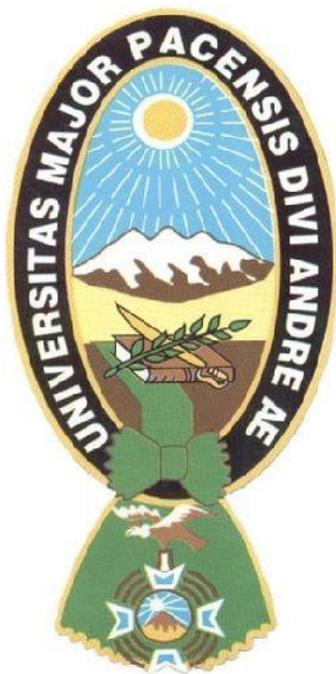


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**



**IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA**  
**PARA LA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE SALUD DEL GOBIERNO**  
**AUTÓNOMO MUNICIPAL DE LA PAZ**

**Memoria Laboral – PETAENG presentado para la obtención del Grado de**  
**Licenciatura**

**POR: DANIEL RUIZ VARGAS**

**TUTOR: LIC. JUAN CARLOS VALENCIA TARQUI**

**La Paz – Bolivia**

**2019**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE TECNOLOGIA

CARRERA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

Memoria Laboral – PETAENG

“IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA  
PARA LA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE SALUD DEL GOBIERNO AUTÓNOMO  
MUNICIPAL DE LA PAZ”

Presentado por: Daniel Ruiz Vargas

Para optar del grado académico de Licenciado en Electrónica y Telecomunicaciones

Nota numeral: .....

Nota literal: .....

Ha sido: .....

Lic. Richard Márquez Gonzales

Director de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones

Tutor: Lic. Juan Carlos Valencia Tarqui

Tribunal: M. Sc. Ing. Juan Alberto Aguilera Ríos

Tribunal: Lic. Juan Jose León Paredes

## **AGRADECIMIENTO**

*Un agradecimiento especial a mi tutor, tribunales y a los docentes que fueron parte de mi formación académica, también a la Facultad y a la Carrera por darme la oportunidad de concluir una etapa de mi vida.*

*Al Lic. Felix Cahuaya, por el apoyo y la amistad que me brindo en todo momento.*

*Al Ing. Roberto Zambrana por darme la oportunidad y la confianza de poner en práctica y capacitarme en la vida profesional.*

## **RESUMEN**

Para que las empresas e instituciones vayan de la mano con los avances tecnológicos y así puedan monitorear los servicios que brindan a la ciudadanía de una mejor manera la transmisión y recepción de información, es necesario que cuenten con sistemas digitales adecuados a las tecnologías actuales, ya que ofrecen soluciones integrales a las necesidades institucionales.

El objetivo de la presente memoria técnica es realizar la implementación de una central telefónica digital para la línea 165 del servicio municipal de ambulancias, con el fin que se integre a las líneas de atención a la ciudadanía como ser la línea 156 perteneciente al a Dirección de Defensoría Municipal, línea 114 perteneciente a la Dirección de Mantenimiento y la comunicación con los hospitales municipales. Para así dar solución a los problemas de comunicación que se vienen presentando entre las líneas de atención a la ciudadanía.

Se realizaron los cálculos de atenuación del enlace de fibra óptica y el ancho de banda necesario para que el servicio no presente deficiencias, lo siguiente fue realizar la implementación de la central telefónica, dimensionando la capacidad de la central respecto a la cantidad de líneas analógicas que se tendrá para la atención a la ciudadanía y los agentes que atenderán las llamadas entrantes, una vez adquirido la central telefónica que cumpla con las características necesarias, se configuraron la conexión de las líneas analógicas, y el criterio para que se pueda atender todas las llamadas de forma eficiente sin perder alguna llamada.

También se realizó la creación de las extensiones para los agentes que atenderán las llamadas, la cola de llamadas donde se gestionaran la distribución de las llamadas, la creación de una regla para las llamadas entrantes para derivar a la cola de llamadas.

Finalmente para la conexión entre las diferentes centrales telefónicas, se realizó el plan de marcado y numeración entre las mismas, se probó la conexión entre todas las centrales y la calidad de las llamadas recibidas.

## INDICE GENERAL

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1.1.    | DESCRIPCION DE LA INSTITUCION DONDE SE REALIZO LA ACTIVIDAD ..... | 1  |
| 1.2.    | DESCRIPCION DE LA INSTITUCION .....                               | 1  |
| 1.3.    | MISION .....  | 1  |
| 1.4.    | VISION .....  | 1  |
| 1.5.    | BASE LEGAL .....  | 2  |
| 1.6.    | CARGO DESEMPEÑADO.....  | 2  |
| 1.7.    | ESTRUCTURA ONGANIZACIONAL INSTITUCIONAL .....                     | 3  |
| 1.8.    | MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES.....                           | 4  |
| 1.9.    | SECRETARIA EJECUTIVA .....  | 4  |
| 1.10.   | ANTECEDENTES .....  | 5  |
| 1.11.   | IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....                                  | 6  |
| 1.12.   | FORMULACION DEL PROBLEMA.....                                     | 7  |
| 1.13.   | OBJETIVOS .....   | 8  |
| 1.13.1. | OBJETIVO PRINCIPAL.....   | 8  |
| 1.13.2. | OBJETIVO SECUNDARIO.....  | 8  |
| 1.14.   | JUSTIFICACION .....   | 8  |
| 1.14.1. | JUSTIFICACION ACADEMICA .....                                     | 8  |
| 1.14.2. | JUSTIFICACION ECONOMICA.....                                      | 8  |
| 1.14.3. | JUSTIFICACION TECNICA.....  | 8  |
| 1.14.4. | JUSTIFICACION SOCIAL.....   | 9  |
| 1.15.   | LIMITACIONES Y ALCANCES.....                                      | 9  |
| 1.15.1. | DELIMITACION TEMATICA.....  | 9  |
| 1.15.2. | DELIMITACION TEMPORAL.....  | 9  |
| 1.16.   | DELIMITACION ESPACIAL .....                                       | 9  |
| 2.      | MARCO TEORICO.....  | 10 |
| 2.1.    | DATA CENTER.....  | 10 |
| 2.2.    | FUNDAMENTOS DE LA TELEFONIA ANALOGICA Y DIGITAL.....              | 10 |
| 2.3.    | CENTRALES TELEFONICAS PBX.....                                    | 11 |
| 2.4.    | SISTEMA TELEFONICO PBX .....                                      | 12 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 2.5.      | ENLACE E1 .....                                   | 13 |
| 2.6.      | TELEFONIA DIGITAL .....                           | 14 |
| 2.7.      | SEÑAL ANALOGICA Y DIGITAL.....                    | 15 |
| 2.8.      | PROCESO DE CONVERSION ANALOGICA – DIGITAL .....   | 15 |
| 2.9.      | MUESTREO .....                                    | 15 |
| 2.10.     | CUANTIZACION .....                                | 16 |
| 2.11.     | CODIFICACION .....                                | 17 |
| 2.12.     | RECUPERACION DE LA SEÑAL ANALOGICA.....           | 18 |
| 2.13.     | VOZ SOBRE IP .....                                | 18 |
| 2.13.1.   | DEFINICION.....                                   | 18 |
| 2.13.2.   | PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN.....                    | 19 |
| 2.13.2.1. | SESSION INITIATION PROTOCOL (SIP).....            | 19 |
| 2.13.2.2. | INTER-ASTERISK EXCHANGE PROTOCOL (IAX) .....      | 20 |
| 2.13.2.3. | COMPARATIVA ENTRE SIP E IAX .....                 | 20 |
| 2.14.     | SEÑALIZACION Y AUDIO .....                        | 21 |
| 2.14.1.   | FUNCIONAMIENTO DEL PROTOCOLO.....                 | 21 |
| 2.14.2.   | PROTOCOLOS DE AUDIO .....                         | 22 |
| 2.15.     | TELEFONOS IP .....                                | 22 |
| 2.16.     | ALGORITMOS DE CODIFICACION Y DECODIFICACION ..... | 23 |
| 2.16.1.   | CODEC G.711 .....                                 | 24 |
| 2.16.2.   | CODEC G.726.....                                  | 25 |
| 2.16.3.   | CODEC G.729.....                                  | 25 |
| 2.16.4.   | CODEC GSM .....                                   | 25 |
| 2.17.     | CENTRALES TELEFONICAS DIGITALES.....              | 25 |
| 2.18.     | PLATAFORMA DE VOIP .....                          | 25 |
| 2.18.1.   | ASTERISK .....                                    | 26 |
| 2.18.2.   | FREEBPX .....                                     | 26 |
| 2.18.3.   | ELASTIX.....                                      | 26 |
| 2.18.4.   | ISSABEL .....                                     | 26 |
| 2.19.     | APLIANCE DE VOIP .....                            | 27 |
| 2.20.     | TARJETAS DE COMUNICACIÓN .....                    | 27 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.20.1.  | TARJETA FXO .....                                 | 27 |
| 2.20.2.  | TARJETA FXS .....                                 | 27 |
| 2.21.    | TELEFONO IP .....                                 | 27 |
| 3.       | DESARROLLO DEL PROYECTO .....                     | 29 |
| 3.1.     | TOPOLOGIA DE CONEXIÓN .....                       | 29 |
| 3.2.     | ENLACE DE FIBRA OPTICA .....                      | 31 |
| 3.2.1.   | ENLACE ZONA SUR .....                             | 31 |
| 3.2.2.   | ENLACE PAMPAHASI.....                             | 32 |
| 3.2.3.   | DATOS DE ENLACE DE FIBRA OPTICA.....              | 32 |
| 3.2.4.   | CALCULO DE ENLACE DE FIBRA OPTICA .....           | 33 |
| 3.2.4.1. | ENLACE ZONA SUR.....                              | 33 |
| 3.2.4.2. | ENLACE PAMPAHASI.....                             | 34 |
| 3.2.4.3. | CALCULO DEL ANCHO DE BANDA PARA TELEFONOS IP..... | 35 |
| 3.3.     | CONFIGURACION DEL SERVIDOR.....                   | 36 |
| 3.3.1.   | CONFIGURACION DE LA TARJETA DE RED .....          | 36 |
| 3.3.2.   | ACCESO A LA CONSOLA DE ADMINISTRACION WEB.....    | 38 |
| 3.3.3.   | CREACION DE INTERNOS .....                        | 39 |
| 3.3.3.1. | TIPO DE EXTESIONES .....                          | 40 |
| 3.3.4.   | CREACION DE LA COLA DE LLAMADA .....              | 42 |
| 3.3.5.   | LLAMADAS ENTRANTES .....                          | 46 |
| 3.3.6.   | CONEXIÓN ENTRE CENTRALES TELEFONICAS.....         | 47 |
| 3.3.6.1. | TIPOS DE TRONCALES.....                           | 48 |
| 3.3.6.2. | TRONCALIZACION DE CENTRALES.....                  | 48 |
| 3.3.6.3. | TRONCALIZACION DE LAS LINEAS ANALOGICAS .....     | 50 |
| 3.3.6.4. | RUTAS SALIENTES .....                             | 52 |
| 3.3.7.   | TOPOLOGIA COMUNICACIÓN IMPLEMENTADA .....         | 54 |
| 4.       | CONCLUSIONES .....                                | 56 |
|          | ANEXO A.....                                      | 58 |
|          | ANEXO B .....                                     | 60 |
|          | ANEXO C. ....                                     | 62 |
|          | BIBLIOGRAFIA .....                                | 63 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| LIBROS CONSULTADOS.....              | 63 |
| PAGINAS DE INTERNET CONSULTADAS..... | 63 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA N° 1 ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL.....  | 4  |
| FIGURA N° 2 ORGANIGRAMA SECRETARIA EJECUTIVA MUNICIPAL.....                           | 5  |
| FIGURA N° 3 TOPOLOGIA INICIAL DE CONEXIÓN ENTRE CENTRALES<br>TELEFONICAS .....        | 6  |
| FIGURA N° 4 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS .....   | 7  |
| FIGURA N° 5 SISTEMA DE TELEFONÍA CONVENCIONAL.....                                    | 11 |
| FIGURA N° 6 CONEXIÓN ENTRE CENTRALES TELEFONICAS .....                                | 12 |
| FIGURA N° 7 SEÑAL ANALOGICA Y DIGITAL.....  | 15 |
| FIGURA N° 8 SEÑAL ANALOGICA .....   | 16 |
| FIGURA N° 9 MUESTREO DE SEÑAL .....   | 16 |
| FIGURA N° 10 CUANTIZACION.....  | 17 |
| FIGURA N° 11 CODIFICACION.....  | 17 |
| FIGURA N° 12 SEÑAL ANALOGICA .....  | 18 |
| FIGURA N° 13 DIAGRAMA DE PROTOCOLOS .....   | 22 |
| FIGURA N° 14 SOBRECARGA DE PROTOCOLOS .....   | 24 |
| FIGURA N° 15 TOPOLOGIA DE ANTIGUA DE CONEXIÓN DE TELEFONIA IP<br>DEL G.A.M.L.P. ....  | 30 |
| FIGURA N° 16 TOPOLOGIA DE CONEXIÓN IMPLEMENTADA DE TELEFONIA<br>IP DEL G.A.M.L.P..... | 30 |
| FIGURA N° 17 ENLACE ZONA SUR.....   | 31 |
| FIGURA N° 18 ENLACE PAMPAHASI.....  | 32 |
| FIGURA N° 19 CONEXIÓN A CENTRAL TELEFONICA .....                                      | 37 |
| FIGURA N° 20 COMANDO PARA CONFIGURACION DE LA RED.....                                | 37 |
| FIGURA N° 21 CONFIGURACION DE LA TARJETA DE RED EN LINUX.....                         | 38 |
| FIGURA N° 22 CONFIGURACION DE IP ESTATICA .....                                       | 38 |
| FIGURA N° 23 ACCESO WEB .....   | 39 |
| FIGURA N° 24 DASHBOARD ELASTIX .....  | 39 |
| FIGURA N° 25 CREACION DE EXTENSIONES.....   | 40 |
| FIGURA N° 26 DATOS DE CREACION DE UAN EXTENSION .....                                 | 41 |
| FIGURA N° 27 CREACION DE COLA DE LLAMADA.....   | 43 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA N° 28 CONFIGURACION DE COLA DE LLAMADA .....              | 44 |
| FIGURA N° 29 CONFIGURACION DE TIPO DE TIMBRADO.....              | 44 |
| FIGURA N° 30 CONFIGURACION DEL TIEMPO DE ESPERA DE LLAMADA ..... | 45 |
| FIGURA N° 31 CONFIGURACION DE REDIRECCION DE LLAMADA .....       | 46 |
| FIGURA N° 32 CREACION DE RUTAS ENTRANTES.....                    | 46 |
| FIGURA N° 33 CONFIGURACION RUTA ENTRANTE.....                    | 46 |
| FIGURA N° 34 ENRRUTAMIENTO DE LLAMADAS .....                     | 47 |
| FIGURA N° 35 DATOS DE CENTRALES TELEFONICAS PARA CONEXIÓN.....   | 48 |
| FIGURA N° 36 CREACION DE UNA TRONCAL .....                       | 49 |
| FIGURA N° 37 CONFIGURACION DE TRONCAL SIP.....                   | 49 |
| FIGURA N° 38 RECONOCIMIENTO DE LAS LINEAS ANALOGICAS.....        | 50 |
| FIGURA N° 39 CREACION DE TRONCAL DE LINEA ANALOGICA .....        | 51 |
| FIGURA N° 40 CONFIGURACION LINEA COTEL.....                      | 51 |
| FIGURA N° 41 COMFIGURACION LINEA ENTEL.....                      | 52 |
| FIGURA N° 42 CONFIGURACION LINEA VIVA TIGO .....                 | 52 |
| FIGURA N° 43 CREACION RUTAS SALIENTES .....                      | 53 |
| FIGURA N° 44 CONFIGURACION RUTA SALIENTE A TRONCAL EJECUTIVO ..  | 54 |
| FIGURA N° 45 TOPOLOGIA IMPLEMENTADA .....                        | 55 |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA N° 1 INSTITUCION DONDE SE LLEVÓ A CABO LA ACTIVIDAD LABORAL ..... | 2  |
| TABLA N° 2 COMPARATIVA DE PROTOCOLOS .....                              | 21 |
| TABLA N° 3 ANCHO DE BANDA DE CODECS .....                               | 24 |
| TABLA N° 4 DISTANCIA DEL ENLACE .....                                   | 32 |
| TABLA N° 5 CARACTERIZTICAS DEL CODEC G.711 .....                        | 35 |
| TABLA N° 6 OPCIONES DE CONFIGURACION DE UNA EXTENSION .....             | 41 |
| TABLA N° 7 TIPOS DE TIMBRADO.....                                       | 43 |
| TABLA N° 8 PLAN DE MARCADO .....  | 53 |

**1.1. DESCRIPCION DE LA INSTITUCION DONDE SE REALIZO LA ACTIVIDAD**

**1.2. DESCRIPCION DE LA INSTITUCION**

El Gobierno Autónomo Municipal La Paz es una institución en la cual tiene una infraestructura tecnológica apropiada para los servicios internos y dar un eficiente servicio a la ciudadanía, la Dirección de Gobierno Electrónico y Modernización de la Gestión (DGEM) es la encargada de monitorear los servicios internos como ser la infraestructura de redes, telefonía ip, en los cuales se brinda soporte para corregir los problemas a todas las unidades organizacionales.

**1.3. MISION**

Somos una entidad pública municipal autónoma, progresista y generadora de valor público, cuya misión es mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio de La Paz, generando y ejecutando políticas de desarrollo integral en corresponsabilidad con su comunidad, administrando su territorio y prestando servicios con transparencia, equidad, calidad y calidez; con servidores públicos municipales motivados, comprometidos y con solvencia técnica.

**1.4. VISION**

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz es una entidad vanguardista, moderna y competitiva, referente a nivel nacional e internacional en la presentación de servicios públicos, que mejoran la calidad de vida, y promueve el desarrollo integral de sus habitantes y su entorno; reconociendo, respetando y gestionando su diversidad e interculturalidad; con talento humano solidario, motivado, comprometido y competente, que forma parte de una institucionalidad fortalecida, con practica demócrata y participativa, y que ejerce plenamente su autonomía.

## 1.5. BASE LEGAL

- Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia de 7 de febrero de 2009.
- Ley de Gobiernos Autónomos Municipales N° 482 de 09 de enero del 2014.
- Ley de Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibáñez” N° 031 de 19 de julio de 2010.
- Ley General de Telecomunicaciones, Tecnologías de Información y Comunicación N°164 de 8 de agosto de 2011.
- Ley de Procedimiento administrativo N° 2341 de 23 de abril de 2002.
- Decreto Supremo N° 27113 de 23 de julio de 2003, Reglamento a la Ley de Procedimiento Administrativo N°2341.
- Decreto Supremo 0477/2010 de fecha 14 de abril de 2010.

