



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO DE TELEFONÍA A TRAVÉS
DE LA HERRAMIENTA ELASTIX PARA LA COMPAÑÍA REDEMAX

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Redes y
Telecomunicaciones

Profesor Guía

Ing. Leandro Alexander Bermúdez Herrera

Autor

Walter Vinicio Iza Suntaxi

Año

2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Leandro Alexander Bermúdez Herrera
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones
CI. 1713246625

DECLARACIÓN DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Walter Vinicio Iza Sntaxi

CI. 171464296-2

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios quien representa todo en mi vida, a mi esposa quien ha sido mí compañera y mi apoyo incondicional y a mis padres que me enseñaron el valor del esfuerzo ante los obstáculos de la vida, y a mi profesor guía que me dio las mejores orientaciones para culminar este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primero a Dios por darme las fuerzas y la vida para continuar adelante, a mi esposa por ser mi amiga y mi compañera en los momentos difíciles y a mis padres que me enseñaron a superarme y esforzarme cada día.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad analizar y diseñar un sistema de comunicaciones de telefonía IP utilizando la herramienta Elastix y la elaboración del sistema de conectividad para enlazar las sucursales de la compañía Redemax, determinando requisitos para el diseño tanto de hardware como de software, usando el protocolo SIP, además de determinar los costos y beneficios de la implementación de este sistema de comunicaciones.

ABSTRACT

This paper aims to analyze and design a communications system using IP telephony and the development with the Elastix tool system connectivity to link branch offices Redemax, determining requirements for the design of both hardware and software, using the SIP protocol, in addition to determining the costs and benefits of implementing this communication system.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I. MARCO TEORICO	5
1.1. Breve historia de la telefonía	5
1.2. Principios de transmisión de la voz.....	5
1.2.1. Rango de frecuencias de la voz humana	7
1.3. Digitalización de la voz	7
1.4. Voz IP.....	8
1.4.1. Funcionalidades.....	9
1.4.2. Elementos de la Voz sobre IP	10
1.4.2.1. El cliente	10
1.4.2.2. Los servidores	11
1.4.2.3. Los gateways.....	11
1.4.3. Ventajas y desventajas de la Voz IP	11
1.5. Protocolos de Voz IP	12
1.5.1. SIP (Session Initiation Protocol)	13
1.5.1.1. Mecanismo de funcionamiento SIP.....	14
1.5.1.2. Llamada de Pc a Pc.....	15
1.5.2. IAX Inter Asterisk Exchange	15
1.5.2.1. Funcionamiento de IAX2	16
1.5.3. Diferencias entre IAX y SIP	17
1.5.4. H.323	18
1.5.4.1. Elementos de H.323	18
1.5.5. MGCP (Media Gateway Control Protocol)	19
1.5.5.1. Componentes de MGCP	19
1.5.6. SCCP (Skinny Call Control Protocol)	20
1.6. Elastix.....	20
1.6.1. Funcionalidades.....	21
1.6.1.1. Voz IP PBX.....	23

1.6.1.2. Mensajería instantánea	24
1.6.1.3. Fax	25
1.6.1.4. Correo electrónico	25
1.6.2. Módulo de Call Center	25
1.7. VPN (Virtual Private Network)	26
1.7.1. Protocolos de túnel	27
1.7.1.1. PPTP	27
1.7.1.2. L2F	28
1.7.1.3. L2TP	28
1.7.1.4. IPSec	29
1.8. QoS (Calidad de Servicio)	30
1.8.1. Definición de QoS	30
1.8.2. Encolamiento	31
1.8.2.1. FIFO (First In – First Out)	31
1.8.2.2. PQ (Priority Queueing)	31
1.8.2.3. CQ (Custom Queueing)	31
1.8.2.4. LLQ (Low Latency Queueing)	32
2. CAPÍTULO II. DISEÑO DEL ESQUEMA DE	
TELEFONÍA	33
2.1. Análisis del estado actual del sistema de comunicación	33
2.1.1. Introducción	33
2.1.2. Conectividad actual de la compañía	33
2.1.3. Equipos usados actualmente	35
2.2. Recopilación de requerimientos a implementarse	38
2.2.1. Requerimientos de Software	38
2.2.1.1. Zoiper free v2.35 Softphone	39
2.2.1.2. Oracle VM Virtual Box Versión 4.3.28	39
2.2.2. Requerimientos de Hardware	40
2.2.2.1. Teléfonos IP	40
2.2.2.2. Smartphones	41
2.2.2.3. Tarjeta PCI de Voz IP	41

2.2.2.4. Adaptador ATA.....	41
2.3. Diseño del sistema de comunicaciones.....	42
2.3.1. Redundancia.....	43
2.4. Diagrama del sistema de comunicaciones y telefonía	44
2.5. Análisis y propuesta de interconexión a la central analógica.	47
2.6. Dimensionamiento de la troncal	47
2.7. Diseño del plan de marcación.....	48
3. CAPÍTULO III. LABORATORIO DEL SISTEMA DE	
TELEFONÍA	50
3.1. Configuración enlace VPN	50
3.2. Configuración QoS en el enlace VPN	51
3.3. Instalación y configuración de Elastix.	54
3.3.1. Instalación de Elastix	54
3.4. Montaje y configuración de hardware	64
3.4.1. Instalación y configuración tarjeta PCI Voz IP	64
3.5. Integración del componente analógico y digital	65
3.6. Configuración de troncales y extensiones.....	66
3.7. Configuración de servicios del sistema.....	74
3.7.1. Conferencia de llamadas	74
3.7.2. Servicios Comunes.....	75
3.8. Pruebas de funcionalidad.....	76
3.8.1. Pruebas de funcionamiento.	76
3.8.2. Pruebas de rendimiento.....	78
4. CAPITULO IV. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	79
4.1. Análisis de costos del proyecto de implementación	79
4.1.1. Costos directos	80
4.1.2. Costos indirectos	83
4.1.3. Cálculo del TCO.....	83
4.2. Análisis de los beneficios del proyecto	84

4.2.1. Beneficios económicos para el usuario final.-.....	86
4.2.2. Beneficios sociales para el usuario final.	86
4.2.3. Beneficios económicos para la compañía.	86
4.2.4. Beneficios de gestión para la compañía.	86
4.2.4.1.Gestión humana.	86
4.2.4.2.Calidad de la gestión.....	86
4.3. Relación costo beneficio del proyecto.....	86
CONCLUSIONES.....	88
RECOMEDACIONES.....	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema Micrófono Electromagnético.....	6
Figura 2. Servicios brindados por Elastix	22
Figura 3 .Esquema de conectividad Sucursal Quito.....	34
Figura 4. Esquema de conectividad Sucursal Latacunga.....	34
Figura 5. Switch 3Com usado en Sucursal Quito	36
Figura 6. Interface Zoiper Softphone.....	39
Figura 7. Red de Datos integrada Quito y Latacunga	44
Figura 8. Red Telefónica integrada Quito y Latacunga	45
Figura 9. Calculadora Erlang y determinación del número de troncales necesarias.....	48
Figura 10. Parámetros de configuración VPN UIO_LAT	50
Figura 11. Cuadro de Políticas de seguridad de la VPN	51
Figura 12. Panel de configuración QoS en el enlace WAN	52
Figura 13. Panel de asignación de prioridad a las colas en el menú QoS	52
Figura 14. Panel de configuración de prioridad basado en DSCP	53
Figura 15. Montaje de la imagen iso para la instalación de Elastix	54
Figura 16. Panel de configuración de dispositivos de arranque	55
Figura 17. Pantalla del asistente de instalación de Elastix.....	55
Figura 18. Selección del idioma de instalación.....	56
Figura 19. Selección idioma del teclado de la máquina virtual	56
Figura 20. Creación de la tabla de particiones	57
Figura 21. Selección del tipo de particionamiento del disco duro para la instalación de Elastix.	58
Figura 22. Confirmación de la selección del tipo de particionamiento del disco duro.....	58
Figura 23. Selección de la configuración de la interfaz de red eth0	59
Figura 24. Activación de la interfaz de red y soporte para IPv4	59
Figura 25. Selección del tipo de direccionamiento de la interfaz de red.....	60
Figura 26. Selección del tipo de asignación y nombre del equipo en la red.....	61
Figura 27. Selección de la zona horaria del sistema	61

