

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA



TESIS

**DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE
EN ELASTIX PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.**

**Para optar el Título Profesional de
INGENIERO INFORMÁTICO**

Presentado por:

BACH. RAMIREZ BRUNO JUAN CARLOS
BACH. RODRIGUEZ VILLARREAL EDWARD MIGUEL

Asesorado por:

Ing. EDDY IVAN QUISPE SOTO
CIP N° 91455

HUACHO-PERÚ
2015

**Ing. PEDRO PABLO MARTINEZ INFANTES
PRESIDENTE**

**Ing. JUAN CARLOS MEYHUAY FIDEL
SECRETARIO**

**Ing. JOSE ANTONIO GALDOS FELIPE
VOCAL**

**Ing. EDDY IVAN QUISPE SOTO
ASESOR**

DEDICATORIA

A mí amada esposa e hijo quienes son mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día y seguir luchando para tener un mejor futuro.

A mis padres, hermana y abuelos, por su apoyo y aliento constante para que siga adelante, sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A ellos mi eterno agradecimiento

Juan Carlos Ramirez Bruno

DEDICATORIA

A Dios; por inspirar nuestro espíritu para la conclusión de esta tesis.

A nuestros padres; abuelos por el apoyo incondicional en cada momento; a los docentes y amigos quienes sin su ayuda no hubiésemos hecho posible esta tesis.

A todos ellos le agradecemos desde el fondo del alma.

Edward Miguel Rodríguez Villarreal

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Alfredo López Jiménez quien fue nuestro Maestro y al Ing. Eddy Quispe Soto nuestro asesor de tesis; quienes nos brindaron su apoyo incondicional; conocimientos y experiencias para la conclusión de nuestro proyecto.

A los docentes y amigos de la facultad de ingeniería informática; por brindar y transmitir conocimientos a bien de los estudiantes e ir por el camino del éxito.

INDICE

| | |
|--|----|
| CAPITULO I..... | 12 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 12 |
| 1.1 Descripción de la Realidad Problemática..... | 13 |
| 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 15 |
| 1.2.1 PROBLEMA GENERAL..... | 15 |
| 1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO | 15 |
| 1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 1.3.1 OBJETIVO GENERAL | 16 |
| 1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS | 16 |
| CAPITULO II | 17 |
| MARCO TEÓRICO..... | 17 |
| 2.1 ANTECEDENTES D ELA EMPRESA..... | 18 |
| 2.1.1 EVOLUCIÓN DE LAS COMUNICACIONES EN LA EMPRESA..... | 18 |
| 2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION | 20 |
| 2.2.1 Introducción de Voz sobre IP (VoIP)..... | 24 |
| 2.3 BASES TEÓRICAS..... | 26 |
| 2.3.1 Arquitectura de Protocolos de VoIP | 26 |
| 2.3.2 <i>Protocolos de señalización</i> | 27 |
| 2.3.2.1 H.323 | 28 |
| 2.3.3 SIP (Session Initiation Protocol)..... | 32 |
| 2.3.4 Diferencia entre SIP y H.323 | 36 |
| 2.3.5 IAX2 (Inter Asterisk Exchange) | 36 |
| 2.3.6 Otros protocolos..... | 37 |
| 2.3.6.1 <i>MGCP (Media Gateway Control Protocol)</i> | 37 |
| 2.3.6.2 <i>SCCP (Skinny Client Control Protocol)</i> | 38 |
| 2.3.7 Elastix Overview | 38 |
| 2.3.7.1 <i>Historia del proyecto</i> | 40 |
| 2.3.7.2 Características de Elastix..... | 40 |
| 2.3.7.3 Licenciamiento | 45 |
| 2.3.7.4 Elastix.org: Sitio oficial del proyecto | 46 |
| 2.3.8 ¿Qué es Software Libre? | 48 |
| 2.3.8.1 GENERALIDADES DEL SOFTWARE LIBRE..... | 50 |
| 2.3.8.2 HISTORIA DEL SOFTWARE LIBRE | 51 |

| | | |
|-----------------------|--|----|
| 2.3.8.3 | VENTAJAS DEL SOFTWARE LIBRE | 53 |
| 2.4 | DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS | 55 |
| 2.4.1 | Conceptos de redes | 55 |
| 2.4.1.1 | Red de Área Local | 55 |
| 2.4.1.2 | Computadora Cliente | 55 |
| 2.4.1.3 | Cableado Estructurado | 56 |
| 2.4.1.4 | Equipo de Comunicación | 56 |
| 2.4.2 | <i>FXS/FXO</i> | 56 |
| 2.4.2.1 | FXS (eXchange Station) | 56 |
| 2.4.2.2 | FXO (eXchange Office) | 57 |
| 2.4.3 | <i>Asterisk</i> | 58 |
| 2.4.3.1 | Canal | 58 |
| 2.4.3.2 | DIALPLAN | 58 |
| 2.4.3.3 | Extensión | 59 |
| 2.4.3.4 | Arquitectura Asterisk | 59 |
| CAPITULO III | | 61 |
| METODOLOGIA | | 61 |
| 3.1. | DISEÑO METODOLÓGICO | 62 |
| 3.1.1. | Tipo de la Investigación | 62 |
| 3.1.2. | Método de la Investigación | 62 |
| 3.1.3. | Nivel de la Investigación | 62 |
| 3.1.4. | Diseño Especifico de la Investigación | 63 |
| 3.2. | POBLACIÓN Y MUESTRA | 63 |
| 3.2.1. | <i>Población</i> | 63 |
| 3.2.2. | <i>Muestra</i> | 63 |
| 3.3. | Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos | 64 |
| 3.3.1. | <i>Fuentes</i> | 64 |
| 3.3.2. | <i>Técnicas</i> | 65 |
| 3.3.3. | Instrumentos | 65 |
| 3.4. | Técnicas para el Procesamiento de la Información | 65 |
| 3.4.1. | <i>Análisis</i> | 65 |
| 3.4.2. | Procesamiento | 66 |
| CAPITULO IV | | 67 |
| RECURSOS Y CRONOGRAMA | | 67 |

| | |
|---|----|
| 4.1. RECURSOS | 68 |
| 4.1.1. Recursos Humanos | 68 |
| 4.1.2. Recursos Físicos | 68 |
| 4.1.3. Recursos de Servicios | 68 |
| 4.2. CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES | 69 |
| 4.3. PREUSPUESTO DE LOS GASTOS | 69 |
| CAPITULO V | 72 |
| PROPUESTA DE SOLUCIÓN..... | 72 |
| 5.1 LA ORGANIZACIÓN | 73 |
| 5.2 NECESIDAD DE LA EMPRESA | 73 |
| 5.3 INFRAESTRUCTUA | 74 |
| 5.4 Equipos a Utilizar | 78 |
| 5.4.1 Servidor | 78 |
| 5.4.2 Tarjeta E1 PRI | 78 |
| 5.4.3 Telefono IP | 79 |
| 5.5 Software | 79 |
| 5.5.1 Elastix | 79 |
| 5.5.2 Sofhtphone | 80 |
| Se usará el softphone zoiper en algunas PC para evitar comprar teléfonos IP..... | 80 |
| 5.6 IMPLEMENTACIÓN | 81 |
| 5.6.1 Configuración de Servidor | 81 |
| 5.6.2 Instalación de teléfonos | 83 |
| 5.6.3 Configuración terminales | 84 |
| 5.6.4 Puesta en marcha | 85 |
| Una vez realizadas todas las configuraciones se integra a la RED tanto los equipos como el servidor y se pone en marcha el servicio de Telefonía IP | 85 |
| 5.7 PRESUPUESTO | 85 |
| CAPITULO VI..... | 86 |
| RECOMENDACIONES | 86 |
| CAPITULO VII..... | 88 |
| REFERENCIAS BILIOGRAFICAS | 88 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 4 - 1 Recursos del Proyecto | 65 |
| Tabla 4 - 2 Cronograma de Actividades del Proyecto | 67 |
| Tabla 4 – 3 Presupuesto de Gastos del Proyecto | 68 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Agrupación de conexiones entre clientes. | 18 |
| Figura 2 Topología de red telefónica completamente tipo malla. | 19 |
| Figura 3 Tendidos de cable en Nueva York 1890. | 19 |
| Figura 4 Conexión de teléfonos a la centralita. | 20 |
| Figura 5 Interconexión entre centrales o topologías de red tipo estrella. | 21 |
| Figura 6 Estructura de protocolos de VOIP | 25 |
| Figura 7 Fases de una llamada H.323 | 30 |
| Figura 8 Intercambio de mensajes en SIP | 33 |
| Figura 9 Esquema general de los componentes de Elastix | 43 |
| Figura 10 FXS / FXO conectividad de puertos o interfaces | 55 |
| Figura 11 <i>Arquitectura Asterisk</i> | 57 |
| Figura 12 <i>Muestras</i> | 61 |
| Figura 13 <i>Primera planta MATH.</i> | 72 |
| Figura 14 <i>Segunda planta MATH.</i> | 73 |
| Figura 15 <i>Tercera planta MATH.</i> | 74 |
| Figura 16. <i>Versión de Elastix y componentes.</i> | 77 |
| Figura 17. <i>Interface Zoiper.</i> | 78 |
| Figura 18. <i>Instalación Elastix</i> | 78 |
| Figura 19. <i>Configuración IP</i> | 79 |
| Figura 20. <i>Configuración Tarjeta E1-Pri</i> | 79 |
| Figura 21. <i>Configuración primario Claro</i> | 79 |
| Figura 22. <i>Configuración de accesos SIP</i> | 80 |
| Figura 23. <i>Diseño de RED</i> | 81 |
| Figura 24. <i>Configuración IP</i> | 81 |
| Figura 25. <i>Configuración Cuenta SIP</i> | 82 |

RESÚMEN

El presente proyecto tiene como objetivo realizar un diseño de red para optimizar la comunicación dentro de la constructora MATH S.A.C., con el fin actualizar la red con una de las nuevas tecnologías existentes.

En el Capítulo I se plantea el problema dentro de la Institución donde se dan más alcances de cómo se encuentra actualmente la empresa constructora MATH S.A.C., debido al problema encontrado surge la necesidad de rediseñar la red enfocada a la tecnología VoIP.

En el Capítulo II tenemos el Marco teórico, encontrando los temas principales de donde podremos dar una idea de a donde se proyecta nuestro trabajo de investigación.

PALABRAS CLAVES

Telefonía IP, Central Telefónica, Comunicación en la empresa, Servicios telefónicos, Software Libre, PBX, Troncales, VozIP, Softphone.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática:

La empresa constructora MATH S.A.C. actualmente cuenta con una central telefónica debido a que todas las áreas deben interactuar, algunas de formas más frecuente que otras dependiendo de la gestión de las áreas como: inmobiliaria, finanzas, obras, sistemas, etc.

Vienen laborando un total de 60 trabajadores. Como cualquier otra empresa, la interacción entre los empleados tanto de una misma área como de otras áreas el medio de comunicación indiscutible, más utilizados por los empleados de la empresa, es la comunicación vía telefónica por ser la forma más cómoda rápida e interactiva.

Actualmente la empresa constructora MATH S.A.C. cuenta con un servicio telefónico, la cual es proporcionada por el mismo proveedor de servicios de datos (CLARO).

La central analógica es un equipo de telefonía diseñado para lograr la conmutación de circuitos igual que en las centrales de conmutación pero con un menor número de abonados como es una pequeña empresa. La red actual de la empresa a la cual se refiere la presente investigación cuenta con la siguiente infraestructura tecnológica para el proceso de comunicación de voz.

- Una central analógica Intelbras Corp 8000
- Líneas troncales analógicas (3 Líneas conectadas)
- Salida para 24 anexos de teléfonos análogos (8 teléfonos conectados por cada línea troncal) en el local principal distribuidos en las áreas correspondientes.
- Además se cuenta con una línea telefónica analógica adicional en el local principal para el área Inmobiliaria.

La comunicación entre las áreas se realiza a través de la central telefónica sin embargo la baja eficiencia que cumple la central analógica adquirida imposibilita la comunicación entre la oficina central y los anexos, debido a que se ha incrementado el número de usuarios llegando a usar dos teléfonos en un mismo número de anexo y en otros casos quitando un número de anexo a un área para brindarla a otra área.

Otra problemática que se encuentra tiene que ver con la regular afluencia de llamadas entre oficina central y el personal de las obras que se encuentran ubicadas en diferentes zonas, ya que el costo que se abona mensualmente por la comunicación entre empleados es un costo redundante ya que contando con una red de datos se puede aprovechar para transmitir voz y anular dicho costo del presupuesto mensual. Cabe mencionar que se necesita una conexión de datos en las obras debido a que cada obra debe actualizar información en nuestros servidores remotamente. El uso frecuente de la comunicación de voz entre la oficina central y el personal de obras ocasiona un alto costo a la empresa a pesar de las rebajas de tarifas de la telefonía que se han venido dando gracias a la competitividad que existen entre los proveedores de dichos servicios.

Los costos por usar una red dedicada exclusivamente a transmitir voz son más altos debido a que se utiliza mayores recursos de hardware y los servicios brindados son más estables.

Existe una gran necesidad de comunicarse con empleados que se encuentran fuera del local principal. Ya que la empresa tiene su área de producción en otro lugar y se requiere una comunicación constante con el personal de obras esto genera un uso ineficiente de recursos económicos. Debido a que se debe usar una línea RPC, dado que la comunicación celular en algunos casos es la más usada como la alternativa más práctica

para realizar coordinaciones con el personal que no está en oficinas, sin embargo el costo de la telefonía celular es considerable ya que es un costo mensual por cada equipo.

