Nacional | 192.168.20.105 | Activo |
| 2 | 2103 | Local | 192.168.20.106 | Activo |
| 3 | 2104 | Local | 192.168.20.107 | Activo |
| 4 | 2105 | Local | 192.168.20.108 | Activo |
| 5 | 2106 | Local | 192.168.20.109 | Activo |
| 6 | 2107 | Internacional | 192.168.20.110 | Activo |
| 7 | 2108 | Internacional | 192.168.20.111 | Activo |
| 8 | 2109 | Local | 192.168.20.112 | Activo |
| 9 | 2110 | Local | 192.168.20.113 | Activo |
| 10 | 2111 | Local | 192.168.20.114 | Activo |
| 11 | 2112 | Local | 192.168.20.115 | Activo |
| 12 | 2113 | Local | 192.168.20.116 | Activo |
| 13 | 2114 | Nacional | 192.168.20.117 | Activo |
| 14 | 2115 | Nacional | 192.168.20.118 | Activo |
| 15 | 4000 | Local | 192.168.1.101 | Activo |
| 16 | 4001 | Nacional | 192.168.1.102 | Activo |
| 17 | 4002 | Local | 192.168.1.103 | Activo |
| 18 | 4003 | Local | 192.168.1.104 | Activo |
| 19 | 4004 | Local | 192.168.1.105 | Activo |
| 20 | 4005 | Local | 192.168.1.106 | Activo |

| | | | | |
|----|------|---------------|---------------|--------|
| 21 | 4008 | Local | 192.168.1.109 | Activo |
| 22 | 4009 | Local | 192.168.1.110 | Activo |
| 23 | 4010 | Nacional | 192.168.1.111 | Activo |
| 24 | 4011 | Local | 192.168.1.112 | Activo |
| 25 | 4012 | Local | 192.168.1.113 | Activo |
| 26 | 4013 | Local | 192.168.1.114 | Activo |
| 27 | 4015 | Nacional | 192.168.1.116 | Activo |
| 28 | 4016 | Local | 192.168.1.117 | Activo |
| 29 | 4017 | Local | 192.168.1.118 | Activo |
| 30 | 7001 | Nacional | 192.168.5.101 | Activo |
| 31 | 7002 | Nacional | 192.168.5.102 | Activo |
| 32 | 7003 | Nacional | 192.168.5.103 | Activo |
| 33 | 7004 | Nacional | 192.168.5.104 | Activo |
| 34 | 7005 | Nacional | 192.168.5.105 | Activo |
| 35 | 7006 | Nacional | 192.168.5.106 | Activo |
| 36 | 7007 | Internacional | 192.168.5.107 | Activo |
| 37 | 7008 | Nacional | 192.168.5.108 | Activo |
| 38 | 7009 | Nacional | 192.168.5.109 | Activo |
| 39 | 7010 | Nacional | 192.168.5.110 | Activo |
| 40 | 7011 | Nacional | 192.168.5.111 | Activo |
| 41 | 7012 | Nacional | 192.168.5.112 | Activo |
| 42 | 7013 | Nacional | 192.168.5.113 | Activo |
| 43 | 7015 | Nacional | 192.168.5.115 | Activo |
| 44 | 7016 | Nacional | 192.168.5.116 | Activo |
| 45 | 7017 | Nacional | 192.168.5.117 | Activo |

Tabla 4-4 Registros de extensiones

4.2.2 PRUEBAS DE LLAMADAS INTERNAS

El objetivo de la prueba de llamadas internas es verificar que las llamadas que se realizan a las extensiones de la misma central telefónica se realicen sin ningún inconveniente. Para la realización de pruebas de llamadas telefónicas entre extensiones de la misma central se utilizarán los siguientes recursos:

- Central telefónica
- Cliente de Telefonía IP (*Softphone*)
- Cliente de Telefonía IP (teléfono IP)

En la prueba se realizó una llamada desde un equipo cliente, en este caso un teléfono IP en donde se encuentra configurado una cuenta 2127 perteneciente al usuario de Adriana Yáñez a un equipo destino que se encuentra configurado en un

softphone con el número 2148. En la figura 4-10 se presenta el estado de la cuenta del cliente origen.



Figura 4-10 Estado del registro SIP de cliente de teléfono IP

Desde este cliente se realiza una llamada a la extensión 2148, en la figura 4-11 se presenta el registro fotográfico de la llamada realizada a la extensión 2148.



Figura 4-11 Llamada desde teléfono IP a *Softphone*

La llamada, se conecta al cliente *softphone*, y como se observa en la figura 4-12, se identifica el número vinculado a la cuenta "2127", el nombre del cliente configurado en la central telefónica IP "Adriana Yáñez".

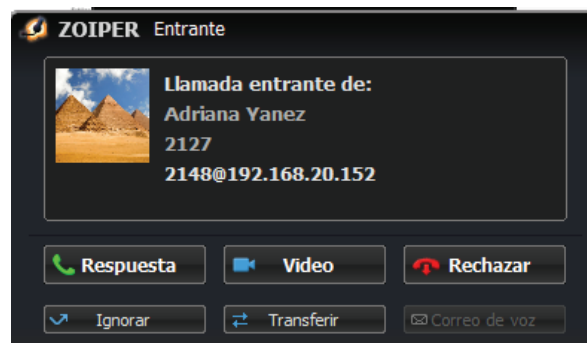


Figura 4-12 Llamada entrante a *softphone*

Adicionalmente se puede verificar el estado de la llamada en el módulo de la central telefónica IP “**Estado/Estado del PBX/Llamadas Activas**”, aquí en la figura 4-13 visualiza la llamada telefónica, origen “2127” y destino “2148”, esta llamada se encuentra siendo monitoreada, los iconos se encuentran en azul para indicar que la llamada aún no es establecida.

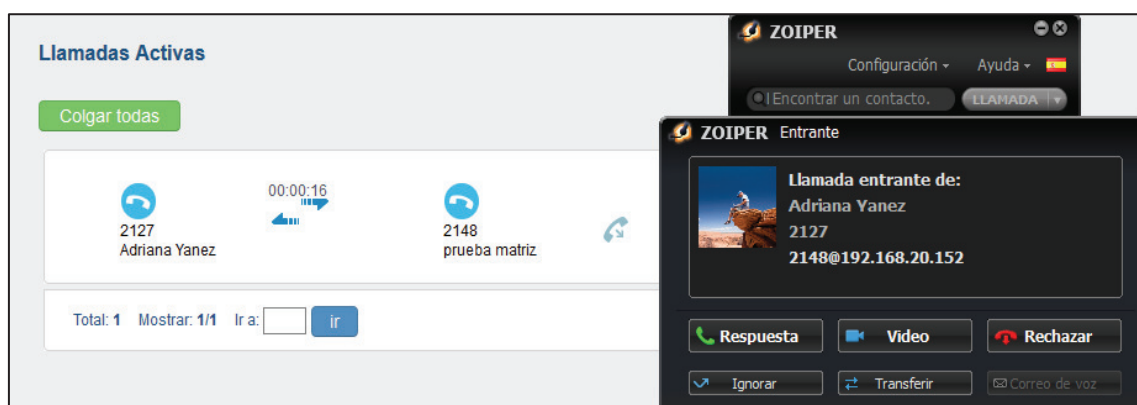


Figura 4-13 Estado de llamadas en la central telefónica IP, proceso de establecimiento de llamada

Una vez que la llamada es contestada el color de los iconos cambia a naranja, y el contador de tiempo comienza a correr, este contador representa el tiempo desde que se estableció la llamada, esto se presenta en la figura 4-14.

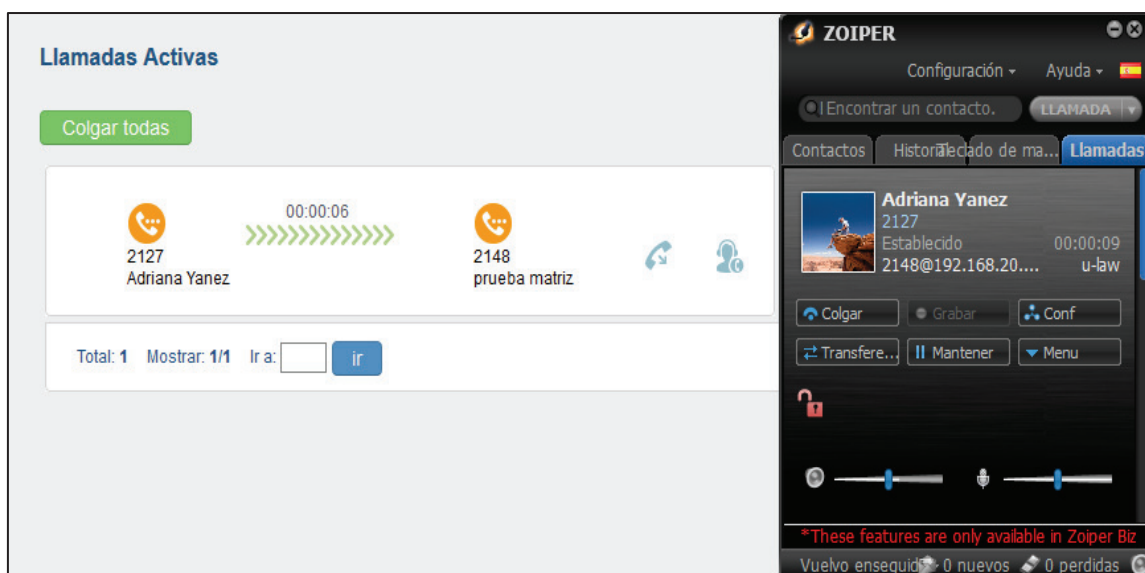


Figura 4-14 Estado de llamadas en central telefónica IP, llamada establecida

Para las pruebas de llamadas internas se realizó un total de 26 llamadas en cada una de las diferentes centrales IP, las mismas que se resumen en la tabla 4-5.