Figura 28. Asignación de contraseña del usuario root del sistema	62
Figura 29. Configuración y confirmación de la contraseña del usuario root del motor de base de datos MySQL.	63
Figura 30. Configuración de contraseña usuario "admin" para configuración por interfaz web	63
Figura 31. Terminal de autenticación del sistema Elastix y datos para configuración web.....	64
Figura 32. Diagrama Sistema IP y Analógico integrado	65
Figura 33. Menú de Elastix para configuración de la PBX IP	66
Figura 34. Panel de configuración de extensiones SIP	67
Figura 35. Parámetros de configuración de extensiones SIP.....	68
Figura 36. Parámetros de configuración de la troncal análoga	71
Figura 37. Configuración de ruta saliente.....	72
Figura 38. Configuración de ruta entrante	73
Figura 39. Configuración de conferencia de llamadas	74
Figura 40. Llamada en Espera y Buzón de Voz	75
Figura 41. Interfaz de marcación Zoiper emisor de la llamada.....	76
Figura 42. Llamada de prueba a un cliente Zoiper en un teléfono Móvil	77
Figura 43. Estadísticas de uso de ancho de banda de la interfaz del servidor. 78	
Figura 44. Sensor de tiempos de respuesta PRTG.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Direccionamiento IP de la Red de Redemax.....	42
Tabla 2. Cantidad de llamadas en horas pico muestreadas en una semana de trabajo.....	48
Tabla 3. Plan de marcación compañía Redemax.....	49
Tabla 4. Costos directos de Hardware y Software	81
Tabla 5. Costos directos de Administración	81
Tabla 6. Costos directos Soporte	81
Tabla 7. Costos directos Desarrollo	82
Tabla 8. Costos directos Comunicación	82
Tabla 9. Resumen de costos directos del proyecto.....	82
Tabla 10. Resumen gasto por períodos del proyecto.....	83
Tabla 11. Cálculo del TCO del Proyecto	84
Tabla 12. Beneficios para el usuario final.....	85
Tabla 13. Beneficios para la Compañía	85

INTRODUCCIÓN

La convergencia actual de las redes de telecomunicaciones en especial del Internet ha hecho que distintas tecnologías tales como la telefonía IP sea una realidad en las empresas del Ecuador y del mundo entero. El continuo crecimiento de tecnologías de transmisión de voz hoy en día permite que las empresas opten por implementar servicios de transmisión de voz a través del protocolo de internet IP haciendo crecer este servicio a nivel nacional. En la actualidad las técnicas para digitalización de la voz y empaquetamiento de la misma son cada vez más eficientes para lograr una comunicación de calidad a través de las líneas digitales para transmisión de la voz.

El crecimiento del acceso al internet en el Ecuador a través de los programas del gobierno nacional y de entidades de telecomunicaciones hace cada vez más fácil que estos servicios de transmisión de voz sean posibles en entidades públicas, privadas, e instituciones educativas. Este crecimiento hace que las empresas necesiten caminar a la par del avance tecnológico que ofrece el internet requiriendo así del servicio de transmisión de voz digital ayudándoles a obtener beneficios como reducción de costos, optimización de tiempo y recursos, entre otros.

La implementación de esta investigación será esencial para el crecimiento de la Compañía Redemax no solo comercialmente sino también para la optimización de procesos y factores de desarrollo de la misma, permitiéndole así posicionarse en el mercado de la tecnología en este país.

A continuación, se muestran varias tablas que evidencian el crecimiento del internet en el Ecuador hasta el 2013 y su expansión sigue siendo exponencial en cada uno de éstos.

Antecedentes

Actualmente la comunicación es un factor primordial en el desarrollo de la civilización ya que siempre ha estado presente en el hombre la necesidad de comunicarse, motivo que lo ha llevado a perfeccionar los medios para evolucionar.

La difusión casi instantánea de la información ha sido posible gracias a las modernas redes de comunicación, tales como transmisiones por fibra óptica, satélite, cobre, microondas, y que juntamente con los avances tecnológicos han hecho posible que las velocidades de transmisión mejoren sustancialmente y se adapten a las demandas tecnológicas actuales.

Hoy en día todas las empresas, organizaciones e instituciones necesitan mejorar sus sistemas de comunicación e información y requieren también que todos sus integrantes puedan interactuar y comunicarse entre sí para con esa información optimizar sus funciones y sus recursos. Es ahí donde nace la necesidad de la Compañía Redemax en disponer de un sistema eficiente de comunicación como la telefonía y ponerse a la par del avance tecnológico y de los requerimientos de comunicación interna, que día a día demandan ahorro de tiempo, trabajo y eficiencia en los procesos de negocio.

A continuación, se presentan los datos históricos, organizacionales y de negocio plasmados en la trayectoria institucional de la compañía.

REDEMAX, es una compañía legalmente constituida desde 1997, dedicada a proveer soluciones de tecnología de información tanto en hardware, como en licenciamiento de software y soporte técnico profesional.

Su visión es ir más allá del lucro financiero y accionar una pasión por construir una compañía del sector privado donde las personas pueden trabajar, florecer y crecer en una empresa libre, sostenible y de amplia satisfacción, una entidad que hace una diferencia positiva a través del crecimiento personal, profesional e

institucional, para lo cual el desarrollo de este trabajo de titulación es importante para el crecimiento inminente del negocio.

Actualmente la Compañía cuenta con dos sucursales, la matriz ubicada en la ciudad de Quito en las calles Isla Seymour N43-154 y Río Coca y una sucursal en la ciudad de Latacunga en la Av. Antonia Vela 661 y 5 de junio.

Alcance

El alcance de este trabajo es diseñar y analizar una solución de comunicación a través de un sistema híbrido de telefonía usando la herramienta Elastix que permita la comunicación interna y entre las sucursales de manera transparente y que comprenda la integración del sistema telefónico analógico existente con un módulo digital de forma que permita escalar y acoplarse al crecimiento de la compañía en cuanto a comunicación telefónica se refiere. Este sistema comprenderá la central telefónica a través de la herramienta Elastix instalada en un servidor a través de una máquina virtual, la instalación y configuración del hardware requerido según el modelo diseñado, configuración de servicios tales como: transferencia de llamadas, parqueo de llamadas, correo de voz, conferencia de llamadas, llamada en espera, identificador del llamante, listado interactivo del directorio de extensiones, e integración con el sistema de red de la compañía a nivel de sucursales.

Justificación

El evidente crecimiento de la compañía, y ser una empresa de ámbito tecnológico son las dos motivaciones principales para el desarrollo de este trabajo de titulación, y dotarla de una solución de comunicación telefónica ajustada a la medida de los requerimientos mencionados por medio de esta investigación, permitiendo el ahorro de tiempo, esfuerzo y eficiencia en los procesos de negocio que demanda su actual crecimiento. Además, la facilidad con la que cuenta la empresa de dotarse así misma de los recursos necesarios para el desarrollo de este trabajo de titulación facilitando el desarrollo del mismo. El acuerdo con el Gerente General y propietario de la compañía en cuanto a

provisión de recursos para el diseño hacen a este proyecto realizable en bienestar de la empresa.

OBJETIVOS:

Objetivo General

Diseñar un sistema de comunicación telefónica híbrida para brindar servicios de telefonía a la Compañía Redemax y su red de sucursales a través de la herramienta Elastix.

Objetivos específicos

- a. Determinar los elementos que conformarán este sistema de telefonía híbrida y los respectivos equipos y recursos.
- b. Diseñar el esquema de comunicación de sucursales que conformarán este sistema.
- c. Proponer la configuración de los equipos de comunicación para que el sistema funcione de manera transparente a través de las diferentes sucursales.
- d. Configurar la herramienta Elastix para brindar los servicios requeridos para este sistema.
- e. Probar en un laboratorio virtual el rendimiento de este sistema para que brinde los servicios que la compañía requiere con parámetros de calidad de servicio
- f. Analizar la relación costo beneficio que la compañía obtendrá a través de esta investigación.