## 1.6. CARGO DESEMPEÑADO

A lo largo de la trayectoria laboral se adquirieron conocimientos y experiencia en el área de redes, telefonía ip e infraestructura tecnológica a partir del 15 de septiembre de 2015 en el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz:

| EMPRESA O INSTITUCION                 | AÑOS DE TRABAJO                             | PUESTO   |
|---------------------------------------|---|--|
| Gobierno Autónomo Municipal de La Paz | del 15 de Septiembre al 12 de Diciembre     | Apoyo Administrativo en Telefonía IP                       |
| Gobierno Autónomo Municipal de La Paz | del 1 de Agosto al 31 de Diciembre del 2016 | Asistente Técnico en Monitoreo de Servicios de Data Center |
| Gobierno Autónomo Municipal de La Paz | del 3 de Enero al 31 de Diciembre del 2017  | Asistente Técnico en Monitoreo de Servicios de Data Center |
| Gobierno Autónomo Municipal de La Paz | del 2 de Enero al 31 de Marzo del 2018      | Asistente Técnico en Monitoreo de Servicios de Data Center |
| Gobierno Autónomo Municipal de La Paz | del 2 de Abril al 31 de Diciembre del 2018  | Encargado de Telefonía IP                                  |
| Gobierno Autónomo Municipal de La Paz | del 2 de Enero al 31 de Diciembre del 2010  | Encargado de Telefonía IP                                  |

(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

TABLA N° 1 INSTITUCION DONDE SE LLEVÓ A CABO LA ACTIVIDAD LABORAL

## **1.7. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL INSTITUCIONAL**

La estructura organizacional del Órgano Ejecutivo Municipal, está conformada por los siguientes niveles jerárquicos:

- **NIVEL DIRECTIVO**

En el que se establecen objetivos, políticas y estrategias orientadas a asegurar una gestión municipal eficiente y transparente, promoviendo el desarrollo del Municipio, con el propósito de elevar los niveles de bienestar social de la comunidad, conformado por el Despacho del Alcalde Municipal siendo la Máxima Autoridad Ejecutiva del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

- **NIVEL EJECUTIVO**

En el cual se aplican las políticas y se toman las decisiones para el funcionamiento de la entidad de acuerdo con los lineamientos definidos en el Nivel Directivo, se encuentra conformado por Despachos de: Secretaría Ejecutiva Municipal, Secretarías Municipales, Subalcaldías, Direcciones Generales, Direcciones y Agencias Municipales.

- **NIVEL OPERATIVO**

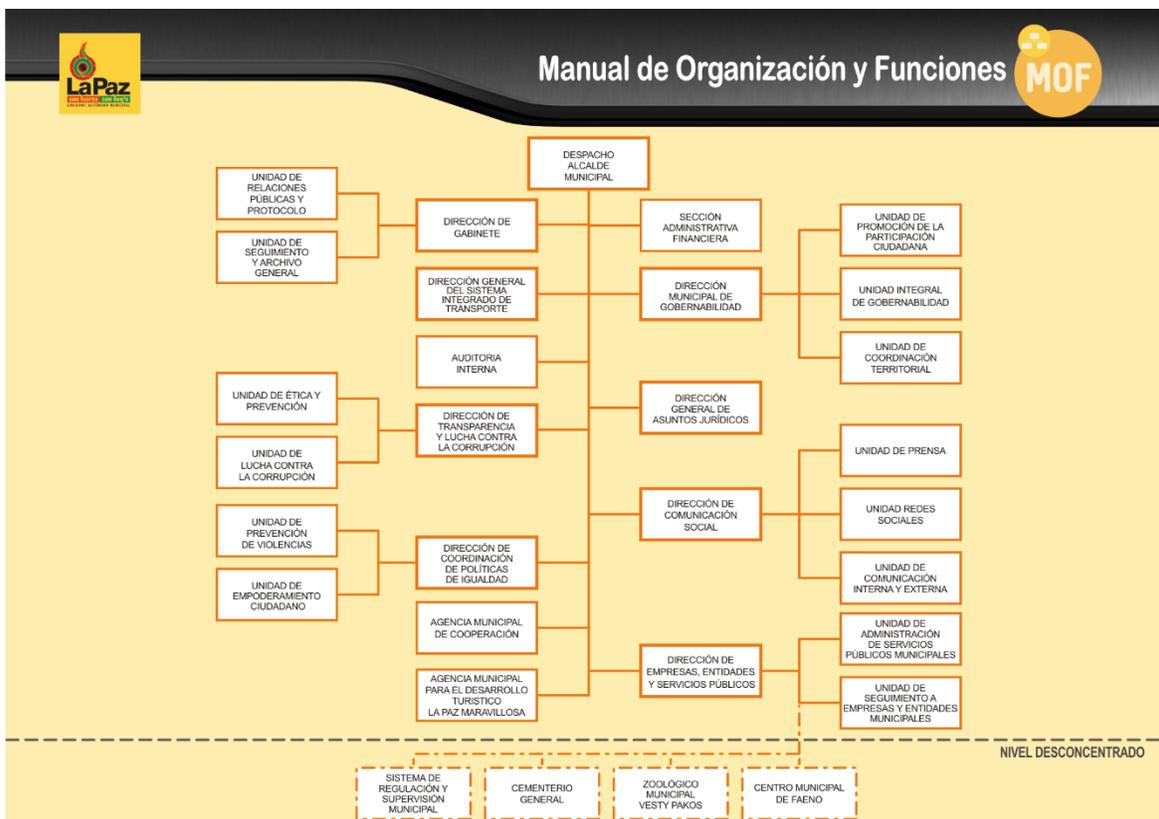
Donde se ejecutan las operaciones, facilitando la satisfacción de las necesidades colectivas de los ciudadanos, conformado por las unidades organizacionales de línea y programas.

- **NIVEL DESCONCENTRADO**

Cuyo propósito es acercar la gestión municipal y la prestación de servicios públicos a la comunidad del Municipio de La Paz, contribuyendo de manera directa a la satisfacción de sus necesidades, conformado por las Unidades Municipales Desconcentradas.

- **NIVEL DESCENTRALIZADO**

Operan de manera autónoma y sectorial, se encuentran bajo tuición del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz a través de los Directorios, su Presidencia es ejercida por el Alcalde Municipal o su representante expresamente designado, conformado por las entidades y empresas públicas municipales



(FUENTE: MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ORGANISMO EJECUTIVO MUNICIPAL GESTION 2019)

FIGURA N° 1 ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL

## 1.8. MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES

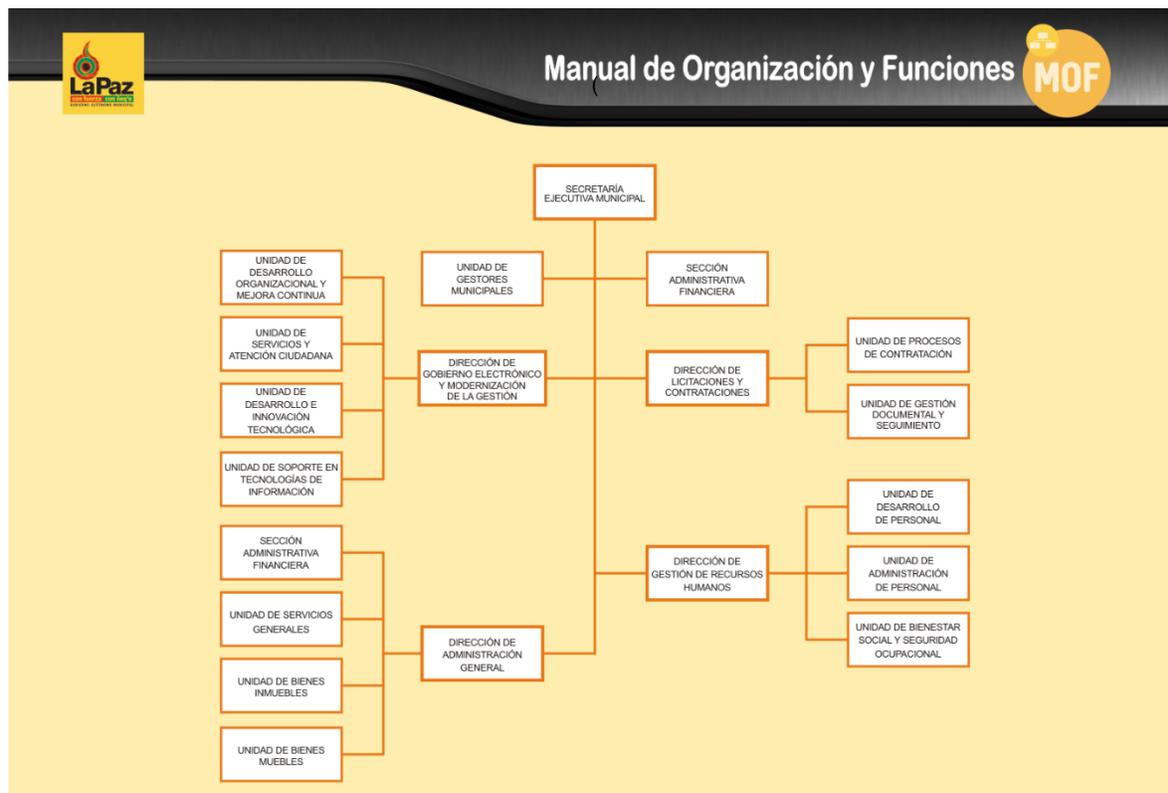
El Manual de Organización y Funciones es un instrumento técnico administrativo que tiene por objeto definir y formalizar el organigrama, dar a conocer la razón de ser, las relaciones inter e intrainstitucionales, las funciones y atribuciones de las unidades organizacionales del Órgano Ejecutivo del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

El Manual de Organización y Funciones (MOF), es el resultado del diseño o rediseño organizacional realizado en cumplimiento a lo establecido en el Reglamento Específico del Sistema de Organización Administrativa (RE – SOA) vigente del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

## 1.9. SECRETARIA EJECUTIVA

Tiene como funciones coadyuvar de forma efectiva en la ejecución y cumplimiento de los planes, programas y proyectos, así como las determinaciones emanadas por la Máxima

Autoridad Ejecutiva, mediante el seguimiento, coordinación y monitoreo de las unidades organizacionales correspondientes para alcanzar los objetivos de la gestión.



FUENTE: MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ORGANO EJECUTIVO MUNICIPAL)

FIGURA N° 2 ORGANIGRAMA SECRETARIA EJECUTIVA MUNICIPAL

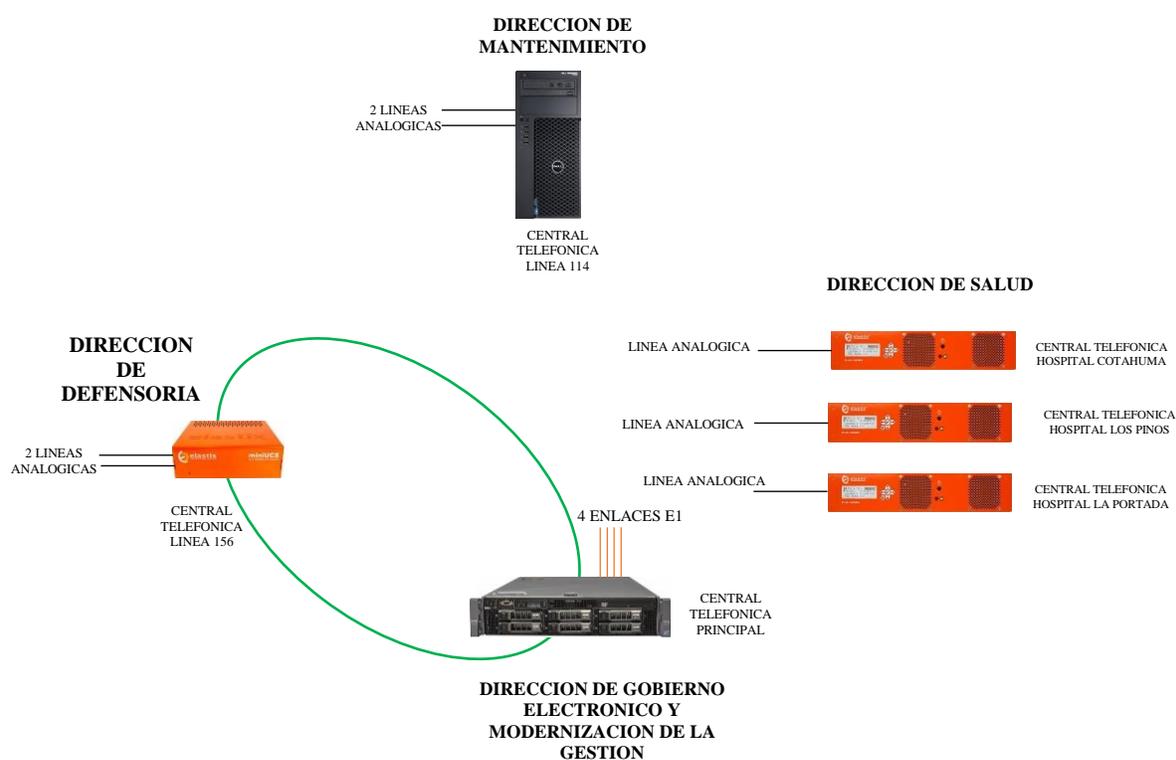
De esta forma la Dirección de Gobierno Electrónico y Modernización de la Gestión tiene la función de diseñar e implementar políticas integrales de innovación y modernización de los servicios públicos municipales en el marco de la mejora continua, a través del desarrollo, administración, mantenimiento y explotación de plataformas, infraestructura y herramientas tecnológicas, orientadas a garantizar la simplificación de trámites, la desburocratización y la reducción de la discrecionalidad funcionaria en procura de brindar servicios con calidad y efectividad; sustentados en principios de transparencia e inclusión ciudadana, consolidando el modelo de gestión organizativa del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

### 1.10. ANTECEDENTES

En febrero del 2014 la Dirección de Defensoría Municipal, implementó una central telefónica para la línea 156, también la Dirección de Mantenimiento para la línea 114,

utilizado en los requerimientos de filtraciones de agua, taponamiento de sumideros, bocas de tormenta, bacheo de vías, entre otros. Seguidamente se implementó centrales telefónicas en los hospitales municipales.

Al ser un sistema de telefonía, existen los problemas de comunicación al tener solamente una conexión de red entre las centrales telefónicas y no tener una comunicación del mismo servicio, por el cual no se puede realizar llamadas entre las centrales telefónicas, exceptuando la central telefónica principal que tiene conexión con todas centrales. De este modo se demuestra la conexión actual de del servicio de telefonía ip en el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.



(FUENTE: ELABORACION PROPIA)

FIGURA N° 3 TOPOLOGIA INICIAL DE CONEXIÓN ENTRE CENTRALES TELEFONICAS

### 1.11. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

La necesidad de tener un monitoreo en las llamadas, supone un problema de control de calidad que podría evitarse. Tener las líneas de atención al ciudadano obliga a acercarse a un servicio con disponibilidad 24x7. En la actualidad, al no tener un sistema que gestione los datos de las llamadas recibidas genera una desinformación, teniendo un control de calidad de servicio de poco eficiente.

Al solicitar la información correspondiente a otra línea de atención no se puede derivar la llamada al área correspondiente, esto genera otro problema de comunicación en la atención al cliente. Para que exista total comunicación dentro del centro de crisis donde todas las extensiones de las diferentes líneas de atención al ciudadano se puedan comunicar de forma gratuita sin solicitar al ciudadano que vuelva a llamar al número correspondiente a su solicitud.



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

FIGURA N° 4 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS

En el caso del Servicio Municipal de Ambulancias (SEMA) dependiendo de la Dirección Municipal de Salud, no tiene comunicación con las líneas de atención, registro de llamadas, ni algún procedimiento para el control de calidad en la atención a la ciudadanía, motivo por el cual se eligió esta unidad organizacional para la implementación de una central telefónica.

### 1.12. FORMULACION DEL PROBLEMA

La situación descrita debe ser atendida desde un punto de vista técnico a fin de identificar las medidas que permitan revertir la situación problemática detectada, para cuyo efecto se formula la interrogante que, de hecho, se constituye en el problema de investigación:

**¿SE PUEDE SOLUCIONAR LA COMUNICACIÓN, CON LA INCLUSION DE UN SISTEMA DE TELEFONIA IP PARA MEJORAR EL SERVICIO DE ATENCION A LA CIUDADANIA?**

## **1.13. OBJETIVOS**

### **1.13.1. OBJETIVO PRINCIPAL**

- Implementar una central telefónica ip para el servicio municipal de ambulancia.

### **1.13.2. OBJETIVO SECUNDARIO**

- Establecer la comunicación con las diferentes centrales telefónicas del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.
- Recopilar todos los datos necesarios para la determinación de parámetros de funcionamiento de la central telefónica.
- Determinar la calidad del enlace de fibra óptica y el tipo de codificación del audio para que no exista intermitencia en la llamada.
- Identificar el tipo de equipos y la configuración de cumplen los requisitos.

## **1.14. JUSTIFICACION**

### **1.14.1. JUSTIFICACION ACADEMICA**

El presente trabajo permitirá poner en práctica e incursionar en el aprovechamiento de todos los conocimientos adquiridos en las materias cursadas en el transcurso de la carrera como ser la materia de SISTEMAS DIGITALES I, SISTEMAS DIGITALES II y TRAFICO TELEFONICO.

### **1.14.2. JUSTIFICACION ECONOMICA**

Utilizando una red de datos institucional de G.A.M.L.P., todas las llamadas internas podrán intercomunicarse con todas las unidades organizacionales de la misma institución sin generar algún costo. Al tener un control del registro de llamadas, grabación de llamadas, reenvío de llamadas y llamadas tripartitas, se tendrá un mejor control de calidad de atención al ciudadano. Sin contratar esos servicios directamente del proveedor del servicio.

### **1.14.3. JUSTIFICACION TECNICA**

En el área de telecomunicaciones, es necesario administrar el funcionamiento de la central telefónica y el control de las líneas analógicas, monitorear el estado de la red que presentaría una mejor detección cuando existan problemas de comunicación. Es por ello que es factible técnicamente llevarlo a cabo.

#### **1.14.4. JUSTIFICACION SOCIAL**

A razón que el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz tiene líneas gratuitas de atención al ciudadano, no tiene que presentar fallas y tener el monitoreo necesario, se hace imprescindible contar una tecnología que permita realizar el monitoreo necesario de forma eficaz. Implícitamente la labor que lleva a cabo el G.A.M.L.P. es el servicio en bien de los usuarios en su conjunto que son parte de esta sociedad.

#### **1.15. LIMITACIONES Y ALCANCES**

El proyecto se delimitará de la siguiente manera:

##### **1.15.1. DELIMITACION TEMATICA**

La implementación se enmarcará en la planificación del diseño e implementación de una central telefónica ip, consecuentemente se circunscribe al estudio de los equipos para su funcionamiento, instalación y configuración para interactuar con los sistemas ya implementados.

##### **1.15.2. DELIMITACION TEMPORAL**

Para el estudio del presente proyecto, en correspondencia con los objetivos planteados, para la implementación de la central se estima que el trabajo se desarrollará en un lapso de 2 meses.