| N° | Central | Extensión Origen | Extensión Destino | Estado de la Prueba | # Intentos |
|----|--------------|------------------|-------------------|---------------------|------------|
| 1 | Matriz | 2127 | 2148 | Exitosa | 1 |
| 2 | Matriz | 2125 | 2129 | Exitosa | 2 |
| 3 | Quito Sur | 2004 | 2001 | Exitosa | 1 |
| 4 | Quito Sur | 2001 | 2010 | Exitosa | 1 |
| 5 | Sto. Domingo | 3000 | 3002 | Exitosa | 1 |
| 6 | Sto. Domingo | 3006 | 3003 | Exitosa | 1 |
| 7 | Portoviejo | 4000 | 4026 | Exitosa | 1 |
| 8 | Portoviejo | 4001 | 4026 | Exitosa | 2 |
| 9 | Manta | 4000 | 4001 | Exitosa | 1 |
| 10 | Manta | 4009 | 4001 | Exitosa | 1 |
| 11 | Jipijapa | 4100 | 4101 | Exitosa | 1 |
| 12 | Jipijapa | 4105 | 4104 | Exitosa | 1 |
| 13 | El Carmen | 4201 | 4202 | Exitosa | 1 |
| 14 | El Carmen | 4201 | 4103 | Exitosa | 1 |
| 15 | Pedernales | 4301 | 4302 | Exitosa | 1 |
| 16 | Quevedo | 5000 | 5004 | Exitosa | 1 |
| 17 | Quevedo | 5006 | 5003 | Exitosa | 1 |
| 18 | Babahoyo | 5100 | 5103 | Exitosa | 1 |
| 19 | Babahoyo | 5102 | 5109 | Exitosa | 1 |
| 20 | Durán | 6000 | 6001 | Exitosa | 1 |
| 21 | Durán | 6004 | 6007 | Exitosa | 1 |
| 22 | Machala | 7002 | 7001 | Exitosa | 1 |
| 23 | Machala | 7004 | 7012 | Exitosa | 1 |
| 24 | Piñas | 7101 | 7106 | Exitosa | 1 |
| 25 | Piñas | 7102 | 7104 | Exitosa | 1 |
| 26 | Huaquillas | 7301 | 7304 | Exitosa | 1 |

Tabla 4-5 Pruebas de llamadas internas

4.2.3 PRUEBAS DE TRONCALES IP

El objetivo de la prueba de troncales IP es verificar que las llamadas que se realizan a las extensiones de centrales telefónicas de otras oficinas se realicen sin ningún inconveniente. Para la realización de pruebas de llamadas telefónicas entre oficinas se utilizaron los siguientes recursos:

- Central telefónica oficina Matriz y Portoviejo

- Troncal VoIP (Trunk_Matriz)
- Regla de salida (Ruta_Matriz)
- Cliente de Telefonía IP (*Softphone*)
- Cliente de Telefonía IP (teléfono IP)

En la prueba se realizó una llamada desde un equipo cliente de la central telefónica A hacia un cliente de la central telefónica B, en la figura 4-15 se presenta el diagrama del proceso de la prueba que se realizó usando las troncales VoIP.

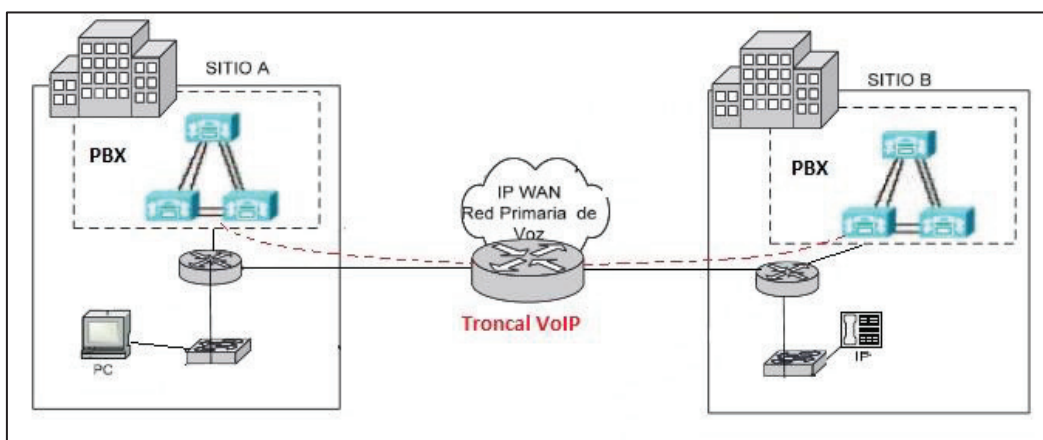


Figura 4-15 Prueba de llamada usando troncales VoIP

En la prueba se configuró un cliente con la cuenta “4061” y establecerá una llamada a la extensión “2125” cuenta configurada en un cliente tipo teléfono IP. En la figura 4-16 se puede observar que la central telefónica IP de Portoviejo monitoreo la llamada del usuario “4061”, y por el momento mantiene un tiempo de conversación de 56 segundos.

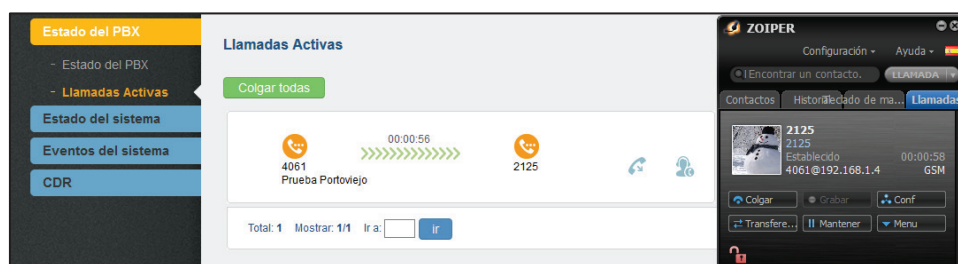


Figura 4-16 Establecimiento de llamada entre usuarios de diferentes centrales telefónicas IP

Si se observa en la figura 4-17, la llamada establecida con la extensión “4061” se encuentra contestada, un tiempo de 01:45 minutos, y está usando el códec G.729.

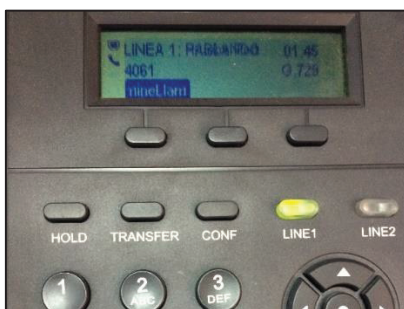


Figura 4-17 Cliente Teléfono IP receptor de llamada

En el detalle del CDR (*Call Detail Record*) de las llamadas se puede observar que la llamada proveniente del usuario “4061” con destino a la “2125”, salió por la troncal llamada “TRUNK_MATRIZ” y mantuvo un tiempo de conversación de 02:30 minutos, como se observa en la figura 4-18.

| Estado PBX Configuraciones Mantenimiento 2017-03-20 14:31 | | | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------|--------|----------------------------|
| Estado >> CDR >> CDR | | | | | | | | |
| No. | Hora de inicio | Tipo de llamada | Fuente | Destino | Duración de la lla | Tiempo de Conve | Estado | Opciones de Grabación de |
| 1 | 2017-03-20 14:22:04 | DIAL | "Karla Giler" 4008 | 1800444488 [Trunk: LINEA_2630235] | 0:00:27 | 0:00:24 | | No Archivos de grabaciones |
| 2 | 2017-03-20 14:21:40 | DIAL | "Karla Giler" 4008 | 042172582 | 0:00:00 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |
| 3 | 2017-03-20 14:21:23 | DIAL | "Karla Giler" 4008 | 042178190 | 0:00:00 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |
| 4 | 2017-03-20 14:20:55 | DIAL | "Karla Giler" 4008 | 4 | 0:00:02 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |
| 5 | 2017-03-20 14:16:28 | DIAL | "Janeth Santos" 4004 | 0985315398 [Trunk: TRUNK_MATRIZ] | 0:04:24 | 0:04:14 | | No Archivos de grabaciones |
| 6 | 2017-03-20 14:16:18 | DIAL | "Janeth Santos" 4004 | 0985315398 [Trunk: TRUNK_MATRIZ] | 0:00:06 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |
| 7 | 2017-03-20 14:16:07 | DIAL | "Janeth Santos" 4004 | 0985315398 [Trunk: TRUNK_MATRIZ] | 0:00:07 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |
| 8 | 2017-03-20 14:16:00 | DIAL | "Janeth Santos" 4004 | 0985315398 [Trunk: TRUNK_MATRIZ] | 0:00:04 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |
| 9 | 2017-03-20 14:14:29 | DIAL | "Prueba Portoviejo" 4061 | 2125 [Trunk: TRUNK_MATRIZ] | 0:02:35 | 0:02:30 | | No Archivos de grabaciones |
| 10 | 2017-03-20 14:14:07 | DIAL | "Janeth Santos" 4004 | 0985315398 [Trunk: TRUNK_MATRIZ] | 0:00:26 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |

4-18 Registro *Call Detail Record* del uso de la troncal entres centrales

Para las pruebas de llamadas internas se realizó un total de 24 llamadas en cada una de las diferentes centrales IP, las mismas que se resumen en la tabla 4-6.

| N° | Central Origen | Central Destino | Extensión Origen | Extensión Destino | Resultado |
|----|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------|
| 1 | Matriz | Quito Sur | 2125 | 2004 | Exitosa |
| 2 | Matriz | Daule | 2125 | 6101 | Exitosa |
| 3 | Matriz | Durán | 2125 | 6000 | Exitosa |
| 4 | Matriz | Piñas | 2125 | 7101 | Exitosa |
| 5 | Matriz | Huaquillas | 2125 | 7301 | Exitosa |
| 6 | Matriz | Machala | 2125 | 7001 | Exitosa |
| 7 | Matriz | Portoviejo | 2125 | 4026 | Exitosa |
| 8 | Matriz | Jipijapa | 2125 | 4201 | Exitosa |
| 9 | Matriz | Manta | 2125 | 4100 | Exitosa |
| 10 | Matriz | El Carmen | 2125 | 4301 | Exitosa |
| 11 | Portoviejo | Matriz | 4026 | 2129 | Exitosa |
| 12 | Portoviejo | Quito Sur | 4026 | 2001 | Exitosa |
| 13 | Portoviejo | Daule | 4026 | 6101 | Exitosa |
| 14 | Portoviejo | Durán | 4026 | 6001 | Exitosa |
| 15 | Portoviejo | Piñas | 4026 | 7102 | Exitosa |
| 16 | Portoviejo | Huaquillas | 4026 | 7301 | Exitosa |
| 17 | Portoviejo | Machala | 4026 | 7004 | Exitosa |
| 18 | Portoviejo | Jipijapa | 4026 | 4201 | Exitosa |
| 19 | Portoviejo | Manta | 4026 | 4101 | Exitosa |
| 20 | Portoviejo | El Carmen | 4026 | 4301 | Exitosa |
| 21 | Portoviejo | Pedernales | 4026 | 4401 | Exitosa |
| 22 | Portoviejo | Sto. Domingo | 4026 | 3001 | Exitosa |
| 23 | Portoviejo | Quevedo | 4026 | 5003 | Exitosa |
| 24 | Portoviejo | Babahoyo | 4026 | 5106 | Exitosa |

Tabla 4-6 Registro de pruebas de llamadas por troncales digitales

A continuación, se realizaron pruebas de las troncales analógicas.