Se han tenido que restringir las llamadas con el proveedor del servicio de telefonía ya que los empleados podían llamar al extranjero y a celulares que no son para uso laboral, como no se tiene el control de llamadas se tiene que perder los minutos a celulares y al extranjero que te brindan en servicio.

No se puede realizar más de 3 llamadas en simultaneo debido a que solo se tienen 3 líneas, si un cuarto empleado necesita llamar en el mismo momento tendría que esperar a que una línea cuelgue. Lo mismo ocurre si se reciben llamadas, no se pueden recibir más de 3 llamadas a la vez se tendría que esperar a que uno de estos cuelguen para recibir una llamada generando algunas perdidas de llamadas en ese momento.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

- ¿De qué manera el diseño de la red de telefonía IP puede solucionar el problema de comunicación en la constructora?

1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿De qué manera se puede incrementar las llamadas simultaneas al exterior con la tecnología de Telefonía IP?
- ¿Cómo se puede incrementar el número de anexos a distribuir haciendo uso de Telefonía IP?
- ¿De qué manera se puede controlar las comunicaciones haciendo uso de Telefonía IP?

1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Diseñar una central escalable y funcional haciendo uso de una central de Telefonía IP con el software libre Elastix.

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- ✓ Diseñar el proceso de configuración de un primario para poder incrementar el número de llamadas en simultáneo.
- ✓ Diseñar la configuración de todos los anexos requeridos para la constructora.
- ✓ Diseñar parámetros y reglas de control de llamadas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES D ELA EMPRESA

MATH CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C., especialista en edificaciones, brinda desde el 2004 los servicios de construcción en el sector público y privado a nivel nacional.

La empresa tiene como premisa la ejecución de proyectos con altos estándares de calidad, eficiencia y seguridad, fusionando la estética, modernidad e innovación en cada uno de estos.

Asimismo, MATH CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C. participa de alianzas estratégicas con reconocidas empresas nacionales e internacionales, desarrollando conjuntamente proyectos de infraestructura, edificaciones, generación de energía, entre otros, contando para ello con soporte físico, móvil, tecnológico e informático que respalda nuestro trabajo.

Tienen como objetivo de ofrecer un servicio que proporcione entera satisfacción a nuestros clientes y, así, fidelizar una sólida relación a futuro. Nuestro compromiso en brindar la total confianza y seguridad de que los proyectos a nuestro cargo colmarán sus expectativas.

2.1.1 EVOLUCIÓN DE LAS COMUNICACIONES EN LA EMPRESA

En sus inicios la empresa contaba con solo 4 trabajador por tal motivo no contaba con un sistema de comunicación complejo ya que solo hacían uso de los dispositivos móviles (celulares).

A raíz del incremento de personal se vio conveniente comenzar a sostener las comunicaciones con equipos Nextel los

cuales sostenían la comunicación en lugares remotos donde se situaban las primeras obras.

El incremento de contrataciones de obras públicas conllevó a implementar áreas administrativas que dieran soporte al staff técnico de la constructora, se implementaron instalaciones administrativas (oficinas), se implementaron las sgtes áreas:

- Contabilidad
- Finanzas
- Tesorería
- Sistemas

Para ese entonces la empresa contaba con 3 áreas de negocio como son:

- Inmobiliaria
- Obras Públicas
- Consultoría

Todo esto llevó a implementar una central analógica que soportaba 24 anexos.

En el 2014 se implementó el área de Retail con uns Staff de 10 personas entre arquitectos, ingenieros y administrativos, y es cuando se comienzan a notar las deficiencias en la comunicación y se ve conveniente implementar un servicio de comunicaciones en la empresa mucho más robusto ya que en la actualidad en las oficinas de Math se encuentran laborando 80 trabajadores y se viene mejorando en gran forma las comunicaciones de la empresa.

2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

En nuestra investigación realizada, López, V. (2011). Indico el término telefonía proviene del griego "tele" (lejos, distancia) y "fonia" (sonidos), que aparece a finales del siglo XIX con la invención del teléfono, inicialmente fue considerado como inventor del teléfono a Alexander Graham Bell, ya que él fue el primero en patentarlo, pero más tarde correctamente se le reconoció como inventor del teléfono a Antonio Meucci en el 2002.

El despliegue de esta red telefónica no fue ordenado. Porque comenzó como una simple agrupación de conexiones entre clientes, es decir una comunicación punto a punto, como se aprecia en la Figura 1.1.



Figura. 1. Agrupación de conexiones entre clientes.

Formando una topología de red telefónica completamente tipo malla, entre todos los usuarios que tenían teléfono, como se aprecia en la Figura 1.

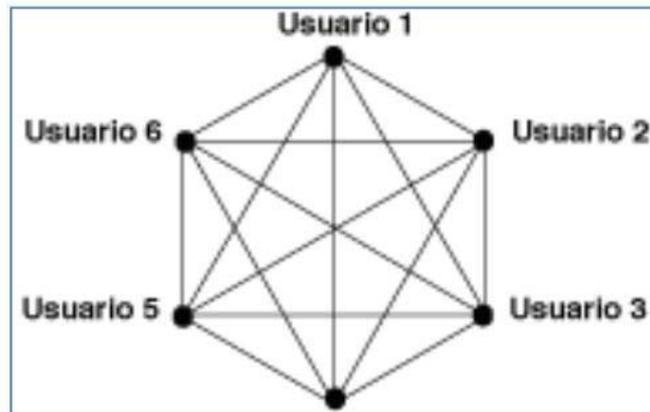


Figura. 2. Topología de red telefónica completamente tipo malla.

Esto dio lugar a la aparición de montones de cables tendidos por las ciudades conectando teléfonos como se aprecia en la Figura 3

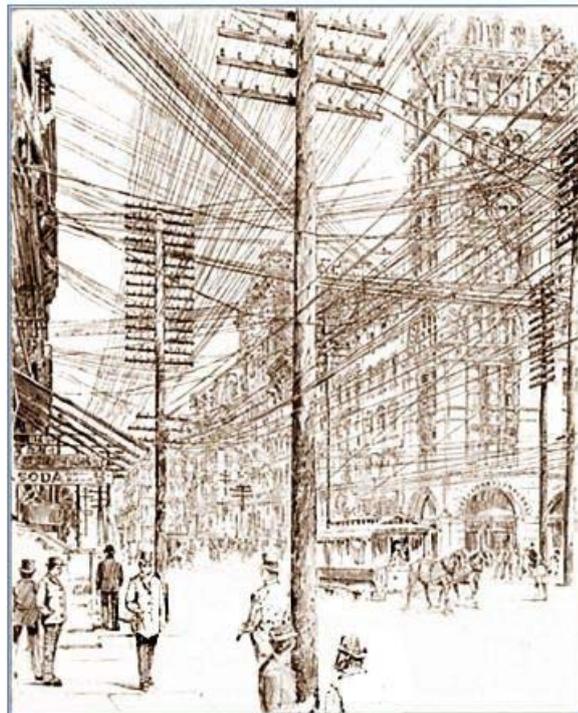


Figura. 3. Tendidos de cable en Nueva York 1890.

Con el crecimiento del número de clientes esta situación en poco tiempo se volvió inmanejable, consecuentemente surgió la necesidad de crear una

solución. Una entidad general que se encargue de gestionar los cables, llevando a la creación de centralitas, como sitios donde se establecen conexiones entre los abonados, de modo que cada teléfono se conectó a una centralita, a las que llegaban los cables que provenían de todos los aparatos de una determinada zona, como se aprecia en la Figura 1.4. Aquellas primeras centralitas telefónicas no eran automáticas, la conexión entre el origen y el destino de la llamada, se realizaba de forma manual en las centrales telefónicas, es decir debían estar controladas por un operador humano.



Figura. 4. Conexión de teléfonos a la centralita.

En la cual las operadoras unían los cables de ambos teléfonos, si la llamada era local, en el caso de que la comunicación con la persona deseada, se encuentre en otra zona, el operador se conectaba con otra centralita, y el nuevo operador continuaba con la petición para poder realizar la llamada, formando una conexión entre topologías de red tipo estrella, como se aprecia en la Figura 1.5, para lograr esto, fue necesario identificar cada teléfono con un número único.

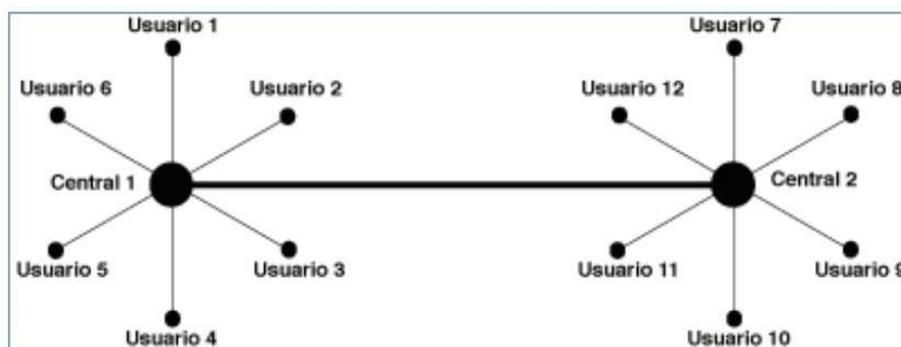


Figura. 5. Interconexión entre centrales o topologías de red tipo estrella

En las organizaciones, se comienza a utilizar el término PBX, que no es más que un panel de conmutaciones o conexiones a cargo de un operador humano.

Con este proceso, una llamada de costa a costa en los EE UU podía llegar a tardar horas en establecerse, por la cantidad de operadores que estaban involucrados (sin embargo la espera promedio era de de 15 minutos).

Este problema se solucionó con el invento de Almon Brown Strowger, que después de tener conocimiento de que la operadora o la telefonista encargada de la conmutación manual de las llamadas, había desviado la de un cliente hacia el negocio de un competidor, Strowger no descansó hasta inventar un sistema que pudiera evitar la intervención de operadores manuales.

Strowger inventó un determinado sistema de marcado en los teléfonos, para que la llamada se conmute automáticamente al destino requerido, con el apoyo de su sobrino Walter S. Strowger realizaron un sistema de conmutación del que solicitó una patente en 1889, que le fue concedida con el número US447918 en 1891.

En 1960 empiezan a surgir las primeras centralitas telefónicas automáticas electrónicas analógicas que realizaban la conmutación a través de relés. Con la invento de centrales telefónicas automáticas se consiguió eliminar los operadores humanos y acelerar el proceso de conmutación. En la actualidad, todo el proceso se ha automatizado, Las modernas centrales se encargan de recibir todas las llamadas y realizan las conexiones de forma casi instantánea.

Por muchos años la red telefónica fue analógica, lo que se enviaba y recibía, por medios de los cables, era la transformación directa de la voz en voltaje. La señal transmitida, desde el origen hasta llegar a su destino, tenía que pasar por varios filtros analógicos, como amplificadores, repetidores, etc.

2.2.1 Introducción de Voz sobre IP (VoIP)

Landivar, E. (2008) Nos dio un breve concepto: La voz sobre IP o VoIP consiste en transmitir voz sobre protocolo IP.

Dicho así puede sonar simple pero las redes IP fueron diseñadas principalmente para datos y muchas de las ventajas de las redes IP para los datos resultan ser una desventaja para la voz pues ésta es muy sensible a retardos y problemas de transmisión por muy pequeños que estos sean. Por tanto transmitir voz sobre protocolo IP es toda una empresa con muchos problemas técnicos que resolver. Por suerte la tecnología ha evolucionado y la pericia de algunos ingenieros talentosos ha resultado en que podamos abstraernos en gran medida de aquellos problemas inherentes a las redes IP que perjudican la calidad de voz. Solo hace pocos años me recuerdo haciendo uso de llamadas por Internet y puedo decir que la mejora de unos 10 años para acá ha sido notable. Ahora podemos decir que

la transmisión de voz por Internet ya es una alternativa rentable al alcance de la mayoría de nosotros.

FCC (2009), describió que La telefonía por Internet VoIP (VoIP, por sus siglas en inglés) es una tecnología de comunicaciones que utiliza el “protocolo de Internet” en lugar de los sistemas analógicos tradicionales. Algunos servicios de VoIP necesitan sólo una conexión regular de teléfono, mientras que otros le permiten hacer llamadas usando una conexión de Internet. Algunos servicios de VoIP le pueden permitir llamar únicamente a otras personas que usen el mismo servicio, pero otros le permiten llamar a cualquier número de teléfono – incluyendo números locales, de larga distancia, celulares e internacionales.

La VoIP convierte la señal de voz de su teléfono en una señal digital que puede viajar a través de Internet. Si llama a un número telefónico regular, la señal se reconvierte en el otro extremo. Dependiendo del tipo de servicio de VoIP, usted puede hacer llamadas de VoIP desde una computadora, un teléfono especial para VoIP o un teléfono tradicional con o sin adaptador. Además, la existencia de nuevos puntos de acceso a Internet de alta velocidad o “hot spots” en lugares públicos como aeropuertos, parques y cafés le permiten conectarse a Internet y usar el servicio de VoIP vía inalámbrica. Si su proveedor de servicio de VoIP le asigna un número de teléfono regular, entonces podrá recibir llamadas de teléfonos regulares que no necesitan ningún equipo especial y seguramente podrá marcar como siempre lo ha hecho.

Actualmente existen diversas empresas que ofrecen soluciones propietarias de servicios de telefonía IP, entre las cuales se encuentran Cisco con su Call Manager, Avaya con MultiVantage, Alcatel, Mitel, etc. Estas compañías normalmente trabajan con

estándares y protocolos propietarios, lo que dificulta su interacción con soluciones de otros fabricantes. En cuanto a soluciones usando protocolos abiertos, existen varias implementaciones, entre las cuales destacan Asterisk, OpenPBX, PBX4Linux, YATE Y FreeSwitch y ELASTIX.