1. CAPÍTULO I. MARCO TEORICO

1.1. Breve historia de la telefonía

Por mucho tiempo se creyó que Alexander Graham Bell fue el inventor del teléfono, pero realmente se conoció que el inventor de este dispositivo fue Antonio Meucci en el año de 1857 cuando diseñó un aparato para comunicar su dormitorio a su oficina, ya que debido a problemas económicos Meucci no pudo patentar su invento lo cual tiempo después si lo hizo Graham ante la oficina de patentes de los Estados Unidos en 1876 junto con Elisha Grey exponiendo un teléfono capaz de transmitir y recibir la voz humana de una manera clara y entendible. (Wikimedia, s.f.)

Este dispositivo tuvo muchos aportes posteriores, como por ejemplo el realizado por Thomas Alva Edison que introdujo el micrófono de gránulos de carbón.

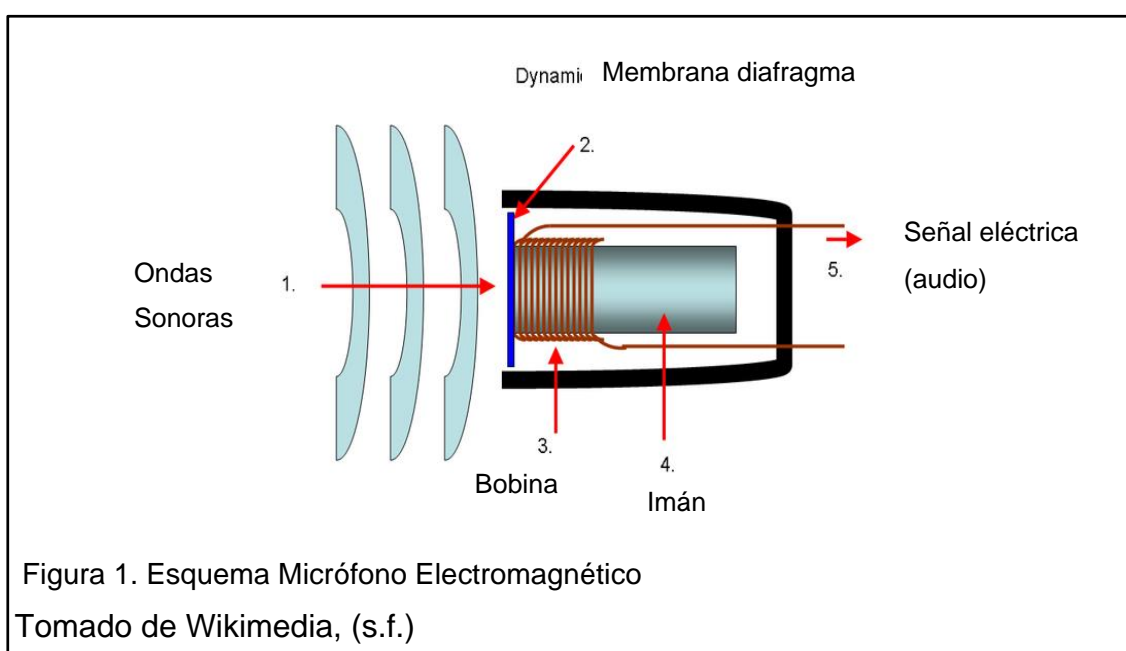
1.2. Principios de transmisión de la voz

La voz es interpretada como ondas sonoras mecánicas longitudinales, que son originadas por el movimiento de un medio elástico con respecto a su posición en equilibrio tales como las cuerdas vocales en el ser humano, estas ondas sonoras pueden ser transmitidas a través de una señal analógica o digital. Estas ondas sonoras viajan a través del aire a una velocidad equivalente a la del sonido y tiende a atenuarse a medida que recorre mayor distancia. Los factores que identifican un sonido de otro son la intensidad, el timbre, duración y tono. (Elastixtech, s.f.)

La intensidad es medible en decibelios y su concepto se basa en el estímulo auditivo que las personas receptan del medio y empiezan a ser conscientes de una sensación, estos estímulos pueden categorizarse en tres escalas que son; umbral auditivo que representa el estímulo mínimo necesario para que un individuo pueda empezar a oír, el umbral de dolor que representa el estímulo

máximo que una persona puede receptor y soportar, y el umbral de confort en el cual la persona se siente cómoda frente a la estimulación auditiva. El timbre es la característica que permite diferenciar un sonido de otro, que pueden provenir de fuentes sonoras diferentes, con frecuencia e intensidad iguales. La duración permite reconocer un sonido de larga duración de un sonido corto, aunque las demás características del sonido sean iguales, éstas se diferenciarán de la duración en tiempo del estímulo auditivo. El tono tiene mucha relación con las frecuencias de cada sonido y permiten discriminar los sonidos graves de los agudos.

En la transmisión de sonidos en el espectro existen otro tipo de ondas que son las eléctricas, las cuales pueden ser transmitidas a través del cobre a una velocidad equivalente al de la luz, es decir 300.000 km/s mucho más rápido que el viaje de las ondas sonoras, es ahí donde nace la idea de transformar estas ondas sonoras en eléctricas para poder ser transmitidas a través del cobre a una mayor velocidad, para lo cual es indispensable un mecanismo que permita esta transformación y así hacer factible la transmisión de la voz humana. El dispositivo que permitió este mecanismo fue el micrófono inventado en 1876 por Alexander Graham Bell como parte del teléfono dentro de cuyos componentes se encuentra un electroimán.



1.2.1. Rango de frecuencias de la voz humana

Las cuerdas vocales en el ser humano son capaces de modular la voz en un amplio espectro de frecuencias conformadas por tonos graves y agudos que van desde los 20 Hz. a 20 KHz, sin embargo, para la transmisión de voz entendible solamente se requiere del rango comprendido entre los 400 Hz. A 4 KHz. (Elastixtech, s.f.)

1.3. Digitalización de la voz

Se le conoce como digitalización al proceso de conversión de una señal analógica a una señal digital o discreta, ya que los fenómenos en la naturaleza por defecto son de tipo analógico, para que una computadora o dispositivo digital pueda reconocer estas señales, es necesaria dicha transformación la cual está basada en unos (1) y ceros (0) es decir en el sistema binario, único lenguaje reconocido e interpretado por las computadoras. La telefonía tradicional sin embargo utiliza la transmisión analógica, mientras que la telefonía IP que es el objeto de nuestro estudio se encuentra en un formato digital.

El principal problema de una señal digital es que el oído humano es analógico. Para que las personas puedan usar el sistema de telefonía IP es necesario un conjunto de procesos que comprenderán la digitalización de la voz y posterior conversión en sentido contrario, es decir se requiere una conversión analógico-digital y una conversión digital-analógico. “A este conjunto de procesos se le suele llamar DSP (Digital Signal Processing)”. (Elastixtech, s.f.)

“En el paso del analógico a la digital (ADC) existen dos procesos que son el muestreo (número de muestras que cogemos de la señal analógica, a más muestras, mejor representación de la señal) y la codificación que es el valor que le vamos a dar a todas esas muestras, a mayor número de bits mayor parecido con la señal analógica. Posteriormente aparece el DAC (paso de la señal digital a analógica), para que nuestro oído sea capaz de escucharlo”. (Elastixtech, s.f.)

En el proceso de digitalización de la voz, el muestreo juega un papel preponderante ya que la tasa o frecuencia de muestreo definirá la calidad de la señal digital resultante. El número de muestras por unidad de tiempo que se toman de la señal analógica es lo que se define como la frecuencia de muestreo, esta tasa estará medida en Hz (ciclos por segundo) ya que es la unidad generalmente utilizada para mediciones de frecuencia. La frecuencia de muestreo dependerá del tipo de señal que estamos codificando, sin embargo debido a que la frecuencia perceptible por el oído humano está alrededor de los 20 kHz, el muestreo debería hacerse a los 40 kHz, intervalo óptimo para el muestreo de la voz humana, este intervalo podría verse modificado ya que no todas las fuentes sonoras oscilan alrededor de los 20 kHz, por ejemplo si queremos grabar la voz de un soprano la frecuencia máxima que se puede alcanzar es de 1046 Hz, por lo que el muestreo a 44,1 kHz que es el estándar vendría a ser innecesario provocando un desperdicio en la capacidad de almacenamiento.