4.2.4 PRUEBAS DE TRONCALES ANALÓGICAS

El objetivo de la prueba de troncales analógicas es verificar que las llamadas que se realizan desde las extensiones a cualquier número externo se direccionen de manera adecuada por las troncales analógicas haciendo uso de las líneas PSTN y se realicen sin ningún inconveniente. Para la realización de pruebas de llamadas telefónicas externas se utilizarán los siguientes recursos:

- Central telefónica Matriz
- Troncal telefónica analógica
- Cliente de Telefonía IP (*Softphone*)

- Cliente de Telefonía IP (teléfono IP)

En la prueba se realizó una llamada desde el cliente A hacia un número de una de las troncales analógicas de la central, y se marcará al cliente B, en la figura 4-19 se presenta el diagrama del proceso de la prueba que se realizó usando la troncal analógica.

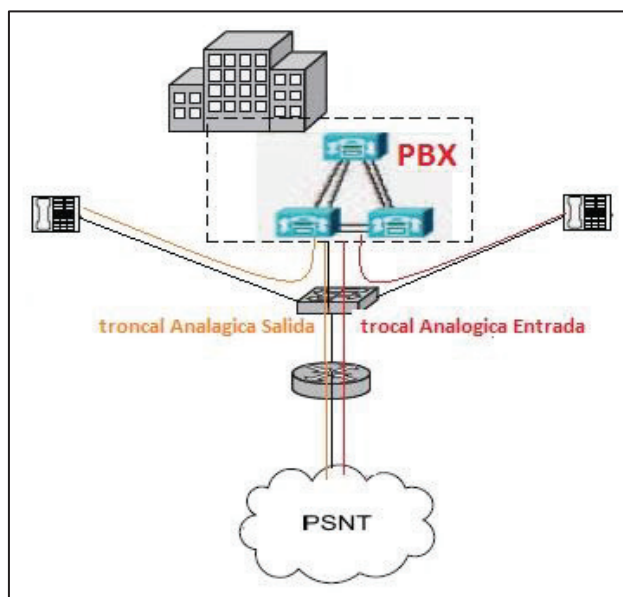


Figura 4-19 Prueba de llamada usando troncales analógicas

En la prueba se realizó por medio de un cliente A una llamada desde la línea 2448943, que en la central telefónica se encuentra configurada como una troncal analógica denominada “Linea_2448943” a la línea 2257288, misma que es otra troncal analógica de la central telefónica de Matriz.

Para comprobar las troncales usadas se verifica en el CDR de la central, que es el encargado de guardar el registro de llamadas que se realizan, en la figura 4-20 se presenta el registro del CDR.

| Detalle de llamadas | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------------|----------------------------------|---------|------------------------|------------------------|--------|-----------------------------------|
| Hora de inicio | Premier de Llamadas | Tipo de llamada | Fuente | Destino | Duración de la llamada | Tiempo de Conversación | Estado | Opciones de Grabación de Archivos |
| 2017-03-20 16:05:25 | 022448943 | IVR[7400] | 022448943 [Trunk: línea-2257288] | 7400 | 0:00:26 | 0:00:25 | | No Archivos de grabaciones |
| 2017-03-20 16:05:52 | 022448943 | IVR[7400] | 022448943 [Trunk: línea-2257288] | 2127 | 0:01:08 | 0:01:08 | | No Archivos de grabaciones |

Figura 4-20 Registro del CDR de llamada

Como se observa la llamada tiene como origen la línea 02-2448943 e ingresa al sistema de IVR por medio de la troncal analógica denominada “Línea_2257288”. Con esta prueba se verifica adicionalmente que las rutas de salida de llamadas locales y ruta de entrada se encuentran correctamente funcionando.

Para las pruebas de llamadas por medio de las troncales analógicas se realizó un total de 28 llamadas en cada una de las diferentes centrales IP, las mismas que se resumen en la tabla 4-7.

| N° | Central | Extensión Origen | Número Externo | Estado de la Prueba |
|----|--------------|------------------|----------------|---------------------|
| 1 | Matriz | 2129 | 2270703 | Exitosa |
| 2 | Matriz | 2125 | 2270702 | Exitosa |
| 3 | Quito Sur | 2004 | 2270703 | Exitosa |
| 4 | Quito Sur | 2001 | 0984060566 | Exitosa |
| 5 | Sto. Domingo | 3000 | 2999999 | Exitosa |
| 6 | Sto. Domingo | 3000 | 2999999 | Exitosa |
| 7 | Portoviejo | 4026 | 2632650 | Exitosa |
| 8 | Portoviejo | 4001 | 2630235 | Exitosa |
| 9 | Manta | 4000 | 2920943 | Exitosa |
| 10 | Manta | 4001 | 2630235 | Exitosa |
| 11 | Jipijapa | 4100 | 2630235 | Exitosa |
| 12 | Jipijapa | 4101 | 2920943 | Exitosa |
| 13 | El Carmen | 4201 | 2630235 | Exitosa |
| 14 | El Carmen | 4201 | 2920943 | Exitosa |
| 15 | Pedernales | 4301 | 2632650 | Exitosa |
| 16 | Quevedo | 5000 | 2733334 | Exitosa |
| 17 | Quevedo | 5004 | 2764222 | Exitosa |
| 18 | Babahoyo | 5100 | 2764222 | Exitosa |
| 19 | Babahoyo | 5101 | 2764523 | Exitosa |
| 20 | Durán | 6000 | 2798241 | Exitosa |
| 21 | Durán | 6001 | 2733079 | Exitosa |
| 22 | Daule | 6100 | 2815196 | Exitosa |
| 23 | Daule | 6100 | 2815198 | Exitosa |
| 24 | Machala | 7002 | 2962900 | Exitosa |
| 25 | Machala | 7001 | 2966633 | Exitosa |
| 26 | Piñas | 7101 | 2962900 | Exitosa |
| 27 | Piñas | 7102 | 2963200 | Exitosa |
| 28 | Huaquillas | 7301 | 2977529 | Exitosa |

Tabla 4-7 Registro de pruebas de llamadas por troncales analógicas

4.3 PRUEBAS DE SERVICIOS IMPLEMENTADOS

El objetivo de las pruebas de funcionamiento es la verificación de que los servicios que se planificaron e implementaron se encuentran funcionando adecuadamente.

4.3.1 PRUEBA DE CAPTURA DE LLAMADAS

El objetivo de la prueba de captura de llamadas es verificar que los usuarios de un grupo de captura de llamadas, pueden acceder al servicio sin inconvenientes.

Para la realización de la prueba de captura de llamada, el usuario A llamará al usuario B, al no ser atendida la llamada el usuario C, capturará la llamada.

El proceso para la prueba fue:

- Desde la extensión origen 2125 se genera una llama a la extensión 2129, como se observa en la figura 4-21.

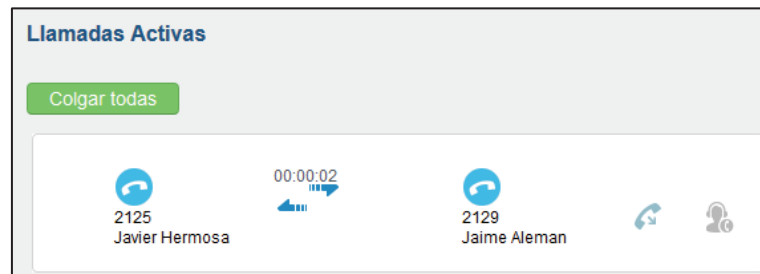


Figura 4-21 Llamada entre las extensiones 2125 y 2129

- El usuario de la extensión 2129, no atiende la llamada, por lo que la extensión 2127 mediante el código de #8* captura la llamada, como se puede observar en la figura 4-22.

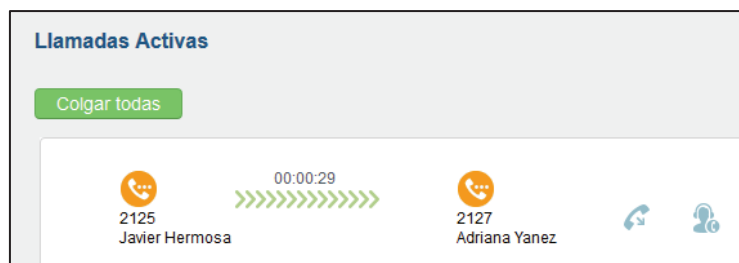


Figura 4-22 Llamada capturada de la extensión 2129

Para la verificación del proceso se obtiene el detalle de la llamada, por medio del CDR de la central telefónica IP, como se observa en la figura 4-23 el origen de la llamada es la extensión 2125 y el destino es la extensión 2129, y posterior a la captura de llamada se establece la comunicación entre las extensiones, origen 2125 y destino 2127.



| Detalle de llamadas | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|---------|------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|
| Hora de inicio | Premier de Llamadas | Tipo de llamada | Fuente | Destino | Duración de la llamada | Tiempo de Conversación | Estado | Opciones de Grabación de Archivos |
| 2017-03-27 14:27:38 | 2125 | DIAL | "Javier Hermosa" 2125 | 2129 | 0:00:16 | 0:00:00 |  | No Archivos de grabaciones |
| 2017-03-27 14:27:54 | 2125 | DIAL | "Javier Hermosa" 2125 | 2127 | 0:00:40 | 0:00:40 |  | No Archivos de grabaciones |

Figura 4-23 Detalle de proceso de captura de llamada

Con la prueba se verifica que el servicio de captura de llamadas está funcionando de manera adecuada.

Para las pruebas de capturas de llamadas se realizó un total de 15 llamadas en cada una de las diferentes centrales IP, las mismas que se resumen en la tabla 4-8.

| N° | CENTRAL | ORIGEN | DESTINO | EXT. CAPTURA | RESULTADO |
|----|--------------|--------|---------|--------------|-----------|
| 1 | Matriz | 2125 | 2129 | 2127 | Exitoso |
| 2 | Matriz | 2123 | 2115 | 2116 | Exitoso |
| 3 | Portoviejo | 4026 | 4001 | 4000 | Exitoso |
| 4 | Machala | 7004 | 7000 | 7001 | Exitoso |
| 5 | Durán | 6001 | 6000 | 6007 | Exitoso |
| 6 | Quevedo | 5001 | 5002 | 5006 | Exitoso |
| 7 | Quito Sur | 2001 | 2004 | 2016 | Exitoso |
| 8 | Sto. Domingo | 3002 | 2101 | 2118 | Exitoso |
| 9 | Manta | 4101 | 4105 | 4106 | Exitoso |
| 10 | Jipijapa | 4201 | 4001 | 4026 | Exitoso |
| 11 | El Carmen | 2125 | 4301 | 4302 | Exitoso |
| 12 | Babahoyo | 2129 | 5101 | 5103 | Exitoso |
| 13 | Daule | 2125 | 6100 | 6112 | Exitoso |
| 14 | Piñas | 2125 | 7101 | 7104 | Exitoso |
| 15 | Huaquillas | 2125 | 7301 | 7302 | Exitoso |

Tabla 4-8 Pruebas de capturas de llamadas

4.3.2 PRUEBAS DE TRANSFERENCIA DE LLAMADAS

El objetivo de la prueba de transferencia de llamadas es verificar que los usuarios pueden transferir llamadas sin inconvenientes.