Estos paquetes viajan por flujos independientes, no existe una ruta predeterminada, es decir los paquetes pueden viajar por el mejor camino entre dos puntos, donde siempre tienen más de un camino o ruta disponible, con mayores opciones por donde llegar a su destino, esto es una característica intrínseca de las redes IP, cuando los paquetes ya han llegado a su destino son re ensamblados para reconstruir la información original, por lo tanto se puede mencionar que la conmutación por paquetes es más inteligente en aprovechar los recursos de la red.

2.3 BASES TEÓRICAS

2.3.1 Arquitectura de Protocolos de VoIP

Arratia, B. (2011), La figura 2.1 muestra la estructura de los protocolos usados en VoIP. Se puede diferenciar entre los protocolos de señalización (H.323, SIP) y los protocolos de transporte (RTCP, RTP, RTSP).

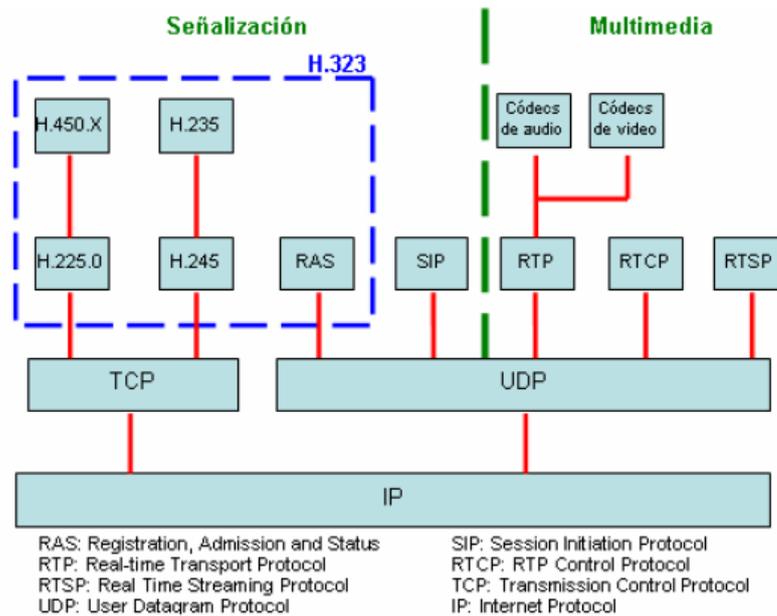


Figura. 6 Estructura de protocolos de VOIP

Más adelante se explicará estas dos clases de protocolos poniendo énfasis en sus diferencias y sus características más saltantes. Adicionalmente, se compararán los diversos *codecs* usados en los protocolos de transporte. En la presente tesis se usará el término *codec* como abreviatura de Codificador / Decodificador de señales de voz, es decir, convierte la señal de voz en un flujo de datos para que pueda viajar por algún medio de transporte. En esta tesis, el medio de transporte es la red IP de la RAAP.

2.3.2 Protocolos de señalización

Luengo, I.(2009) De acuerdo a la UIT en su recomendación H.323, el protocolo de señalización se encarga de los mensajes y procedimientos utilizados para establecer una comunicación, pedir cambios de tasa de bits de la llamada, obtener el estado de los puntos extremos y desconectar la llamada.

2.3.2.1 H.323

El protocolo H.323 fue diseñado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, International Communication Union) y fue publicado por primera vez en 1996. La sexta es la versión actual publicada en el año 2006. Se creó originalmente para proveer un mecanismo de transporte IP para la videoconferencia en redes de área local (LAN), pero evolucionó rápidamente para convertirse en un método de transporte de aplicaciones multimedia en redes de conmutación de paquetes tanto LAN como WAN.

El estándar fue diseñado específicamente con los siguientes objetivos:

- Basarse en los estándares existentes, incluyendo H.320, RTP y Q.931.
- Incorporar algunas de las ventajas que las redes de conmutación de paquetes ofrecen para transportar datos.
- Solucionar la problemática que plantea el envío de datos en tiempo real sobre redes de conmutación de paquetes.

Los diseñadores de H.323 sabían que los requisitos de la comunicación difieren de un lugar a otro, entre usuarios y entre compañías y obviamente con el tiempo los requisitos de la comunicación también cambian. Dados estos factores, los diseñadores de H.323 lo definieron de tal manera que las empresas constructoras de los equipos pueden agregar sus propias especificaciones al protocolo y pueden definir otras

estructuras de estándares que permitan a los dispositivos adquirir nuevas características o capacidades.

Protocolos asociados a H.323 incluye entre otros, partes de los siguientes protocolos: H.225.0, H.245

· **Protocolo H.225.0:** Define los mensajes de señalización de llamada (establecimiento, control y finalización) y de señalización RAS (Registration, Admission and Status). RAS lleva a cabo los procedimientos de registro, admisión, cambios de ancho de banda, estado y desconexión, entre terminales y un Gatekeeper H.323. La señalización H.225.0 está basada en los procedimientos de establecimiento de llamada de ISDN (Integrated Services Digital Networks, estándar Q.931).

Señalización de control de llamada (H.225.0): Este protocolo tiene dos funcionalidades. Si existe un *gatekeeper* en la red, define como un terminal se registra con él. Este proceso se denomina RAS (*Registration, Admission and Status*) y usa un canal separado (canal RAS). Si no existiese un *gatekeeper*, define la forma como dos terminales pueden establecer o terminar llamadas entre sí (Señalización de Llamada). En este último caso se basa en la recomendación Q.931.

· **Señalización de control de canal (H.245):** Una vez que se ha establecido la conexión entre dos terminales usando H.225, se usa el protocolo H.245 para establecer los canales lógicos a través de los cuales se transmite la media. Para ello define el intercambio de capacidades (tasa de bits máxima, *codecs*, etc.) de los terminales presentes en la comunicación.

Se usa RAS siempre y cuando un Gatekeeper esté presente en la red. El Gatekeeper es un componente opcional cuya función principal es el control de admisión. Es un intermediario entre los puntos terminales que permite el establecimiento de llamadas entre estos.

También puede enrutar la señalización hacia otro dispositivo para implementar funciones como desvío de llamadas. Una llamada H.323 se caracteriza por las siguientes fases de señalización:

- **Establecimiento de la comunicación.** Primero se tiene que registrar y solicitar admisión al Gatekeeper, para lo cual se usan los mensajes RAS. Luego, el usuario que desea establecer la comunicación envía un mensaje de SETUP, el llamado contesta con un mensaje de CallProceeding. Para poder seguir con el proceso, este terminal también debe solicitar admisión al GateKeeper con los mensajes RAS y, una vez admitido, envía el Alerting indicando el inicio del establecimiento de la comunicación. Este mensaje Alerting es similar al Ring Back Tone de las redes telefónicas actuales. Cuando el usuario descuelga el teléfono, se envía un mensaje de Connect.

- **Señalización de Control.** En esta fase se abre una negociación mediante el protocolo H.245 (control de canal). El intercambio de los mensajes (petición y respuesta) entre los dos terminales establece quién será maestro y quién esclavo, así como también sus capacidades y los codecs de audio y video soportados (Mensajes TCS, Terminal Capability Set). Como punto final de esta negociación se

abre el canal de comunicación (direcciones IP, puerto)
(Mensajes OLC, Open Logical Channel)

- ✓ **Audio:** los terminales inician la comunicación mediante el protocolo RTP/RTCP.
- ✓ **Desconexión.** Por último, cualquiera de los participantes activos en la comunicación puede iniciar el proceso de finalización de llamada mediante los mensajes Close Logical Channel (CLC) y End Session Command (ESC). Una vez hecho esto, ambos terminales tienen que informarle al Gatekeeper sobre el fin de la comunicación. Para ello se usan los mensajes RAS DRQ (Disengage Request) y DCF (Disengage Confirm).

Las fases de una llamada se ilustran en la figura 2.2 con detalle:

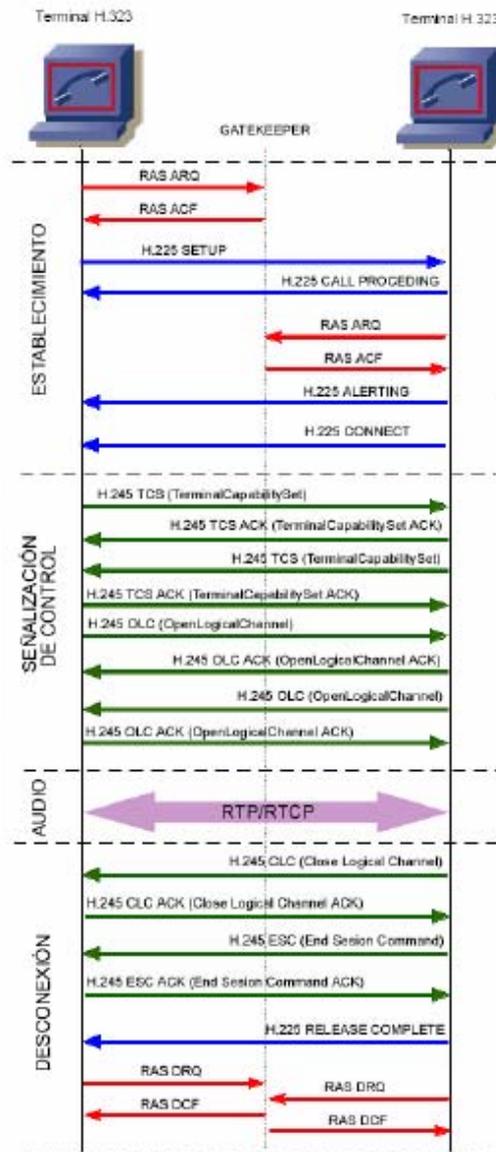


Figura. 7 Fases de una llamada H.323

2.3.3 SIP (Session Initiation Protocol)

Salinas, M. (2013), A diferencia de H.323, SIP tiene su origen en la comunidad IP, específicamente en la IETF (*Internet Engineering Task Force*); y no en la industria de las Telecomunicaciones (UIT). Este estándar está definido en [RFC2543] y luego con aclaraciones en

[RFC3261]. Se tomará esta última RFC como base para el estudio. SIP es similar al HTTP en muchos sentidos, incluso tiene algunos mensajes de error en común, como el “404 no encontrado” (*404 not found*) y el “403 servidor ocupado” (*403 Server Busy*)

Los componentes presentes en SIP son:

Agentes de Usuario (*User Agent, UA*): Existen dos tipos de agentes de usuario, los cuales están presentes siempre, y permiten la comunicación cliente-servidor:

- Agente de usuario cliente (*UAC*): El UAC genera peticiones SIP y recibe respuestas.
- Agente de usuario servidor (*UAS*): El UAS responde a las peticiones SIP.

Servidores SIP: Existen tres clases lógicas de servidores. Un servidor puede tener una o más de estas clases. Estas clases son las siguientes:

- Servidor de Redirección (*Redirect Server*): Reencamina las peticiones que recibe hacia el próximo servidor.
- Servidor Proxy (*Proxy Server*): Corren un programa intermediario que actúa tanto de servidor como de cliente para poder establecer llamadas entre los usuarios.
- Servidor de Registro (*Registrar Server*): Hace la correspondencia entre direcciones SIP y direcciones IP. Este servidor solo acepta mensajes REGISTER, lo que hace fácil la localización de los usuarios, pues el usuario donde se encuentre siempre tiene que registrarse en el servidor.

Se define dos tipos de mensajes SIP: Peticiones y Respuestas

a. **Peticiones SIP.** Se definen 6 métodos básicos:

- ✓ INVITE: Permite invitar un usuario a participar en una sesión o para modificar parámetros de una sesión ya existente.
- ✓ ACK: Confirma el establecimiento de la sesión.
- ✓ OPTION: Solicita información de algún servidor en particular.
- ✓ BYE: Indica término de una sesión.
- ✓ CANCEL: Cancela una petición pendiente.
- ✓ REGISTER: Registra al Agente de Usuario.
- ✓ Respuestas SIP: Existen también mensajes SIP como respuesta a las peticiones. Existen 6 tipos de respuestas, que se diferencian por el primer dígito de su código. Estas son:
 - ✓ 1xx: Mensajes provisionales.
 - ✓ 2xx: Respuestas de éxito.
 - ✓ 3xx: Respuestas de redirección.
 - ✓ 4xx: Respuestas de fallas de método.
 - ✓ 5xx: Respuestas de fallas de servidor.
 - ✓ 6xx: Respuestas de fallas globales.

Algunos de estos mensajes se aprecian en el ejemplo de comunicación ilustrado en la figura 8:

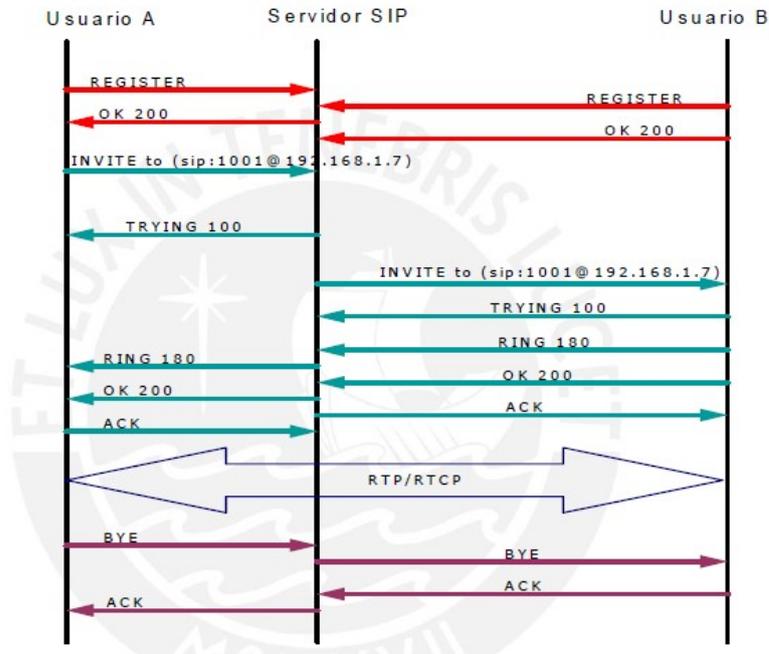


Figura. 8 Intercambio de mensajes en SIP

Las dos primeras transacciones tienen que ver con el registro de usuarios. El punto medio es el servidor que en esta etapa actúa como servidor de registro.