Para un eficiente muestreo de la voz tomando en cuenta las variaciones que éstas pueden tener se debe seguir el lineamiento que establece el teorema de Nyquist (teorema que establece la reconstrucción de una señal continua de forma matemática a partir de sus muestras, siempre que se cumpla que la tasa de muestreo sea siempre mayor al doble de su ancho de banda y que la señal esté limitada en banda), el estándar de muestreo según el CD-Audio establece un muestreo a 44,1 kHz, sin embargo esto no significa que esta frecuencia sea siempre la más óptima para la conversión de la voz a digital, sistemas domésticos, hardware y software están adaptados a trabajar con muestreos diferentes al estándar mencionado.

1.4. Voz IP

Voz sobre IP o VoIP llamada así por sus siglas en inglés (Voice Over IP) es un término que comúnmente se lo asocia con telefonía IP, sin embargo, a pesar de ser términos similares comprenden diferentes conceptos en el campo de la

transmisión de voz. “La diferencia está basada en sus conceptos, pues la telefonía IP se fundamenta en la transmisión de tráfico de voz por medio de redes de conmutación de paquetes a través del protocolo IP en lugar de las redes de conmutación de circuitos como lo hace la telefonía tradicional de las redes PSTN (Public Switched Telephone Network)” (Elastixtech, s.f.).

Por otro lado, la Voz IP toma su nombre de un conjunto de recursos que hacen posible que la voz sea transmitida a través de una red de conmutación de paquetes utilizando el protocolo IP en forma digital, en paquetes de datos dentro de lo cual se usan mecanismos y recursos que comprenden este término **Voz IP**.

1.4.1. Funcionalidades

Las redes de voz tradicionales como la PSTN presentan ciertas limitaciones que son suplidas y facilitadas por la Voz IP, dentro de las principales funcionalidades que nos brinda VoIP se encuentran las siguientes:

- Si las llamadas son locales, es decir dentro de la misma red telefónica IP estas llamadas pueden ser enrutadas automáticamente a un teléfono VoIP brindando portabilidad al usuario permitiéndole llevar consigo el terminal IP y comunicarse usando el Internet desde cualquier sitio.
- “Los agentes de call center usando teléfonos VoIP pueden trabajar en cualquier lugar con conexión a internet lo suficientemente rápida”. (Elastixtech, s.f.)
- “Números telefónicos gratuitos para usar con Voz IP están disponibles en Estados Unidos de América, Reino Unido y otros países con organizaciones de usuarios VoIP”. (Elastixtech, s.f.)
- Algunos servicios que no son soportados por la telefonía convencional o las redes PSTN son ofrecidos por la transmisión por paquetes de voz tales como; retorno de llamada, remarcación automática, conferencias, o identificación de llamadas.

- Mientras una persona que hace uso de la Voz IP y se encuentra en otro sitio que no es su localidad, esta puede recibir llamadas como si fueran locales a través de la transmisión de Voz IP por medio de internet. “Suscriptores de telefonía IP que se encuentren por ejemplo en una ciudad de un país del continente americano y que se encuentre en otro continente, ésta puede receptor una llamada hecha en Europa como si fuera local siempre que tenga acceso a internet, y además hacer uso de la mensajería instantánea para hacer o recibir llamadas”. (Elastixtech, s.f.).
- Debido a que esta transmisión de voz usa el protocolo de internet, las empresas están abaratando los costos de las comunicaciones internacionales entre empresas suscriptoras de este servicio.
- “Este tipo de comunicación se está integrando en los portales web por medio de servicios específicos, haciendo cada vez más factible la comunicación entre empresas haciendo uso de un operador de Voz IP”. (Elastixtech, s.f.).

1.4.2. Elementos de la Voz sobre IP

Para que la comunicación a través de la transmisión de voz por paquetes IP sea posible son necesarios los siguientes elementos:

1.4.2.1. El cliente

El cliente comprende todo aquel que inicia o recepta una llamada usando los mecanismos básicos de transmisión como son: el uso del micrófono, es decir la entrada de la información, la codificación de la voz y por el otro lado en la recepción el proceso inverso a la generación de la llamada como lo son: la decodificación de la información, y el uso de los altavoces, es decir la salida de la información. Muchos clientes pueden usar servicios de voz sobre IP tal como Skype u otras empresas que ofrezcan sus servicios de Voz IP, estos pueden utilizar terminales IP o a su vez utilizar softphones, que son terminales IP

basados en software para realizar este tipo de llamadas a través del internet. (Elastixtech, s.f.)

1.4.2.2. Los servidores

En los servidores es donde se instala software que hace posible el manejo de la información que se transmite por redes IP, a estas aplicaciones se denominan Switches o IP-PBX, una de estas aplicaciones es Asterisk plataforma sobre la que se fundamenta la mayoría de sistemas de comunicación telefónica IP por ser de código abierto. En los servidores además es donde se administran las bases de datos que se manejan en estos servicios, además del registro de usuarios, el enrutamiento de los paquetes, la contabilidad de las operaciones y la recolección de datos, todas estas acciones son administradas por los servidores. (Elastixtech, s.f.)

1.4.2.3. Los gateways

Los gateways son aquellos que permiten que una llamada sea establecida cuando el cliente origina la misma, es decir comprenden el puente entre el usuario y el sistema de telefonía convencional o celular ofreciendo interfaces que permiten que la llamada que viene por internet logre conectarse con el destinatario de esta llamada. (Elastixtech, s.f.)

1.4.3. Ventajas y desventajas de la Voz IP

La principal ventaja de la VoIP es que disminuye los altos costos de la comunicación en especial de las de larga distancia ya que por usar la misma red prácticamente son gratuitos para las transmisiones de VoIP a VoIP, pues permite a los usuarios de redes de transmisión de paquetes usar el ancho de banda disponible en la conexión de su red haciendo que esto abarate los costos considerablemente. (Elastixtech, s.f.)

Las nuevas tecnologías de codecs para la voz hacen que esta sea transmitida en paquetes cada vez más pequeños optimizando así el ancho de banda de estas transmisiones, además del avance de las tecnologías ADSL hacen que este tipo de servicios sean más comunes para comunicaciones especialmente de largas distancias.

Dentro de las desventajas podemos encontrar que este tipo de comunicaciones por ser en paquetes pueden presentar dificultades como la pérdida de información, la latencia (suma de los retardos desde que se envían datos hasta que se los reciben dentro de una red), el jitter (variación en el retardo con el que se transmiten los datos en la red y demuestran una desviación en la exactitud de la señal de reloj), parámetros que afectarán a la calidad de la llamada, debido a que la transmisión de la voz no tolera retardos de 200 ms en la llamada afectando directamente al servicio, esto nos lleva a tener un buen manejo y control de la red para garantizar el buen funcionamiento de la VoIP.

El robo de información puede constituirse otro problema en la VoIP ya que, al ser transmitida por una red pública como internet, crackers pueden capturar los paquetes o tener acceso al servidor de VoIP y escuchar conversaciones o hacer llamadas con cargos al usuario del sistema de telefonía IP.

Otra afectación que se puede presentar son los virus que pueden dañar el sistema y afectar directamente a la calidad del servicio de telefonía IP, y no solo afectando a la calidad de las transmisiones sino también a los equipos conectados a la red ocasionando caídas en los sistemas de información e incluso en la productividad de las compañías que hacen uso de las redes de datos y de la internet.