Para la realización de la prueba de transferencia de llamada se realizará una llamada desde el usuario A al usuario B, quien transferirá la llamada al usuario C.

La transferencia de llamadas se lo puede realizar de dos maneras:

- **Transferencia ciega:** Este tipo de transferencia se la realiza enviando la llamada a la extensión sin ninguna comprobación de contestación o de aceptación de la llamada, se puede realizar mediante el código de función marcando #1 y el número de la extensión, o por medio del botón de transferencia que cada teléfono IP tiene en sus teclados incorporado.
- **Transferencia asistida:** Este tipo de transferencia se la realiza una verificación previa de la aceptación de la llamada, mientras se deja en espera a la persona que llama, si el destinatario de la llamada acepta la llamada se la transfiere, caso contrario se vuelve a tomar la llamada, se puede realizar mediante el código de función marcando *2 y el número de la extensión.

El proceso para la prueba fue:

- Desde la extensión 2125 se genera una llamada a la extensión 2129, como se observa en la figura 4-24.

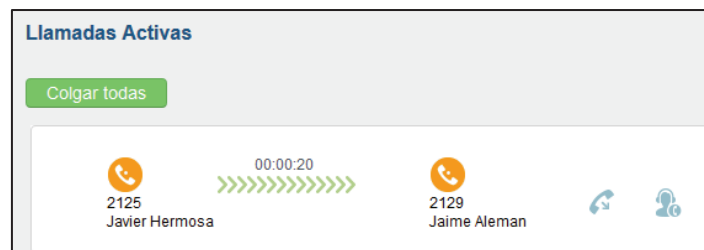


Figura 4-24 Llamada entre los usuarios 2125 y 2129

- Una vez recibida la llamada el usuario de la extensión 2129, transfiere la llamada a la extensión 2127, con lo cual la llamada queda establecida entre las extensiones 2125 y 2127, como se puede ver en la figura 4-25.

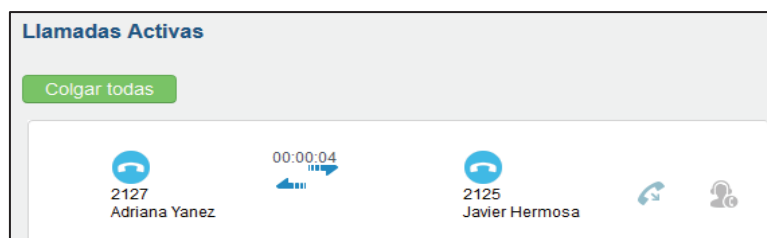


Figura 4-25 Llamada transferida entre los usuarios 2125 y 2127

En la figura 4-26 se puede observar el detalle de la llamada obtenido del CDR de la central telefónica.

| Hora de inicio | Premier de Llamadas | Tipo de llamada | Fuente | Destino | Duración de la llamada | Tiempo de Conversación | Estado | Opciones de Grabación de Archivos |
|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|---------|------------------------|------------------------|--------|-----------------------------------|
| 2017-03-27 12:14:27 | 2125 | DIAL | "Javier Hermosa" 2125 | 2129 | 0:00:42 | 0:00:37 | | No Archivos de grabaciones |
| 2017-03-27 12:15:32 | 2129 | TRANSFER | "Javier Hermosa" 2125 | 2127 | 0:00:16 | 0:00:16 | | No Archivos de grabaciones |

Figura 4-26 Detalle de transferencia de llamada

Como se verifica en la figura 4-26 la llamada original se la realiza entre las extensiones 2125 y 2129, posteriormente la extensión 2129 transfiere la llamada a la extensión 2127.

| N° | CENTRAL | ORIGEN | DESTINO | # TRANSFERIDO | RESULTADO |
|----|--------------|--------|---------|---------------|-----------|
| 1 | Matriz | 2125 | 2129 | 2127 | Exitoso |
| 2 | Matriz | 2123 | 2115 | 2114 | Exitoso |
| 3 | Portoviejo | 4026 | 4001 | 4010 | Exitoso |
| 4 | Portoviejo | 4026 | 4012 | 4000 | Exitoso |
| 5 | Machala | 7004 | 7000 | 7012 | Exitoso |
| 6 | Machala | 7002 | 7001 | 7010 | Exitoso |
| 7 | Durán | 6001 | 6000 | 6007 | Exitoso |
| 8 | Durán | 6001 | 6002 | 6004 | Exitoso |
| 9 | Quevedo | 5001 | 5020 | 5004 | Exitoso |
| 10 | Quevedo | 5001 | 5002 | 5006 | Exitoso |
| 11 | Quito Sur | 2001 | 2004 | 2016 | Exitoso |
| 12 | Quito Sur | 2004 | 2125 | 2129 | Exitoso |
| 13 | Sto. Domingo | 3002 | 2101 | 2118 | Exitoso |
| 14 | Manta | 4101 | 4105 | 4106 | Exitoso |
| 15 | Jipijapa | 4201 | 4001 | 4026 | Exitoso |
| 17 | El Carmen | 2125 | 4301 | 4302 | Exitoso |
| 18 | Babahoyo | 2129 | 5101 | 5103 | Exitoso |
| 19 | Daule | 2125 | 6100 | 6112 | Exitoso |
| 20 | Piñas | 2125 | 7101 | 7104 | Exitoso |
| 21 | Huaquillas | 2125 | 7301 | 7302 | Exitoso |

Tabla 4-9 Pruebas de transferencia de llamadas

4.3.3 PRUEBAS DE GRABACIÓN DE LLAMADAS

El objetivo de la prueba de grabación de llamadas es verificar que la central telefónica IP puede realizar las grabaciones de llamadas de las extensiones o troncales configuradas. Para realizar la prueba se activó la opción de grabación automática de la extensión 2125, y se realizó una llamada a la extensión 2127.

Una vez establecida la comunicación de la llamada la central automáticamente comienza la grabación de la llamada, y se almacena en la central. En la figura 4-27 se presenta el registro de la llamada realizada, con la particularidad que la llamada realizada presenta la opción de reproducir la grabación, descargarla o borrarla, mientras las demás llamadas presentan el mensaje de “**No archivo de grabaciones**”.

| No. | Hora de inicio | Tipo de llamada | Fuente | Destino | Duración de la llamada | Tiempo de Conversación | Estado | Opciones de Grabación de Archivos |
|-----|---------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|--------|-----------------------------------|
| 1 | 2017-05-08 17:02:35 | DIAL | "Javier Hermosa" 2125 | 2127 | 0:00:33 | 0:00:25 | | |
| 2 | 2017-05-08 17:02:19 | DIAL | "Javier Hermosa" 2125 | 2125 | 0:00:08 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |
| 3 | 2017-05-08 17:02:14 | DIAL | "Javier Hermosa" 2125 | 214 | 0:00:00 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |
| 4 | 2017-05-08 17:01:58 | DIAL | 4304 [Trunk: TRUNK_ELCARME N] | 0997728356 [Trunk: TRUNK_MOVISTAR] | 0:01:08 | 0:00:55 | | No Archivos de grabaciones |
| 5 | 2017-05-08 17:01:23 | DIAL | 4304 [Trunk: TRUNK_ELCARME N] | 0997728356 [Trunk: TRUNK_MOVISTAR] | 0:00:33 | 0:00:00 | | No Archivos de grabaciones |

Figura 4-27 Registro de llamadas realizadas

En el detalle de la llamada de igual manera aparecen las opciones de reproducir la grabación, descargarla o borrarla la grabación, como se ve en la figura 4-28.

| Detalle de llamadas | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|---------|------------------------|------------------------|--------|-----------------------------------|
| Hora de inicio | Premier de Llamadas | Tipo de llamada | Fuente | Destino | Duración de la llamada | Tiempo de Conversación | Estado | Opciones de Grabación de Archivos |
| 2017-05-08 17:02:35 | 2125 | DIAL | "Javier Hermosa" 2125 | 2127 | 0:00:33 | 0:00:25 | | |

Figura 4-28 Detalle de llamada realizada

Terminada la prueba se verifica el correcto funcionamiento de la grabación de llamadas en la central telefónica.

4.3.4 PRUEBAS DE SISTEMA DE RESPUESTA AUTOMÁTICA IVR

El objetivo de la prueba funcionamiento del sistema de IVR es verificar que las llamadas telefónicas que ingresan a la central telefónica por medio de las troncales analógicas son direccionadas de manera adecuada, conforme a las configuraciones realizadas en el IVR.

Para las pruebas de funcionamiento del IVR se usará las líneas propias de la central telefónica IP y los recursos usados serán:

- **Línea de Salida:** Linea_2448943
- **Número Asociado de llamada de salida:** 02-2448943
- **Extensión asociada a llamada saliente:** 2125 “Javier Hermosa”
- **Línea de Recepción:** Linea_2257288
- **Número Asociado a llamada Entrante:** 02-2257288
- **Extensión destino de llamada Entrante:** 2127

El procedimiento de la prueba fue:

- Desde la extensión 2125 se marcará al número 2257288 (marcado en rojo en la figura 4-29) que es una de las troncales analógicas de la central telefónica IP, la llamada sale por el número 02-2448943 (marcado en verde en la figura 4-29).

| Troncales ↻ [-] | | | | |
|---|---------------|---------|-------------------|--------------------------|
| Estado ⬇ | Troncales | Tipo | Nombre de usuario | Puerto/Nombre de host/II |
| Libre | Linea-2255086 | Análogo | - | Puertos 1 |
| Libre | TRUNK_CEL1 | Análogo | - | Puertos 9,10,11,12 |
| Libre | TRUNK_CEL2 | Análogo | - | Puertos 13,14,15,16 |
| Libre | linea-2254665 | Análogo | - | Puertos 4 |
| Libre | línea-2257288 | Análogo | - | Puertos 7 |
| Libre | linea-2270703 | Análogo | - | Puertos 6 |
| Libre | línea-2448943 | Análogo | - | Puertos 2 |
| Libre | linea-2466602 | Análogo | - | Puertos 5 |
| Libre | linea-2920712 | Análogo | - | Puertos 3 |
| Ocupado | linea-2270702 | Análogo | - | Puertos 8 |

Total: 25 Mostrar: 1/3 Ir a:

Figura 4-29 Líneas usadas en la prueba de IVR

Como se observa en la figura 4-30 la llamada saliente desde la extensión 2125 tiene como destino el número telefónico 2257288, mientras en la central se detecta una llamada entrante del número telefónico 2448943 con destino al número 7400 que pertenece al número de extensión del IVR.