##### **1.16. DELIMITACION ESPACIAL**

El desarrollo del proyecto se desarrollará a nivel local, localizando en primera instancia en el edificio Armando Escobar Uría, en el Data Center de la Dirección de Gobierno Electrónico y Modernización del Gestión, y para el estudio práctico en el Centro de Crisis ubicado en la zona de Alto Obrajes.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1. DATA CENTER**

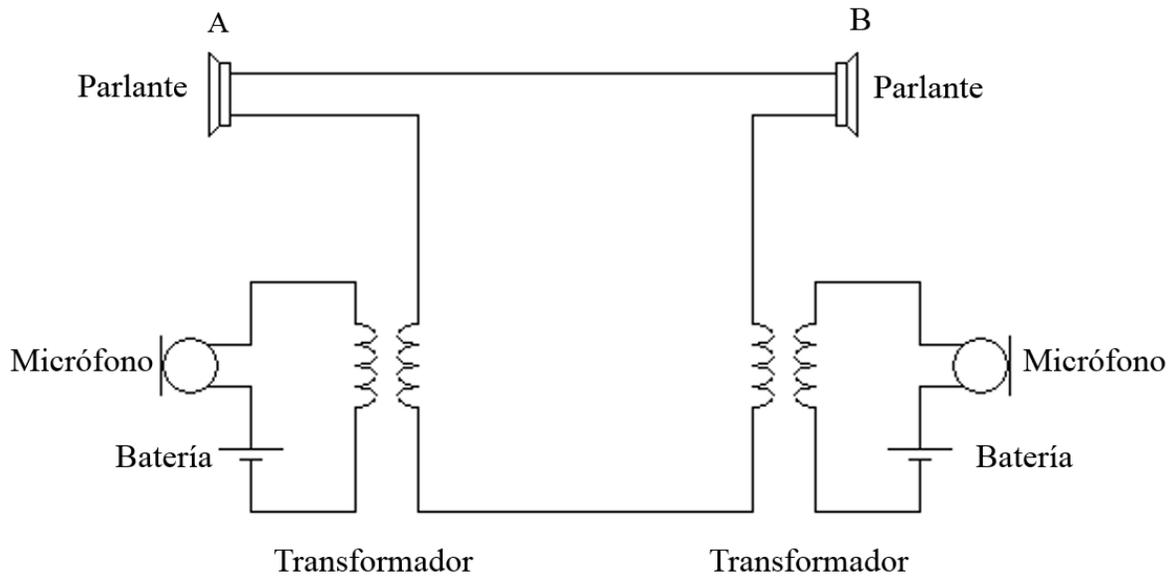
Un data center puede traducirse como un centro de procesamiento de datos, es una instalación empleada para albergar un sistema de información de componentes asociados, como telecomunicaciones y los sistemas de almacenamientos donde generalmente incluyen fuentes de alimentación redundante o de respaldo de un proyecto típico de data center que ofrece espacio para hardware en un ambiente controlado, como por ejemplo acondicionando el espacio con el aire acondicionado, extinción de incendios de diferentes dispositivos de seguridad para permitir que los equipos tengan el mejor nivel de rendimiento con la máxima disponibilidad del sistema.

Una data center te ofrece varios niveles de redundancia, en la forma de fuentes de energía de Backup y conexiones adicionales de comunicación, que puede no ser utilizada hasta que pase algún problema en el sistema primario donde el principal objetivo de un proyecto de data center es ejecutar las aplicaciones centrales y almacenar datos operativos, donde ofrece las aplicaciones más tradicionales.

Los componentes más comunes son firewalls, gateways VPN, routers y computadores, servidores de banco de datos, de archivos aplicaciones, web, todo en hardware físico o en plataformas consolidadas y virtualizadas.

### **2.2. FUNDAMENTOS DE LA TELEFONIA ANALOGICA Y DIGITAL**

Los sistemas de telefonía tradicional están guiados por un sistema muy simple pero ineficiente denominado conmutación de circuitos. La conmutación de circuitos ha sido usada por las operadoras tradicionales por más de 100 años. En este sistema cuando una llamada es realizada la conexión es mantenida durante todo el tiempo que dure la comunicación. Este tipo de comunicaciones es denominado "circuito" porque la conexión está realizada entre 2 puntos hacia ambas direcciones. Estos son los fundamentos del sistema de telefonía convencional.



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

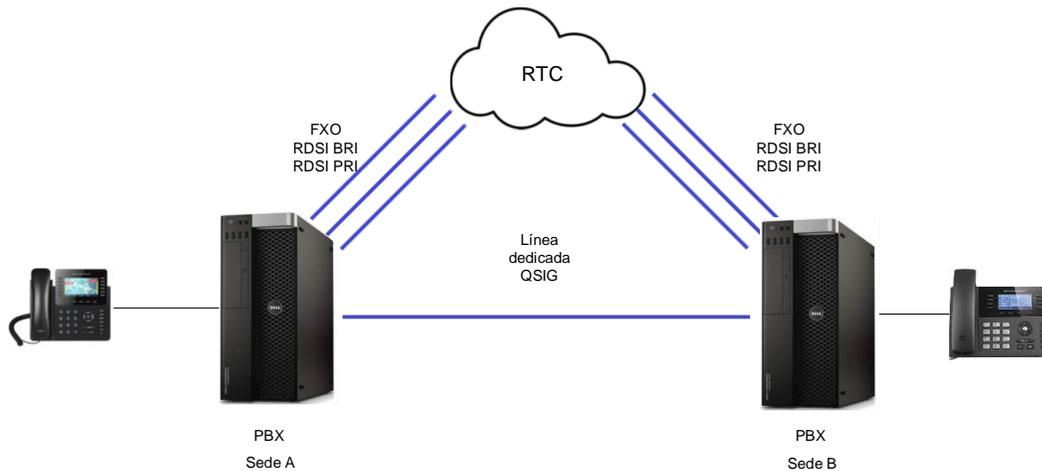
FIGURA N° 5 SISTEMA DE TELEFONÍA CONVENCIONAL

Un teléfono está formado por dos circuitos que funcionan juntos: el circuito de conversación, que es la parte analógica, y el circuito de marcación, que se encarga de la marcación y llamada. Tanto las señales de voz como las de marcación y llamada (señalización), así como la alimentación, comparten el mismo par de hilos; a esto a veces se le llama "señalización dentro de la banda (de voz)". La impedancia característica de la línea es  $600\Omega$ . Lo más llamativo es que las señales procedentes del teléfono hacia la central y las que se dirigen a él desde ella viajan por esa misma línea de sólo 2 hilos. Para poder combinar en una misma línea dos señales (ondas electromagnéticas) que viajen en sentidos opuestos y para luego poder separarlas se utiliza un dispositivo llamado transformador híbrido o bobina híbrida, que no es más que un acoplador de potencia (duplexor).

### 2.3. CENTRALES TELEFONICAS PBX

Los sistemas de telefonía tradicionales están basados en las llamadas centrales PBX (Private Branch Exchange). Estos equipos integran todo lo necesario para dar servicio a los terminales telefónicos. Así los teléfonos se conectan mediante un cable telefónico RJ11 a los puertos de que dispone la central. También se encarga de centralizar las conexiones con la red pública telefónica (RTC o PSTN), permitiendo concentrar líneas públicas de diferentes tipos y tecnología: Analógicas (FXO) y digitales (BRI RDSI y PRI RDSI), para ello existen diferentes tarjetas con los interfaces apropiados. Al igual que nos ofrece

conectividad con la red pública, también es posible establecer la interconexión de varias centrales, mediante enlaces analógicos o digitales utilizando protocolo QSIG.



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

FIGURA N° 6 CONEXIÓN ENTRE CENTRALES TELEFONICAS

Es también la PBX, el que, por medio de configuración y programación, se encarga de decidir hacia donde dirigir cada llamada, y como señalar la misma. También provee de corriente eléctrica a los teléfonos de los usuarios.

De forma adicional es posible incluir funcionalidades más avanzadas de servicio de telefonía (IVR, ACD, encolamiento de llamadas...), ya sea por medio de configuración, o mediante tarjetas y módulos dedicados.

Los componentes incluidos en la arquitectura de toda RTC/PSTN son:

- Teléfono y línea telefónica de abonado (Usuario o Cliente final).
- Centrales de conmutación de circuitos (PBX y Centrales Telefónicas).
- Sistema de transmisión (Líneas de Distribución Telefónica).
- Sistema de señalización (Protocolos Analógicos y Digitales).

Para poder transmitir datos por una Red Telefónica Conmutada, se necesita añadir otro elemento, la disponibilidad de líneas, en tantos sitios de la infraestructura de la RTC, la constituye en la solución más apropiada para introducir rápidamente cualquier Servicio de Telecomunicación nuevo.

## 2.4. SISTEMA TELEFONICO PBX

PBX son las siglas en inglés de “Private Branch Exchange”, la cual es la red telefónica privada que es utilizada dentro de una empresa. Los usuarios del sistema telefónico PBX

comparten un número definido de líneas telefónicas para poder realizar llamadas externas. El sistema PBX conecta las extensiones internas dentro de una empresa y al mismo tiempo las conecta con la red pública conmutada, conocida también como PSTN (Public Switched Telephone Network).

Dicho en palabras simples; PBX es lo que comúnmente conocemos como Planta Telefónica o Central Telefónica. Existen desde pequeño tamaño donde ingresan 2 o 3 líneas troncales de la red pública y conectan de 4 a 8 teléfonos en oficinas pequeñas; hasta de gran tamaño o escala donde ingresan cientos de troncales y conectan hasta miles de teléfonos en grandes corporaciones. Los PBX de gran escala, instalados en grandes oficinas funcionan como dispositivo físico que administra el tráfico de llamadas, incluso contabiliza las llamadas para uso financiero y de facturación.

El uso de un PBX evita conectar todos los teléfonos de una oficina de manera separada a la red de telefonía local pública (RTC/PSTN), evitando a su vez que se tenga que tener una línea propia con salidas de llamadas y cargos mensuales hacia la central telefónica que regresan nuevamente para establecer comunicación interna. En oficinas pequeñas se utilizan los teléfonos con líneas directas a la central pública, o con una central híbrida; los costos de instalación de los equipos PBX serían muy altos y las funciones de ésta no serían aprovechadas del todo, por ejemplo, no habría necesidad de realizar llamadas internas en caso de ser muy pequeña físicamente.

Generalmente en sistemas telefónicos de gran tamaño, empresas grandes y corporaciones, los usuarios conectan el PBX por un único enlace digital, como E1 o T1, utilizando tan sólo 2 pares de cables en lugar de  $2n$  hilos para las  $n$  líneas externas contratadas. Generalmente estos enlaces tienen capacidad de portar hasta 30 líneas sin llegar a comprimir la información de la voz lo suficiente como para degradarla, más 2 líneas más, que ocupan para el envío y recepción de información, para señalización y sincronización. Se tiende hoy en día a dejar configurado el acceso de llamadas entrantes al PBX por 2 métodos principalmente.

## **2.5. ENLACE E1**

Se creó hace muchos años para interconectar troncales entre centrales telefónicas y después se le fue dando otras aplicaciones hasta las más variadas que vemos hoy en día. La trama

E1 consta en 32 divisiones (time slots) PCM (pulse code modulation) de 64k cada una, lo cual hace un total de 30 líneas de teléfono normales más 2 canales de señalización, en cuanto a conmutación. Señalización es lo que usan las centrales para hablar entre ellas y decirse que es lo que pasa por el E1.

El ancho de banda se puede calcular multiplicando el número de canales, que transmiten en paralelo, por el ancho de banda de cada canal:

$$\text{canales} \times (\text{ancho por canal}) = 32 \text{ canales} \times 64 \text{ kb} = 2048 \text{ kb}$$

Resumiendo, un E1 equivale a 2.048 kilobits (2 Mbits) en el vocabulario tecnológico convencional. Hoy contratar un E1 significa contratar el servicio de 30 líneas telefónicas digitales para nuestras comunicaciones. Se usa en todo el mundo excepto Canadá, Estados Unidos y Japón.

Estándar de la ITU-T/G.711A para la transmisión, fundamentalmente, de señales de voz, que especifica una cuantificación de 8 bits por muestra, y un ancho de banda máximo de la señal de audio de 4 KHz (suficiente para telefonía), para generar como resultado una señal de frecuencia de 8 KHz, según el cálculo:

$$(8 \text{ bits/muestra}) * (8000 \text{ muestras/segundo}) = 64 \text{ kbits/s}$$

## 2.6. TELEFONIA DIGITAL

En los años 70 se produjo un creciente proceso de digitalización influyendo en los sistemas de transmisión de voz, en las centrales de conmutación de la red telefónica, manteniendo el bucle de abonados de manera analógica. Por lo tanto, cuando la señal de voz, señal analógica llega a las centrales que trabajan de manera digital aparece la necesidad de digitalizar la señal de voz.

El sistema de codificación digital utilizado para digitalizar la señal telefónica fue la técnica de modulación por pulsos codificados (PCM), cuyos parámetros de digitalización son:

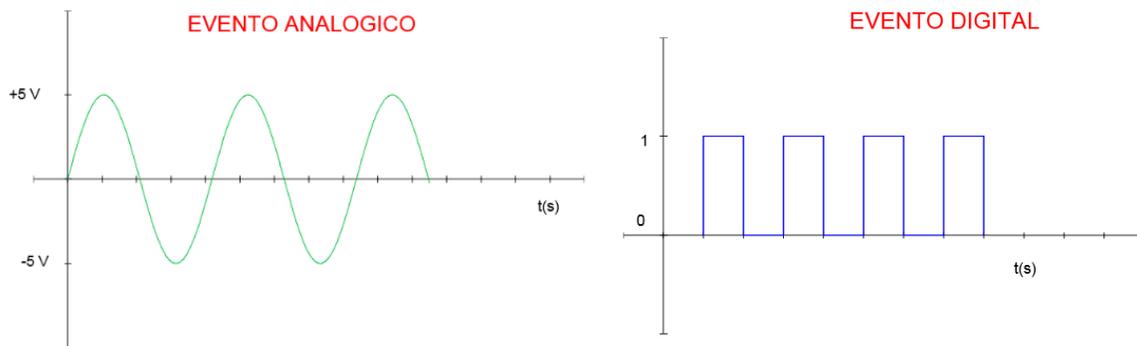
- Frecuencia de muestreo: 8000 Hz
- Numero de bits: 8
- Códec G7.11A
- Códec G7.11u

El tratamiento que se aplica a la señal analógica es: filtrado, muestreo y codificación de las muestras.

## 2.7. SEÑAL ANALÓGICA Y DIGITAL

El término ANALÓGICO en la industria de las telecomunicaciones y el cómputo significa todo aquel proceso entrada/salida cuyos valores son continuos. Algo continuo es todo aquello que puede tomar una infinidad de valores dentro de un cierto límite superior e inferior.

El término DIGITAL de la misma manera involucra valores de entrada/salida discretos. Algo discreto es algo que puede tomar valores fijos. El caso de las comunicaciones digitales y el cómputo, esos valores son el CERO (0) o el UNO (1) o Bits (Binary Digits).



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)  
FIGURA N° 7 SEÑAL ANALÓGICA Y DIGITAL

## 2.8. PROCESO DE CONVERSION ANALÓGICA – DIGITAL

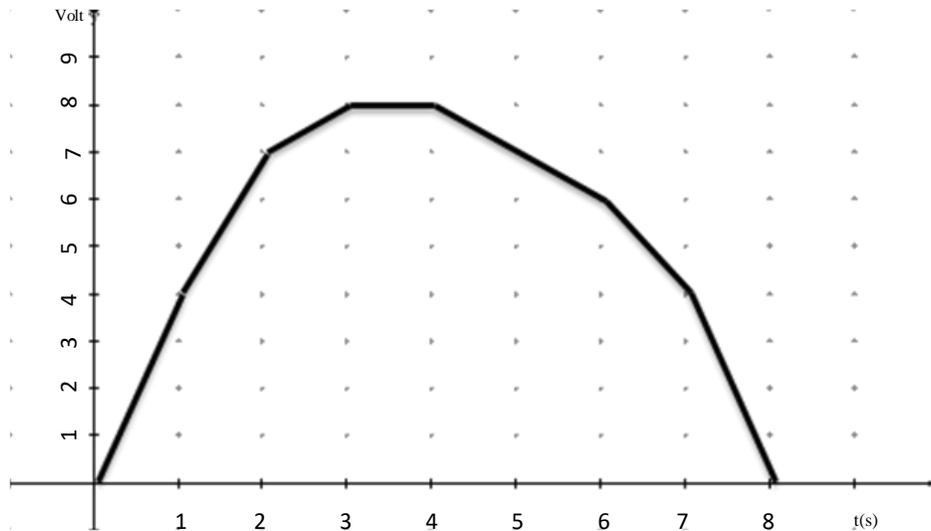
Una vez aclaradas las diferencias básicas entre la tecnología analógica y la digital, veamos ahora cómo se efectúa el proceso de conversión de una tecnología a otra.

Para realizar esa tarea, el conversor ADC (Analog-to-Digital Converter - Conversor Analógico Digital) tiene que efectuar los que se describe a continuación.

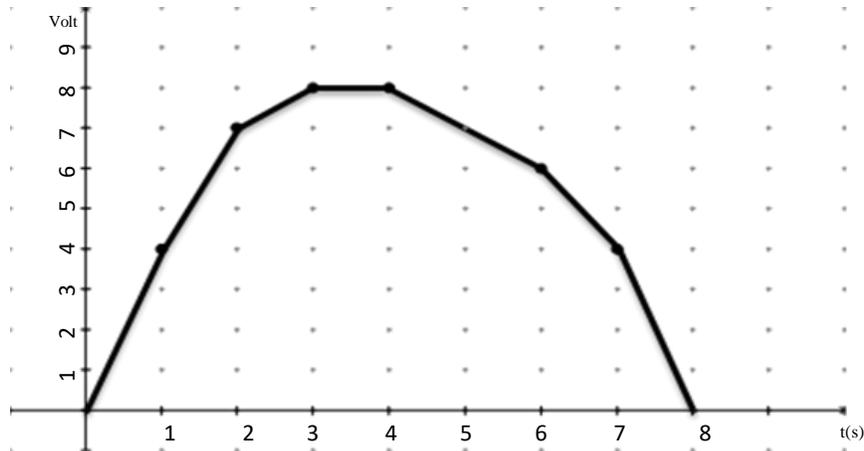
## 2.9. MUESTREO

Toda la tecnología digital (audio, video) está basado en la técnica de muestreo (sampling en inglés). En música, cuando una grabadora digital toma una muestra, básicamente toma una fotografía fija de la forma de onda y la convierte en bits, los cuales pueden ser almacenados y procesados. Comparado con la grabación analógica, la cual está basada en

registros de voltaje como patrones de magnetización en las partículas de óxido de la cinta magnética. El muestreo digital convierte el voltaje en números (0s y 1s) los cuales pueden ser fácilmente representados y vueltos nuevamente a su forma original.



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)  
FIGURA N° 8 SEÑAL ANALOGICA

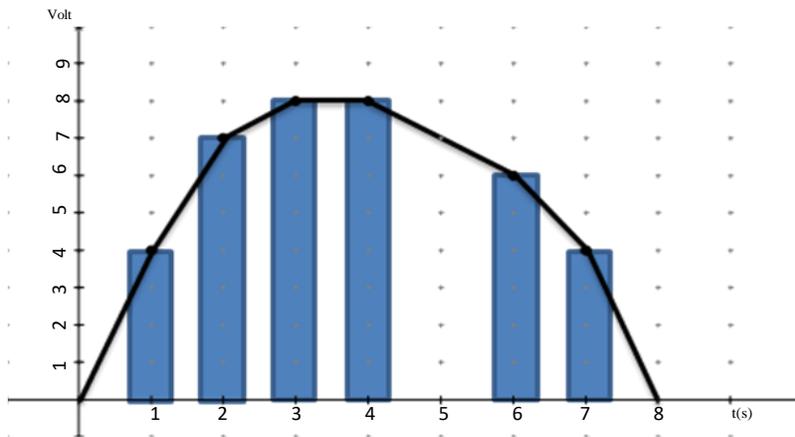


(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)  
FIGURA N° 9 MUESTREO DE SEÑAL

## 2.10. CUANTIZACION

Una vez realizado el muestreo, el siguiente paso es la cuantización de la señal analógica. Para esta parte del proceso los valores continuos de la señal se convierten una en serie de valores numéricos decimales discretos correspondientes a los diferentes niveles o variaciones de voltajes que contiene la señal analógica original.

Por tanto, la cuantización representa el componente de muestreo de las variaciones de valores de tensiones o voltajes tomados en diferentes puntos de la onda senoidal.