1.5. Protocolos de Voz IP

La transmisión de la voz sobre IP comprende un sin número de procesos que tienen como objetivo principal segmentar los paquetes de audio generado por la

voz y transmitirlo por las redes IP, sin embargo los protocolos que comprenden estas redes no fueron originalmente diseñados para transmitir audio en tiempo real, lo que si sucede en la red PSTN o telefonía convencional pero que tiene sus limitaciones tecnológicas, razón por la cual se crearon protocolos que sí son capaces de transmitir este tipo de tráfico de voz en tiempo real abarcando procesos de señalización entre terminales que generan flujos de esta información en ambos sentidos de la transmisión.

Dentro de los protocolos más importantes en la transmisión de voz sobre IP y que son compatibles con Asterisk se encuentran protocolos como: **SIP** (Session Initiation Protocol), **IAX** (acrónimo de Inter Asterisk Exchange), **H.323**, **MGCP** (Media Gateway Control Protocol), **SCCP** (Skinny Client Control Protocol).

Además de los protocolos de señalización ya mencionados en dicho mecanismo también intervienen protocolos de transporte como: **UDP** (User Datagram Protocol), **TCP** (Transmission Control Protocol), **RTP** (Real-time Transport Protocol), **RTCP** (Real-time Transport Control Protocol).

1.5.1. SIP (Session Initiation Protocol)

Según la IETF en el estándar RFC 3261 SIP es un protocolo que permite crear, modificar y terminar sesiones funcionando de manera independiente de los protocolos de transporte y sin dependencia del tipo de sesión que se está estableciendo, por esta razón es utilizado en muchas aplicaciones tecnológicas, como por ejemplo; en los servidores proxy a través de la creación de una infraestructura de red que permite a los usuarios enviar registros, invitaciones a sesiones y otras solicitudes. (IETF, 2002)

SIP es un protocolo de control de la capa de aplicación que permite gestionar las sesiones e incluso invitar a los participantes a las sesiones ya existentes como por ejemplo en conferencias multimedia. El mecanismo de SIP está basado en cinco premisas que son: localización del usuario, disponibilidad del usuario,

capacidad de usuarios, configuración de la sesión y gestión de las sesiones. Este protocolo basado en la arquitectura cliente servidor en la que el cliente establece una petición que será respondida por el servidor, este procedimiento recibe el nombre de transacción, dichas transacciones están basadas en códigos de la misma manera como lo hace el protocolo HTTP.

1.5.1.1. Mecanismo de funcionamiento SIP

El protocolo SIP se fundamenta en las siguientes premisas de solicitudes y respuestas. Las solicitudes comprenden los comandos: INVITE, ACK, BYE, CANCEL, REGISTER, OPTIONS (Znaty, Dauphin, & Geldwerth, 2005)

INVITE.- solicita iniciar una llamada para establecer una sesión, y los campos de su cabecera conforman lo siguiente: dirección origen y dirección destino, asunto, prioridad, peticiones de enrutamiento, preferencias para la ubicación del usuario, características deseadas para la respuesta. (Znaty, Dauphin, & Geldwerth, 2005)

ACK.- es una respuesta de confirmación de que se ha iniciado una sesión o una llamada. (Znaty, Dauphin, & Geldwerth, 2005)

BYE.- proceso en el que se solicita se termine una sesión entre dos usuarios y se termine la llamada. (Znaty, Dauphin, & Geldwerth, 2005)

CANCEL.- cancela una solicitud de llamada que se encuentra pendiente de respuesta, es decir antes que se establezca la sesión solicitada. (Znaty, Dauphin, & Geldwerth, 2005)

REGISTER.- provee al servidor información de la localización del usuario, tal como nombre de equipo y dirección IP. (Znaty, Dauphin, & Geldwerth, 2005)

OPTIONS.- este proceso se lleva a cabo antes del establecimiento de una llamada y solicita información a los hosts involucrados acerca de sus

capacidades para soportar la transmisión de voz IP. (Znaty, Dauphin, & Geldwerth, 2005)

Las respuestas de los servidores están clasificadas según el siguiente esquema:

1XXX Respuestas Informativas

2XXX Respuestas de éxito.

3XXX Respuestas de redirección.

4XXX Errores de solicitud.

5XXX Errores de Servidor

6XXX Errores Globales

1.5.1.2. Llamada de Pc a Pc

El establecimiento de una llamada de PC a PC comienza con una sesión TCP, la sesión se realiza con un acuerdo de tres vías, se envía un mensaje de INVITE en un paquete TCP en donde el servidor SIP determina la localización del usuario y lo solicita al servidor de localización si se encuentra una respuesta, se emite una réplica de tipo HTTP y el llamante responde con una señal ACK para confirmar la recepción del mensaje y se puede comenzar el flujo de información en ambos sentidos.

1.5.2. IAX Inter Asterisk Exchange

IAX es el protocolo utilizado por Asterisk para la comunicación entre servidores en distintas plataformas, ya que es un protocolo flexible y muy simple, actualmente IAX se encuentra en su segunda versión mediante IAX2 haciendo que el primero quede obsoleto, esta segunda versión permite manejar diferentes codecs y streams haciendo que sea posible la transmisión de todo tipo de tráfico así como video conferencias y presentaciones remotas, además este protocolo está diseñado para establecer prioridad al tráfico de voz sobre IP.

Dentro de sus principales características podemos encontrar que soporta Troncalización, donde se envía información por múltiples canales a través de un solo enlace, permitiendo que los datagramas IP entreguen información sin adicionar latencia adicional, además que este protocolo utiliza generalmente el puerto UDP 4569 para las transmisiones, su principal característica es que minimiza el ancho de banda que se utiliza para la transmisión de voz y video, además brinda un soporte transparente en el NAT (Network Address Translation), el protocolo al dar prioridad al tráfico de voz IP sacrifica los recursos para otras aplicaciones brindando una calidad óptima en las llamadas (Elastixtech, s.f.).

1.5.2.1. Funcionamiento de IAX2

Del análisis del funcionamiento de este protocolo podemos derivar tres fases en las cuales se basa el manejo de las conexiones y son: establecimiento de la llamada, flujo de la información y liberación de la llamada.

En el establecimiento de la llamada intervienen el llamante y el terminal que responde, el llamante genera un mensaje de nuevo y el terminal responderá aceptando esta sesión y el llamante confirma con una señal de ACK. El proceso de flujo de información comprende la transmisión de dos tipos principales de tramas que son: tramas M y F, donde las tramas M corresponden a mini cabeceras de 4 bytes para optimizar el ancho de banda y el otro tipo de tramas son las tramas F que son las llamadas tramas Full que comprenden aquellas en las que se envía información completa de la sesión conteniendo dentro varios campos como: número de llamada de origen y número de llamada de destino, secuencia de entrada y salida, sello de tiempo, el tipo de trama, subclase y los datos como tal. Las mini tramas solo contienen información relevante en la mínima cantidad posible, como son número de llamada de origen y sello de tiempo, además de la información propiamente dicha.

1.5.3. Diferencias entre IAX y SIP

El protocolo IAX fue creado y pensado en función de los problemas que se generaron al implementar el protocolo SIP para la transmisión de voz sobre IP, el mismo creador de Asterisk fue quien creó también IAX haciendo que este protocolo sea el más óptimo para la transmisión de este tipo de información.

Dentro de las principales diferencias en la comparación de estos dos protocolos encontramos las siguientes:

- **Uso de puertos:** SIP utiliza dos puertos en cada conexión de audio y un puerto para señalización que es el 5060, en cambio IAX utiliza un solo puerto el 4569 utilizando dentro del mecanismo el trunking o multiplexación para transmisión de señalización e información a través de ese único puerto.
- **NAT:** en el protocolo SIP la señalización y los datos se transmiten de forma separada lo que ocasiona problemas de NAT al pasar los flujos de audio a través de los routers y firewalls, en cambio en IAX estos dos tipos de tráfico viajan juntos evitando estos inconvenientes.
- **Ancho de banda:** en SIP los datos se transmiten en mensajes de texto, en cambio en IAX la transmisión es en forma binaria lo que permite que el uso de ancho de banda sea mínimo, además de que sus cabeceras contienen información reducida al máximo mejorando aún más el uso del ancho de banda.
- **Flujo de audio en el uso de un servidor:** en SIP la información de control siempre pasa por el servidor, mientras que la información de audio puede viajar de forma directa entre terminales sin pasar por el servidor, en IAX al viajar juntos los datos de sincronización y audio obligatoriamente pasan por el servidor IAX esto hace que la capacidad de ancho de banda que debe soportar el servidor sea alta y mucho más si el proceso inserta gran flujo de llamadas simultáneas.
- **Estandarización:** SIP al llevar más tiempo en el mercado tecnológico se encuentra estandarizado por IETF por ende es más utilizado por

fabricantes de hardware y software, por el contrario, IAX está en proceso de estandarización por lo que su uso es aún limitado.