La siguiente transacción establece el inicio de sesión. El Usuario A (llamante) le manda un INVITE al Usuario B (llamado) a través del servidor, que redirecciona la llamada a este último. La sesión se establece cuando ambos puntos mandan la confirmación.

Cuando la sesión se ha establecido, entra a funcionar el protocolo de transporte (RTP, *Real-time Transport Protocol*), que es el encargado del transporte de la voz.

Cuando alguien quiere terminar la comunicación, manda la petición BYE que el servidor lo redirecciona al otro punto. Luego, este último envía la confirmación, terminando así la sesión. Cualquiera de los participantes puede terminar la conversación en cualquier momento.

2.3.4 Diferencia entre SIP y H.323

Coronado, J. (2009) La principal diferencia es la velocidad: SIP hace en una sola transacción lo que H.323 hace en varios intercambios de mensajes. Adicionalmente, SIP usa UDP mientras que H.323 debe usar necesariamente TCP para la señalización (H.225 y H.245), lo que origina que una llamada SIP sea atendida más rápido.

Otra diferencia importante es que H.323 define canales lógicos antes de enviar los datos, mientras que una unidad SIP simplemente publicita los *codecs* que soporta, más no define canales, lo que puede generar saturación de tráfico en casos de muchos usuarios, pues no se separa la tasa de bits necesaria para la comunicación

2.3.5 IAX2 (Inter Asterisk Exchange)

Coronado, J. (2009) Es el protocolo usado por Asterisk. La versión 1 de este protocolo ha caído en desuso, en favor de la versión 2 (IAX2). Al momento de redactar esta tesis, este protocolo se encontraba en borrador para ser un RFC SPE2, por lo que no hay mucha información disponible.

El objetivo con el que se creó este protocolo fue minimizar la tasa de bits requerida en las comunicaciones VoIP y tener un soporte nativo para traspasar dispositivos de NAT (*Network Address Translation*). En otras palabras, provee soluciones a los problemas dados en SIP y H.323. Fue

creado por Mark Spencer, quien también participó en la codificación de Asterisk.

IAX2 usa un único puerto UDP (4569) para transmitir tanto señalización como datos. El tráfico de voz es transmitido en banda (*in-band*), es decir, los datos de voz van encapsulados en el protocolo; SIP, en cambio, se basa del protocolo RTP para la transmisión de los datos (su transmisión es *out-band*). Esto le permite al protocolo IAX2 prácticamente transportar cualquier tipo de dato.

Otra característica de IAX2 es que soporta *Trunking*; es decir, un solo enlace puede enviar datos y señalización de varios canales. Cuando se hace *Trunking*, un solo datagrama IP puede contener información de varias llamadas sin crear latencia adicional. Esto genera una disminución de la tasa de bits y del retraso de los paquetes debido a que ahorra enviar varias veces la cabecera IP. Todas estas características del IAX2 se deben a que en su diseño se basaron en muchos estándares de señalización y de transmisión de datos, quedándose solo con lo mejor de cada uno. Algunos protocolos tomados como base para el IAX2 son: SIP, MGCP y RTP (Real-time Transfer Protocol).

2.3.6 Otros protocolos:

2.3.6.1 MGCP (*Media Gateway Control Protocol*)

Este protocolo está basado en un modelo cliente/servidor, mientras que SIP y H.323 están basados en un modelo *peer-to-peer*. Este estándar está descrito en, donde se menciona que “este protocolo está diseñado para usarse en un sistema distribuido que se ve desde afuera como un solo *Gateway VoIP*”.

MGCP al igual que SIP usa el Protocolo de Descripción de Sesión (SDP) para describir y negociar capacidades de media. Su funcionalidad es similar a la capacidad H.245 de H.323.

2.3.6.2 SCCP (*Skinny Client Control Protocol*)

Protocolo propietario de Cisco, se basa en un modelo cliente/servidor en el cual toda la inteligencia se deja en manos del servidor (*Call Manager*). Los clientes son los teléfonos IP, que no necesitan mucha memoria ni procesamiento. El servidor es el que aprende las capacidades de los clientes, controla el establecimiento de la llamada, envía señales de notificación, reacciona a señales del cliente (por ejemplo cuando se presiona el botón de directorio). El servidor usa SCCP para comunicarse con los clientes, y si la llamada sale por un *gateway*, usa H.323, MGCP o SIP.

2.3.7 Elastix Overview

Elastix es una distribución de “Software Libre” de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un solo paquete algunas tecnologías de comunicaciones claves como:

- . VoIP PBX
- . Fax
- . Mensajería Instantánea
- . Email
- . Colaboración

Al decir distribución nos referimos al concepto de *distro*, es decir un conjunto de paquetes de software que se distribuyen juntos en un mismo medio, en este caso un CD, incluyendo el instalador y sistema operativo. Al final de la instalación tendremos un Servidor de Comunicaciones Unificadas listo para producción.

Elastix implementa gran parte de su funcionalidad sobre 4 programas de software muy importantes como son Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea e Email, respectivamente. La parte de sistema operativo se basa en CentOS, una popular distribución Linux orientada a servidores.

A continuación una figura un poco más ordenada donde se pueden observar los componentes de Elastix y su relación entre sí.

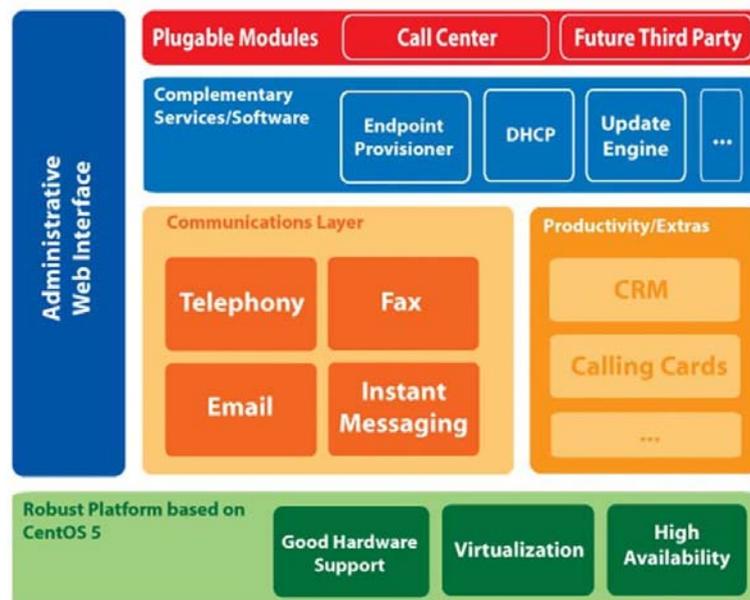


Figura. 9 Esquema general de los componentes de Elastix

2.3.7.1 *Historia del proyecto*

Elastix fue creado y actualmente es mantenido por la compañía ecuatoriana PaloSanto Solutions. Elastix fue liberado por primera vez en Marzo de 2006 pero no se trataba de una distro sino más bien de una interfase para mostrar registros de detalles de llamadas para Asterisk, fue recién a finales de Diciembre de 2006 cuando se lo lanzó como una distribución que contenía muchas herramientas interesantes administrables bajo una misma interfase Web que llamó la atención por su usabilidad.

Desde entonces hasta la fecha esta distribución no ha parado de crecer en popularidad y actualmente es una de las preferidas del mercado. En 2007 el proyecto estuvo nominado en 2 categorías para los premios CCA de SourceForge.

2.3.7.2 *Características de Elastix*

Es difícil enlistar todas las características de Elastix en un simple listado, pero las más importantes son según el sitio www.elastix.org y basado en Elastix 1.2:

➤ VoIP PBX

- Grabación de llamadas con interface vía Web
- Voicemails con soporte para notificaciones por email

- IVR configurable y bastante flexible
- Soporte para sintetización de voz
- Herramienta para crear lotes de extensiones lo cual facilita instalaciones nuevas
- Cancelador de eco integrado
- Provisionador de teléfonos vía Web. Esto permite instalar numerosos teléfonos en muy corto tiempo.
- Soporte para Video-fonos
- Interface de detección de hardware de telefonía
- Servidor DHCP para asignación dinámica de IPs a IP-Phones
- Panel de operador. Desde donde el operador puede ver toda la actividad telefónica de manera gráfica y realizar sencillas acciones drag-n-drop como transferencias, parqueos, etc
- Parqueo de llamadas
- Reporte de detalle de llamadas (CDRs) con soporte para búsquedas por fecha, extensión y otros criterios
- Tarifación con reportación de consumo por destino
- Reporte de uso de canales por tecnología (SIP, ZAP, IAX, Local, H323)
- Soporte para colas de llamadas
- Centro de conferencias. Desde donde se puede programar conferencias estáticas o temporales.
- Soporta protocolo SIP, IAX, H323, MGCP, SKINNY entre otros

- Codecs soportados: ADPCM, G.711 (A-Law & μ -Law), G.722, G.723.1 (pass through), G.726, G.729 (si se compra licencia comercial), GSM, iLBC
- Soporte para interfaces análogas FXS/FXO
- Soporte para interfaces digitales E1/T1/J1 a través de protocolos PRI/BRI/R2
- Soporte para interfaces bluetooth para celulares (canal chan_mobile)
- Identificación de llamadas
- Troncalización
- Rutas entrantes y salientes las cuales se pueden configurar por coincidencia de patrones de marcado lo cual da mucha flexibilidad.
- Soporte para *follow-me*
- Soporte para grupos de ringado
- Soporte para *paging* e *intercom*. El modelo de teléfono debe soportar también esta característica
- Soporte para condiciones de tiempo. Es decir que la central se comporte de un modo diferente dependiendo del horario
- Soporte para PINes de seguridad
- Soporte DISA
- Soporte *Callback*
- Editor Web de archivos de configuración de Asterisk
- Acceso interactivo desde el Web a la consola de Asterisk

➤ **Fax**

- Servidor de Fax administrable desde Web
- Visor de Faxes integrado, pudiendo descargarse los faxes desde el Web en formato PDF.
- Aplicación fax-a-email
- Personalización de faxes-a-email
- Control de acceso para clientes de fax
- Puede ser integrado con WinprintHylafax. Esta aplicación permite, desde cualquier aplicación Windows, enviar a imprimir un documento y este realmente se envía por fax.
- Configurador Web de plantillas de e-mails

➤ **General**

- Ayuda en línea embebida
- Elastix está traducido a 20 idiomas
- Monitor de recursos del sistema
- Configurador de parámetros de red
- Control de apagado/re-encendido de la central vía Web
- Manejo centralizado de usuarios y perfiles gracias al soporte de ACLs
- Administración centralizada de actualizaciones
- Soporte para backup/restore a través del Web
- Soporte para temas o *skins* Interface para configurar fecha/hora/uso horario de la central

➤ **Email**

- Servidor de Email con soporte multi-dominio
- Administrable desde Web
- Interfase de configuración de Relay
- Cliente de Email basado en Web
- Soporte para "cuotas" configurable desde el Web

➤ **Colaboración**

- Calendario integrado con PBX con soporte para recordatorios de voz
- Libreta telefónica (*Phone Book*) con capacidad *clic-to-call*
- Dos productos de CRM integrados a la interfase como vTigerCRM y SugarCRM

➤ **Extras**

- Interface de generación de tarjetas de telefonía basada en software A2Billing
- CRM completo basado en el producto vTigerCRM
- También versión open source de SugarCRM

➤ **Call Center**

- Módulo de call center con marcador predictivo incluido. Más detalle de este módulo más abajo.

➤ **Mensajería instantánea**

- Servidor de mensajería instantánea basado en OpenFire e integrado a PBX con soporte para protocolo Jabber, lo que permite usar una amplia gama de clientes de IM disponibles
- Se puede iniciar una llamada desde el cliente de mensajería (si se usa el cliente Spark)
- El servidor de mensajería es configurable desde Web
- Soporta grupos de usuarios
Soporta conexión a otras redes de mensajería como MSN, Yahoo Messenger, GTalk, ICQ, etc. Esto permite estar conectado a varias redes desde un mismo cliente
- Reporte de sesiones de usuarios
- Soporte para *plugins*
- Soporta LDAP
- Soporta conexiones server-to-server para compartir usuarios

2.3.7.3 Licenciamiento

Elastix es software libre distribuido bajo licencia GPL versión 2. Es decir que puede ser usado, copiado,

estudiado, modificado y redistribuido libremente según los lineamientos de esta licencia.

Para acceder al texto completo de la licencia el lector puede seguir el siguiente vínculo.