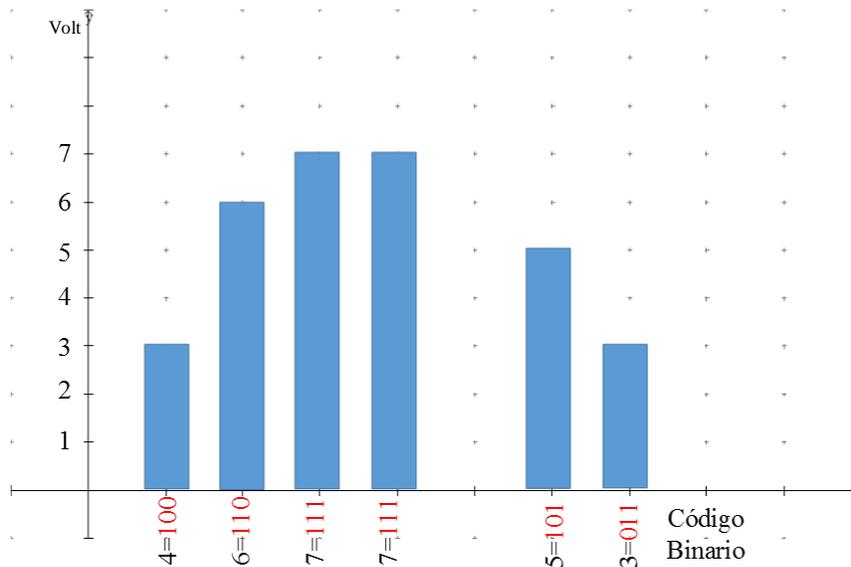


(Fuente: Elaboración Propia)  
 FIGURA N° 10 CUANTIZACION

## 2.11. CODIFICACION

Después de realizada la cuantización, los valores de las tomas de voltajes se representan numéricamente por medio de códigos y estándares. Lo más común es codificar la señal digital en código numérico binario.

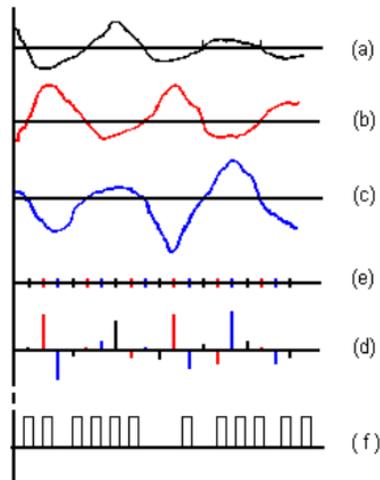
La codificación permite asignarle valores numéricos binarios equivalentes a los valores de tensiones o voltajes que conforman la señal eléctrica analógica original, mostrando el código binario correspondiente a los niveles de voltaje que posee la señal analógica.



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)  
 FIGURA N° 11 CODIFICACION

## 2.12. RECUPERACION DE LA SEÑAL ANALOGICA

En la recuperación se realiza un proceso inverso, con lo que la señal que se recompone se parecerá mucho a las originales (a), (b) y (c), si bien durante el proceso de cuantificación, debido al redondeo de las muestras a los valores cuánticos, se produce una distorsión conocida como ruido de cuantificación. En los sistemas normalizados, los intervalos de cuantificación han sido elegidos de tal forma que se minimiza al máximo esta distorsión, con lo que las señales recuperadas serán una imagen casi exacta de las originales. Dentro de la recuperación de la señal.



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)  
FIGURA N° 12 SEÑAL ANALOGICA

## 2.13. VOZ SOBRE IP

### 2.13.1. DEFINICION

VoIP (voz sobre IP) es la transmisión de voz y contenido multimedia a través de redes de Protocolo de Internet (IP). VoIP se refiere históricamente al uso de IP para conectar centrales privadas (PBX), pero el término ahora se usa indistintamente con la telefonía IP.

VoIP es habilitado por un grupo de tecnologías y metodologías utilizadas para entregar comunicaciones de voz a través de internet, redes de área local (LANs) empresariales o redes de área amplia (WANs). Los puntos finales de VoIP incluyen teléfonos VoIP de escritorios dedicados, aplicaciones de softphones que se ejecutan en PCs y dispositivos móviles.

VoIP utiliza códecs para encapsular el audio en paquetes de datos, transmitir los paquetes a través de una red IP y des encapsular los paquetes en audio en el otro extremo de la conexión. Al eliminar el uso de redes de conmutación de circuitos para voz, VoIP reduce los costos de infraestructura de red, permite a los proveedores prestar servicios de voz a través de su banda ancha y redes privadas, y permite a las empresas operar una sola red de voz y datos.

### **2.13.2. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN**

La realización de una llamada entre dos teléfonos cualesquiera implica la utilización de diversos equipos electrónicos, los cuales deben comunicarse entre sí.

Para poder garantizar que la comunicación entre los equipos se realiza adecuadamente, son necesarias diversas reglas y/o normas. Estas reglas y/o normas de las que se habla es lo que se conoce como protocolo de señalización. En las redes analógicas o redes de conmutación de circuitos antes de que ambos extremos puedan comunicarse, se produce la reserva de recursos necesarios para que la comunicación tenga éxito. Si por cualquier circunstancia no puede llevarse a cabo esta reserva de camino entre ambos extremos se informa al emisor de este hecho. A la acción de "reservar un camino de recursos entre ambos extremos" es lo que se le conoce como señalización.

#### **2.13.2.1. SESSION INITIATION PROTOCOL (SIP)**

El protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) puede ser considerado el estándar de facto para la VoIP. La actual versión, SIP v2, fue publicada como el RFC3261 en 1996. Desde entonces, su crecimiento ha sido inmenso, dado que el protocolo se diseñó de manera que fuera extensible y modular, manteniendo un núcleo funcional pequeño. SIP es un protocolo basado en texto, fuertemente inspirado en HTML y el paradigma IP. Al estar basado en texto y ser similar a HTML, es legible por el ser humano, y es más fácil de diagnosticar. Como su nombre indica (*Session Initiation Protocol*) SIP sólo sirve para gestionar la sesión del usuario. SIP es un protocolo de nivel de aplicación, que transporta únicamente señalización, y sólo sirve para el establecimiento, mantenimiento y cierre de sesión, en este caso de comunicaciones de audio. Es importante tener claro que SIP no transporta audio, sólo transporta señalización, y que el flujo multimedia es transportado usando RTP (*Realtime Transport Protocol*) no teniendo que coincidir necesariamente con el camino

seguido por la señalización. Gracias al protocolo SIP, los terminales se registran en el servidor, indicándole su IP, para que el servidor sea capaz de enviarles llamadas.

#### **2.13.2.2. INTER-ASTERISK EXCHANGE PROTOCOL (IAX)**

El "Inter-Asterisk Exchange Protocol", o de manera abreviada IAX, es también un protocolo de señalización; y algo más. La principal diferencia entre IAX y SIP es que IAX no utiliza RTP, sino que en su lugar implementa su propio mecanismo de transmisión de voz.

IAX es mucho más compacto que SIP ya que ha sido diseñado únicamente para aplicaciones telefónicas, que pueden utilizarse en otros tipos de tráfico media.

La nueva revisión de IAX, IAX2, resulta ser un protocolo con muchas novedades respecto de su versión anterior, pero con la característica de conservar aún su sencillez. Permite utilizar una gran cantidad de códecs, lo que le permite aumentar su funcionalidad para dar soporte a aplicaciones no únicamente telefónicas.

Un inconveniente de IAX es que no es un estándar, sino un protocolo independiente creado por Mark Spencer, creador de Digium. A pesar de ser un protocolo propietario es abierto y ha sido aceptado por la comunidad de VoIP.

#### **2.13.2.3. COMPARATIVA ENTRE SIP E IAX**

Son dos de los protocolos más usados actualmente en VoIP son IAX2 y SIP. A continuación, se describirá diferencias que existen entre ambos, así como sus ventajas y desventajas a la hora de elegirlos para utilizarlos en la central telefónica.

Las diferencias más importantes entre SIP e IAX son:

|                   | SIP   | IAX  | Conclusión   |
|-------------------|---|--|--|
| Tipos de Mensajes | Los mensajes son en formato de texto  | Los mensajes son en formato binario  | IAX consume menos ancho de banda   |
| Señalización      | Datos y señalización en puertos distintos   | Datos y señalización por el mismo puerto   | En SIP aparecen problemas en NAT   |
| Señalización II   | Al ir la señalización y audio por puertos distintos, el audio puede ir de extremo a extremo sin pasar por el servidor SIP | Al ir la señalización y audio por el audio pasa obligatoriamente por el servidor IAX | Consumo alto de recursos en el servidor IAX ante una gran cantidad de llamadas |
| Estándar          | Estandarizados por la IETF hace tiempo  | Aun esta siendo estandarizado  | SIP es soportado por la mayoría de equipos                                     |
| Uso de puertos    | 1 señalización + 2 Media RTP (uno por sentido)  | Un único puerto para señalización y audio  | SIP requiere de mas puertos libres   |

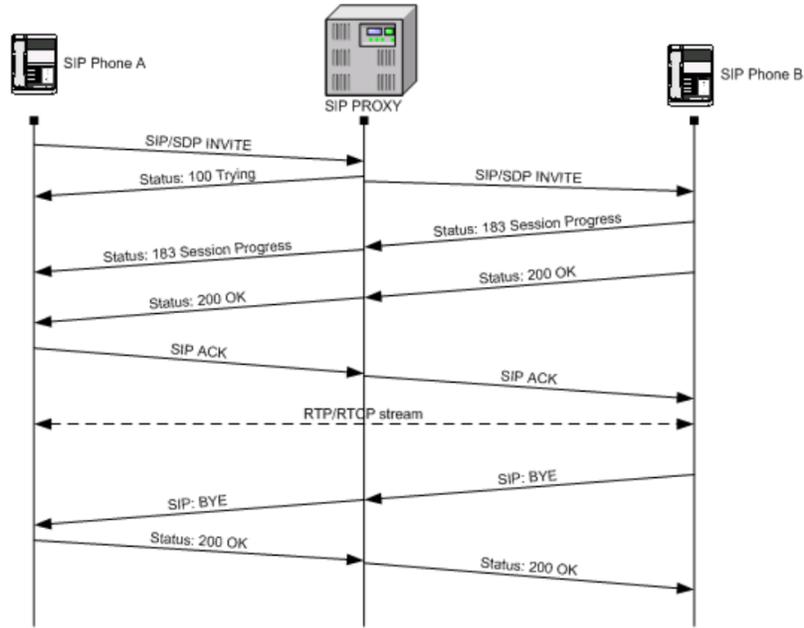
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

TABLA N° 2 COMPARATIVA DE PROTOCOLOS

## 2.14. SEÑALIZACION Y AUDIO

### 2.14.1. FUNCIONAMIENTO DEL PROTOCOLO

El protocolo SIP permite el establecimiento de sesiones multimedia entre dos o más usuarios, para hacerlo se vale del intercambio de mensajes entre las partes que quieren comunicarse. La comunicación SIP, por defecto, utilizan el puerto 5060 en TCP (Transmission Control Protocol) y UDP (User Datagram Protocol) para recibir las peticiones de los clientes SIP.



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)  
 FIGURA N° 13 DIAGRAMA DE PROTOCOLOS

### 2.14.2. PROTOCOLOS DE AUDIO

En el punto anterior se han mostrado los distintos protocolos que se tienen a disposición para establecer una comunicación entre dos extremos, sin embargo, como ya se indicó anteriormente esto no es suficiente para establecer una comunicación media. Para establecer un flujo de comunicación media es necesario un protocolo que intercambie la información entre los extremos de dicha comunicación, es decir, que transporte la información entre un origen y su destino, además de proveer de las técnicas necesarias para enviar los problemas que se pueden presentar durante el intercambio, tales como: jitter, retardo, etc.

### 2.15. TELEFONOS IP

Aunque se viene trabajando duro desde hace tiempo, hoy día se está consiguiendo avanzar a pasos agigantados en el desarrollo de estos terminales, y ya se empiezan a observar las posibilidades que estas unidades pueden llegar a brindar a nivel funcional. Pronto serán accesibles a una gran cantidad de usuarios equipos como videoteléfonos IP, soluciones de movilidad basadas en redes IP, sistemas multimedia "todo-en-uno" completamente flexibles o unidades capaces de videoconferencia con muchos usuarios. De hecho, la revolución no se producirá debido a la nueva forma que tenemos de conectar los teléfonos cuando se

emplea VoIP, sino a la posibilidad que darán estos teléfonos de comunicarse de la forma que exactamente se desea.

En la actualidad, los teléfonos IP son, en su gran mayoría, muy similares al resto de teléfonos tradicionales. Sin embargo, si nos fijamos detenidamente en su aspecto exterior se puede apreciar que existen ciertas diferencias:

- Disponen de al menos un puerto de conexión RJ-45 en lugar del tradicional RJ-11.
- Suelen disponer de pantalla para mostrar información relevante.
- Incorporan varios botones programables que pueden usarse para diferentes funcionalidades.
- Conector de auriculares.

El puerto RJ-45 de los teléfonos IP es un puerto Ethernet con el cual se conectan dichos teléfonos a la red. A través de este puerto, éstos se comunican con cualquier otro dispositivo basado en IP que se encuentre en la red, como puede ser un *proxy* o enrutador para VoIP, otro teléfono IP, una puerta de enlace a la RTC (para realizar llamadas hacia la red telefónica tradicional) o el router que sabemos que establecerá la conexión con cualesquiera otros elementos IP de la red.

Además de lo comentado anteriormente, algunos teléfonos tienen implementada la posibilidad de ser alimentados eléctricamente a través de la red de datos, es decir, la LAN proporcionará al teléfono la electricidad que necesita para funcionar. Esta tecnología se conoce con el nombre de Power over Ethernet (PoE).

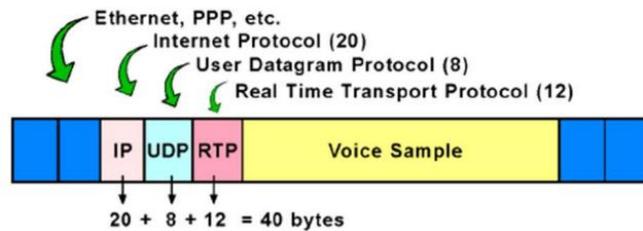
## **2.16. ALGORITMOS DE CODIFICACION Y DECODIFICACION**

La información transportada por un protocolo de audio tal como RTP es tratada por un códec antes de añadirla en un paquete RTP.

Un codificador-decodificador o de manera abreviada "códec" es un algoritmo que traduce una señal analógica en una señal digital. Por lo tanto, uno de los aspectos a valorar a la hora de elegir un códec es el tamaño al codificar la onda analógica. Si el tamaño es muy grande una vez finalizada la codificación, la compresión del códec será baja y por tanto se espera una buena fidelidad en sonido digital. Sin embargo, al tener un tamaño grande se requiere un mayor ancho de banda para transmitirlo. Por otro lado, si el tamaño es pequeño tras la codificación, el ratio de compresión es alto y no se espera tanta fidelidad con el sonido

analógico original como en el caso anterior. En este caso al ser el ratio de compresión alto, no requiere tanto ancho de banda para poder ser enviado por la red. Por tanto la elección de un códec de mayor o menor fidelidad hay que valorarlo, ya que no siempre es tan importante un alto grado de fidelidad. Por ejemplo, en el caso de los humanos nuestro oído tiene unos límites a partir de los cuales no percibe mejoras en la calidad del sonido y es entonces importante no seleccionar un códec con demasiada calidad, pero sí con el menor consumo de ancho de banda posible manteniendo una calidad aceptable, lo que nos va a permitir tener un mayor número de comunicaciones VoIP simultáneamente.

Un detalle a tener en cuenta con los códec es la utilización del ancho de banda nominal y el ancho de banda efectivo. A éste fenómeno se lo llama sobrecarga de protocolos, y responde a la adición de cabeceras dentro de los paquetes IP.



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

FIGURA N° 14 SOBRECARGA DE PROTOCOLOS

Comparativa de ancho de banda nominal vs efectivo:

| Codec | Nominal BW | Effective BW | Overhead |
|-------|------------|--------------|----------|
| G.711 | 64         | 95           | 31       |
| G.726 | 32         | 63           | 31       |
| GSM   | 13         | 44           | 31       |
| G.729 | 8          | 39           | 31       |

(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

TABLA N° 3 ANCHO DE BANDA DE CODECS

### 2.16.1. CODEC G.711

Tiene dos versiones conocidas como alaw (usado en Europa) y ulaw (usado en USA y Japón). U-law se corresponde con el estándar T1 usado en Estados Unidos y A-law con el estándar E1 usado en el resto del mundo. La diferencia es el método que se utiliza para muestrear la señal. La señal no se muestrea de forma lineal sino de forma logarítmica. A-law tiene un mayor rango.

### **2.16.2. CODEC G.726**

El códec G.726 implementa la recomendación de la UIT y está disponible como un algoritmo independiente, como una biblioteca de software o con una pila VoIP para opciones de integración con aplicaciones de usuario. Los diseños personalizados también están disponibles para cumplir con los requisitos específicos del desarrollador.

### **2.16.3. CODEC G.729**

El códec G.729 es un algoritmo que comprime y descomprime los streams de audio. Aplicado a la VoIP, optimiza considerablemente el ancho de banda con respecto la voz no comprimida. Esta compresión permite enrutar mayor número de llamadas por un mismo ancho de banda y permite a la voz viajar por conexiones con un ancho de banda limitado o reducido.

### **2.16.4. CODEC GSM**

Este códec utiliza la información de muestras anteriores (esta información no cambia muy rápidamente) para predecir la muestra actual. La señal de voz se divide en bloques de 20 ms. Estos bloques se pasan al códec de voz, que tiene una velocidad de 13 kbps, para obtener bloques de 260 bits.

## **2.17. CENTRALES TELEFONICAS DIGITALES**

Una centralita telefónica es un equipo privado que permite gestionar llamadas telefónicas internas en una empresa, y compartir las líneas de acceso a la red pública entre varios usuarios, para permitir que estos realicen y reciban llamadas desde y hacia el exterior. De alguna manera actúa como una ramificación de la red pública de teléfono.

Una centralita IP o una IP-PBX es una centralita telefónica que trabaja internamente con el protocolo IP. De esta manera, utiliza la infraestructura de comunicaciones de datos (LAN y WAN) para realizar sus funciones. Las centralitas IP pueden por tanto conectarse a servicios públicos VoIP, pero también tienen la capacidad de trabajar con líneas convencionales de teléfonos analógicos o digitales (RDSI).

## **2.18. PLATAFORMA DE VOIP**

Existen varias plataformas para VoIP, de las cuales las más conocidas se describen a continuación.

### **2.18.1. ASTERISK**

Asterisk es el líder mundial en plataformas de telefonía de código abierto. Asterisk es un software que puede convertir un ordenador de propósito general en un sofisticado servidor de comunicaciones VoIP.

Es un sistema de centralita IP utilizado por empresas de todos los tamaños para mejorar su comunicación, incluyendo a Google, Yahoo, IBM, e incluso el Ejército de EE.UU.

### **2.18.2. FREEBPX**

FreePBX ofrece un interfaz GUI Html (interfaz gráfica de usuario) para administración de una centralita IP basada en Asterisk, muy fácil de usar pero con gran capacidad. También está basado en Open Source GPL.

Permite configurar fácilmente un sistema Asterisk, cubriendo los requisitos tanto de pequeñas como de grandes empresas. Puede mantener las bases de datos de usuarios y extensiones, así como todas las funciones de valor añadido.

### **2.18.3. ELASTIX**

Elastix es un software de código abierto para el establecimiento comunicaciones unificadas distribuido bajo la licencia GPLv2. Pensando en este concepto el objetivo de Elastix es el de incorporar en una única solución todos los medios y alternativas de comunicación existentes en el ámbito empresarial.

Elastix es una excelente opción para instalar una central PBX-IP sin hacer una gran inversión, con Elastix se tiene todas las funcionalidades que nos da una central telefónica propietaria o de marca.

Elastix tiene múltiples características y funcionalidades relacionadas con los servicios que presta: Telefonía IP, Servidor de Fax, Conferencias, entre otros.