1.5.4. H.323

H.323 comprende un conjunto de protocolos como son H.245, H.225 y RAS y fue definido por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) como protocolo para la transmisión de voz y video en tiempo real funcionando sobre los protocolos TCP y UDP, sin embargo H.323 no garantiza la calidad de servicio en este tipo de transmisiones. (Bibing US, 2002)

Como se mencionó anteriormente H.323 deriva otros protocolos como H.225 para señalización de llamadas y transmisión entre terminales y el gatekeeper, en cambio H.245 fundamenta su funcionamiento en el control de conferencias, además de los protocolos RTP y RTCP para audio y video en tiempo real.

La segunda versión del protocolo H.323 mejora características de los protocolos ya comprendidos en la primera versión y elimina errores dentro del mecanismo de operación de este protocolo al implementar el protocolo H.235 que incorpora funcionalidades como: seguridad, tunneling, privacidad de los datos, y conexiones más rápidas, calidad de servicio, mensajes de progreso, disponibilidad, tiempo de vida entre otros. Actualmente el protocolo se encuentra en su quinta versión, en cada una de estas versiones se han implementado características y mejoramientos que han optimizado a este protocolo para los requerimientos actuales de transmisión de este tipo de tráfico de datos.

1.5.4.1. Elementos de H.323

Cuatro elementos principales destacan en el protocolo H.323 y son:

- Terminal.- los terminales como en otros protocolos mencionados son dispositivos capaces de soportar la transferencia de información de extremo a extremo utilizando protocolos de flujo de audio y video como el

protocolo H.323, estos terminales pueden ser computadores, teléfonos IP, softphones (Bibing US, 2002).

- Gateways.- estos dispositivos son aquellos que permiten a una red comunicarse con otra totalmente distinta, como por ejemplo en la telefonía que permite comunicarse a la red de voz IP con la telefonía tradicional, estos dispositivos se encargan de convertir los medios y controlar la señalización de una red a otra distinta.
- Gatekeeper.- son los dispositivos que permiten la comunicación entre terminales en una red H.323 de forma directa, además permite controlar quien inicia o recepta la llamada en este tipo de red, cumple funciones como la traducción de direcciones, control de ancho de banda, autenticación, y recuento.
- MCU (Multipoint Control Units).- son los dispositivos que hacen posible la conferencia entre dos o más terminales en la red H.323 a través de la conexión multipunto, cumple funciones tales como: controlador multipunto, procesador multipunto.

1.5.5. MGCP (Media Gateway Control Protocol)

MGCP es un protocolo de control de dispositivos que funciona bajo el esquema de plataforma cliente – servidor, el propósito de este protocolo fue el de simplificar al máximo las comunicaciones entre terminales de voz IP. El control de dispositivos se da entre un MGC (Media Gateway Controller) y un Gateway esclavo permitiendo de esta forma la comunicación (Albán & Loor, 2010).

Las ventajas que ofrece este protocolo son escalabilidad, fiabilidad, independencia de los fabricantes, y tiempo de desarrollo reducido.

1.5.5.1. Componentes de MGCP

Los componentes principales de esta arquitectura de voz son los terminales, las pasarelas y los agentes.

El Agente es el encargado de controlar las pasarelas y enviar instrucciones, este componente es el que administra cualquier evento dentro de las pasarelas que forman parte de su dominio, las pasarelas recogen los dígitos marcados por los usuarios y se los envían al agente y este a su vez los administra, cada pasarela está conectado a un terminal de usuario.

1.5.6. SCCP (Skinny Call Control Protocol)

SCCP es un protocolo propietario inicialmente de Selsius Corporation pero ahora pertenece a Cisco Systems. Este protocolo es usado para señalización, es muy ligero y permite las comunicaciones entre el servidor de llamadas y los clientes skinny a través de TCP/IP, para los flujos de audio usa tres protocolos que son UDP, RTP e IP. Además es un protocolo que fue pensado para terminales de hardware con limitaciones de procesamiento y recursos de hardware escasos (Wikimedia, 2013)

1.6. Elastix

Elastix es una solución de código abierto para las comunicaciones unificadas tales como; voz sobre IP, servidor de fax, mensajería instantánea, correo electrónico y videoconferencia. En vista que en la actualidad las tendencias de las comunicaciones convergen a sistemas unificados de transmisión de datos, Elastix se constituye en la alternativa de comunicación para el ámbito empresarial gracias a sus múltiples funciones y características que lo conforman, al ser una solución de código abierto es escalable, y adaptable a las diferentes demandas empresariales en cuanto a comunicación se refiere.

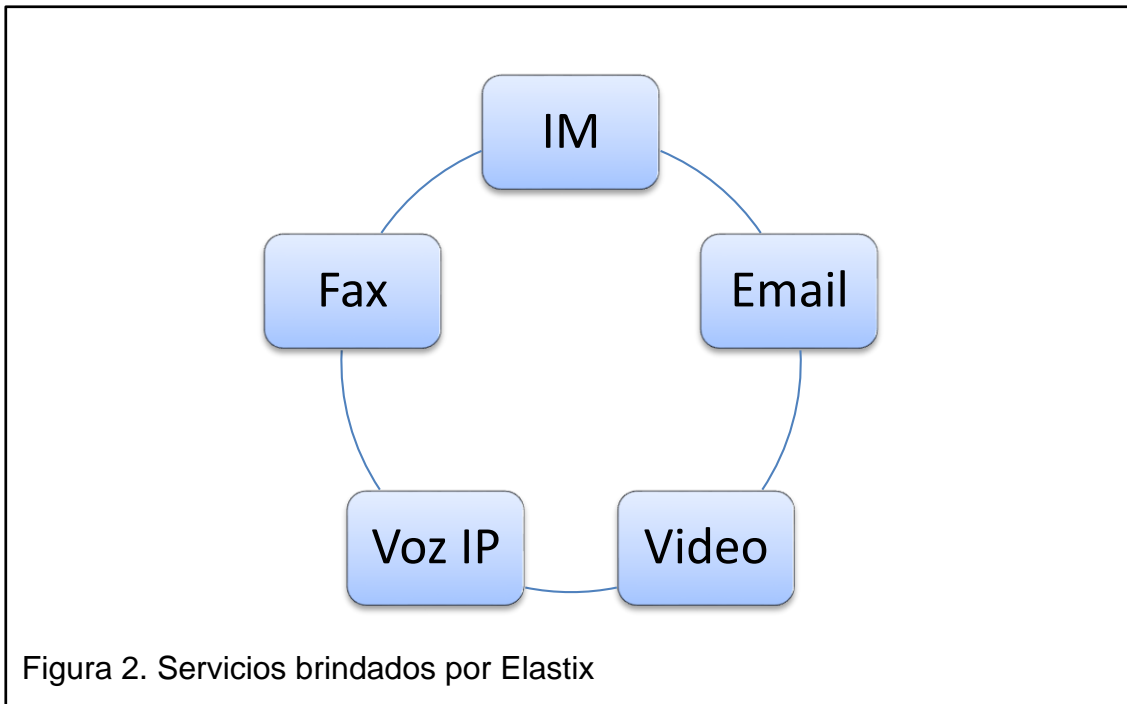
Según el sitio Elastix.org esta herramienta originalmente fue pensada y desarrollada por la empresa PaloSanto Solutions como una interfaz de reportes para llamadas de Asterisk cuya primera versión fue liberada en marzo del 2006 y que posteriormente evolucionaría hasta convertirse en un distro basado en Asterisk (Elastix, 2006).