<http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.txt>

2.3.7.4 Elastix.org: Sitio oficial del proyecto

El principal recurso al que puede acceder el usuario en busca de información acerca de Elastix es el sitio Web oficial del proyecto ubicado en <http://www.elastix.org>

Aquí el usuario puede encontrar algunas herramientas útiles como:

- Foros
- Wiki
- Chat en vivo
- Suscripción a listas de correo
- Links a descargas
- entre otra información

➤ **Foros**

Una de las herramientas más importantes en el sitio Web de Elastix son los foros. Los foros son muy activos y para participar en ellos basta registrarse gratuitamente como

usuario. Sin duda esta es una buena manera de buscar solución a problemas comunes y los desarrolladores de Elastix suelen visitar esta herramienta a la caza de posibles bugs. Sin embargo, el foro es un lugar público así que antes de participar hay que tener en cuenta algunas reglas de etiqueta de foros básicas.

- Antes de preguntar en el foro busque si su problema ha sido resuelto antes. La mayoría de problemas comunes ya han sido reportados antes. Si vuelve a preguntar es posible que no le contesten adecuadamente, recuerde que es un foro público.
- Los foros se encuentran organizados de cierta manera. Se debe tratar en todo momento de añadir un nuevo comentario a la categoría correcta, caso contrario se puede “ensuciar” el foro y también el nuevo comentario podría ser ignorado.
- Use un lenguaje adecuado para no herir la susceptibilidad de nadie. La amabilidad es un buen ingrediente si desea que otras personas colaboren con su problema.
- El foro no es un espacio publicitario.

- El foro es un espacio moderado. No incluya lenguaje subido de tono, amenazas, comentarios mal intencionados o que puedan herir la susceptibilidad de alguien. Su mensaje puede ser eliminado permanentemente.
- No adjunte imágenes o archivos pesados. Si necesita subir un archivo mayor a 2 MB trate de subirlo a otro servidor y simplemente copie el link. Nos gustaría aceptar todos los archivos pero debemos cuidar los recursos de los servidores para poder servir a la mayor cantidad de usuarios posible.

Use un título de mensaje relevante y si en algún momento la discusión cambia de tópico abra otro mensaje para tratar el nuevo tema. Esto ayudará a tener el foro más legible.

2.3.8 ¿Qué es Software Libre?

El texto original de Stalman, R. (1996) en el libro “Software libre para una sociedad libre”, brinda directrices específicas sobre el concepto, que no resumen ni comprometen su significado:

El “software libre” es una cuestión de libertad, no de precio. Para comprender este concepto debemos, debemos pensar en la acepción de libre como en “libertad de expresión” y no como en “barra libre de cerveza”.

Con software libre nos referimos a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software.

Nos referimos especialmente a cuatro clases de libertad para los usuarios de software:

LIBETAD 0: la libertad para ejecutar el programa sea cual sea nuestro propósito.

LIBETAD 1: la libertad para estudiar el funcionamiento del programa y adaptarlo a tus necesidades – el acceso al código fuente es condición indispensable para esto.

LIBETAD 2: la libertad para redistribuir copias y ayudar así a tu vecino.

LIBETAD 3: la libertad para mejorar el programa y luego publicarlo para el bien de toda la comunidad – el acceso al código fuente es condición indispensable para esto.

Así cualquier programa que cumpla con estas condiciones básicas se puede denominar software libre. Al respecto, existen tipos de licencia que categorizan el uso que se le puede dar a una herramienta informática; así, la principal licencia es la licencia publica general o GPL (General Public License, Por sus siglas en ingles).

En la actualidad, este modelo se aplica en otros espacios, impulsado directamente por iniciativas como CREATIVE COMMONS que busca acercar a los autores y creadores de contenidos a la libertad de uso y construcción de conocimiento colaborativo para uqe puedan distribuir, usar o modificar sus propias obras y las de otros autores, dependiendo del tipo de uso que se otorga la licencia

2.3.8.1 GENERALIDADES DEL SOFTWARE LIBRE

“Software libre, es la denominación del software que respeta la libertad de los usuarios sobre su producto adquirido y, por tanto, una vez obtenido puede ser usado, copiado, estudiado, cambiado y redistribuido libremente.

El software libre suele estar disponible gratuitamente, o al precio de costo de la distribución a través de otros medios; sin embargo no es obligatorio que sea así, por lo tanto no hay que asociar software libre a "software gratuito" (denominado usualmente freeware), ya que, conservando su carácter de libre, puede ser distribuido comercialmente ("software comercial"). Análogamente, el "software gratis" o "gratuito" incluye en ocasiones el código fuente; no obstante, este tipo de software no es libre en el mismo sentido que el software libre, a menos que se garanticen los derechos de modificación y redistribución de dichas versiones modificadas del programa. Tampoco debe confundirse software libre con "software de dominio público".

Éste último es aquel software que no requiere de licencia, pues sus derechos de explotación son para toda la humanidad, porque pertenece a todos por igual, cualquiera puede hacer uso de él, siempre con fines legales y consignando su autoría original. Este software sería aquel cuyo autor lo dona a la humanidad o cuyos derechos de autor han expirado, tras un plazo contado desde la muerte de este, habitualmente 70 años. Si un

autor condiciona su uso bajo una licencia, por muy débil que sea, ya no es del dominio público”.

2.3.8.2 HISTORIA DEL SOFTWARE LIBRE

“Entre los años 60 y 70 del Siglo XX, el software no era considerado un producto sino un añadido que los vendedores de las grandes computadoras de la época (las mainframes) aportaban a sus clientes para que éstos pudieran usarlos.

En dicha cultura, era común que los programadores y desarrolladores de software compartieran libremente sus programas unos con otros. Este comportamiento era particularmente habitual en algunos de los mayores grupos de usuarios de la época, como DECUS (grupo de usuarios de computadoras DEC). A finales de los 70, las compañías iniciaron el hábito de imponer restricciones a los usuarios, con el uso de acuerdos de licencia.

En el año 1971, cuando la informática todavía no había sufrido su gran boom, las personas que hacían uso de ella, en ámbitos universitarios y empresariales, creaban y compartían el software sin ningún tipo de restricciones. Con la llegada de los años 80 la situación empezó a cambiar. Las computadoras más modernas comenzaban a utilizar sistemas operativos privativos. Forzando a los usuarios a aceptar condiciones restrictivas que impedían realizar modificaciones a dicho software. En caso de que

algún usuario o programador encontrase algún error en la aplicación, lo único que podía hacer era darlo a conocer a la empresa desarrolladora para que esta lo solucionara. Aunque el programador estuviese capacitado para solucionar el problema y lo deseara hacer sin pedir nada a cambio, el contrato le impedía que mejorase el software". "El mismo Richard Stallman cuenta que por aquellos años, en el laboratorio donde trabajaba, habían recibido una impresora donada por una empresa externa. El dispositivo, que era utilizado en red por todos los trabajadores, parecía no funcionar a la perfección, dado que cada cierto tiempo el papel se atascaba. La pérdida de tiempo era constante, ya que en ocasiones, los trabajadores enviaban por red sus trabajos a imprimir y al ir a buscarlos se encontraban la impresora atascada y una cola enorme de trabajos pendientes.

Richard Stallman decidió arreglar el problema, e implementar el envío de un aviso por red cuando la impresora se bloqueara. Para ello necesitaba tener acceso al código fuente de los controladores de la impresora. Pidió a la empresa propietaria de la impresora lo que necesitaba, comentando, sin pedir nada a cambio, qué era lo que pretendía realizar. La empresa se negó a entregarle el código fuente. Con este antecedente, en 1984, Richard Stallman comenzó a trabajar en el proyecto GNU, y un año más tarde fundó la Free Software Foundation (FSF). Stallman introdujo la definición de free software y el concepto de "copyleft", que desarrolló para

otorgar libertad a los usuarios y para restringir las posibilidades de apropiación del software.”

2.3.8.3 VENTAJAS DEL SOFTWARE LIBRE

- **Económico:** “El bajo o nulo coste de los productos libres permiten proporcionar a las PYMES servicios y ampliar sus infraestructuras sin que se vean mercados sus intentos de popularidad.
- **Libertad de Uso y Redistribución:** Las licencias de software libre existentes permiten la instalación del software tantas veces y en tantas máquinas al mismo tiempo en cuanto el cliente o hasta el mismo usuario lo desee.
- **Independencia Tecnológica:** El acceso al código fuente permite el desarrollo de nuevos productos sin la necesidad de desarrollar todo el proceso partiendo de cero.
- **Fomento de la Libre Competencia al Basarse en Servicios y no Licencias:** “Uno de los modelos de negocio que genera el software libre es la contratación de servicios de atención al cliente. Este sistema permite que las compañías que den el servicio compitan en igualdad de condiciones al no poseer la propiedad del producto del cual dan el servicio.

- **Soporte y Compatibilidad a Largo Plazo:** Este punto, más que una ventaja del software libre es una desventaja del software propietario, por lo que la elección de software libre evita este problema. Al vendedor, una vez ha alcanzado el máximo de ventas que puede realizar de un producto, no le interesa que sus clientes continúen con él.
- **Formatos Estándar:** Los formatos estándar permiten una interoperatividad más alta entre sistemas, evitando incompatibilidades, son válidos en ocasiones para lograr una alta interoperatividad si se omite el hecho que estos exigen el pago de royalties a terceros.
- **Sistemas sin Puertas Traseras y más Seguros:** “El acceso al código fuente permite que tanto hackers como empresas de seguridad de todo el mundo puedan auditar los programas, por lo que la existencia de puertas traseras es ilógica ya que se pondría en evidencia y contraviene el interés de la comunidad que es la que lo genera”.
- **Corrección más Rápida y Eficiente de Fallos:** El funcionamiento e interés conjunto de la comunidad ha demostrado solucionar mas rápidamente los fallos de seguridad en el software libre, algo que desgraciadamente en el software propietario es mas difícil y costoso. Cuando se notifica a las empresas propietarias del software, éstas niegan inicialmente la existencia de dichos fallos por cuestiones de imagen y cuando finalmente admiten la existencia de esos bugs tardan meses hasta proporcionar los parches de seguridad.

- **Métodos Simples y Unificados de Gestión de Software:** Actualmente la mayoría de distribuciones de Linux incorporan alguno de los sistemas que unifican el método de instalación de programas, librerías, etc. por parte de los usuarios.
- **Sistema en Expansión:** Las ventajas especialmente económicas que aportan las soluciones libres a muchas empresas y las aportaciones de la comunidad han permitido un constante crecimiento del software libre, hasta superar en ocasiones como en el de los servidores web, al mercado propietario”

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.4.1 Conceptos de redes

En el presente trabajo se definirán los conceptos de Redes que serán utilizados dentro del desarrollo del mismo, de forma general explicando las funcionalidades y características principales, sin ahondar en sus definiciones o detalles de implementación.

2.4.1.1 Red de Área Local

Se define así a la interconexión entre dos o más computadoras personales entre las cuales existe la capacidad de intercambiar datos a través de un vínculo físico o inalámbrico, limitados por un espacio físico determinado por las características de los medios de transmisión de datos.

2.4.1.2 Computadora Cliente

Es la estación de trabajo o computadora personal utilizada por los usuarios finales para desarrollar su actividad diaria dentro de su entorno de trabajo y que solicita datos, documentos o acceso sistemas de los demás miembros de la red de área local.

2.4.1.3 Cableado Estructurado

Es el vínculo físico que existe entre los diferentes clientes de la red y se implementa a través de la instalación de cableado de cobre el cual puede ser UTP categoría 5, COAXIAL o algún otro tipo de cobre.

2.4.1.4 Equipo de Comunicación

Se compone principalmente por Switch, Router, Access Point, o cualquier otro dispositivo electrónico que permita la interconexión entre dos o más computadoras.

2.4.2 FXS/FXO

FXS y FXO son acrónimos que se asignan a los puertos usados por las líneas telefónicas analógicas (también denominados POTS - Servicio Telefónico Básico y Antiguo) desde una central telefónica y/o un aparato terminal o teléfono.

2.4.2.1 FXS (eXchange Station)

Es la interfaz de abonado externo es el puerto que efectivamente envía la línea analógica al abonado. En otras palabras, es el “enchufe de la pared” que envía

tono de marcado, corriente para la batería y tensión de llamada.

2.4.2.2 FXO (eXchange Office)

Interfaz de central externa es el puerto que recibe la línea analógica. Es un enchufe del teléfono o 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”.

En el siguiente diagrama se presenta los dos tipos de Puertos de comunicación:

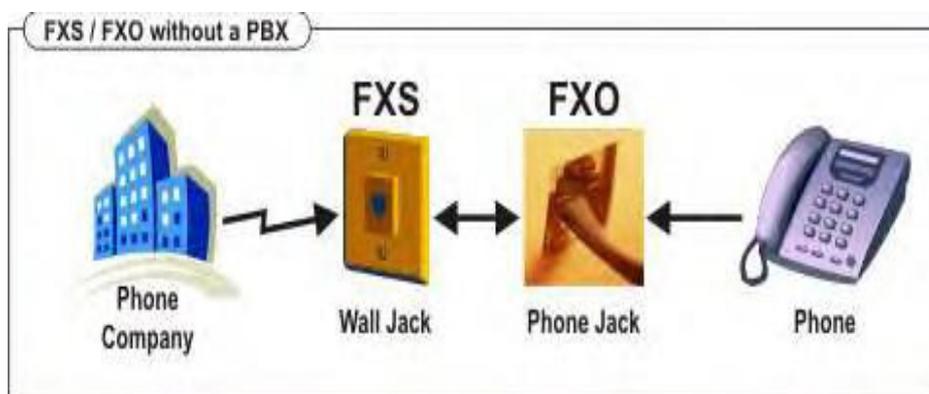


Figura. 10 FXS / FXO conectividad de puertos o interfaces

Para efectuar una correcta utilización de ambos dispositivos, deben conectarse las líneas que suministra la empresa telefónica a la PBX Analógica y luego los teléfonos a la PBX Analógica. Por lo tanto, la PBX debe tener puertos FXO (para conectarse a los puertos FXS

que suministra la empresa telefónica) y puertos FXS (para conectar los dispositivos de teléfono o fax)

2.4.3 Asterisk

Asterisk es la implementación de una central telefónica PBX por software, que corre sobre la plataforma Linux o Unix, conectado a la PSTN. Permite conectividad en tiempo real entre las redes PSTN y redes VOIP. Es una aplicación de código abierto, bajo licencia GPL20 que fue creada por Marc Spencer de Digium y que ha sido desarrollada por el mismo, junto a programadores de todo el mundo.