### **2.18.4. ISSABEL**

Es un software de código abierto (Open Source) de Telefonía IP y Comunicaciones Unificadas basado en Asterisk, utilizado para montar servidores de Comunicaciones Telefónicas y Unificadas, que incluye: PBX IP, correo electrónico, mensajería instantánea, fax, funciones colaborativas, etc. El objetivo de ISSABEL es el de incorporar en una única

solución todos los medios y alternativas de comunicación existentes en el ámbito empresarial.

## **2.19. APLIANCE DE VOIP**

Es un equipo computación diseñado para ofrecer servicios de comunicación a través de las redes de datos. A esta aplicación se le conoce como voz por IP (VoIP), donde la dirección IP (Internet Protocol) es la identificación de los dispositivos dentro de la Web. Con los componentes adecuados se puede manejar un número ilimitado de anexos en sitio o remotos vía internet, añadir video, conectarle troncales digitales o servicios de VoIP (SIP trunking) para llamadas internacionales a bajo costo. Los aparatos telefónicos que se usan les llaman teléfonos IP o SIP y se conectan a la red. Además, por medio de puertos de enlaces se le conectan las líneas normales de las redes telefónicas públicas, y anexos analógicos para teléfonos estándar (fax, inalámbricos, contestadoras, etc.)

Al igual que un servidor, este cuenta con procesador, memoria RAM, tarjeta de red y tarjetas FXS y FXO para la comunicación con líneas analógicas y digitales.

## **2.20. TARJETAS DE COMUNICACIÓN**

Existen dos tipos de tarjetas para la conexión de líneas analógicas y digitales.

### **2.20.1. TARJETA FXO**

Del inglés Foreign eXchange Office Interfaz de central externa es el puerto que recibe la línea analógica. Es un enchufe del teléfono, aparato de fax o el enchufe de su centralita telefónica analógica. Envía una indicación de colgado/descolgado (cierre de bucle). Como el puerto FXO está adjunto a un dispositivo, tal como un fax o teléfono, el dispositivo a menudo se denomina “dispositivo FXO”.

### **2.20.2. TARJETA FXS**

Del inglés Foreign eXchange Subscriber La interfaz de suscriptor externo es el puerto que efectivamente envía la línea analógica al suscriptor. En otras palabras, es el “enchufe de la pared” que envía tono de marcado, corriente para la batería y tensión de llamada.

## **2.21. TELEFONO IP**

Son teléfonos digitales que trabajan conectados a la red local de datos, por lo que tienen una entrada RJ45 a diferencia de los teléfonos analógicos que tienen una entrada RJ11, la

mayoría de los teléfonos soportan los protocolos SIP y RPT. También vienen con la licencia de algunos códecs como se G.711, GSM, etc.

### **3. DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **3.1. TOPOLOGIA DE CONEXIÓN**

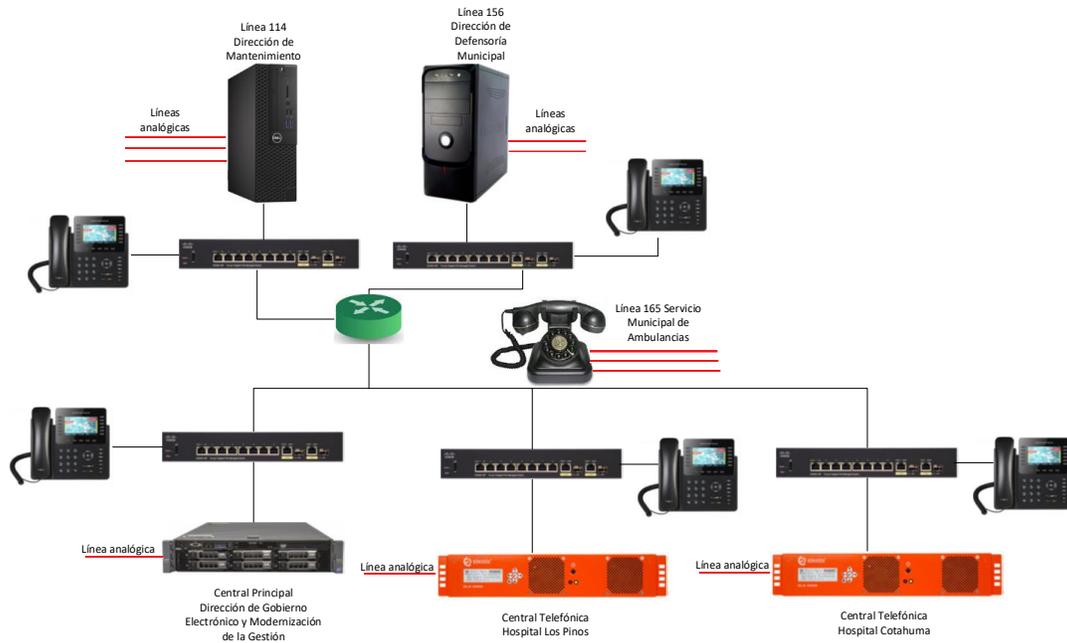
En el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz tenemos las siguientes centrales telefónicas:

- Central telefónica de la Dirección de Mantenimiento (línea 114)
- Central telefónica de la Dirección de Defensoría Municipal (línea 156)
- Central telefónica principal que provee el servicio a todas las oficinas del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.
- Central telefónica del Hospital Cotahuma.
- Central telefónica del Hospital Los Pinos.
- Central telefónica del Hospital La Portada.

Las centrales tienen que estar en Data Center que administra la Dirección de Gobierno Electrónico y Modernización de la Gestión. Por motivos infraestructura necesaria como ser energía recurrente y ventilación adecuada. Las líneas analógicas llegan hasta el data center para poder conectarse en la respectiva central telefónica y brindar el servicio mediante la conexión de red institucional.

También existe las centrales telefónicas de los hospitales municipales, al ser entidades descentralizadas tienen su propia administración y su propia infraestructura, pero es necesario que se tenga comunicación entre todas las unidades organizaciones dentro de la institución.

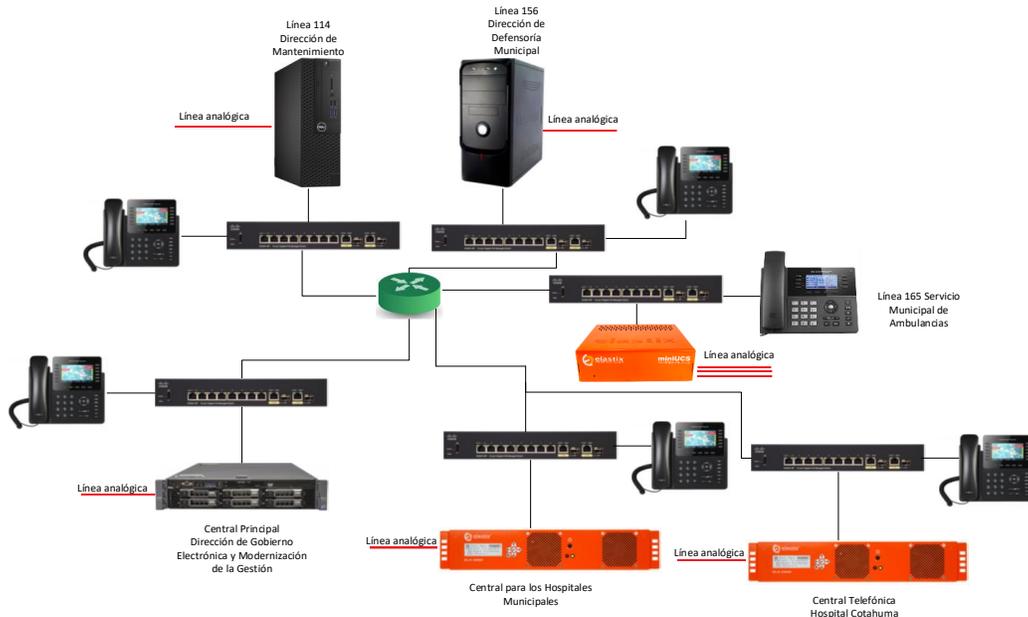
En el caso de la línea 165 perteneciente al Servicio Municipal de Ambulancias no tienen una central telefónica y sus líneas analógicas se conectan a teléfonos analógicos. Siendo así la siguiente topología:



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

FIGURA N° 15 TOPOLOGIA DE ANTIGUA DE CONEXIÓN DE TELEFONIA IP DEL G.A.M.L.P.

Para el lanzamiento del Centro de Crisis todas las líneas de emergencia de atención a la ciudadanía tienen que integrarse entre todas las centrales, por este motivo se implementó una central telefónica para el Servicio Municipal de Ambulancias, de la cual se tendrá la siguiente topología:



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

FIGURA N° 16 TOPOLOGIA DE CONEXIÓN IMPLEMENTADA DE TELEFONIA IP DEL G.A.M.L.P.

Evidentemente existe conexión mediante red, pero se tiene que realizar una configuración para que las centrales puedan llamar entre las mismas, se tiene que crear las troncales y las respectivas rutas salientes en el plan de marcado para poder realizar las llamadas entre las centrales para que sea mediante llamadas internas y así no tendrán costo.

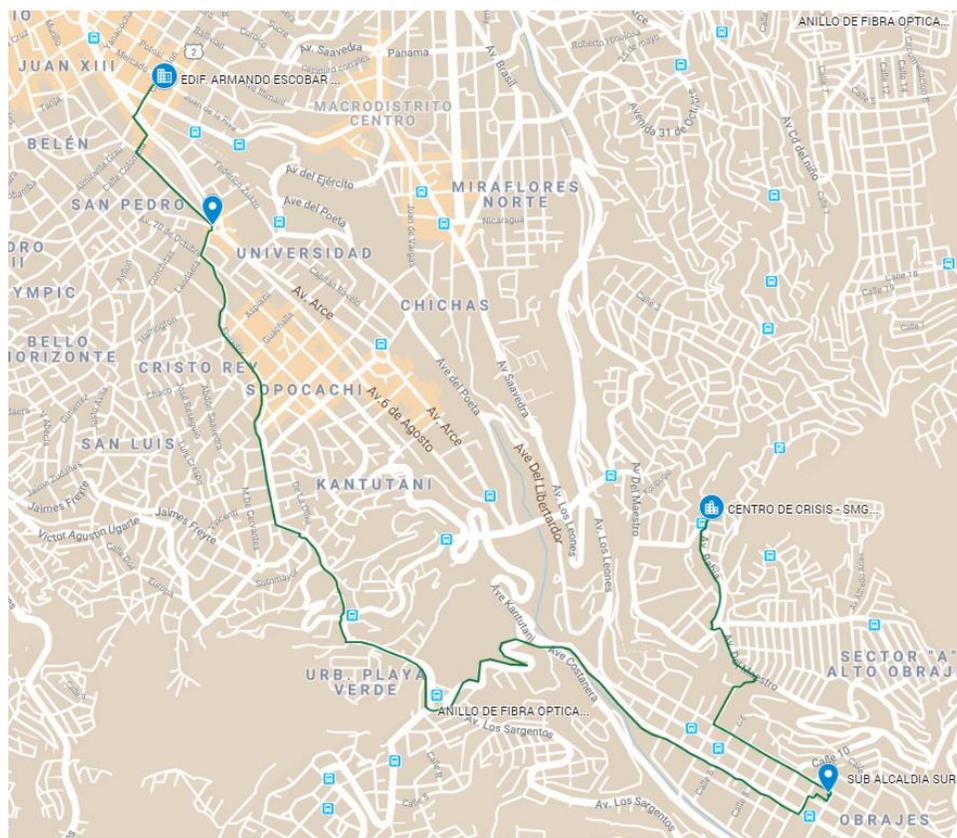
Una vez definido la topología de conexión, el personal de todas las líneas de atención estarán ubicados en el Centro de Monitoreo en la zona de Alto Obrajes, el medio de transmisión será mediante fibra óptica redundante.

### 3.2. ENLACE DE FIBRA OPTICA

El enlace de fibra óptica tendrá uno principal y uno redundante.

#### 3.2.1. ENLACE ZONA SUR

Este enlace de fibra óptica unirá el data center ubicado en el edificio Armando Escobar Uría hasta el Centro de Crisis ubicado en la zona de alto obrajes, pasará por predios municipales biblioteca municipal y sub alcaldía sur.

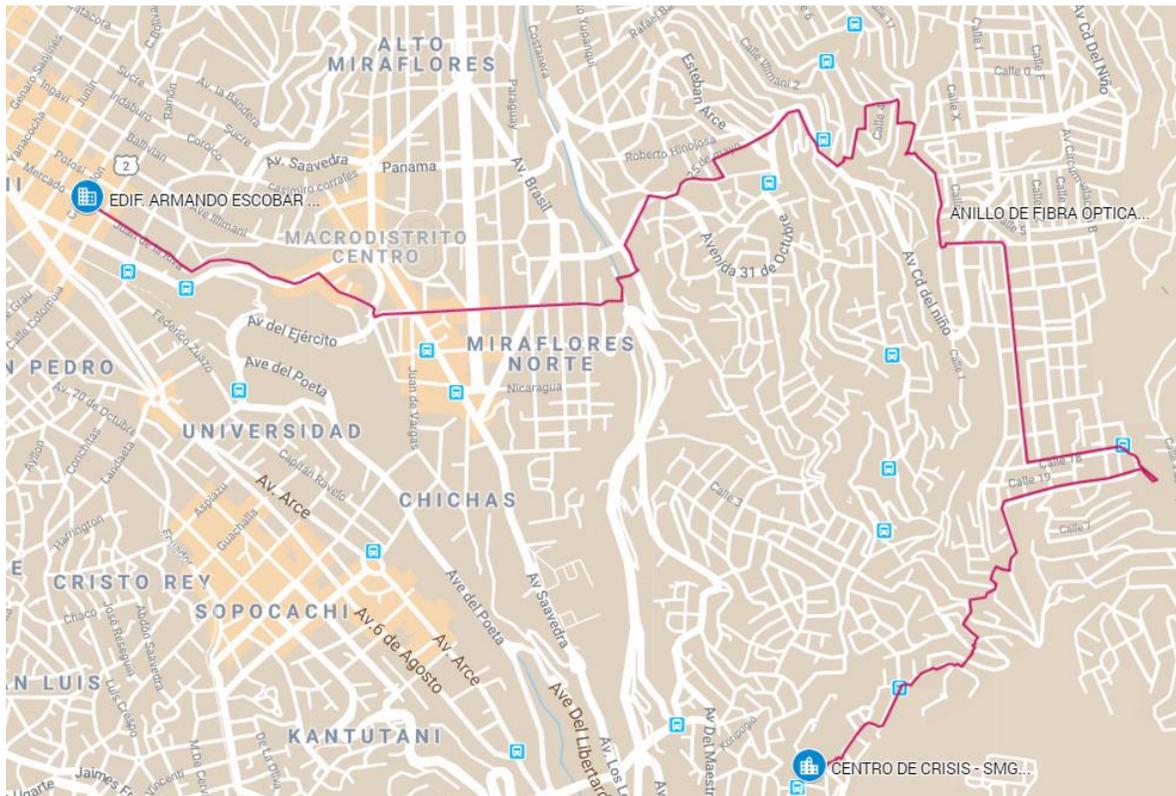


(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

FIGURA N° 17 ENLACE ZONA SUR

### 3.2.2. ENLACE PAMPAHASI

Este enlace de fibra óptica unirá el data center ubicado en el edificio Armando Escobar Uría hasta el Centro de Crisis ubicado en la zona de alto obrajes, mediante la zona de Pampahasi.



(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)  
FIGURA N° 18 ENLACE PAMPAHASI

Realizando una tabla que los anillos tenemos:

| Tramo     | Distancia (Km) |
|-----------|----------------|
| SUR       | 8,27           |
| PAMPAHASI | 8,21           |

(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)  
TABLA N° 4 DISTANCIA DEL ENLACE

### 3.2.3. DATOS DE ENLACE DE FIBRA OPTICA

Para determinar la atenuación del enlace de fibra óptica y la potencia óptica que llega hasta el receptor óptico.

La atenuación total del enlace de fibra óptica será:

$$A_t = A_f * L + A_e * N_e + A_c * N_c + M$$

Donde:

$A_t$  = Atenuación total del enlace de fibra óptica (dB)

- $A_f$  = Atenuación por cada kilómetro (dB/Km)
- $L$  = Longitud del enlace (Km)
- $A_e$  = Atenuación por empalme, fusión(dB)
- $N_e$  = Numero de empalmes, fusiones.
- $A_c$  = Atenuación por conectores (dB)
- $N_c$  = Número de conectores
- $M$  = Margen del sistema.

### 3.2.4. CALCULO DE ENLACE DE FIBRA OPTICA

Se realizarán los cálculos del enlace para la transmisión y recepción.

#### 3.2.4.1.ENLACE ZONA SUR

Los datos obtenidos para el cable de fibra óptica, empalmes y conectores son los siguientes:

- Atenuación Kilométrica a 1.310 nm:  $A_f = 0,34$  dB/Km
- Perdida de conector:  $A_c = 0,5$  dB/Km
- Perdida por empalme  $A_e = 0,1$ dB/Km
- Cantidad de conectores:  $N_c = 2$
- Cantidad de empalmes:  $N_e = 4$ , un rollo de fibra óptica contiene 4 km de longitud,
- Longitud total del enlace  $L = 8,27$  Km
- Margen del sistema  $M = 3$ dB

Para la longitud de onda 1310nm, los cálculos son los siguientes:

$$A_t = A_f * L + A_e * N_e + A_c * N_c + M$$
$$A_t = 0,34 * 8,27 + 0,1 * 4 + 0,5 * 2 + 3$$

$$A_t = 7,212 \text{ dB}$$

Para la longitud de onda 1550nm, los cálculos son los siguientes:

- Atenuación Kilométrica a 1550 nm:  $A_f = 0,20$  dB/Km
- Pérdida de conector:  $A_c = 0,5$  dB/Km
- Pérdida por empalme  $A_e = 0,1$ dB/Km
- Cantidad de conectores:  $N_c = 2$
- Cantidad de empalmes:  $N_e = 4$ , un rollo de fibra óptica contiene 4 km de longitud,
- Longitud total del enlace  $L = 8,27$  Km
- Margen del sistema  $M = 3$ dB

Para la longitud de onda 1550nm, los cálculos son los siguientes:

$$A_t = A_f * L + A_e * N_e + A_c * N_c + M$$

$$A_t = 0,20 * 8,27 + 0,1 * 4 + 0,5 * 2 + 3$$

$$A_t = 6,054 \text{ dB}$$

### 3.2.4.2. ENLACE PAMPAHASI

Los datos obtenidos para el cable de fibra óptica, empalmes y conectores son los siguientes:

- Atenuación Kilométrica a 1.310 nm:  $A_f = 0,34$  dB/Km
- Pérdida de conector:  $A_c = 0,5$  dB/Km
- Pérdida por empalme  $A_e = 0,1$ dB/Km
- Cantidad de conectores:  $N_c = 2$
- Cantidad de empalmes:  $N_e = 4$ , un rollo de fibra óptica contiene 4 km de longitud,
- Longitud total del enlace  $L = 8,21$  Km
- Margen del sistema  $M = 3$ dB

Para la longitud de onda 1310nm, los cálculos son los siguientes:

$$A_t = A_f * L + A_e * N_e + A_c * N_c + M$$

$$A_t = 0,34 * 8,21 + 0,1 * 4 + 0,5 * 2 + 3$$

$$A_t = 7,191 \text{ dB}$$

Para la longitud de onda 1550nm, los cálculos son los siguientes:

- Atenuación Kilométrica a 1.550 nm:  $A_f = 0,20$  dB/Km
- Perdida de conector:  $A_c = 0,5$  dB/Km
- Perdida por empalme  $A_e = 0,1$ dB/Km
- Cantidad de conectores:  $N_c = 2$
- Cantidad de empalmes:  $N_e = 4$  , un rollo de fibra óptica contiene 4 km de longitud,
- Longitud total del enlace  $L = 8,21$  Km
- Margen del sistema  $M = 3$ dB