Elastix fue desarrollado sobre Asterisk partiendo de la instalación del mismo sobre un servidor y agregando funcionalidades interesantes además de una interfaz gráfica para configuraciones y administración. Inicialmente no se consiguió mayor popularidad con las primeras versiones, pero a medida que esta herramienta fue incluyendo mejoras, las descargas se incrementaron considerablemente alrededor del mundo, actualmente según el sitio de Elastix “se superan el millón de descargas” (Elastix, 2006)

Actualmente se distribuye Elastix como un archivo ISO desde la página www.elastix.org además de las funcionalidades de esta herramienta de comunicaciones, su código fuente y módulos adicionales que complementan este distro.

1.6.1. Funcionalidades

Como parte de la funcionalidad de Elastix se incluyen cuatro programas que son parte de las comunicaciones unificadas que ofrece esta herramienta y son: Asterisk para Voz IP, Hylafax como servidor de fax, Openfire para mensajería instantánea, y Postfix para correo electrónico, todos en conjunto dentro de la distribución de Elastix ofrecen cinco servicios fundamentales que se muestran en la figura 2.



Las últimas versiones de Elastix comprenden un módulo de call center que por medio de un protocolo propietario se comunica con la consola de agente, este protocolo es el ECCP (Elastix Call Center Protocol), es un protocolo de código abierto que da la ventaja de interactuar a la aplicación con consolas desarrolladas por terceros. Otro de los avances importantes en la herramienta fue el desarrollo de Elastix Web Services característica que permite por medio del módulo de addons implementar soluciones de terceros, para esto es necesario una cuenta de administrador para instalar de manera transparente estas soluciones que previamente fueron certificadas por PaloSanto Solutions con la versión más estable de Elastix.

Las características generales que ofrece la herramienta incluyen: ayuda en línea incorporada, monitor de recursos del sistema, control de apagado y reencendido de la central vía web, traducción a 22 idiomas, configurador de parámetros de red, administración de actualizaciones, soporte para temas o skins, manejo de usuarios y perfiles por medio de ACL's, copia de seguridad y restauración vía web.

A continuación, se detallará varias de las funciones que ofrece Elastix para brindar comunicaciones unificadas basadas en los servicios básicos que ésta brinda.

1.6.1.1. Voz IP PBX

- Cancelación de eco integrado
- Grabadora de llamadas con interfaz web
- Soporte para sintetización de voz
- IVR sencillo y configurable.- IVR o respuesta de voz interactiva que permite escoger entre posibilidades en la PBX
- Correo de voz con notificaciones por correo electrónico
- Soporte para video teléfonos
- Interfaz de detección de hardware de telefonía
- Asignación dinámica de IP's para los teléfonos a través de DHCP
- Herramienta para la creación de lotes de extensiones para futuras instalaciones.
- Provisión de teléfonos vía web
- Panel de operador.- ofrece al operador visualizar la actividad telefónica por medio de la interfaz gráfica y realizar actividades de transferencias, aparcamiento de llamadas, etc.
- Aparcamiento de llamadas.- funciona como una extensión virtual que permite derivar una cantidad de llamadas y mantenerlas en espera mientras se ubica la extensión destinataria de la llamada.
- Tarifación con informe de llamadas por destino
- Soporte para colas de llamadas.- solución que permite manejar las llamadas entrantes y encolarlas mientras un agente o destinatario toma la llamada.
- Reporte de detalles de llamadas con búsqueda con criterios de fecha, extensión entre otros.
- Informe de uso de canales por tecnología.
- Soporta protocolos como SIP, IAX, H.323, SCCP

- Centro de conferencias que permite programar conferencias estáticas o temporales.
- Soporta interfaces analógicas FXS / FXO
- Soporta múltiples codecs como G.711, G.722, G723.1, ADPCM, G.726, G.729, GSM, ILBC
- Identificador de llamadas
- Troncalización
- Soporta interfaces digitales E1/T1/J1 por medio de líneas de comunicación telefónica como son PRI, BRI, R2.
- Soporte para grupos de timbrado.- una extensión es respondida por un grupo de extensiones en donde todos los miembros del grupo pueden tomar una llamada.
- Soporta interfaces bluetooth para celulares.
- Soporta condiciones de tiempo, es decir que la central se comporte de una forma diferente según un horario establecido.
- Soporta callback
- Acceso interactivo a la consola de Asterisk vía web
- Editor de archivos de configuración de Asterisk.

1.6.1.2. Mensajería instantánea

- Servidor de mensajería por medio de Openfire integrado a la PBX por el protocolo XMPP.
- Soporta LDAP protocolo de administración de directorios
- Informe de sesión de usuarios
- Soporta grupos de usuarios
- Soporta conexiones server to server para compartir usuarios
- Soporta plugins
- Servidor de mensajería configurable vía web
- Soporta conexiones a otros servicios de mensajería como: MSN, Yahoo Messenger, Google Talk, ICQ lo que permite la conexión a otras redes con el mismo cliente de mensajería.

1.6.1.3. Fax

- Servidor de fax administrable vía web
- Aplicación fax a email
- Control de acceso para clientes de fax
- Visor de faxes integrado que permite la descarga en formato PDF de los faxes.
- Configurador web de plantillas de emails

1.6.1.4. Correo electrónico

- Servidor de correo electrónico que soporta multidominio
- Administración web
- Cliente de email basada en web
- Soporte Anti spam
- Interfaz de configuración de Relay
- Configuración de cuotas desde la web
- Maneja listas de correo

Elastix además de estas funcionalidades ofrece otras como soporte para hardware de telefonía con drivers para fabricantes como: OpenVox, Digium, Sangoma, Xorcom, Rhino Equipment, Yeastar. Además, Elastix permite el uso de innumerables marcas de teléfonos ya que es compatible con los protocolos SIP e IAX que son universales y abiertos permitiendo a los fabricantes funcionar con estos estándares pudiendo mencionar algunos de los fabricantes que funcionan con estas compatibilidades y son: Atcom, Polycom, Linksys, Astra, Snom, Cisco, Nokia, UTstarcom, Yealink (Elastix, 2006).

1.6.2. Módulo de Call Center

Elastix ofrece el módulo de Centro de Llamadas o Call Center con un marcador predictivo que incluye en el módulo disponible como un Addon instalable en

Elastix a través de su interfaz gráfica. Este módulo comprende funcionalidades para llamadas entrantes y salientes incluyendo; asociación de formularios por campaña, consola de agente, soporte para pausas, marcador predictivo de código abierto, diseño para formularios, almacenamiento de guion de atención e informes avanzados.

En este proyecto nos centraremos en las funcionalidades especificadas en el alcance de este trabajo de titulación que serán detalladas más adelante en los siguientes capítulos.

1.7. VPN (Virtual Private Network)

Una red privada virtual es una tecnología de red que permite la transmisión de datos sobre una red pública, usando un mismo sistema de manejo de políticas de acceso y de gestión de la información, además comprende un conjunto de procesos de encapsulación y cifrado para que la información se pueda transmitir de manera segura a través de la red pública. (Españeira Sheldon, 2003)

“Las redes privadas virtuales se crean en un entorno público compartido, elaborando un entorno privado, confidencial y seguro”. (Pazmiño, 2013)

Existen diferentes tipos de redes privadas virtuales, como, por ejemplo: vpn's punto a punto, de acceso remoto y vpn interna.

Las redes privadas virtuales punto a punto, también se las conoce como redes de Gateway a Gateway y se utilizan normalmente para interconectar sedes remotas con la oficina principal de una organización utilizando el internet como canal de comunicación, permitiendo de esta forma reducir los costos de un enlace de datos punto a punto tradicional. Las VPN's de acceso remoto son utilizadas para la conexión de usuarios remotos desde puntos aislados geográficamente a través de su conexión a internet, estos sitios pueden comprender departamentos, hoteles, casas u oficinas comerciales. Y las vpn's

internas son aquellas redes privadas dentro de una misma red local, esto con la finalidad de mejorar la seguridad interna, se usa comúnmente para aislar las redes inalámbricas de la red física, con esto se consigue evitar accesos no autorizados o a la posible fuga de información.