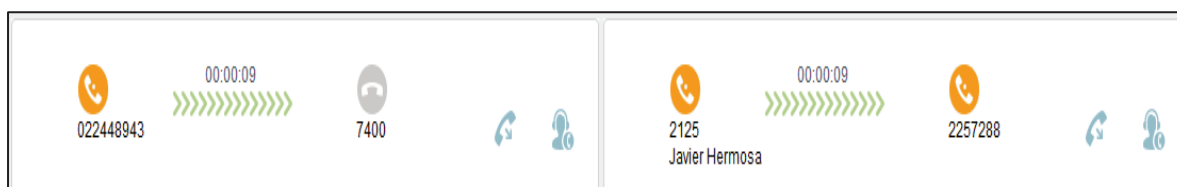


Figura 4-30 Llamada de Prueba en el IVR, contestada por el IVR

Una vez contestada la llamada por el IVR, se digita la extensión 2127 como destino de la llamada, como se observa en la figura 4-31.



Figura 4-31 Llamada de Prueba en el IVR, redireccionada a una extensión solicitada

Una vez concluida la prueba se accede al reporte del CDR para obtener el detalle de la llamada telefónica, como se puede observar la llamada tiene como origen la línea 2448943 e ingresa a la central por medio de la troncal analógica denominada “Linea:2257288”, una vez que es contestada por el IVR la llamada es redireccionada a la extensión 2127, como se puede observar en la figura 4-32.

| Detalle de llamadas | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------------|------------------------------------|---------|------------------------|------------------------|--------|-----------------------------------|
| Hora de inicio | Premier de Llamadas | Tipo de llamada | Fuente | Destino | Duración de la llamada | Tiempo de Conversación | Estado | Opciones de Grabación de Archivos |
| 2017-03-20 16:05:25 | 022448943 | IVR[7400] | 022448943 [Trunk: línea a-2257288] | 7400 | 0:00:26 | 0:00:25 | | No Archivos de grabaciones |
| 2017-03-20 16:05:52 | 022448943 | IVR[7400] | 022448943 [Trunk: línea a-2257288] | 2127 | 0:01:08 | 0:01:08 | | No Archivos de grabaciones |

Figura 4-32 Detalle de la llamada de prueba del IVR

4.3.5 PRUEBAS DE SALAS DE CONFERENCIAS

El objetivo de la prueba funcionamiento de las salas de conferencias es verificar que los usuarios pueden establecer una conferencia por medio de una sala de conferencia pre configurada en la central telefónica IP.

Para la prueba fue creada una sala de conferencia de acceso libre configurada con el número de extensión 8002, número al que los usuarios se comunicaron para acceder a la conferencia telefónica.

En la figura 4-33 se presenta el registro fotográfico de dos de los clientes que se conectaron a la sala de conferencia creada.



Figura 4-33 Registro fotográfico de marcación a la sala de conferencia

En la figura 4-34 se presenta la pantalla de estado, donde se muestran los usuarios conectados en la sala de conferencia creada, además de un detalle del tiempo de acceso a la sala de conferencias.

| Salones para conferencias | | [-] |
|--|----------|-------|
| 8002 4 usuarios Hora de inicio : 2017-05-08 17:31:28 | | [-] |
| 2125 | 00:02:49 | |
| 2127 | 00:01:32 | |
| 2124 | 00:00:28 | |
| 2123 | 00:00:05 | |

Figura 4-34 Detalle de usuarios conectados en la sala de conferencia

Adicionalmente en la opción de “llamadas activas” se puede observar que todas las llamadas que se conectan a la sala de conferencia muestran el icono de conferencia en la llamada respectiva, como se puede ver en la figura 4-35.

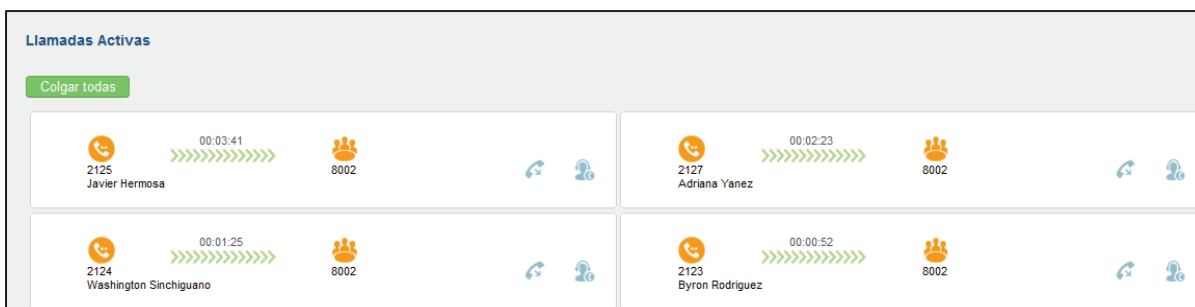


Figura 4-35 Llamadas activas

Una vez concluida la prueba de la sala de conferencia, se observa que el servicio está configurado correctamente.

4.3.6 RESULTADO DE PRUEBAS REALIZADAS

Una vez finalizado el proceso de las pruebas, se procedió a realizar un cuadro de resumen de resultados, definiendo número de intentos realizados, número de intentos exitosos, número de intentos fallidos, porcentaje de efectividad de la prueba, estos valores se presentan en la tabla 4-10.

| Pruebas | Intentos | Exitosos | Fallidos | % de Efectividad |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|
| Registro de extensiones telefónicas | 45 | 45 | 0 | 100% |
| Troncales IP | 24 | 24 | 0 | 100% |
| Troncales Analógicas | 28 | 28 | 0 | 100% |
| Llamadas Internas | 28 | 26 | 2 | 92.85% |
| Captura de llamadas | 15 | 15 | 0 | 100% |
| Transferencia de llamadas | 21 | 21 | 0 | 100% |
| Pruebas envió de mensajes ICMP | 14 | 14 | 0 | 100% |
| Pruebas conectividad Traceroute | 5 | 5 | 0 | 100% |
| Pruebas de IVR | 14 | 14 | 0 | 100% |
| Pruebas de Salas de conferencia | 5 | 5 | 0 | 100% |

Tabla 4-10 Resultados de pruebas realizadas

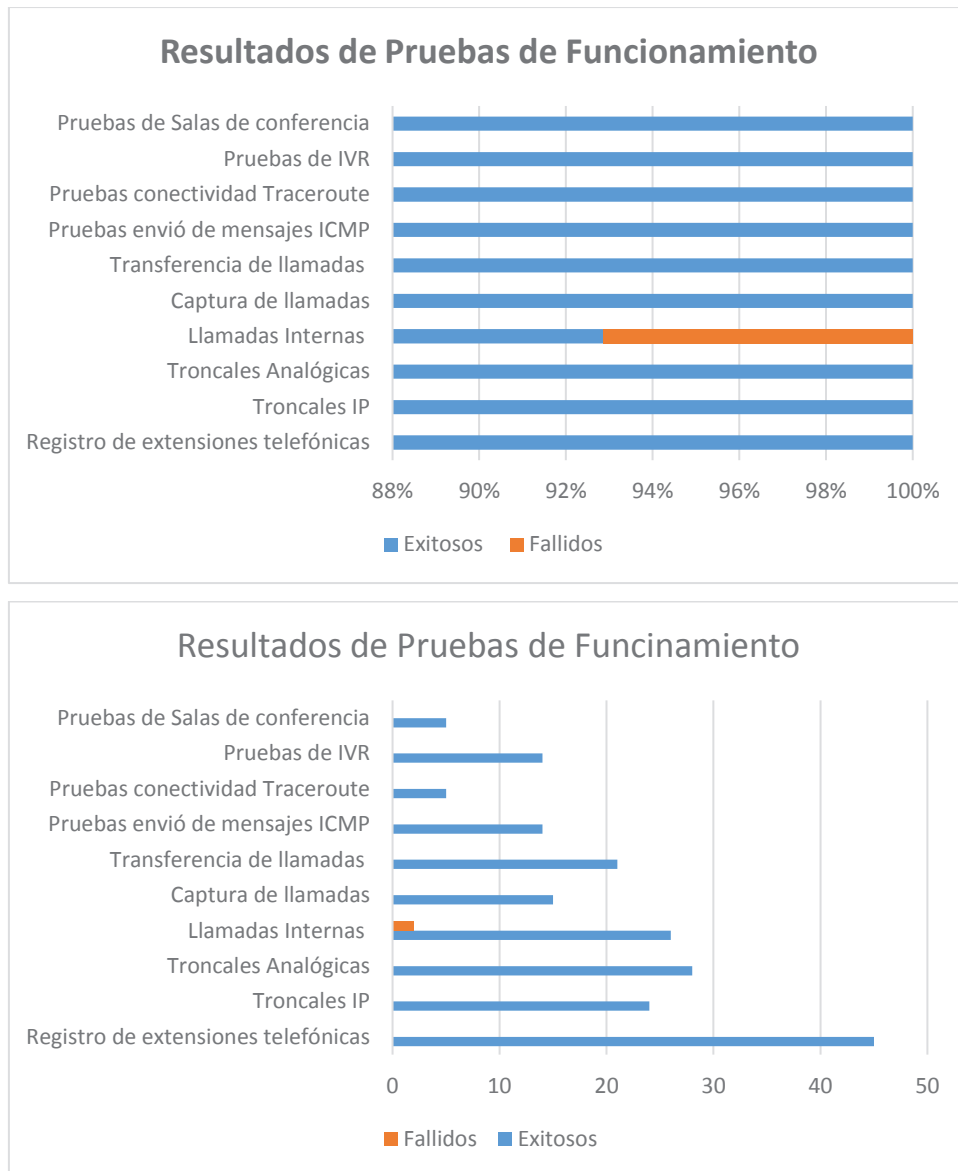


Figura 4-36 Resultados de pruebas de funcionamiento

4.4 CAPTURA DE TRÁFICO DE VOZ

El objetivo de la prueba de captura de tráfico de voz es verificar el proceso de establecimiento de una llamada, el tamaño de los paquetes de voz transmitidos.

Para el proceso de esta prueba se utilizaron los siguientes recursos:

- Central telefónica IP
- Teléfonos IP
- Herramienta de captura de tráfico de la central telefónica IP
- Analizador de tráfico Wireshark

El proceso de la prueba realizada fue:

Desde la central telefónica IP, se inició la herramienta de captura de tráfico “**Captura Ethernet**”, en la figura 4-37 se observa una captura de la herramienta utilizada.