Para la longitud de onda 1550nm, los cálculos son los siguientes:

$$A_t = A_f * L + A_e * N_e + A_c * N_c + M$$

$$A_t = 0,20 * 8,21 + 0,1 * 4 + 0,5 * 2 + 3$$

|                  |
|------------------|
| $A_t = 6,042$ dB |
|------------------|

### 3.2.4.3.CALCULO DEL ANCHO DE BANDA PARA TELEFONOS IP

Para esta implementación se utilizará los teléfonos ip de la marca grandstream GXP 1760, para la comunicación se utilizará el códec G.7.11, con las siguientes características:

| Codec        | Tamaño de carga util de voz | Tiempo de carga util de voz |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|
| G.711 64kbps | 160 bytes                   | 20 ms                       |

(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

TABLA N° 5 CARACTERIZTICAS DEL CODEC G.711

Para hallar el ancho de banda necesario, se necesita resolver las siguientes ecuaciones:

Tamaño total del paquete:

$$T_{tp} = \text{Cabecera} + \text{Cabecera IP/UDP/RTP} + \text{Carga Util}$$

La cabecera de Ethernet en capa 2 es de 20 Byte, el encabezado de IP/UDP/RTP es de 40 Bytes y la carga útil es de 160 Bytes, para nuestro cálculo será:

$$T_{tp} = 20 + 40 + 160$$

|                      |
|----------------------|
| $T_{tp} = 220$ Bytes |
|----------------------|

Cambiando el resultado a bits:

$$T_{tp}=220\text{Bytes}*\frac{8\text{ bits}}{1\text{Byte}}$$

$$T_{tp}=1760\text{ bits}$$

También necesitaremos la carga útil expresado en bits:

$$T_{tp}=160\text{Bytes}*\frac{8\text{ bits}}{1\text{Byte}}$$

$$T_{tp}=1280\text{ bits}$$

Paquetes por segundo:

Para calcular los paquetes por segundo utilizaremos la siguiente ecuación:

$$Pps=\text{velocidad de códec} / \text{carga útil}$$

$$Pps = \frac{64\text{kbps}}{1280\text{ bits}}$$

$$Pps = 50[\text{pps}]$$

Para hallar Ancho de Banda necesario para cada llamada utilizaremos la siguiente ecuación:

$$BW=T_{tp}*Pps$$

$$BW=1760\text{ bits} * 50\text{ pps}$$

$$BW = 88000\text{ bits} = 88\text{ Kbps}$$

### **3.3. CONFIGURACION DEL SERVIDOR**

#### **3.3.1. CONFIGURACION DE LA TARJETA DE RED**

Para esta implementación se eligió la central MINI UCS de Elastix por ser una de las centrales que cuenta con las características requeridos para el servicio, el sistema operativo Centos 5.10, y la plataforma será Elastix 2.5 que ya viene pre instalado en la central, viene por defecto con la dirección de red 192.168.1.251, para poder acceder y realizar las primeras configuraciones se debe acceder a servidor mediante un monitor y un teclado.

```
CentOS release 5.10 (Final)
Kernel 2.6.18-371.1.2.el5 on an x86_64
SEMA login: _
```

(FUENTE: CENTRAL ELASTIX)

FIGURA N° 19 CONEXIÓN A CENTRAL TELEFONICA

Una vez conectados nos pedirá usuario y contraseña, colocaremos **root** y **palosanto** respectivamente. Necesitaremos configurar la tarjeta de red, para esta configuración usaremos una dirección de red estática utilizaremos el comando **setup** para una configuración sencilla y directa.

```
CentOS release 5.10 (Final)
Kernel 2.6.18-371.1.2.el5 on an x86_64
SEMA login: root
Password:
Last login: Mon Sep 16 14:22:19 on tty1

Welcome to Elastix
-----
Elastix is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

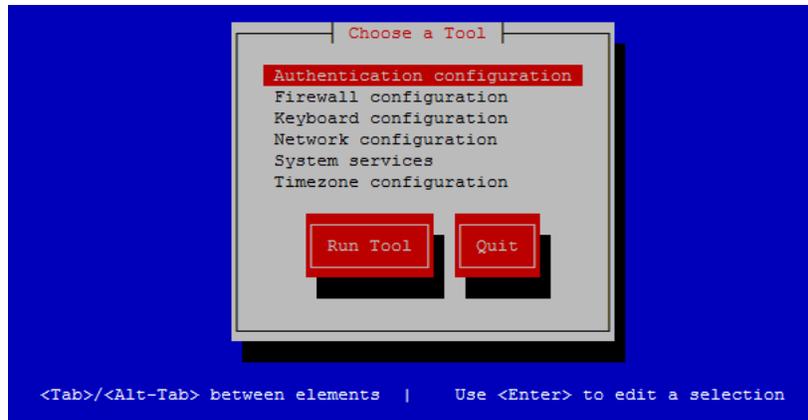
To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://192.168.1.251

[root@SEMA ~]# setup_
```

(FUENTE: S.O. CENTOS)

FIGURA N° 20 COMANDO PARA CONFIGURACION DE LA RED

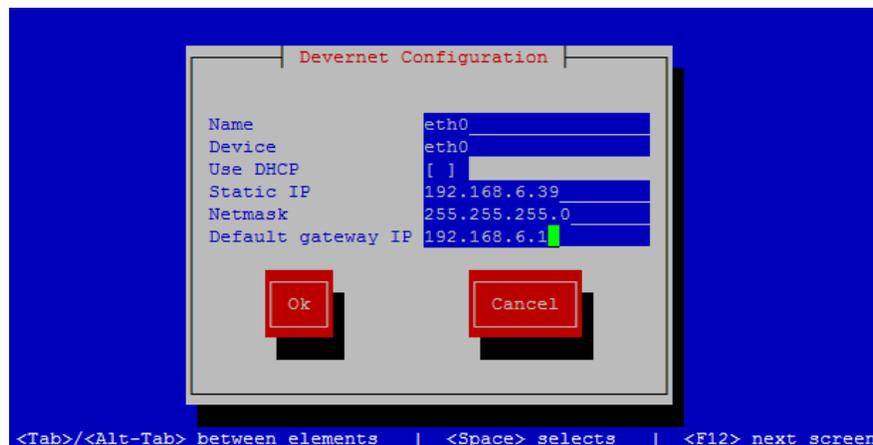
Además de configurar la tarjeta de red también se puede configurar el nombre del equipo, firewall del sistema, la distribución del teclado o la zona horaria del servidor.



(FUENTE: S.O. CENTOS)

FIGURA N° 21 CONFIGURACION DE LA TARJETA DE RED EN LINUX

La dirección de red asignada será estática, al ser un servicio donde se configurará teléfonos, y conexión con otros servidores no tendrá que cambiar la dirección de red. También será necesario que tenga una dirección de la puerta de enlace ya que se comunicará con otros segmentos de red.



(FUENTE: S.O. CENTOS)

FIGURA N° 22 CONFIGURACION DE IP ESTATICA

Se deberá reiniciar el servidor para que actualice la ip estática asignada, también se conectara la red interna del GAML P.

### 3.3.2. ACCESO A LA CONSOLA DE ADMINISTRACION WEB

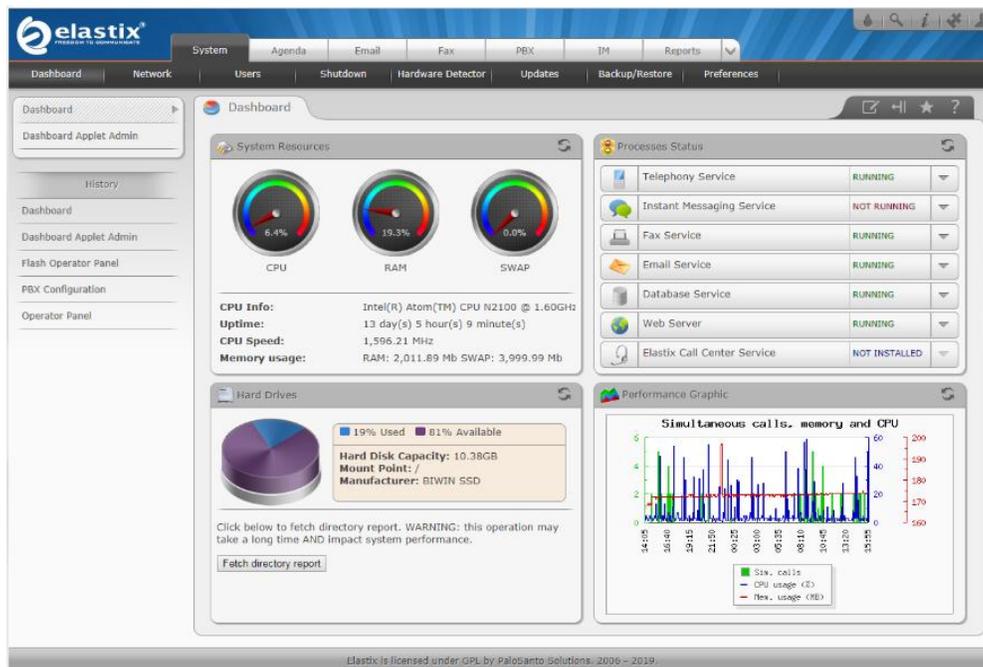
Para la configuración de todas las funcionalidades que usaremos en elastix, primero en un navegador web, debemos colocar la dirección que asignamos al servidor PBX que fue la dirección IP: 192.168.6.39, luego de ingresar la dirección ip se podrá y cargar la página, aparecerá la página.



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)  
 FIGURA N° 23 ACCESO WEB

El motivo de la alerta de seguridad es que el certificado de confianza del sitio web es auto firmado, se coloca en acceder y nos direccionara a la consola web.

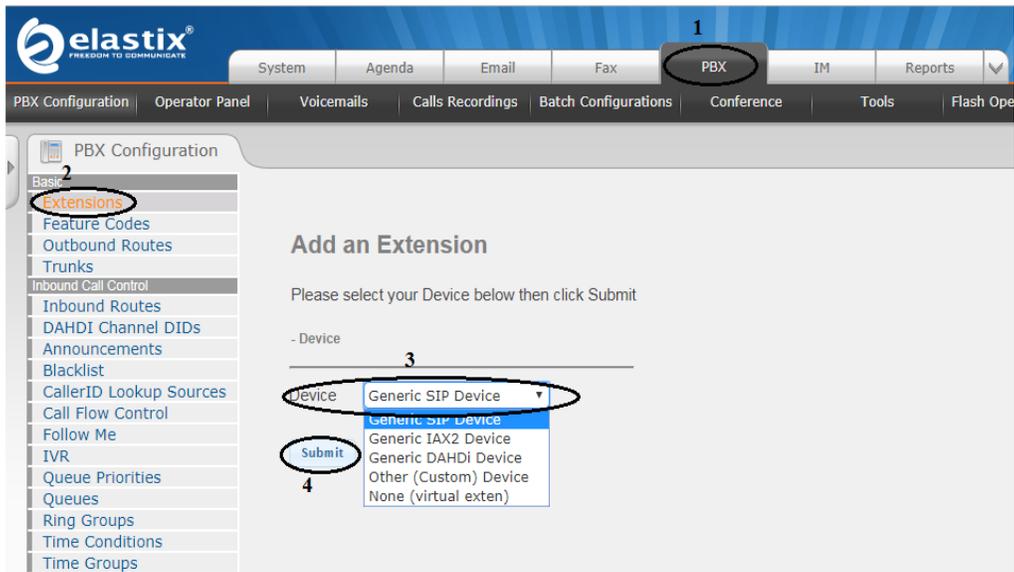
Una vez ingresado se colocará las credenciales de usuario y contraseña que son **admin** y **palosanto** respectivamente, por defecto la primera pantalla que aparece es la de información del sistema (Dashboard).



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)  
 FIGURA N° 24 DASHBOARD ELASTIX

### 3.3.3. CREACION DE INTERNOS

Para configurar una extensión se deben de ingresar 4 pasos para la configuración:



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)  
 FIGURA N° 25 CREACION DE EXTENSIONES

### 3.3.3.1. TIPO DE EXTENSIONES

Existen varios tipos de extensiones, de los cuales son:

- **Generic SIP Devices**  
 Son las extensiones que se comunican mediante el protocolo SIP en el puerto 5060 y el protocolo RTP utilizara un puerto comprendido entre el 10000 y el 20000
- **Generic IAX2 Devices**  
 Son las extensiones que se comunican mediante el protocolo IAX2, utiliza el puerto 4569 para señalización y también para el protocolo RTP
- **Generic Dahdi Devices**  
 Son extensiones que se conectan directamente a una línea analógica.

Para esta implementación utilizaremos las extensiones SIP, buscaremos los campos a llenar como se muestra en la siguiente imagen:

**Add SIP Extension**

- Add Extension

User Extension  **Extension**

Display Name  **Nombre a mostrar**

CID Num Alias

SIP Alias

+ Extension Options

- Device Options

This device uses sip technology.

secret  **Contraseña**

dtmfmode

nat

(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)  
 FIGURA N° 26 DATOS DE CREACION DE UAN EXTENSION

Se eligió las extensiones SIP porque es el protocolo que tiene mayor compatibilidad con dispositivos finales (teléfonos). Y se tienen las siguientes opciones para la configuración que se describen a continuación:

| VARIABLES DE CONFIGURACION | DESCRIPCION   |
|----------------------------|---|
| Add extension              | Donde define el interno, nombre y numero donde que mostrara cuando se realiza una llamada   |
| Extensions options         | Opciones del interno, entre los cuales se tiene los parametros extras de configuracion de asterisk, tiempo de timbrado, llamada en espera |
| Device options             | Se configura la contraseña, el tipo de tono del teclado   |
| Language                   | se puede configurar un lenguaje exclusivo de las grabaciones del sistema  |
| Recording Options          | Se configura la grabacion de llamadas entrantes o salientes, de forma automatica o de forma manual  |
| Voicemail                  | Se configura el buzón de voz, su contraseña, opciones de enviarlo mediante correo electrónico   |
| Optional Destinations      | derivacion de llamada si el interno no contesta, esta ocupado o el interno esta inalcanzable  |

(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)  
 TABLA N° 6 OPCIONES DE CONFIGURACION DE UNA EXTENSION

### 3.3.4. CREACION DE LA COLA DE LLAMADA

La cola de llamadas se utiliza al tener todas las llamadas entrantes que no queremos perder, contestaran un conjunto de extensiones, si todas las extensiones de una cola de llamadas están ocupadas o no contestan, se pueden enviar a otro elemento de conexión: grupo de salto, extensión, para que conteste las llamadas. Se puede establecer cuánto tiempo tiene que permanecer en cola una llamada antes de que sea pasada a otro contexto o elemento de conexión

- **Queue Number**  
Número de la cola, éste se asigna igual que una extensión, se puede poner cualquier valor numérico siempre y cuando no se solape con alguna extensión del sistema ni con las ya creadas.
- **Queue Name**  
Sirve para asignarle un nombre a la cola e identificarla.
- **Queue Password**  
Puede requerirle a las extensiones que se van a registrar en la cola que introduzcan una clave (Opcional, no obligatorio).
- **CID Name Prefix**  
Es un prefijo que se le agrega a la llamada cuando el agente la va a recibir.
- **Wait Time Prefix**  
Además del prefijo, cuando esta opción está habilitada, la extensión recibe el tiempo total que la persona tiene en espera en la cola.
- **Alert Info**  
Se utiliza para timbres distintivos en dispositivos SIP que lo soporten.
- **Static Agents**  
Aquí se agregan agentes estáticos de forma manual.
- **Extension Quick Pick**  
Extensión que se coloca para que sea el último recurso después de probar todos los agentes asignados estáticamente.

. Los tipos de distribución de llamadas son las siguientes:

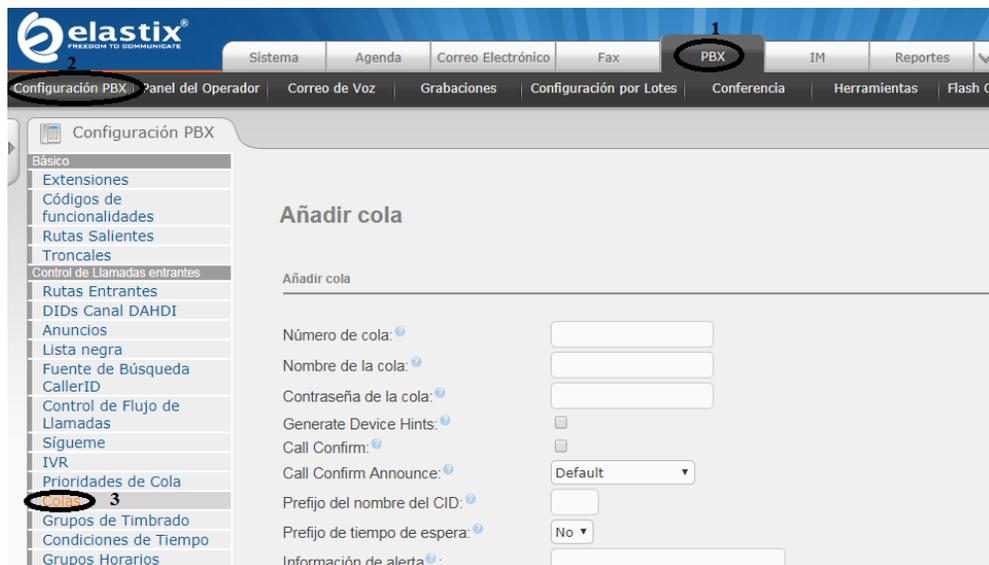
| Tipo de Timbrado | Descripcion   |
|------------------|---|
| Ring all         | Presenta la llamada a todos los miembros del grupo a la vez   |
| Hunt             | presenta la llamada al primer miembro del grupo y si no contesta va rotando entre los demas miembros del grupo.   |
| MemoryHunt       | La llamada se presenta a la primera extension de la lista y si no contesta añade la siguiente extension de la lista, y asi sucesivamente. La llamada va sonando simultaneamente en todas las extensiones que se van añadiendo |
| Firstavailable   | Presenta la llamada a la primera extension disponible de la lista, si no contesta se rechaza la llamada   |
| Firstnotonphone  | Presenta la llamada a la primera extension disponible de la lista, si esta ocupado y tiene activo el Call Waiting, podra contestar la llamada y si no contesta se rechaza la llamada  |

(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

TABLA N° 7 TIPOS DE TIMBRADO

Las necesidades que se necesita para la gestión de llamadas serán: Cuando ingrese la llamada, todas las extensiones pueden contestar la llamada, no entrar a llamada en espera si existen las extensiones disponibles, si una extensión esta con una llamada no se pondrá en llamada en espera y saltara a las otras extensiones que estén disponibles.

Para crear la cola iremos a: Interfaz Web Elastix → PBX → Configuración PBX → Colas.



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 27 CREACION DE COLA DE LLAMADA

La forma de acceder a la cola de llamadas será marcando a la extensión 600. En el nombre de la cola en la colocamos ATENCION DE LLAMADAS SEMA, no tendrá password para que ingrese a la cola de llamadas, en **Static Agents** escogeremos los internos que atenderán

las llamadas, en nuestro caso serán las extensiones creadas 6251, 6252 y 6253. No existirán miembros dinámicos, ya que no todas las extensiones ya estarán atendiendo en la cola de llamada.