2.4.3.1 Canal

Medio por el cual se emite una llamada entrante o saliente. Por defecto Asterisk soporta una serie de canales, los más importantes son:

- H323, IAX2, SIP, MGCP (Protocolos de VOIP).
- Console: GNU Linux OSS/ALSA sound system.
- ZAP: Líneas analógicas o digitales.

2.4.3.2 DIALPLAN

Configuración de la centralita Asterisk que indica el camino a seguir durante una llamada, de inicio a fin. En términos generales, podríamos decir que es quien lleva el comportamiento lógico de la centralita.

2.4.3.3 Extensión

En la telefonía tradicional una extensión se asocia a un teléfono, interfaces o menús. En Asterisk, una extensión es una lista de comandos a ejecutar. Se accede a una extensión cuando se recibe una llamada entrante por un canal dado, cuando el usuario que ha llamado marca la extensión, cuando se ejecuta un salto de extensiones desde el Dialplan de Asterisk.

2.4.3.4 Arquitectura Asterisk

La arquitectura de Asterisk está formada por cuatro APIs²². Un API es el conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

Usando este sistema basado en APIs, la base del Asterisk no tiene porque preocuparse por detalles como, que llamada está entrando, que códec se está utilizando, etc.

DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE EN ELASTIX PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.

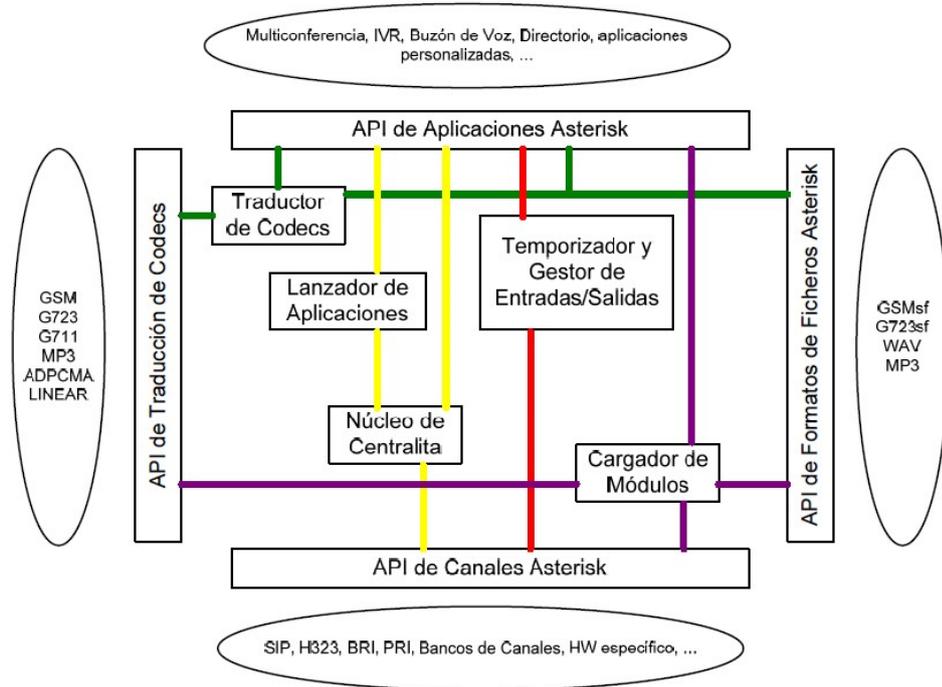


Figura. 11 Arquitectura Asterisk

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.

3.1.1. Tipo de la Investigación

La Investigación de acuerdo con la naturaleza del Problema planteado y sus propósitos del estudio, se identifica como una INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA. Se identifica así, porque está interesada en estudiar la realidad del problema del sector productivo de la Red de Telefonía IP con Software Libre de la empresa constructora MATH S.A.C. con el fin de determinar sus debilidades y plantear recomendaciones que le ayuden a mejorarlo.

3.1.2. Método de la Investigación

Los métodos empleados para nuestro estudio, son los que corresponden a una Investigación formal, se empleará el método Deductivo, con el apoyo del método de Análisis del Enfoque Sistémico, a fin de manejar los Datos de forma adecuada y llegar a conclusiones concretas.

3.1.3. Nivel de la Investigación

La investigación propuesta es de nivel DESCRIPTIVO, se define así porque tiene como objetivo identificar las características del fenómeno o situación en estudio, en un determinado lugar y tiempo, con ello nos permite tener el conocimiento actualizado del fenómeno tal como se presenta en la realidad.

Grupo Muestral (M): Oy

Donde:

M : Muestra Representativa.

Oy : Observación de Variable en Estudio.

3.1.4. Diseño Específico de la Investigación.

El diseño del trabajo de investigación planteado es NO EXPERIMENTAL, dado que la recolección de datos se basa en el nivel de investigación Descriptivo que se encarga de detallar las características del fenómeno en estudio ó realidad en estudio.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población para efectos de la investigación del proyecto presentado para nuestra Investigación tiene la característica de ser una Población Finita, está compuesta por 4 empleados que pertenecen a la oficina informática y 56 empleados de la empresa, todos ellos gozaran del Servicio de Telefonía; lo cual se ha realizado encuestas que van dirigidas al personal que trabaja en la misma.

El total de la población en estudio asciende a 60 empleados de la empresa cifra obtenida del área de recursos Humanos Durante el semestre 2015-II.

3.2.2. Muestra.

La muestra es un conjunto de unidades, una porción del total, que nos representa la conducta del universo total.

Nuestra Muestra de investigación ha sido seleccionada a Juicio por el autor de la investigación, dado que se ha decidido trabajar con todo el Tamaño de la Población por ser accesible a la recolección de

los datos, lo cual se convierte en el Tamaño de Muestra definido para el desarrollo de nuestra investigación.

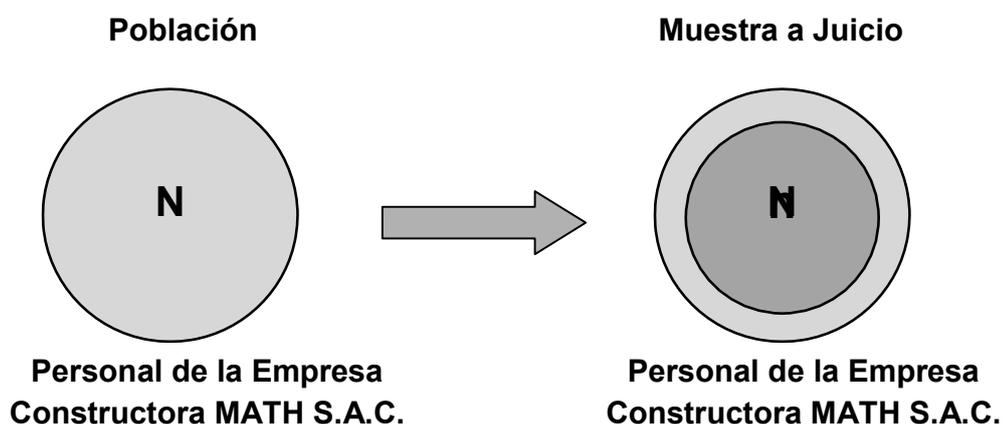


Figura. 12 Muestras

En la siguiente Tabla se presenta el Tamaño de Población y Muestra de nuestra Investigación.

3.3. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

Para nuestra investigación, se utilizarán diversas herramientas que nos permitirán la recolección de los Datos, de esta manera se podrá medir las características de la Variable denominada "Optimización del Servicio de Atención".

3.3.1. Fuentes

Se utilizarán las siguientes fuentes:

- ✓ Revisión de Fuentes Bibliográficas.
- ✓ Revisión de Publicaciones de la Entidad en estudio.

3.3.2. Técnicas

Las Técnicas empleadas serán:

- ✓ Recolección de Datos relacionados al tema.
- ✓ Observación de características de la Variable en estudio.

3.3.3. Instrumentos

Los Instrumentos a utilizarse serán:

- ✓ Encuesta, con cuestionario de preguntas cerradas.

El cuestionario tendrá preguntas formuladas en la Encuesta que serán elaboradas de acuerdo con los indicadores de la Variables que intervienen en la investigación. La validez de las respuestas se sustenta en que los encuestados nos darán las informaciones necesarias que nos permitan realizar los resúmenes para luego ser sometidos a diversos análisis estadísticos y realizar las diversas interpretaciones correspondientes.

3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información

Para elaborar la Base de Datos y el análisis de variables, emplearemos la estadística descriptiva, y si es necesario la estadística inferencial, con el apoyo del software SPSS y la hoja de cálculo EXCEL.

Los resultados descriptivos, se presentaran a través de Tablas y Gráficos, con sus respectivos análisis e interpretaciones, según las dimensiones, y los indicadores utilizados para estudiar a la variable.

3.4.1. Análisis

Los Análisis se realizarán de la siguiente manera:

- ✓ Análisis Cualitativo de la Variable, Dimensiones e Indicadores.
- ✓ Análisis Cuantitativo de la Variable, Dimensiones e Indicadores

3.4.2. Procesamiento

Los procesamientos de la información se harán de la siguiente forma:

a. Presentación de Datos y Resultados

- ✓ Ordenamiento.
- ✓ Clasificación.
- ✓ Selección.
- ✓ Codificación.
- ✓ Tabulación.
- ✓ Cuadros.
- ✓ Gráficos.

b. Interpretación de Datos

- ✓ Se establecerán las Conclusiones finales sobre el Problema de nuestra Investigación.
- ✓ Se establecerán las Recomendaciones finales sobre el Problema de nuestra Investigación.
- ✓ Se analizará el cumplimiento de los Objetivos y la Finalidad de nuestra Investigación.
- ✓ Se analizará los efectos que produciría en el futuro, la presente Investigación.

CAPITULO IV

RECURSOS Y CRONOGRAMA

4.1. RECURSOS

4.1.1. Recursos Humanos

- Autor de la Tesis (Investigador).
- Asesor de la Tesis (Profesor).
- Personal de la Empresa Constructora MATH S.A.C.

CUADRO N° 4 - 1

RECURSO DEL PROYECTO

| ETAPAS DE INVERSIÓN | FUENTES | | TOTAL |
|--|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| | Aporte del Autor | Aporte Externo | |
| 1- Elaboración del Proyecto de Investigación. | 3000,00 | 0,00 | 3000,00 |
| 2- Desarrollo del Proyecto de Investigación. | 5098,50 | 0,00 | 5098,50 |
| 3- Informe Final de la Investigación | 2000,00 | 0,00 | 2000,00 |
| TOTAL | 9635,00 | 0,00 | 10098,50 |
| Porcentaje (%) | 100,0% | 0,0% | 100,0% |

4.1.2. Recursos Físicos

- Fuentes Bibliográficas (Libros, Revistas, Informes, etc.).
- Útiles de escritorio, digitación e impresiones.

4.1.3. Recursos de Servicios

- Típos e impresión del Proyecto y borradores de tesis.

- Fotocopias de Tesis y borradores.
- Empastados y anillados de tesis y borradores.
- Internet, telefonía y consultorías externas.
- Viáticos, refrigerios y otros.

4.2. CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES

El tiempo a emplearse en la Investigación, se muestra en el Cuadro N° 4-2.

4.3. PREUSPUESTO DE LOS GASTOS

Los gastos estimados de la Investigación se muestran en el Cuadro N° 4-3.

CUADRO N° 4 - 1

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

| N° | ACTIVIDADES | SEMESTRE 2015 - II | | | | | | | | | | | |
|----|---|--------------------|----|----|----|-----------|----|----|----|-----------|-----|-----|-----|
| | | OCTUBRE | | | | NOVIEMBRE | | | | DICIEMBRE | | | |
| | | 1° | 2° | 3° | 4° | 5° | 6° | 7° | 8° | 9° | 10° | 11° | 12° |
| 1 | Elaboración del Proyecto de Investigación. | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 2 | Presentación del Proyecto de Investigación. | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| 3 | Reajuste y Aprobación del Proyecto. | | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| 4 | Elaboración de Instrumentos. | | | | | | | ■ | | | | | |
| 5 | Validez y Confiabilidad de Instrumentos. | | | | | | | ■ | | | | | |
| 6 | Recolección de Datos de la Investigación. | | | | | | | | ■ | | | | |
| 7 | Procesamiento y Análisis de los Datos. | | | | | | | | | ■ | | | |
| 8 | Elaboración y Presentación del Borrador. | | | | | | | | | ■ | ■ | | |
| 9 | Reajuste y Presentación de Tesis Final | | | | | | | | | | | ■ | |
| 10 | Aprobación y Sustentación de Tesis Final. | | | | | | | | | | | | ■ |

Fuente: Elaboración Propia.

**DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE EN ELASTIX PARA
LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.**

CUADRO N° 4 – 2

| PRESUPUESTO DE GASTOS | | | | |
|--|---------------|-----------------|---------------------------|------------------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
| | | | S/: | S/: |
| 1- MATERIALES | | | | |
| Papel A4 - 80 gr. | Millar | 1 | 27,00 | 27,00 |
| Memoria USB - 8GB | Unidad | 2 | 55 | 110,00 |
| Utiles de Escritorio | ----- | ----- | ----- | 200,00 |
| Libros de Telefonía IP | Unidad | 4 | 45,00 | 180,00 |
| Total de Materiales | | | | 517,00 |
| 2- SERVICIOS | | | | |
| Impresión del Proyecto | hoja | 150 | 0,30 | 45,00 |
| Copias del Proyecto | hoja | 300 | 0,10 | 30,00 |
| Impresión de Borradores | hoja | 400 | 0,30 | 120,00 |
| Copias de Borradores | hoja | 200 | 0,10 | 20,00 |
| Espiralados | libro | 8 | 3,50 | 28,00 |
| Empastado de Tesis | libro | 5 | 25,00 | 125,00 |
| Internet | hora | 150 | 1,00 | 150,00 |
| Telefonía | ----- | ----- | ----- | 300,00 |
| Viaticos y Refrigerios | ----- | ----- | ----- | 800,00 |
| Consultoria Externa | ----- | ----- | ----- | 2500,00 |
| Total de Servicios | | | | 4118,00 |
| SUB - TOTAL | | | | 4635,00 |
| 3- IMPREVISTOS: 10% (Sub-Total) | | | | 463,50 |
| PRESUPUESTO TOTAL | | | | 5098,50 |

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

5.1 LA ORGANIZACIÓN.

Math Construcción y Consultoría, cuenta que una oficina administrativa en la ciudad de Lima desde donde da soporte a todas sus obras repartidas en diversos puntos del país.

En la oficina central se encuentran las siguientes áreas:

- Contabilidad
- Finanzas
- Seguridad y Prevención de Riesgos
- Logística
- Licitaciones
- División de Ingeniería
- Sistemas
- Tesorería
- Gestión Humana
- Inmobiliaria
- Implementaciones

5.2 NECESIDAD DE LA EMPRESA

La organización quiere implantar una infraestructura de comunicaciones VoIP en la oficina central:

- Se requiere de *software* telefónico como herramienta de servicio que funcione en entorno Windows y plataforma PC conectado al sistema vía interfaz LAN basada en TCP-IP.
- Posibilidad de definir prioridad de acceso a los enlaces por parte de las extensiones.
- Para determinadas extensiones, señalización de ocupado al llamar al teléfono fijo de un usuario cuando éste esté hablando con su teléfono móvil y de igual

DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE EN ELASTIX PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.

modo, señalización de ocupado al llamar al teléfono móvil cuando éste esté hablando desde el fijo.

- Posibilidad de definir grupos de usuarios.
- Captura de llamadas de una extensión dentro de un grupo hacia otro del mismo grupo (función jefe-secretaria).
- Redireccionamiento de llamadas hacia una extensión para dar servicio nocturno.
- Servicio de "Devolución de la llamada".
- Llamada a tres.
- Posibilidad de Cliente IP integrado en el PC del usuario.
- Consulta del buzón de voz.
- Rápida implementación de nuevos anexos a bajo coste.

5.3 INFRAESTRUCTUA

Las oficinas de la empresa están instaladas en un inmueble de 3 plantas como se detalla en las Figuras 13, 14, 15.

En la cual se necesitan distribuir 56 anexos, y una central de voz ip en el área de sistemas.

En cuanto el cableado estructurado se utilizará la red de datos actual debido a que se utilizarán teléfonos IP con mini-switch.

DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE EN ELASTIX PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.

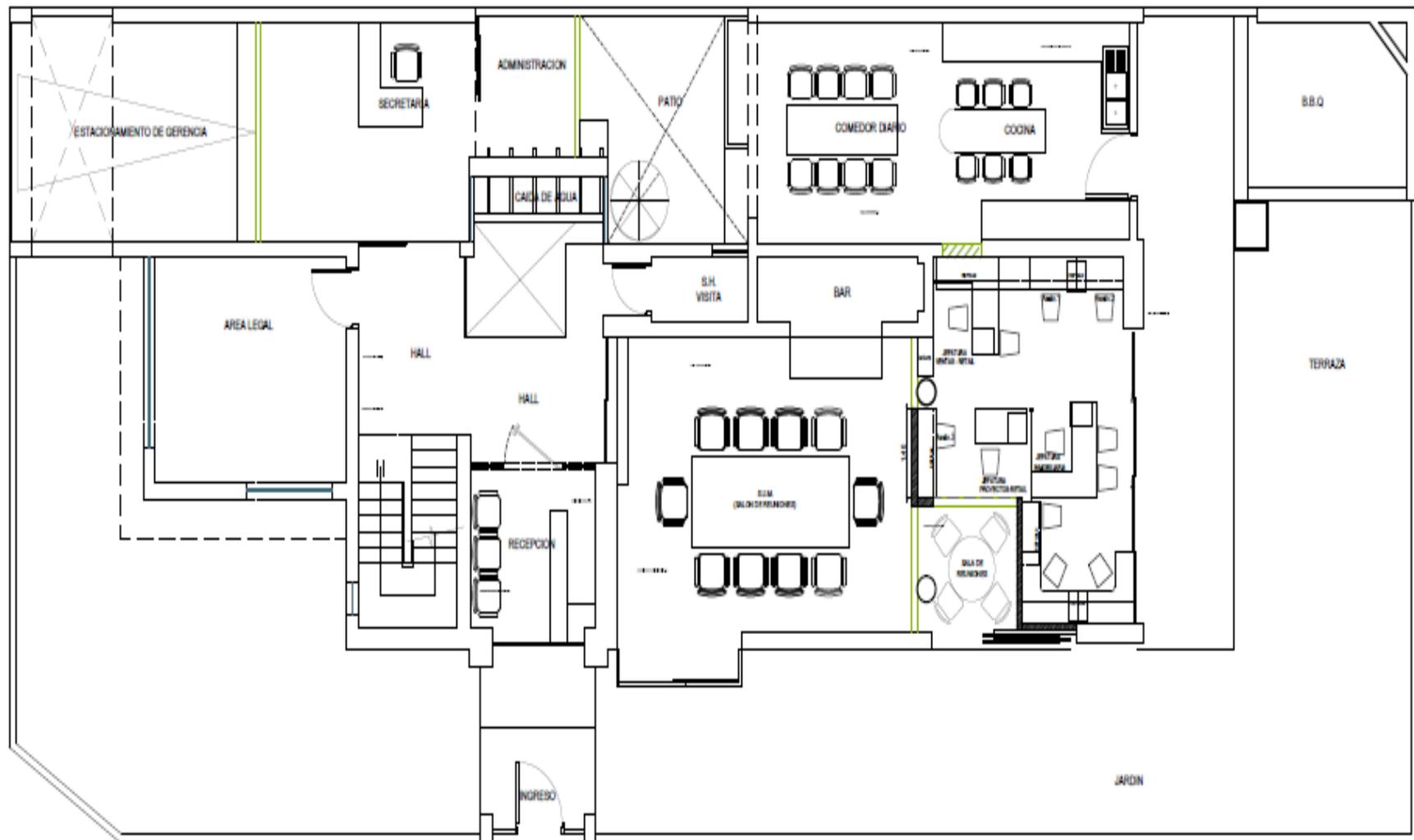


Figura 13. Primera planta MATH.

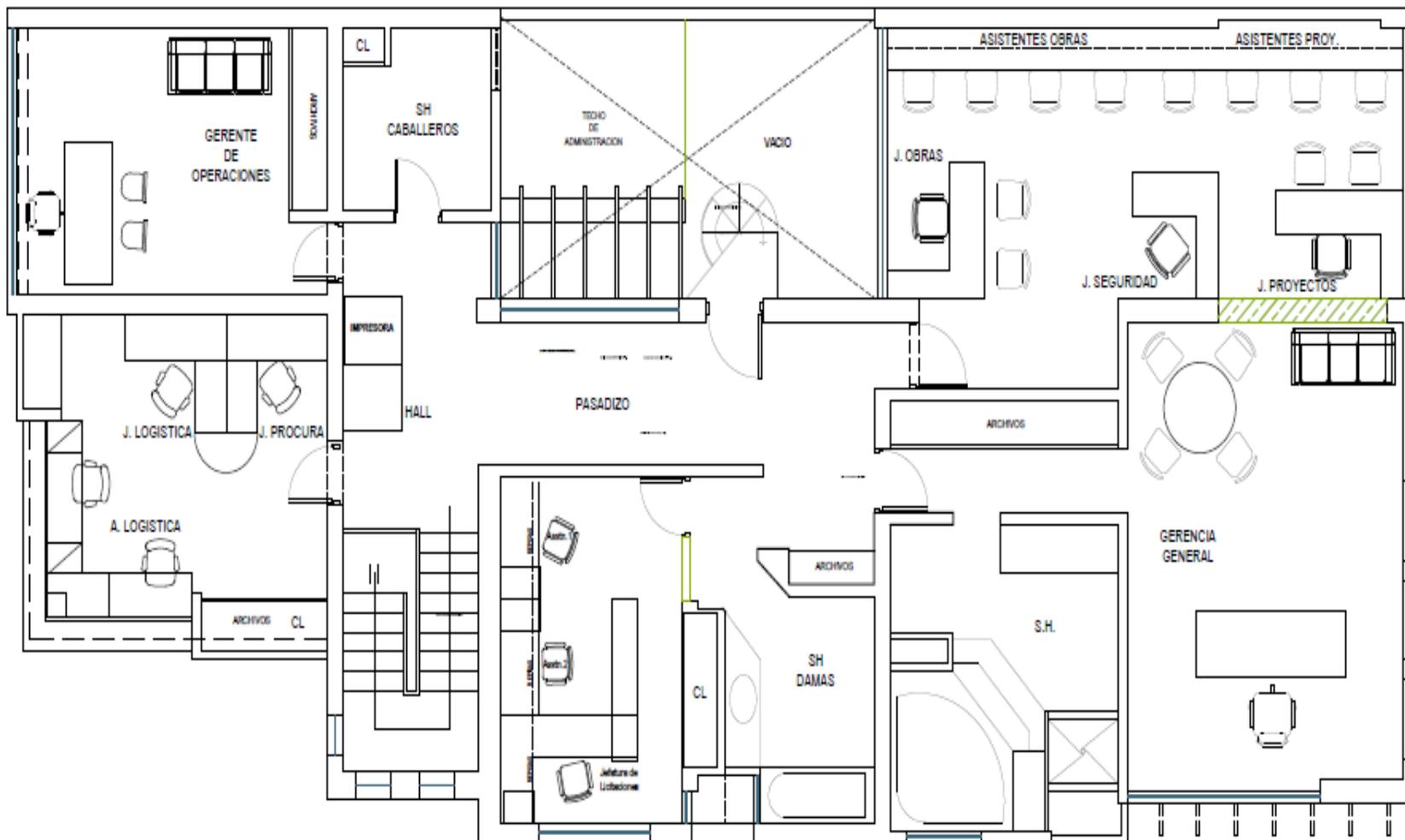


Figura 14. Segunda planta MATH.



Figura 15. Tercera planta MATH.

5.4 Equipos a Utilizar

5.4.1 Servidor

Para la implementación del servicio se utilizará un Microserver HP:



MicroServer ProLiant Gen8, Intel Xeon E3-1220L v2 2.3GHz, 4GB RAM, 1TB SATA. Soporta hasta 4 discos LFF SATA non-hot-plug, controlador de almacenamiento B120i/ZM soporta RAID 0/1/1+0 (solo SATA), adaptador ethernet 1Gb 332i de 2 puertos por controlador, formato Ultra Micro Tower.

5.4.2 Tarjeta E1 PRI

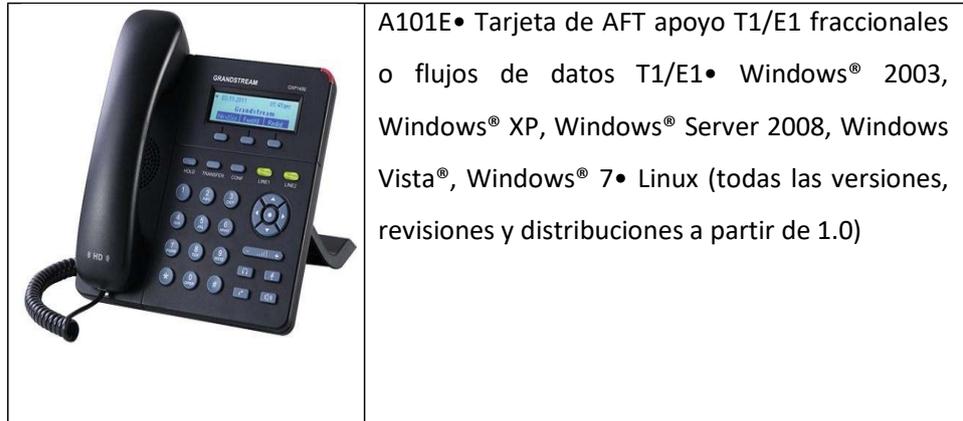
La tarjeta E1-Pri nos servirá para lograr conectar nuestra red local al servicio de telefonía basado en primarios.



A101E• Tarjeta de AFT apoyo T1/E1 fraccionales o flujos de datos T1/E1• Windows® 2003, Windows® XP, Windows® Server 2008, Windows Vista®, Windows® 7• Linux (todas las versiones, revisiones y distribuciones a partir de 1.0)

5.4.3 Telefono IP

Se usarán teléfonos IP con mini-switch, para poder reutilizar el cableado ya establecido en la empresa.



5.5 Software

5.5.1 Elastix

Se usará la versión 2.6.18 de Elastix con los componentes que se detallan en la **Figura 16**.

DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE EN ELASTIX PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.

| Name | Package Name | Version | Release |
|---------------|-------------------------|----------|-------------|
| Kernel | | | |
| | Linux(x86_64) | 2.6.18 | 348.1.1.el5 |
| Name | Package Name | Version | Release |
| Elastix | | | |
| | elastix | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-portknock | 0.0.1 | 0 |
| | elastix-agenda | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-email_admin | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-addons | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-fax | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-firstboot | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-framework | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-reports | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-my_extension | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-extras | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-vtigercrm | 5.2.1 | 7 |
| | elastix-system | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-security | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-im | 2.4.0 | 1 |
| | elastix-a2billing | 1.9.4 | 5 |
| | elastix-asterisk-sounds | 1.2.3 | 1 |
| | elastix-pbx | 2.4.0 | 1 |
| Name | Package Name | Version | Release |
| RoundCubeMail | | | |
| | RoundCubeMail | 0.3.1 | 12 |
| Name | Package Name | Version | Release |
| Mail | | | |
| | postfix | 2.3.3 | 6.el5 |
| | cyrus-imapd | 2.3.7 | 12.el5_7.2 |
| Name | Package Name | Version | Release |
| IM | | | |
| | openfire | 3.7.1 | 1 |
| Name | Package Name | Version | Release |
| FreePBX | | | |
| | freePBX | 2.8.1 | 16 |
| Name | Package Name | Version | Release |
| Asterisk | | | |
| | asterisk | 1.8.20.0 | 0 |
| | asterisk-perl | 0.10 | 2 |
| | asterisk-addons | 1.8.20.0 | 0 |
| Name | Package Name | Version | Release |
| FAX | | | |
| | hylafax | 4.3.10 | 2rhel5 |

Figura 16. Versión de Elastix y componentes.

5.5.2 Sofhtphone

Se usará el softphone zoiper en algunas PC para evitar comprar teléfonos IP.



Figura 17. Interfaz Zoiper

5.6 IMPLEMENTACIÓN

5.6.1 Configuración de Servidor

Se instalará Elastix en el servidor HP Microserver **Figura 18**, y se configurará en el servidor la IP de la red LAN de la empresa **Figura 19**, así también se instalará la tarjeta E1-Pri **Figura 20**, y los parámetros que brinda el proveedor del primario en este caso América Móvil **Figura 21**, Por último se crearán las cuentas SIP **Figura 22** para cada anexo.



Figura 18. Instalación Elastix

DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE EN ELASTIX PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.

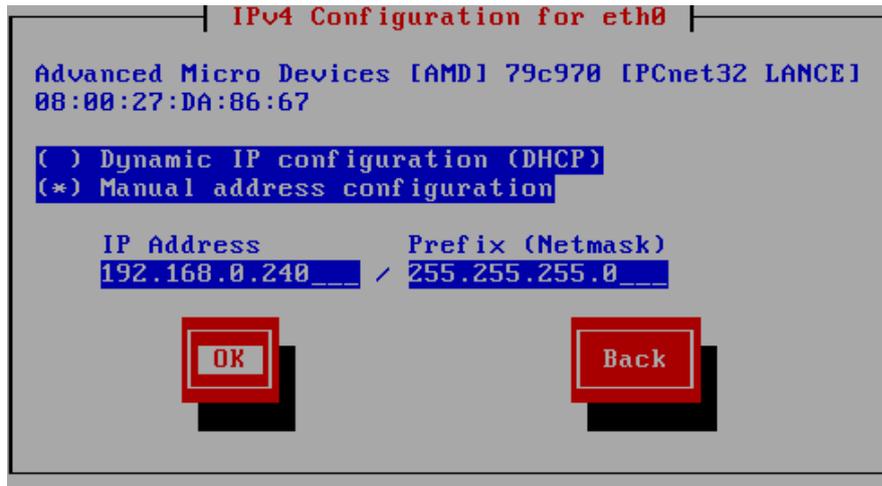


Figura 19. Configuración de IP

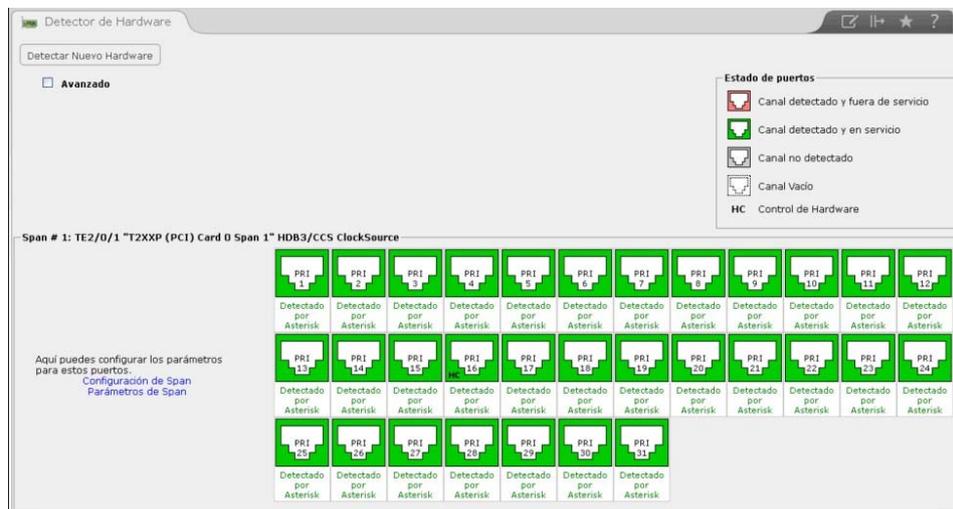


Figura 20. Configuración Tarjeta E1-Pri

```

-----
Troncal claro
-----

Trunk Name: claro
Outbound Caller ID: NXXXXXX

Trunk name: claro

host=10.7.6.202
type=friend
dtmfmode=rfc2833
disallow=all
allow=alaw&ulaw
qualify=yes
port=5060
    
```

Figura 21. Configuración primario Claro.

DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE EN ELASTIX PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.

Extension: 201

Delete Extension 201
Add Gabcast Settings
Add Follow Me Settings
Edit Extension

Display Name: Secretaria
CID Num Alias:
SIP Alias: 201

Extension Options

Outbound CID:
Ring Time: Default
Call Waiting: Enable
Call Screening: Disable
Pinless Dialing: Disable
Emergency CID:

Assigned DID/CID

DID Description:
Add Inbound DID:
Add Inbound CID:

Device Options

This device uses sip technology:

| | |
|-------------|----------------------|
| secret | M@tH201 |
| dtmfmode | rfc2833 |
| canreinvite | no |
| host | dynamic |
| type | friend |
| nat | yes |
| port | 5060 |
| qualify | yes |
| callgroup | 1 |
| pickupgroup | 1 |
| disallow | <input type="text"/> |
| allow | <input type="text"/> |
| dial | SIP/201 |

Add Extension
Recepcion <200>
Secretaria <201>
Implementaciones <202>
Inmobiliaria <203>
Proyectos <204>
Gestion Humana <205>
Dante Prado <206>
Prevencion de Riesgo <207>
Contabilidad <208>
Finanzas <209>
Michael Vilchez <210>
Joel Mendoza <211>
Daniel Taibe <212>
Henry Nunez <213>
Dustyn Hinostroza <214>
Logistica <215>

Figura 22. Configuración de anexos SIP

5.6.2 Instalación de teléfonos

La instalación de los teléfonos se realizará en relación a la red ya implementada como se detalla el diseño en la **Figura 23**, se hace uso de los mini-switch del teléfono para usar un solo cable del switch principal a los terminales.

DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE EN ELASTIX PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.

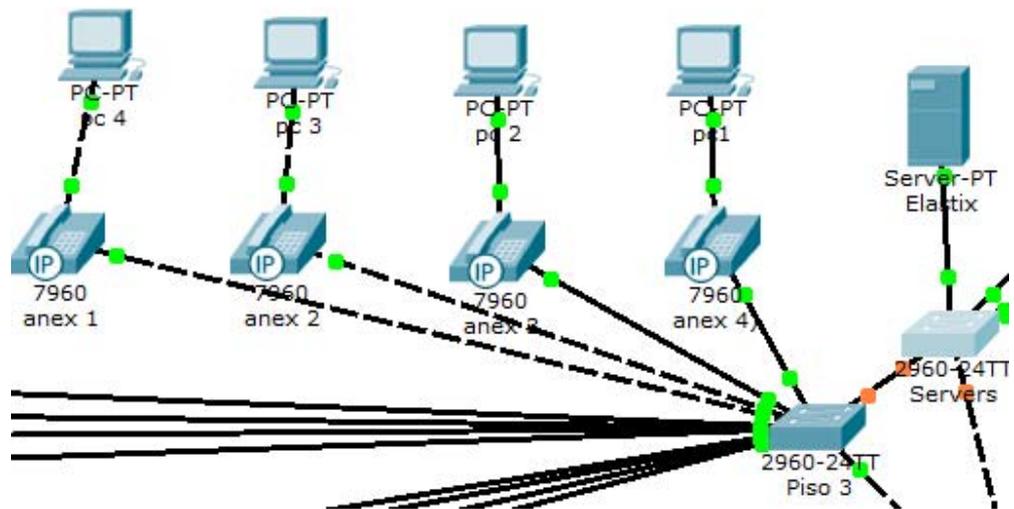


Figura 23. Diseño de Red.

5.6.3 Configuración terminal

Se le asignará un IP **Figura 24.** a los teléfonos así como también se configurarán las cuentas SIP creadas en el servidor Elastix **Figura 25.**

| | | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| IPv4 Address | <input type="text" value="192"/> | <input type="text" value="168"/> | <input type="text" value="1"/> | <input type="text" value="66"/> |
| Subnet Mask | <input type="text" value="255"/> | <input type="text" value="255"/> | <input type="text" value="255"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Gateway | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| DNS Server 1 | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| DNS Server 2 | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Preferred DNS Server | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| IPv6 Address | <input type="text" value="Auto-configured"/> | | | |

Figura 24. Configuración IP.

**DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA IP CON SOFTWARE LIBRE EN ELASTIX PARA
LA EMPRESA CONSTRUCTORA MATH S.A.C.**

Account Active No Yes

Account Name

SIP Server

Secondary SIP Server

Outbound Proxy

Backup Outbound Proxy

SIP User ID

Authenticate ID

Authenticate Password

Name

Voice Mail UserID

Outbound

IP address
the Primary
Media Gate
Border Cor

[Reset t](#)

[Undo](#)

Figura 25. Configuración cuenta SIP.

5.6.4 Puesta en marcha

Una vez realizadas todas la configuraciones se integra a la RED tanto los equipos como el servidor y se pone en marcha el servicio de Telefonía IP.

5.7 PRESUPUESTO

El presupuesto final en base a la compra de todos los equipos necesarios es:

| | |
|--------------------|------------|
| Server | \$744.19 |
| Tarjeta e1 | \$532.53 |
| Telefono Recepcion | \$117.86 |
| 60 telefonos ip | \$2,460.00 |
| Memoria | \$81.55 |
| Costo Total | \$3,936.13 |

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- ✓ Se sugiere migrar al diseño planteado ya que se trata de una empresa en crecimiento, el diseño es ideal ya que se adapta tanto a grandes como pequeñas empresas.
- ✓ Es recomendable unificar las comunicaciones, ya que podemos ahorrar tanto en recursos humanos como servicios.
- ✓ Segmentar las redes de datos y voz.
- ✓ Los protocolos Volp ya se han establecido con solidez en grandes empresas por lo tanto es necesario adaptarnos a estas soluciones tecnológicas para fortalecer sociedades estratégicas mediante nuestras comunicaciones.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Referencias Bibliográficas

Coronado, J. (2009). *Telefonía Ip utilizando Wifi*. Tesis de ingeniería publicada, USMP, Lima, Perú.

Federal Communications Commission (2009). *Telefonía por internet (VoIP)*. Recuperado de:
<https://transition.fcc.gov/cgb/consumerfacts/spanish/voip.html>

Coronado, J. (2009). *Telefonía Ip utilizando Wifi*. Tesis de ingeniería publicada, USMP, Lima, Perú.

Lopez, V. (2011), *Análisis de la paquetización de voz sobre ip empleando el protocolo de inicio de sesiones sip con back to back user agent (b2bua) en una aplicación sobre redes wi-fi*. Tesis de ingeniería publicada, EPE, Sangolqui, Ecuador.

Arratia, B. (2011), *Implementación de una central telefónica ip asterisk para las prácticas de laboratorio en el curso el629, sistemas de conmutación telefónica*. Tesis de ingeniería publicada. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Salinas, M. (2013), *Rediseño de la red de datos para la migración a la tecnología voip en la brigada de selva n.17 "pastaza"*. Tesis de ingeniería publicada. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador

Viviana Siles. (2013). *La integración es la carta más fuerte de VoIP*. Recuperado de <https://revistaitnow.com/la-integracion-es-la-carta-mas-fuerte-de-voip/>

Fernando Ayllon. (2009). *Comunicaciones IP y seguridad gestionada*. Recuperado de <http://www.pcactual.com/2009/04/09/2686/comunicaciones-seguridad-gestionada.html>

GONZÁLES BARAHONA JESÚS, (2003). *Introducción al software libre*. Barcelona: EurekaMedia.

Mahler, P. (2005). *VoIP Telephony with Asterisk*. Signate.

Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de computadoras*. Pearson Educación.

Collins, D. (2003). *Carrier grade voice over IP* (Vol. 4). New York: McGraw-Hill.

Stallman, R. (2006). *Software libre para una sociedad libre*; Madrid: editorial Gestion.