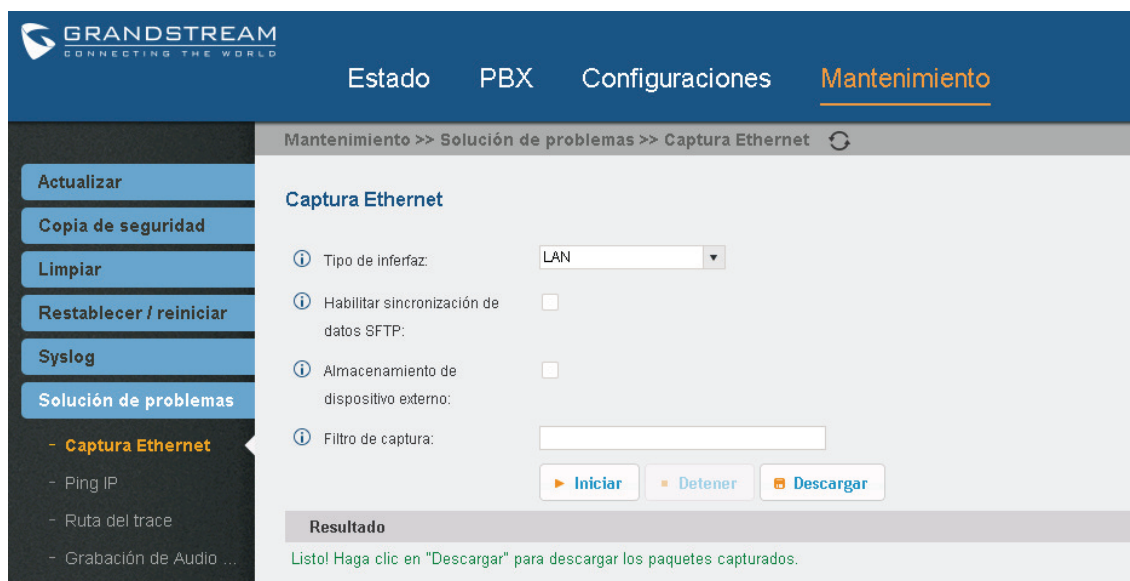


Figura 4-37 Herramienta de captura de tráfico ethernet

Una vez iniciada la captura del tráfico, se realiza una llamada entre dos centrales telefónicas IP, terminado el proceso de captura de llamada se analiza el tráfico obtenido con la herramienta Wireshark, en la figura 4-38 se observa la herramienta.

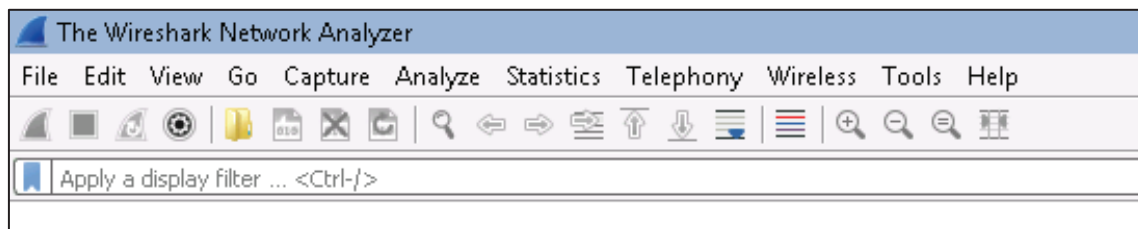


Figura 4-38 Analizador de tráfico Wireshark

En la herramienta se abre el paquete de tráfico obtenido de la central, en la figura 4-39 se observa el tráfico que se tiene en el establecimiento de una llamada.

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Length | Info |
|-----|----------|----------------|----------------|----------|--------|--|
| 33 | 5.970625 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | SIP/SDP | 1043 | Request: INVITE sip:2004@192.168.14.4 |
| 34 | 5.978400 | 192.168.14.4 | 192.168.20.152 | SIP | 441 | Status: 100 Trying |
| 35 | 6.244450 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | SIP/SDP | 1156 | Request: INVITE sip:2004@192.168.14.88:5060 |
| 36 | 6.265550 | 192.168.14.88 | 192.168.14.4 | SIP | 536 | Status: 100 Trying |
| 38 | 6.453950 | 192.168.14.88 | 192.168.14.4 | SIP | 618 | Status: 180 Ringing |
| 39 | 6.464250 | 192.168.14.4 | 192.168.20.152 | SIP | 671 | Status: 180 Ringing |
| 40 | 6.486525 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | SIP/SDP | 1043 | Request: INVITE sip:2004@192.168.14.4 |
| 42 | 6.490075 | 192.168.14.4 | 192.168.20.152 | SIP | 671 | Status: 180 Ringing |
| 43 | 7.137325 | 192.168.20.117 | 192.168.14.4 | SIP | 604 | Request: REGISTER sip:192.168.14.4 (1 binding) |
| 44 | 7.143775 | 192.168.14.4 | 192.168.20.117 | SIP | 391 | Status: 404 Not Found |
| 53 | 9.130775 | 192.168.14.88 | 192.168.14.4 | SIP/SDP | 1034 | Status: 200 OK |
| 54 | 9.137825 | 192.168.14.4 | 192.168.2.4 | SIP | 1268 | Request: OPTIONS sip:192.168.2.4 |
| 55 | 9.142950 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | SIP | 464 | Request: ACK sip:2004@192.168.14.88:5060 |
| 56 | 9.155150 | 192.168.14.4 | 192.168.20.152 | SIP/SDP | 1049 | Status: 200 OK |
| 57 | 9.155250 | 192.168.2.4 | 192.168.14.4 | SIP | 1108 | Status: 200 OK |

Figura 4-39 Wireshark, captura de tráfico de establecimiento de llamada

En la figura 4-40 se presenta la captura de tráfico de los paquetes de voz enviados durante una llamada, si se observa en la columna de “Length” el paquete RTP es de tamaño 74 bytes.

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Length | Info |
|-----|----------|----------------|----------------|----------|--------|--|
| 59 | 9.322850 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9553, Time=160 |
| 60 | 9.323325 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9553, Time=160, Mark |
| 62 | 9.342350 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9554, Time=320 |
| 63 | 9.342600 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9554, Time=320 |
| 64 | 9.362250 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9555, Time=480 |
| 65 | 9.362475 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9555, Time=480 |
| 66 | 9.380600 | 192.168.14.88 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3886, Time=61242560, Mark |
| 67 | 9.380800 | 192.168.14.4 | 192.168.20.152 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3886, Time=61242560, Mark |
| 68 | 9.382525 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9556, Time=640 |
| 69 | 9.382675 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9556, Time=640 |
| 70 | 9.402100 | 192.168.14.88 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3887, Time=61242720 |
| 71 | 9.402250 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9557, Time=800 |
| 72 | 9.402300 | 192.168.14.4 | 192.168.20.152 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3887, Time=61242720 |
| 73 | 9.402500 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9557, Time=800 |
| 74 | 9.422300 | 192.168.14.88 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3888, Time=61242880 |
| 75 | 9.422475 | 192.168.14.4 | 192.168.20.152 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3888, Time=61242880 |
| 76 | 9.422525 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9558, Time=960 |
| 77 | 9.422750 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9558, Time=960 |
| 78 | 9.442225 | 192.168.14.88 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3889, Time=61243040 |
| 79 | 9.442300 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9559, Time=1120 |
| 80 | 9.442400 | 192.168.14.4 | 192.168.20.152 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3889, Time=61243040 |
| 81 | 9.442600 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9559, Time=1120 |
| 82 | 9.462200 | 192.168.14.88 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3890, Time=61243200 |
| 83 | 9.462300 | 192.168.20.152 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9560, Time=1280 |
| 84 | 9.462425 | 192.168.14.4 | 192.168.20.152 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3890, Time=61243200 |
| 85 | 9.462625 | 192.168.14.4 | 192.168.14.88 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x63FD8AE8, Seq=9560, Time=1280 |
| 86 | 9.482075 | 192.168.14.88 | 192.168.14.4 | RTP | 74 | PT=ITU-T G.729, SSRC=0x5AA2643A, Seq=3891, Time=61243360 |

Figura 4-40 Wireshark, captura de tráfico de voz durante una llamada telefónica IP

Abriendo uno de los paquetes podemos revisar el número de bytes que ocupa el paquete en cada uno de los protocolos que utiliza en la transmisión. En la figura 4-41 podemos observar el paquete analizado.

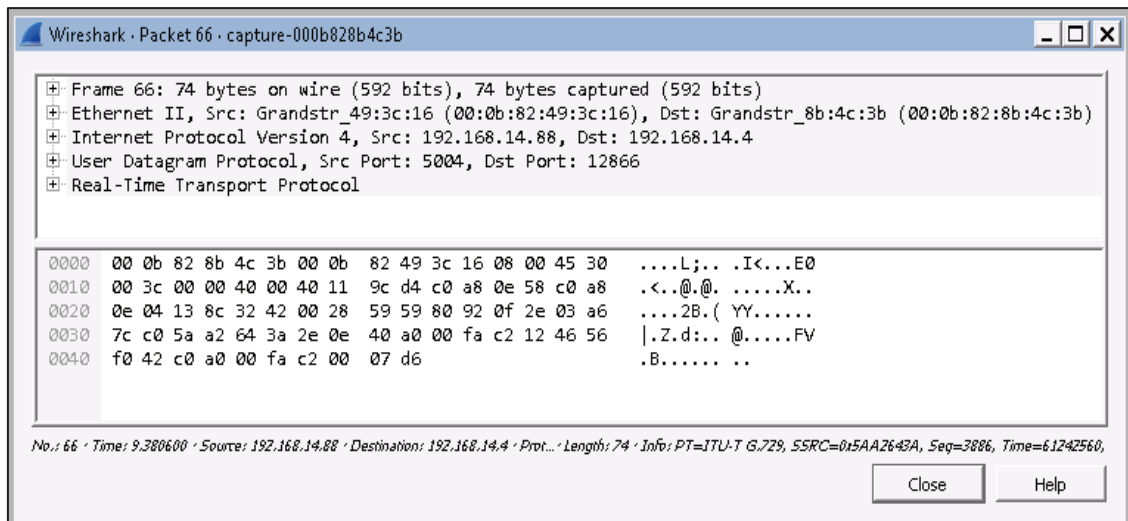


Figura 4-41 Paquete de voz analizado

En el paquete de voz analizado se puede constatar que para el protocolo RTP está siendo utilizados 32 bytes, los cuales corresponden a 20 bytes de payload del códec G-729 y 12 bytes del protocolo RTP.