(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 28 CONFIGURACION DE COLA DE LLAMADA

El tipo de timbrado será **ring all** para que todas las extensiones puedan contestar la llamada, se habilita la opción de Skip Busy Agents, cuando una extensión estará atendiendo una llamada saltara a las otras extensiones que estén disponibles,

(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 29 CONFIGURACION DE TIPO DE TIMBRADO

En esta sección de la configuración de cola solo se colocará el tiempo de espera sin límite para todo el tiempo que la llamada entrante no se termine la llamada

Timing & Agent Options

Tiempo máximo de espera:  **Tiempo de espera de la llamada**

Max Wait Time Mode:

Tiempo de espera de agente:

Agent Timeout Restart:

Reintentar:

Wrap-Up-Time:

Member Delay:

Anuncio de agente:

Report Hold Time:

Auto Pause:

Auto Pause on Busy:

Auto Pause on Unavailable:

Auto Pause Delay:

(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 30 CONFIGURACION DEL TIEMPO DE ESPERA DE LLAMADA

En este caso no reproducirá ninguna grabación de información ni avisara la posición de la llamada en espera, ya que las llamadas tienen que atenderse a la brevedad posible. Según se describe en la figura de la siguiente hoja:

Anuncios de la posición del llamante

Frecuencia:  **Anuncia la posición de espera de la llamada**

Anunciar posición:

Anunciar tiempo de espera estimado:

Anuncios periódicos

IVR Break Out Menu:  **Reproduce una grabacion cada cierto tiempo**

Frecuencia de repetición:

Events, Stats and Advanced

Event When Called:

Member Status Event:

Service Level:

Agent Regex Filter:

Destino en caso de fallo

**Cuando no se atiende la llamada se colgara**

Reset Queue Stats

Run:

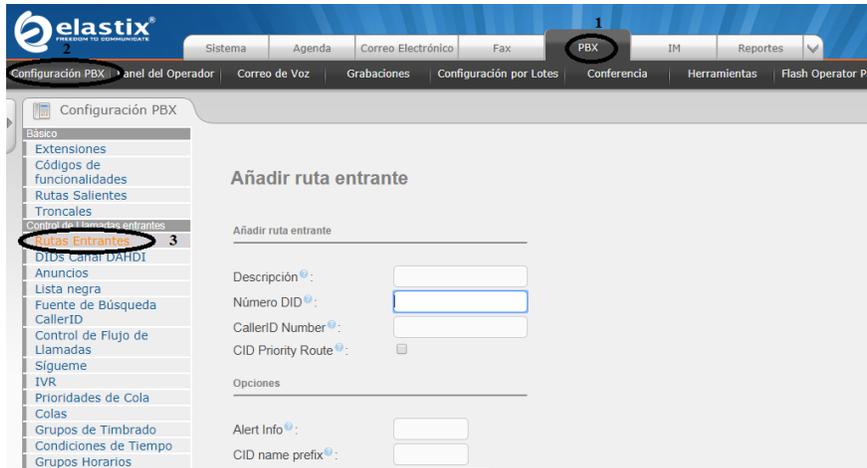
(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 31 CONFIGURACION DE REDIRECCION DE LLAMADA

### 3.3.5. LLAMADAS ENTRANTES

Se configurará las llamadas entrantes para que toda llamada que ingrese se derive sin excepción a la cola de llamada.

Para configurar las llamadas entrantes iremos a: Interfaz Web Elastix → PBX → Configuración PBX → Rutas Entrantes



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 32 CREACION DE RUTAS ENTRANTES

Para la configuración se colocará una descripción de la funcionalidad, al dejar en blanco el **Numero DID** se considera que esta regla se aplicara a todas las extensiones de la central, del mismo modo para **CallerID Number** con los números entrantes que ingresan a la central.



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 33 CONFIGURACION RUTA ENTRANTE

Después de la detección de los números, establecemos el destino que utilizara, me cual lo derivaremos a la cola de llamadas que creamos.

The screenshot shows a web interface for configuring call routing. It is divided into several sections: 'Privacidad' with a 'Gestor de privacidad' dropdown set to 'No'; 'Búsqueda de CID' with a 'Fuente' dropdown set to 'Ninguno'; 'Idioma' with an empty text input field; 'Grabación de llamadas' with a 'Grabación de llamadas' dropdown set to 'Allow'; and 'Fax Detect' with 'Detect Faxes' radio buttons set to 'No'. At the bottom, the 'Establecer destino' section shows a dropdown menu with 'Colas' selected and a sub-menu with 'ATENCION DE LLAMADAS SEMA <600>' selected. There are 'Enviar' and 'Limpiar destino y enviar' buttons at the bottom.

(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

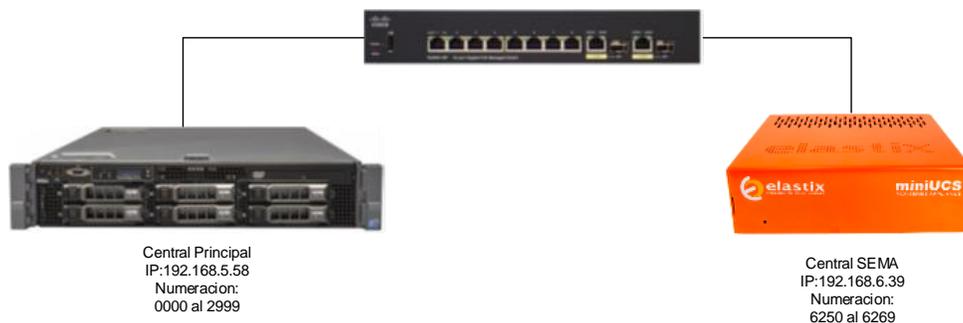
FIGURA N° 34 ENRRUTAMIENTO DE LLAMADAS

### 3.3.6. CONEXIÓN ENTRE CENTRALES TELEFONICAS

Para poder realizar llamadas entre las centrales, se tiene que troncalizar las centrales.

La troncalización es el medio de transmisión por el que se pueden manejar varias comunicaciones o canales, simultánea, donde esta última expresión se debe a que el mecanismo luce como simultáneo para el usuario, aunque estrictamente no lo sea”. Para la conexión entre centrales no solamente se necesita una conexión de red, también se necesitaría declarar la conexión entre las centrales.

Los datos necesarios para la conexión entre las centrales son los siguientes:



### 3.3.6.1.TIPOS DE TRONCALES

Existen varios tipos de troncales, de los cuales son:

- **SIP Trunk**

Es una troncal que se comunican mediante el protocolo SIP, su medio de transporte para la voz es la red IP, esto permite que podamos utilizar mediante una red local (LAN) o una red (WAN) como el internet para establecer los enlaces. De esta manera se puede tener un número telefónico de cualquier parte del mundo sin importar la ubicación geográfica, dependiendo del proveedor.

- **DAHDI Trunk**

Es una troncal donde se utiliza de manera tradicional de recibir las líneas analógicas, por cada línea es necesario un puerto en las tarjetas FXO.

- **IAX 2 Trunk**

Es una troncal que se comunica mediante una red ip, se utiliza para establecer enlaces entre 2 o más servidores Asterisk-Elastix, aún no se ha convertido en estándar, por esta razón son pocos los fabricantes de equipos que lo soportan, una de sus mayores ventajas es la utilización de un solo puerto (UDP 4569) para la comunicación.

- **ENUM Trunk**

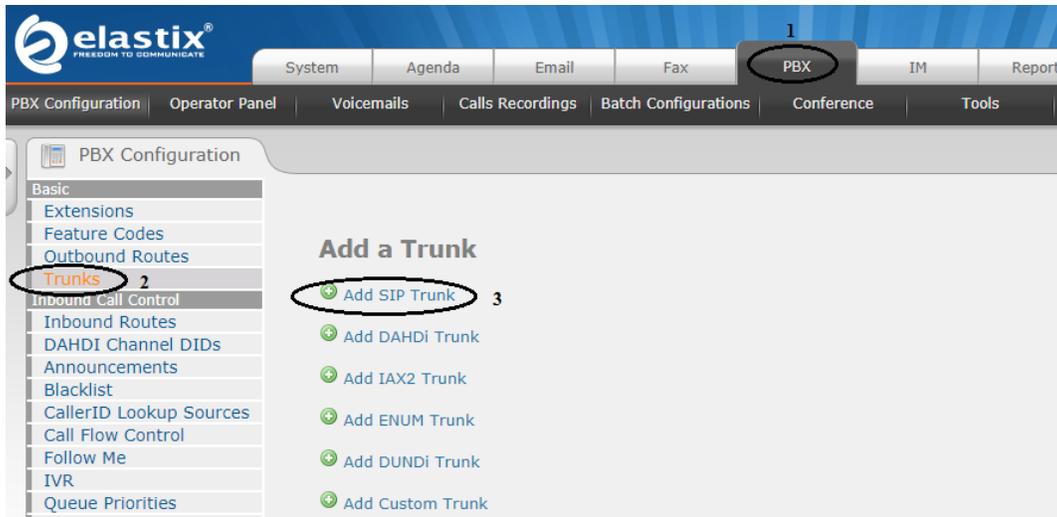
Es una central que utiliza Sistema de nombres de dominio para convertir números de teléfono a direcciones de internet. Un enlace ENUM le permite hacer llamadas SIP con resolución de número ENUM a través de Internet.

- **CUSTOM Trunk**

Es una troncal de configuración general, se utiliza la conexión con otros módulos complementarios.

### 3.3.6.2.TRONCALIZACION DE CENTRALES

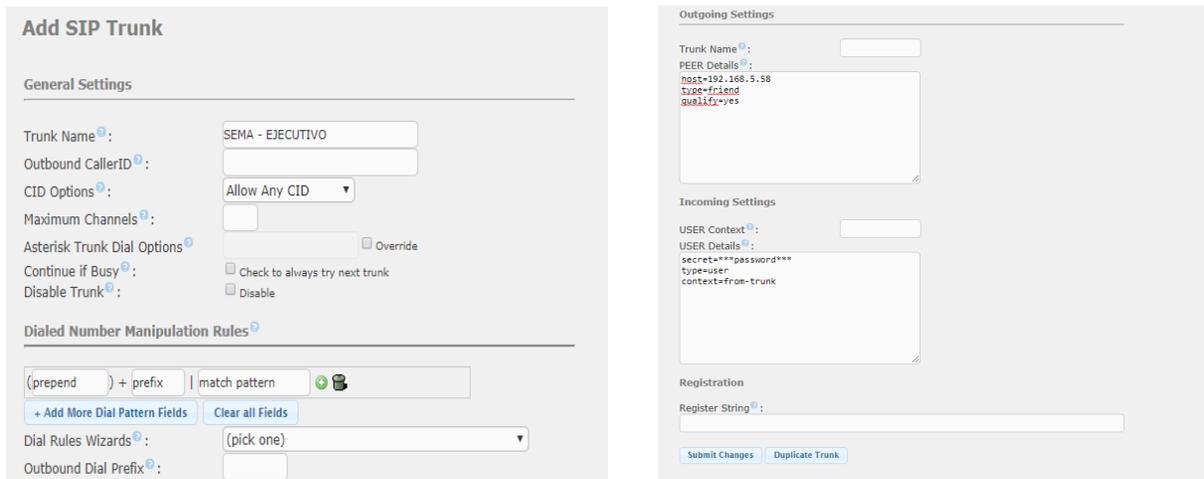
Para la configuración de la troncal entre la PBX principal y la central SEMA, usaremos el protocolo SIP, al utilizar también extensiones con el mismo protocolo no tendremos problemas al momento que ingrese a la troncal ya que ambos tendrán el mismo protocolo de comunicación de esta manera empezaremos en la central del servicio municipal de ambulancias, para esto iremos a Pbx > Trunks > Add SIP Trunk.



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)  
 FIGURA N° 36 CREACION DE UNA TRONCAL

- **Troncal SEMA – Ejecutivo**

Para esta configuración se entraremos a la interfaz web de central SEMA, una vez dentro de la creación de la troncal SIP entraremos a las opciones de configuración:



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)  
 FIGURA N° 37 CONFIGURACION DE TRONCAL SIP

Se coloca el nombre de la troncal, después colocamos los datos de **Outgoing Details**, las variables de configuración que se utilizaron son los siguientes:

- **Host:** Es la dirección de red de la central a las que nos conectaremos.
- **Type:** Es el tipo de autenticación que tendrá la llamada:
- **User:** Se utiliza para poder realizar y autenticar llamadas entrantes.
- **Peer:** Se utiliza para poder realizar y autenticar llamadas salientes.

- **Friend:** Se utiliza para poder realizar y autenticar llamadas entrantes y salientes.
- **Qualify:** Se utiliza para el control de conexión de la troncal, y realiza la alerta en el panel de operación.

### 3.3.6.3. TRONCALIZACION DE LAS LINEAS ANALOGICAS

La troncalización de las líneas analógicas nos sirve para declarar una comunicación entre las llamadas entrantes y llamadas salientes con la central telefónica, así varios internos puedan recibir y realizar llamadas mediante esta troncal.

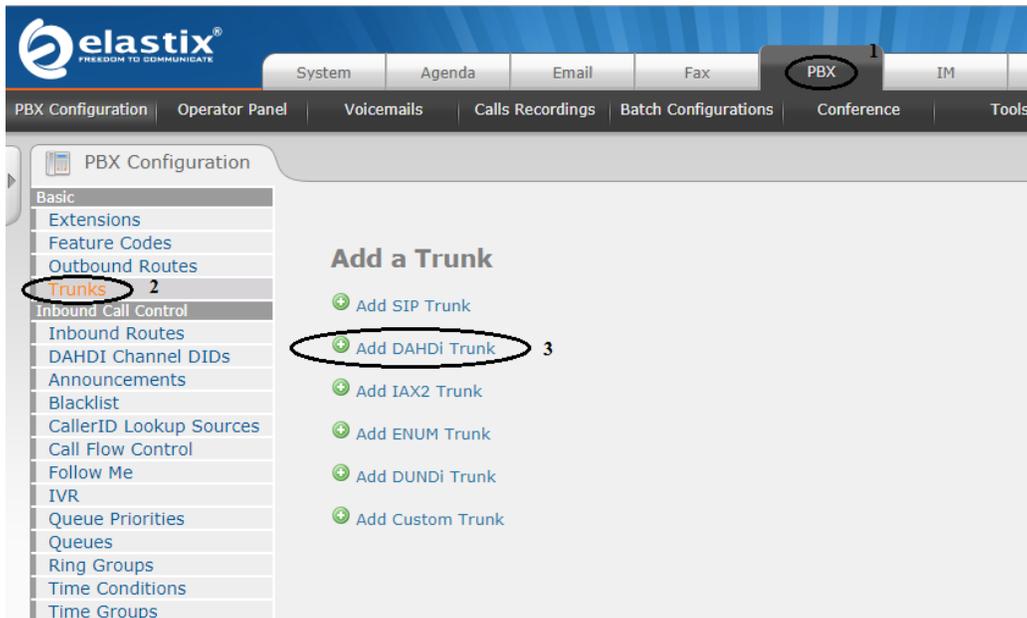
Lo primero que tenemos que hacer es saber las líneas telefónicas a que puerto de la tarjeta de comunicación para las líneas analógicas se conectaron y saber que reconoce la línea analógica. Se podrá identificar que la tarjeta reconoció la línea analógica porque ese puerto se pondrá de color verde. Para eso los iremos a System > Hardware Detector.



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 38 RECONOCIMIENTO DE LAS LINEAS ANALOGICAS

Una vez que tenemos identificados los puertos conectados por las líneas analógicas crearemos las troncales dentro de la central, para la creación de esta troncal iremos a PBX > Trunks > Generic DAHDI Device



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 39 CREACION DE TRONCAL DE LINEA ANALOGICA

Para la configuración solo se necesita 2 parámetros, en el nombre de la central colocaremos **LINEA COTEL**. También para necesitaremos para DAHDI Identifier colocaremos **1**.

(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 40 CONFIGURACION LINEA COTEL

Lo mismo no realizaremos para las otras 2 líneas analógicas, para así tener 3 líneas analógicas para que ingresen todas las llamadas y no se pierda ninguna cuando ingresen de forma simultánea.

**Add DAHDI Trunk**

**General Settings**

Trunk Name: LINEAS ENTEL

Outbound CallerID:

CID Options: Allow Any CID

Maximum Channels:

Asterisk Trunk Dial Options:  Override

Continue if Busy:  Check to always try next trunk

Disable Trunk:  Disable

**Dialed Number Manipulation Rules**

(prepend ) + prefix | match pattern

+ Add More Dial Pattern Fields | Clear all Fields

Dial Rules Wizards: (pick one)

Outbound Dial Prefix:

**Outgoing Settings**

DAHDI Identifier: 2

Submit Changes | Duplicate Trunk

(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)  
FIGURA N° 41 CONFIGURACION LINEA ENTEL

**Add DAHDI Trunk**

**General Settings**

Trunk Name: LINEAS VIVA TIGO

Outbound CallerID:

CID Options: Allow Any CID

Maximum Channels:

Asterisk Trunk Dial Options:  Override

Continue if Busy:  Check to always try next trunk

Disable Trunk:  Disable

**Dialed Number Manipulation Rules**

(prepend ) + prefix | match pattern

+ Add More Dial Pattern Fields | Clear all Fields

Dial Rules Wizards: (pick one)

Outbound Dial Prefix:

**Outgoing Settings**

DAHDI Identifier: 3

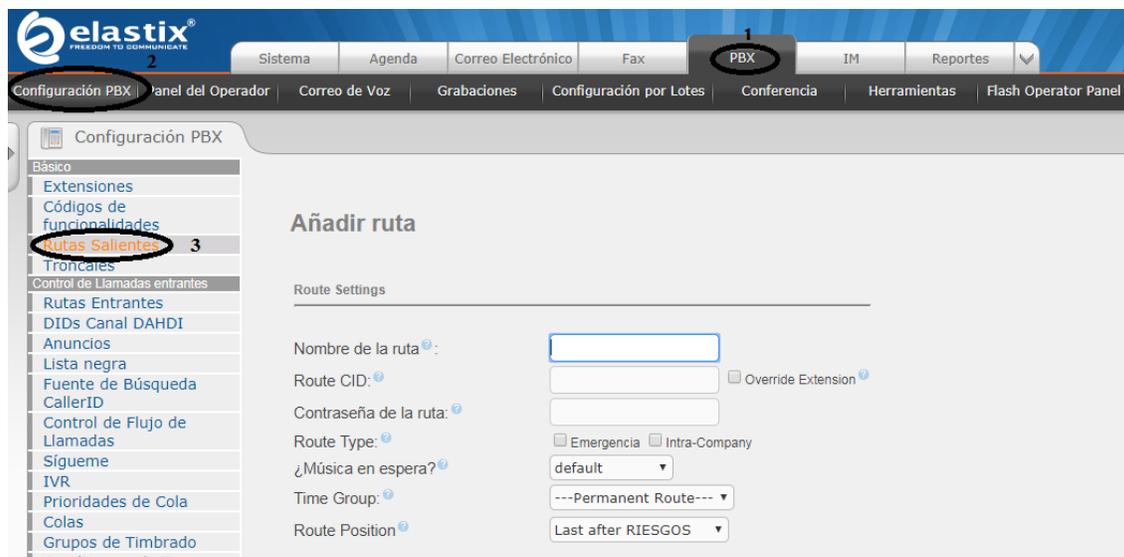
Submit Changes | Duplicate Trunk

(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)  
FIGURA N° 42 CONFIGURACION LINEA VIVA TIGO

De esta forma se tendrá configuradas 3 líneas analógicas para que puedan recibir todas las llamadas entrantes a la cola de llamadas.

### 3.3.6.4. RUTAS SALIENTES

De esta forma se tendrá configuradas 3 líneas analógicas para que puedan recibir todas las llamadas entrantes a la cola de llamadas.