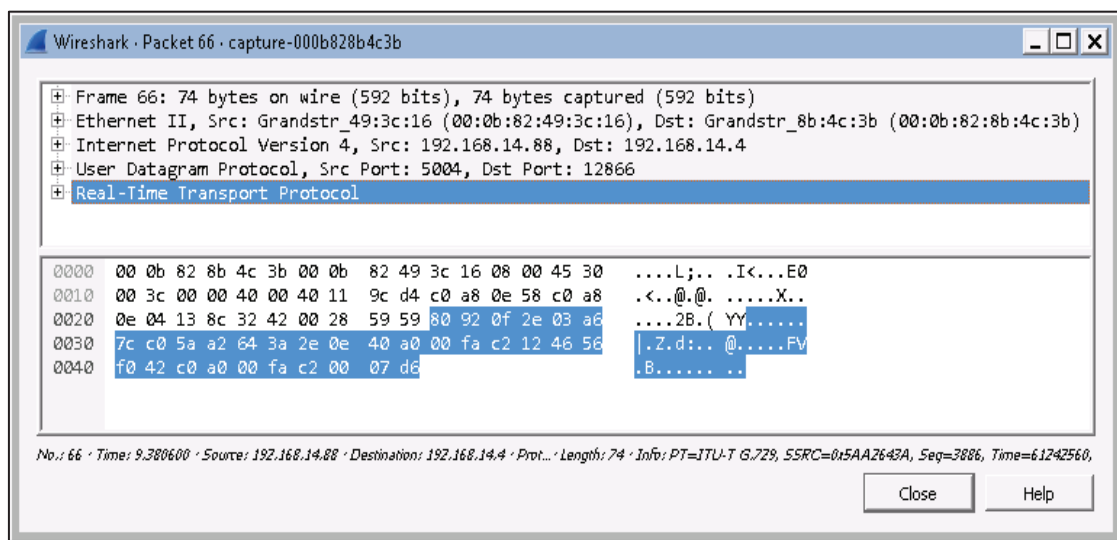


Figura 4-42 Paquete de voz analizado, protocolo RTP

Y se puede constatar que para el protocolo UDP están siendo utilizados 4 bytes, como se observa en la figura 4-43.

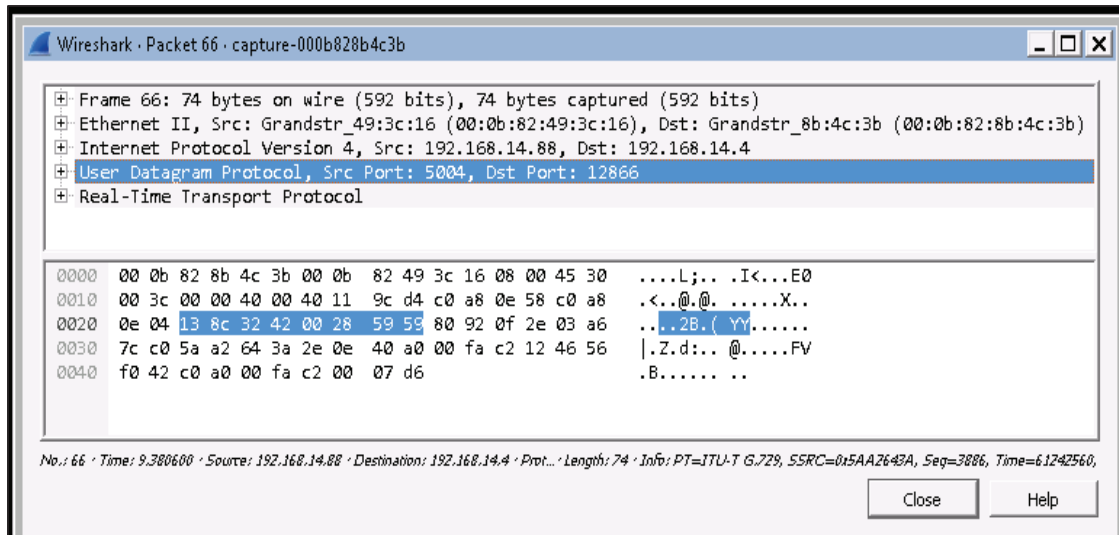


Figura 4-43 Paquete de voz analizado, protocolo UDP

Para el protocolo IPv4 están siendo utilizados 20 bytes, como se puede observar en la figura 4-44.

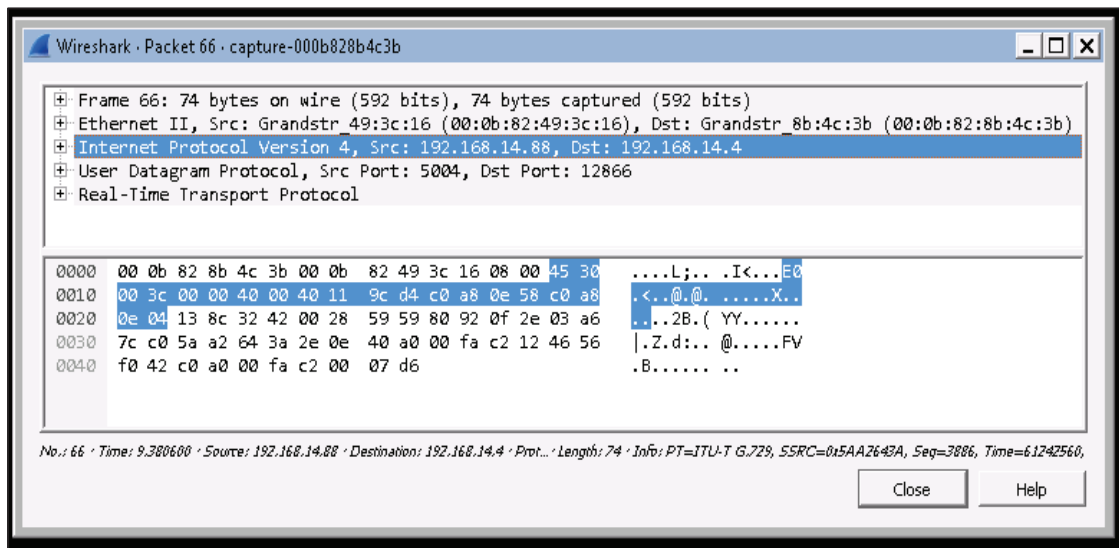


Figura 4-44 Paquete de voz analizado, protocolo IPv4

Y finalmente para el protocolo Ethernet se están utilizando 14 bytes, como se observa en la figura 4-45.

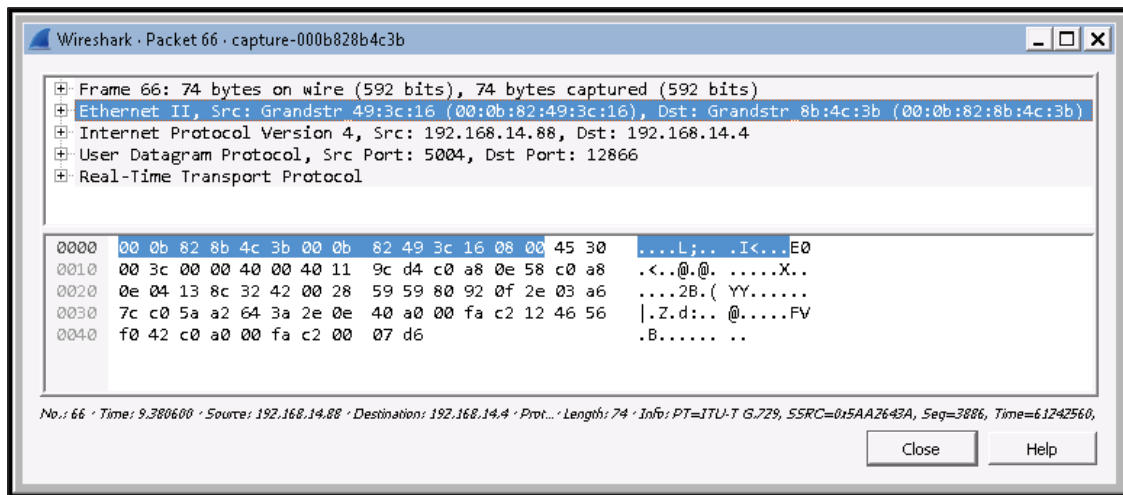


Figura 4-45 Paquete de voz analizado, protocolo Ethernet

La captura de los paquetes corresponde a la red LAN, permitiendo la constatación de los paquetes correspondientes a los entregados por el códec de voz G-729 utilizados en la comunicación entre centrales, los paquetes capturados corresponden a una comunicación entre las centrales de Matriz y Quito Sur, utilizando las troncales IP, como se puede observar el *payload* del códec es de 20 bytes.

CAPÍTULO 5.

5.1 CONCLUSIONES

- Se analizaron diferentes opciones de modelos de implementación de un sistema de telefonía IP, basados en los requerimientos de fundación ESPOIR, llegando a definir que el modelo de implementación basado en “**sitios múltiples con procesamiento de voz distribuida**” es la más adecuada, debido a que un requerimiento fundamental es mantener la operatividad de las líneas convencionales de la red PSTN, ya que son medio de contacto de usuarios internos con clientes de crédito, permitiendo la continuidad del negocio de fundación ESPOIR.
- Se analizaron las posibles alternativas de implementación de centrales telefónicas IP, siendo centrales basadas en *software* y en *hardware*, y sus diferentes requerimientos técnicos para la implementación. En las centrales basadas en *software* el equipamiento necesario implicaba una inversión inicial del proyecto mucho mayor, debido a que se hubiera requerido la adquisición de servidores para todas las oficinas además de requerir equipos *Gateway* de voz para la conectividad de las líneas PSTN, mientras las centrales telefónicas basadas en *hardware* resultan una alternativa de menor costo.
- Se debe señalar que el costo de la inversión inicial de la implementación proyecto resultó ser elevado, pero se justifica en el tiempo por el ahorro que se produce en la administración y mantenimiento, al no requerir que personal del área de TI se movilice a las oficinas para realizar configuraciones o mantenimiento de las centrales.
- La implementación del sistema de Telefonía IP solventa los inconvenientes de funcionamiento que se mantenían con las centrales telefónicas analógicas, además de eliminar el problema de compartición de extensiones telefónicas. Permite proporcionar a los usuarios una extensión por persona, sin necesidad de realizar cableado para su instalación.
- Infraestructura de red, la implementación del sistema de telefonía IP, permite la eliminación de cableado paralelo (cableado de datos y telefonía),

eliminando el cableado innecesario de telefonía, y permitiendo a la fundación tener un único cableado, pudiendo tener una red convergente.

- Se observa la importancia de las redes convergentes, ya que en la actualidad existe las tecnologías necesarias para poder integrar múltiples servicios en una única red de datos, la posibilidad de brindar servicios como datos, voz, video conferencia con calidad y confiabilidad, haciendo uso de estándares, protocolos y equipos de comunicación que permiten implementar este tipo de servicios sobre redes de datos existentes.

5.2 RECOMENDACIONES

- Establecer un proceso de entrenamiento permanente al usuario final de Fundación ESPOIR, para que pueda usar y explotar totalmente los servicios y características del sistema implementado.
- Informar al usuario final las bondades que presenta el sistema de Telefonía IP con respecto al sistema analógico, esto para reducir las molestias ocasionadas por el cambio de tecnología, recordar que los usuarios muchas veces son renuentes a los cambios, por lo que facilitar esta transición es importante para el éxito del proyecto.
- Adquirir teléfonos IP con la capacidad de poder establecer video llamada para los usuarios de cargos gerenciales, ya que las centrales telefónicas implementadas brindan la posibilidad de realizar video llamadas entre 3 dispositivos de manera simultánea.
- Mantener un esquema de actualización de los servicios que se puedan ir integrando en el sistema implementado.
- Con la infraestructura de telefonía implementada, fundación ESPOIR podría seguir en el proceso de adquisición de equipos para integrar al sistema de Telefonía IP una solución de video conferencia, la marca GrandStream posee equipos que brindan soluciones de video conferencia propietaria que se integra al sistema de Telefonía IP de la marca.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. A. Carballar, VoIP, La telefonía de Internet, Madrid: Thonsom Editores Spain Paraninfo S.A., 2008.
- [2] M. Vargas, «Uso de Internet se cuadruplica,» *La Nación*, pp. 16-17, 16 Mayo 2016.
- [3] D. H. Pelaez Feijoó, «<http://bibdigital.epn.edu.ec/>,» Escuela Politécnica Nacional , 06 Agosto 2016. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16625>. [Último acceso: 16 Diciembre 2016].
- [4] Elastixtech, «Elastixtech.com,» Elastixtech, 2016. [En línea]. Available: <http://elastixtech.com/fundamentos-de-telefonía/interconexion-a-la-pstn/>. [Último acceso: 10 Enero 2017].
- [5] C. E. M. M. Adriana Lucia Romero Quishpe, «http://bibdigital.epn.edu.ec,» Escuela Politécnica Nacional, 01 Abril 2012. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4575/1/CD-4201.pdf>. [Último acceso: 10 Enero 2017].
- [6] Telefonivozip, «Telefonivozip.com,» Telefonivozip, [En línea]. Available: <http://elastixtech.com/fundamentos-de-telefonía/voip-telefonía-ip/>. [Último acceso: 11 Enero 2017].
- [7] Telefonivozip, «telefonivozip.com,» Telefonivozip, [En línea]. Available: <http://www.telefonivozip.com/voip/ventajas-de-la-telefonía-ip.htm>. [Último acceso: 11 Enero 2017].
- [8] Elastixtech, «http://Elastixtech.com,» Elastixtech, [En línea]. Available: www.telefonivozip.com/voip/desventajas-de-la-telefonía-ip.htm. [Último acceso: 11 Marzo 2017].
- [9] ITU- Unión Internacional de Telecomunicaciones, «www.itu.int/,» Unión Internacional de Telecomunicaciones, [En línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.114-200305-l/es>. [Último acceso: 12 Marzo 2017].
- [10] J. Sotomayor, I. C. Romero y I. F. Sáenz, «<http://repositorio.espe.edu.ec/>,» [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9558/1/AC-RED-ESPE-048527.pdf>. [Último acceso: 01 04 2017].
- [11] Ecured, «<https://www.ecured.cu/>,» Ecured, [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Protocolos_de_redes. [Último acceso: 20 03 2017].
- [12] IETF "The Internet Engineering Task Force", «<https://www.ietf.org/>,» IETF "The Internet Engineering Task Force", 01 2014. [En línea]. Available: <https://www.ietf.org/>. [Último acceso: 23 02 2017].
- [13] The Internet Engineering Task Force, «<https://tools.ietf.org/>,» IETF, 06 2003. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/std64>. [Último acceso: 20 06 2017].
- [14] S. Julia, «<http://www.gadae.com/>,» Gadae, [En línea]. Available: <http://www.gadae.com/blog/que-son-los-protocolos-de-voip/>. [Último acceso: 25 02 2017].
- [15] Wikipedia, «<https://es.wikipedia.org/>,» Wikipedia, 02 2017. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolos_de_VoIP. [Último acceso: 03 2017].
- [16] S. H. Francisco Javier, «<http://bibdigital.epn.edu.ec/>,» Escuela Politécnica Nacional, 01 2014. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7109>. [Último acceso: 03 2017].
- [17] M. J. Martín, «Tecnología de voz sobre IP aplicada a la integración de plataformas de telefonía en,» Universidad Nacional de Villa María, Villa María, Argentina.

- [18] Wikipedia, «<https://es.wikipedia.org>,» Wikipedia, 03 2017. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol. [Último acceso: 15 03 2017].
- [19] I. J. Joskowicz, «Voz, Vídeo y Telefonía sobre IP,» Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Uruguay, Montevideo, 2009.
- [20] IETF - Internet Engineering Task Force, «<https://tools.ietf.org>,» 02 2010. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc5456>. [Último acceso: 27 04 2017].
- [21] H323 Elastixtech, «<http://elastixtech.com>,» [En línea]. Available: <http://elastixtech.com/fundamentos-de-telefonía/voip-telefonía-ip/>. [Último acceso: 04 27 2017].
- [22] Voipmechanic, «www.voipmechanic.com,» Voipmechanic, 2017. [En línea]. Available: www.voipmechanic.com. [Último acceso: 13 Marzo 2017].
- [23] V. M. A. Rosario, «El Estándar VoIP - Redes y servicios de banda ancha,» UNMSM, Lima, Perú, 2006.
- [24] ITU- Unión Internacional de Telecomunicaciones, «<https://www.itu.int>,» Unión Internacional de Telecomunicaciones, 29 06 2006. [En línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.723.1/es>. [Último acceso: 10 03 2017].
- [25] VoIP-Info, «<https://www.voip-info.org>,» 14 02 2017. [En línea]. Available: <https://www.voip-info.org/wiki/view/GSM+Codec>. [Último acceso: 28 Marzo 2017].
- [26] Ilbc freeware, «<http://www.ilbcfreeware.org/>,» [En línea]. Available: <http://www.ilbcfreeware.org/>. [Último acceso: 27 04 2017].
- [27] GrandStream, «<http://www.grandstream.com>,» GrandStream, 01 2017. [En línea]. Available: <http://www.grandstream.com/products/ip-voice-telephony>. [Último acceso: 02 02 2017].
- [28] 3CX, «<https://www.3cx.es>,» 3CX, 2017. [En línea]. Available: <https://www.3cx.es/centralita-telefonica/android-ios-voip/>. [Último acceso: 01 03 2017].
- [29] Cisco, «<http://www.cisco.com>,» Cisco, 2017. [En línea]. Available: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/voice-unified-communications/ip-communicator/50994-ip-communicator.html>. [Último acceso: 01 03 2017].
- [30] Zoiper, «<https://www.zoiper.com>,» Zoiper, 2017. [En línea]. Available: <https://www.zoiper.com/en>. [Último acceso: 01 03 2017].
- [31] Fundación ESPOIR, «<http://www.espoir.org.ec>,» Fundación ESPOIR, 2016. [En línea]. Available: <http://www.espoir.org.ec/resena.html>. [Último acceso: 03 2017].
- [32] Fundación ESPOIR, «<http://www.espoir.org.ec>,» Fundación ESPOIR, 2016. [En línea]. Available: <http://www.espoir.org.ec/misionvision.html>. [Último acceso: 02 Marzo 2017].
- [33] M. D. Martínez, *Seminario de Actualización, Clase 3: VoIP, Digitalización de la voz*, Quito: D. Martínez, 10 de mayo 2016.
- [34] W. R. A. A. Marco Vinicio Vallejo López, «<http://bibdigital.epn.edu.ec>,» EPN, [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1739>. [Último acceso: 01 04 2017].
- [35] GrandStream, «www.grandstream.com,» [En línea]. Available: http://www.grandstream.com/sites/default/files/Resources/UCM61xx_User_Manual_Spanish.pdf. [Último acceso: 10 03 2017].
- [36] G. R. S. S. José Luis Cuascota Pazmiño, «<http://bibdigital.epn.edu.ec>,» Escuela Politécnica Nacional, 01 2011. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2756>. [Último acceso: 01 04 2013].

- [37] ITU- Unión Internacional de Telecomunicaciones, «<https://www.itu.int>,» [En línea]. Available: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-G.114-200305-I!!PDF-E&type=items. [Último acceso: 29 Marzo 2017].
- [38] Wikipedia, «<https://es.wikipedia.org>,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ping>. [Último acceso: 21 Abril 2017].
- [39] Wikipedia, «<https://es.wikipedia.org>,» wikipedia, [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Ping_de_la_muerte. [Último acceso: 30 abril 2017].
- [40] TUX para todos, «<https://comunicacionestux.wordpress.com>,» TUX para todos, [En línea]. Available: <https://comunicacionestux.wordpress.com/2009/11/10/servidor-ldap/>. [Último acceso: 13 04 2017].
- [41] G. González, «<https://hipertextual.com>,» 29 07 2014. [En línea]. Available: <https://hipertextual.com/archivo/2014/07/protocolo-xmpp/>. [Último acceso: 12 04 2017].
- [42] Enciclopedia CCM, «<http://es.ccm.net>,» [En línea]. Available: <http://es.ccm.net/contents/276-rfc-peticion-de-comentarios>. [Último acceso: 22 02 2017].
- [43] 3CX, «<https://www.3cx.es>,» 3CX, [En línea]. Available: <https://www.3cx.es/voip-sip/fxs-fxo/>. [Último acceso: 03 03 2017].
- [44] 3CX, «www.3cx.es,» 3CX, [En línea]. Available: <https://www.3cx.es/>. [Último acceso: 25 03 2017].
- [45] L. M. Dibildox, «<http://catarina.udlap.mx>,» Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales., 16 05 2006. [En línea]. Available: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/morales_d_l/capitulo2.pdf. [Último acceso: 10 03 2017].
- [46] Informática de hoy, «<http://www.informatica-hoy.com.ar>,» Informática de hoy, [En línea]. Available: <http://www.informatica-hoy.com.ar/aprender-informatica/Que-son-los-codecs.php>. [Último acceso: 02 03 2017].
- [47] R. Hernández, «Firewalls: Seguridad en las redes e Internet,» *Boletín de Política Informática*, vol. 02, p. 07, 2000.
- [48] MIT.EC, «<http://web.mit.edu>,» Massachusetts Institute of Technology , [En línea]. Available: <http://web.mit.edu/rhel-doc/4/RH-DOCS/rhel-rg-es-4/ch-ssh.html>. [Último acceso: 13 04 2017].
- [49] Wikipedia, «<https://es.wikipedia.org>,» Wikipedia, [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/File_Transfer_Protocol. [Último acceso: 13 04 2017].
- [50] Wikipedia, «<https://es.wikipedia.org>,» Wikipedia, [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Telnet>. [Último acceso: 13 04 2017].
- [51] Wikipedia, «<https://es.wikipedia.org>,» Wikipedia, [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Grupo_de_Trabajo_de_Ingeniería_de_Internet. [Último acceso: 21 02 2017].
- [52] Wikipedia, «<https://es.wikipedia.org>,» Wikipedia, [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Real-time_Transport_Protocol. [Último acceso: 22 02 2017].