(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

FIGURA N° 43 CREACION RUTAS SALIENTES

Configuraremos las rutas salientes hacia la PBX principal del GAMLP, la numeración que tiene esta PBX es desde el 0000 al 2999, Para poder definir todas las extensiones se utilizara en el plan de numeración se utilizara la siguiente sintaxis:

| Sintaxis | Descripción  |
|----------|--|
| X        | Toma cualquier digito desde el 0 al 9                                      |
| Z        | Toma cualquier digito desde el 1 al 9                                      |
| N        | Toma cualquier digito desde el 2 al 9                                      |
| [ ]      | Toma cualquier digito que se encuentre dentro                              |
| a-b      | Tomara un numero en el intervalo siendo primero "a" y siendo el ultimo "b" |

(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

TABLA N° 8 PLAN DE MARCADO

Para este caso se podrá resumir todo el plan de numeración en una regla, considerando que los únicos números que cambian será el primer digito, y los restantes tres dígitos irán desde el 0 al 9, por lo tanto, quedará [012]XXX significa que el primer digito puede ser el 0, 1, 2 y el restante tomará un digito X que será del 0 al 9, por lo que comprende desde el 0000 al 2999.

### Añadir ruta

Route Settings

Nombre de la ruta: EJECUTIVO

Route CID:   Override Extension

Contraseña de la ruta:

Route Type:  Emergencia  Intra-Company

¿Música en espera?: default

Time Group: ---Permanent Route---

Route Position: Last after RIESGOS

---

Additional Settings

Grabación de llamadas: Allow

PIN Set: None

Dial Patterns that will use this Route

Asistente de reglas de marcación: (seleccione uno)

---

Trunk Sequence for Matched Routes

0 SEMA-EJECUTIVO

1

2

---

Optional Destination on Congestion

Normal Congestion

(FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX)

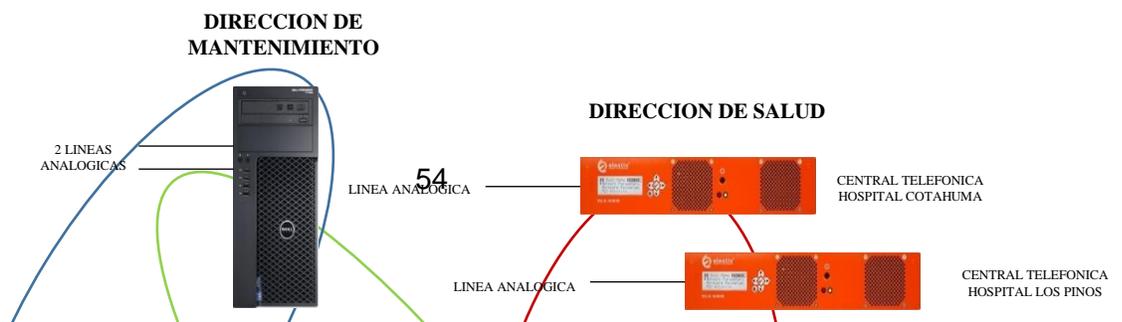
FIGURA N° 44 CONFIGURACION RUTA SALIENTE A TRONCAL EJECUTIVO

### 3.3.7. TOPOLOGIA COMUNICACIÓN IMPLEMENTADA

Una vez que se implementó la central telefónica y se realizaron todas las configuraciones necesarias, para que todas las centrales telefónicas puedan recibir y realizar llamadas entre sí, mejorando la comunicación en la institución sin la necesidad de realizar una nueva instalación de red, utilizando la topología existente, así se utilizaría de forma más eficiente la infraestructura de la red.

De todo lo implementado se obtuvo la siguiente topología:

z



FUENTE: PLATAFORMA ELASTIX  
FIGURA N° 45 TOPOLOGIA IMPLEMENTADA

#### **4. CONCLUSIONES**

Es muy importante que todas las líneas de atención a la ciudadanía, tengan comunicación entre sí. Una central telefónica ip ELASTIX, permite optimizar la infraestructura existente y lograra ahorros significativos en el monitoreo de calidad de servicio. En cuanto a la Telefonía ip, ELASTIX tiene una solución de integración entre las líneas analógicas y la red institucional de datos, sin la necesidad de implementar un cableado de telefonía. Así también se utilizó las funcionalidades avanzadas de administración y telefonía permitieron mejorar las comunicaciones y la experiencia del usuario final para aumentar la productividad.

Con esta implementación es el inicio de una comunicación digital para integrar todas las centrales telefónicas, se podría mejorar mucho más, realizar video conferencia sobre IP y realizar llamadas por internet, solo con un programa que unifica todos los servicios como es elastix, sin la necesidad de que afecte en nuestra economía.

Una vez concluido con esta implementación de voz ip, se pudo notar que la gestión de las llamadas y el monitoreo de las mismas es más sencillo, también la estabilidad con los teléfonos IP.

La atenuación en el los enlaces es aceptable ya que el servicio no presenta deficiencias al momento de recibir y realizar llamadas.

# ANEXOS

## ANEXO A

### Central Telefónica ELASTIX MICRO UCS



## microUCS Elastix® Appliance

Servidor de Comunicaciones Unificadas Elastix





El microUCS es la IP PBX ideal para su pequeño negocio o para su hogar, que le permite controlar sus comunicaciones en un equipo muy pequeño pero potente a la vez, gracias a que viene pre instalado con Elastix.

**Características**

- Operadoras automáticas
- Correo de voz
- Correo de voz a correo electrónico
- Directorio de marcar por nombre
- Música en espera
- Llamadas en cascada
- Grupos de llamadas
- Nueva llamada entrante
- Cola de llamadas
- Selección de ruta automática
- Restricción de llamadas
- Registro detallado de llamadas
- Direccionamiento de llamada
- Detección automática de faxes
- Filtrado de llamadas
- Toma de llamadas y muchas más.

**Un micro equipo con una potente solución**

El diseño compacto del microUCS en conjunto con la solución en comunicaciones unificadas Elastix®, lo convierten en una poderosa IP PBX, que le permite controlar desde cualquier lugar las comunicaciones de su oficina o su hogar.

Fácil de instalar, con una administración poderosa como sólo Elastix® le ofrece y con un consumo muy bajo, lo convierten en una solución muy segura y rentable.

**Pequeño pero robusto**

A pesar de ser un equipo pequeño, el microUCS posee una carcasa metálica con la rigidez necesaria que lo protege de posibles golpes y descargas eléctricas\*, además de su facilidad de traslado y mantenimiento.

**Muy bajo consumo de energía**

Con tan sólo 3w de potencia nominal, el microUCS le permitirá ahorrar en gastos de operación y al mismo tiempo estará contribuyendo con la conservación del medio ambiente.

**Fácil de usar y sin costos por licenciamiento**

Fácil de implementar y administrar gracias al potente software Elastix pre-instalado, que no le generará costos por licenciamiento.

**Control total donde sea**

Siéntase seguro manteniendo el control de todas las comunicaciones de su negocio o su hogar, accediendo a su microUCS dónde sea que se encuentre.

**Especificaciones Técnicas**

| Telefonia                                 |                         |
|---|-------------------------|
| Extensiones (SIP/IAX)*                    | Hasta 15                |
| Llamadas concurrentes (max. recomendado)* | Hasta 5                 |
| Hardware                                  |                         |
| CPU                                       | 456 Mhz                 |
| RAM                                       | 256 MB                  |
| Disco Duro                                | 8 GB flash              |
| Red                                       | 10/100 Mbps             |
| Puertos USB                               | 1                       |
| Características de Operación              |                         |
| Potencia Nominal                          | 3 W                     |
| Voltaje de Operación                      | 120/240v auto switching |
| Sistema operativo                         | Elastix 32 bits         |
| Características Físicas                   |                         |
| Alto                                      | 1.12" (28.3 mm)         |
| Ancho                                     | 6.50" (165 mm)          |
| Profundidad                               | 3.77" (95.8 mm)         |
| Peso                                      | 0.25 Kg (0.55 lb)       |

\* Representa una estimación segura en un escenario básico. Visita <http://tele.elastix.org/microUCSbenchmark> para más detalles.

## ANEXO B

### Teléfono ip GRANDSTREAM GXP 1760



## Poderoso Teléfono IP HD de Gama Media

El GXP1760 es un teléfono IP de gama media con un nuevo diseño elegante y funciones de volumen moderado de llamadas. Viene equipado con 6 líneas, 3 cuentas SIP, 6 teclas de línea bicolor y 4 teclas XML programables sensibles al contexto en una pantalla LCD de 200 x 80 píxeles con luz de fondo. Para personalización adicional, el GXP1760 ofrece tono de llamada/tono de espera con música personalizada e integración con aplicaciones Web y empresariales avanzadas, así como servicio meteorológico local. Es también uno de los primeros teléfonos Grandstream en venir equipado con un conector de seguridad Kensington—una de las soluciones antirrobo más populares en el mercado. El GXP1760 soporta las velocidades de conexión más rápidas posibles con dos puertos de red de 10/100Mbps con detección automática, así como funciones de aprovisionamiento automático con control de acceso a medios. Este teléfono IP de gama media ofrece excelente rendimiento y diseño a usuarios de todo el mundo a un precio asequible para el presupuesto.



6 líneas, 6 teclas de línea bicolor (con 3 cuentas SIP), 4 teclas XML programables, sensibles al contexto



Conferencia de audio de 5 participantes para llamadas de conferencia fáciles.



24 teclas BLF/de marcación rápida digitalmente programables y personalizables



Puerto USB integrado sólo para importar y exportar datos



Audio HD de banda ancha, altavoz manos libres full-dúplex con cancelación avanzada de eco acústico



PoE integrado para activar los dispositivos y proporcionar una conexión a red



Soporta audífonos Plantronics compatibles con EHS



Aprovisionamiento automático usando TR-069 o archivo de configuración XML cifrado con AES



Tecnología de cifrado de seguridad TLS y SRTP para proteger llamadas y cuentas y soporte de conector de seguridad Kensington



Gran capacidad de directorio telefónico con hasta 2,000 contactos e historia de llamadas con hasta 500 registros



Para usarse con el IP PBX de la serie UCM de Grandstream para aprovisionamiento Zero-Config, grabación de llamadas con solo oprimir 1 botón y más

|  |  |
|--|--|
| <b>Protocolos/Estándares</b>                       | SIP RFC3261, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, ARP, ICMP, DNS (A record, SRV, NAPTR), DHCP, PPPoE, TELNET, TFTP, NTP, STUN, SIMPLE, LLDP, LDAP, TR-069, 802.1x, TLS, SRTP, IPV6  |
| <b>Interfaces de Red</b>                           | Dos puertos Ethernet conmutados de 10/100Mbps de detección automática con POE integrado  |
| <b>Pantalla Gráfica</b>                            | Pantalla LCD de 200 x 80 pixeles con luz de fondo  |
| <b>Bluetooth</b>                                   | No   |
| <b>Teclas de Funciones</b>                         | 6 teclas de línea hasta con 3 cuentas SIP, 4 teclas XML programables sensibles con contexto, 5 teclas de navegación/menú, 8 teclas de función dedicada para: DIRECTORIO TELEFONICO, TRANSFERENCIA, CONFERENCIA, AURICULARES, SILENCIO, ENVIAR/REMARCAR, ALTAVOZ, VOLUMEN   |
| <b>Códecs de Voz</b>                               | Soporte para G.729A/B, G.711µ/a-law, G.726, G.722 (banda ancha), G.723, iLBC, OPUS, DTMF en banda y fuera de banda (in audio, RFC2833, SIP INFO)   |
| <b>Puertos Auxiliares</b>                          | Conector de auricular RJ9 (permitiendo EHS con audífonos Plantronics), USB y un puerto EHS separado reservado para adaptador EHS externo en el futuro  |
| <b>Funciones de Telefonía</b>                      | Retención, transferencia, desvío, conferencia de 5 participantes, estacionamiento de llamadas, recuperación de llamadas, estado de llamada compartida (SCA)/estado de línea en puente (BLA), directorio telefónico descargable (XML, LDAP, hasta 2000 contactos), llamada en espera, registro de llamadas (hasta 500 registros), personalización XML de la pantalla, marcación automática al descolgar, respuesta automática, hacer clic para marcar, plan de marcación flexible, hot desking (estaciones de trabajo compartidas), tonos de llamada con música personalizada y música en espera, redundancia de servidores y conmutación por error |
| <b>Audio HD</b>                                    | Sí, auricular y manos libres HD con soporte para audio de banda ancha  |
| <b>Base de Soporte</b>                             | Sí, 2 posiciones en ángulo disponibles. La base para montaje en pared se vende por separado.   |
| <b>QoS</b>   | Layer 2 QoS (802.1Q, 802.1P) y Layer 3 (ToS, DiffServ, MPLS) QoS   |
| <b>Seguridad</b>                                   | Contraseñas a nivel del usuario y administrador, autenticación basada en MD5 y MD5-sess, archivo de configuración cifrado con AES de 256 bits, SRTP, TLS, 802.1x Media Access Control, soporte de conector de seguridad Kensington (Kensington Lock)   |
| <b>Multilinguaje</b>                               | Inglés, alemán, italiano, francés, español, portugués, ruso, croata, chino, coreano, japonés   |
| <b>Actualización/Aprovisionamiento</b>             | Actualización de firmware por medio de TFTP / HTTP / HTTPS, aprovisionamiento masivo usando TR-069 o el archivo de configuración XML cifrado con AES.  |
| <b>Alimentación y Eficiencia de Energía Limpia</b> | Adaptador de corriente universal incluido: Entrada:100-240V; Salida: +5V, 1A; Power-over-Ethernet Integrado (802.3af); consumo máximo de energía: 5W   |
| <b>Especificaciones Técnicas</b>                   | Dimensión: 231 mm (ancho) x 167 mm (longitud) x 86 mm (altura); Peso de la unidad: 0.925 kg; Peso del paquete: 1.55 kg   |
| <b>Temperatura y Humedad</b>                       | Operación: 0°C a 40°C<br>Almacenamiento: -10°C a 60°C<br>Humedad: 10% a 90% sin condensación   |
| <b>Contenido de Paquete</b>                        | Teléfono GXP1760, auricular con cordón, base de soporte, fuente de alimentación universal, cable de red, Guía de Instalación Rápida, licencia GPL  |
| <b>Conformidad</b>                                 | FCC: Parte 15 (CFR 47) Clase B<br>CE: EN55022 Clase B; EN55024 Clase B; EN61000-3-2; EN61000-3-3; EN60950-1<br>RCM: AS/ACIF 5004; AS/NZS CISPR22/24; AS/NZS 60950.1  |

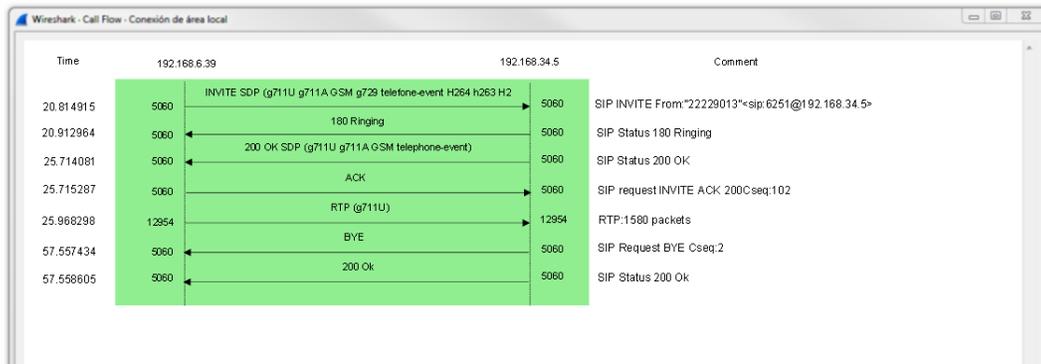
# ANEXO C

## ANALISIS DE TRAFICO VOIP

### CAPTURA EN WIRESHARK

| No.  | Time      | Source       | Destination  | Protocol | Length | Info   |
|------|-----------|--------------|--------------|----------|--------|--|
| 2433 | 10.466500 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 610    | Request: REGISTER sip:192.168.5.58:5060 (1 binding)                    |
| 2434 | 10.467073 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 618    | Status: 401 Unauthorized   |
| 2444 | 10.572903 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 769    | Request: REGISTER sip:192.168.5.58:5060 (1 binding)                    |
| 2445 | 10.573894 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 650    | Request: OPTIONS sip:1654@192.168.34.5:5060;rinstance=2f18835f76858400 |
| 2446 | 10.573895 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 661    | Status: 200 OK (1 binding)   |
| 2447 | 10.574434 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 658    | Request: NOTIFY sip:1654@192.168.34.5:5060;rinstance=2f18835f76858400  |
| 2458 | 10.683887 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 658    | Request: NOTIFY sip:1654@192.168.34.5:5060;rinstance=2f18835f76858400  |
| 2460 | 10.690356 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 609    | Status: 200 OK   |
| 2461 | 10.690509 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 655    | Request: SUBSCRIBE sip:1654@192.168.5.58:5060;transport=UDP            |
| 2462 | 10.690535 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 376    | Status: 405 Method Not Allowed   |
| 2463 | 10.690557 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 376    | Status: 405 Method Not Allowed   |
| 2465 | 10.691148 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 619    | Status: 401 Unauthorized   |
| 2479 | 10.796936 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 833    | Request: SUBSCRIBE sip:1654@192.168.5.58:5060;transport=UDP            |
| 2480 | 10.797559 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 598    | Status: 200 OK   |
| 2481 | 10.797560 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 757    | Request: NOTIFY sip:1654@192.168.34.5:5060;rinstance=2f18835f76858400  |
| 2497 | 10.902860 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 454    | Status: 200 OK   |
| 4895 | 22.712614 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP/SDP  | 1358   | Request: INVITE sip:1654@192.168.34.5:5060;rinstance=2f18835f76858400  |
| 4931 | 22.818615 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 473    | Status: 180 Ringing  |
| 5494 | 26.127698 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP/SDP  | 1203   | Status: 200 OK   |
| 5495 | 26.128808 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 503    | Request: ACK sip:1654@192.168.34.5:5060;rinstance=2f18835f76858400     |
| 6339 | 29.338149 | 192.168.5.58 | 192.168.34.5 | SIP      | 537    | Request: BYE sip:1654@192.168.34.5:5060;rinstance=2f18835f76858400     |
| 6354 | 29.443412 | 192.168.34.5 | 192.168.5.58 | SIP      | 465    | Status: 200 OK   |

### DIAGRAMA DE PROTOCOLOS



## **BIBLIOGRAFIA**

### **LIBROS CONSULTADOS**

DUFFETT, D., ELVITA CRESPO, & PAUL ESTRELLA. (2014). *ELASTIX: GUIA PARA PRINCIPIANTES*. CALI: PLAY TECHNOLOGIES.

GOMEZ LOPEZ, J., & GIL MONTOYA, F. (2008). *VoIP Y ASTERISK, REDESCUBRIENDO LA TELEFONIA*. ALMERIA: RA-MA.

MUÑOZ, A. (2012). *ELASTIX AL RITMO DEL MERENGUE*. GUAYAQUIL: PALO SANTO.

### **PAGINAS DE INTERNET CONSULTADAS**

FARRELL, S. I. (28 de AGOSTO de 2019). *SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES*. Obtenido de <http://www.sceu.frba.utn.edu.ar/dav/archivo/homovidens/farrell/Proy-Final-SFARRELL/Proy-Final/Simulador/conversion.html>

LANDIVAR, E. (28 de AGOSTO de 2011). *COMUNICACIONES UNIFICADAS CON ELASTIX*. Obtenido de <http://www.it-docs.net/ddata/799.pdf>

MATANGO, F. (1 de SEPTIEMBRE de 2019). *SERVER VOIP*. Obtenido de <http://www.servervoip.com/blog/adaptador-para-telefonos-analogicos-ata-voip/>

ROUSE, M. (1 de SEPTIEMBRE de 2019). *SEARCH DATA CENTER EN ESPAÑOL*. Obtenido de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Voz-sobre-IP-VoIP>