1.7.1. Protocolos de túnel

Las redes privadas virtuales funcionan construyendo túneles a través del internet por medio de protocolos que operan en las capas 2, 3 y 7 del modelo OSI. En la capa 2 de enlace de datos intervienen protocolos como PPTP (Point to Point Tunneling Protocol), L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol) y L2F (Layer 2 Forwarding), la seguridad de estos túneles está basada en contraseña para la protección contra accesos no autorizados.

En la capa 3 del modelo OSI de comunicaciones opera el protocolo IP Sec y en la capa 7 de aplicación se encuentran los protocolos SSL6 (Secure Sockets Layer) y TLS7 (Transport Layer Security).

1.7.1.1. PPTP

PPTP es una extensión del protocolo PPP (Point to Point Protocol) desarrollado por varias compañías como: Microsoft, U.S Robotics, Ascend Communications, 3Com, ECI Telematics (Pazmiño, 2013).

Este estándar soporta multiprotocolo IP, y permite la construcción de VPN's para acceso remoto, su principal debilidad es la seguridad que brinda ya que su método de encriptación es débil y no soporta métodos de autenticación por token de seguridad.

PPTP utiliza además otros protocolos como son **LCP** (Protocolo de Control de Enlace) para configurar una conexión, definir formatos de encapsulación, tamaño de paquetes, usa también el protocolo **NCP** (Protocolo de configuración de red)

para la configuración de los datagramas, y **GRE** (Encapsulación Genérica de Ruteo) para encapsulación dentro de un protocolo de transporte y posterior transmisión.

1.7.1.2. L2F

Es un protocolo propiedad de Cisco y fue creado para crear túneles a través de las redes públicas y que permite conectar a los usuarios remotos con las principales sedes de las empresas. L2F permite en los túneles crear más de una conexión y no depende del protocolo IP de internet, esto hace que sea capaz de trabajar sobre plataformas de ATM o Frame Relay. (Wikimedia, s.f.).

L2F utiliza otros protocolos como PPP para la autenticación de usuarios remotos, el protocolo PAP se usa para autenticación de contraseña por medio del cual se establece una conexión entre cliente y servidor por medio de un usuario y password a través del cual se establece la sesión. Otro protocolo usado por L2F es CHAP para autenticaciones periódicas del cliente luego de haberse establecido la conexión por medio del usuario y password del cliente y así mantener abierta la sesión. (Textos Científicos, 2006).

1.7.1.3. L2TP

Es un estándar abierto que se implementa sobre el protocolo IP Sec y permite la creación de múltiples túneles entre los extremos del enlace, además provee una alta seguridad por medio de la autenticación a través de certificados de seguridad de clave pública, la creación de túneles está basado en el protocolo L2F y funciona con una gran variedad de tipos de paquetes de datos como X.25, Frame Relay y ATM. Además, la autenticación es únicamente a nivel de los extremos de la conexión y no de cada uno de los paquetes transmitidos.

L2TP usa los mensajes de control para crear, mantener y eliminar túneles utilizando un canal L2TP, los mensajes de datos son también utilizados para encapsular paquetes PPP que serán enviados por el túnel. (Pazmiño, 2013).

1.7.1.4. IPSec

Internet Protocol Security es un conjunto de protocolo que funciona en la capa 3 del modelo OSI que permite asegurar las comunicaciones a través del cifrado de cada paquete en un flujo de datos. IPSec puede operar en dos formas, denominadas modo y son; modo túnel y modo transporte.

En modo túnel los paquetes IP son encapsulados en otro paquete y se envían por el túnel para ser desencapsulados al otro extremo, de esta manera se protegen las direcciones IP del emisor y receptor, este modo se utiliza para la conexión entre routers conocido como las VPN's Gateway a Gateway.

En modo transporte solo la carga útil de la transmisión, es decir los datos que se transfieren son cifrados o autenticados, de tal forma que la cabecera IP no es cifrada y puede ser traducida en la comunicación, este modo es usado comúnmente para conexiones computador a computador.

IPSec destaca dos componentes fundamentales en su seguridad y son “el **AH** (Authentication Header) que proporciona mecanismos de seguridad para proteger el tráfico IP”. (Pérez, 2001)

Otro componente fundamental de IPSec es “el protocolo de gestión de claves IKE (internet Key Exchange) que permite a dos nodos negociar las claves y todos los parámetros necesarios para establecer una conexión AH o ESP.” (Pérez, 2001).

1.8. QoS (Calidad de Servicio)

El manejo de tráfico de información a través de la redes se dificulta a medida que incrementan, la carga de datos y la demanda de recursos de la red, estos problemas presentados en las transmisiones se hacen más evidentes cuando la carga aumenta y las aplicaciones se vuelven más lentas debido a las retransmisiones que se requieren para el flujo de dicha información, esto hace que sea necesario un mecanismo para mejorar la calidad de las prestaciones de las redes, la calidad de servicio es en la mayoría de los casos la solución a estos problemas.

1.8.1. Definición de QoS

“Calidad de servicio es el mecanismo utilizado para garantizar un valor límite (máximo o mínimo) de algunos de los parámetros que comprenden las redes”. (Montana, 2011).

QoS se define como el rendimiento promedio de una red que mide la calidad de los servicios y factores como; tasa de errores, ancho de banda, latencia, jitter, disponibilidad.

Este mecanismo es el principal requisito para las redes que proveen servicios interactivos como: videoconferencia, y voz sobre IP, además nos evita sobredimensionar las redes para optimizar los recursos de las mismas, en casos de carga relativamente elevada las aplicaciones que requieran pueden tener buen tiempo de servicio.

Uno de los mecanismos que se usan en calidad de servicio para la priorización de tráfico es el encolamiento de los paquetes según el tipo de tráfico.

1.8.2. Encolamiento

Es el proceso utilizado en los casos en que la demanda de ancho de banda que requieren las aplicaciones supera el ancho de banda total de la red, este encolamiento permite dar prioridad al tipo de tráfico que atraviesa la interfaz de salida de un dispositivo conmutador o enrutador. Los paquetes pueden ser encolados a través de diferentes técnicas mencionadas a continuación.

1.8.2.1. FIFO (First In – First Out)

Es el tipo más simple de encolamiento de paquetes y su mecanismo se basa en que el primer paquete en entrar a la interfaz es el primero en salir, es muy útil para interfaces de alta velocidad, sin embargo, en aquellas que no son rápidas y cuando la cola está llena, los paquetes que llegan después son descartados ya que este tipo de encolamiento no posee un método de diferenciación de paquetes. (Pico, 2007)

1.8.2.2. PQ (Priority Queueing)

El encolamiento por prioridad consiste en un conjunto de colas clasificadas según alta o baja preferencia, en donde los paquetes son ubicados en estas colas en estricto orden establecido en donde las de alta prioridad son atendidas primero, después la de menor y así sucesivamente, sin embargo cuando los paquetes que entran en las colas de alta preferencia son evacuados primero se puede ocasionar que las colas de menos prioridad queden desatendidas totalmente, para resolver este problema se puede utilizar el encolamiento personalizado. (Pico, 2007)

1.8.2.3. CQ (Custom Queueing)

Soluciona los inconvenientes que se pueden generar en PQ permitiendo configurar el número de paquetes o bytes que deben ser atendidos por cada

cola, se pueden crear hasta 16 colas de tráfico, por medio de esto se garantiza un ancho de banda fijo para cada tráfico más no un ancho de banda absoluto como en el caso de PQ.

1.8.2.4. LLQ (Low Latency Queueing)

El encolamiento de baja latencia es el tipo de mecanismo recomendado para el uso en VoIP, se basa en parámetros de colas de prioridad personalizadas, clases de tráfico y cola de prioridad, en donde se permite configurar un ancho de banda fijo para la cola de prioridad, si ésta no se encuentra encolando paquetes se atienden las colas personalizadas según la preferencia. “La cola de prioridad que posee LLQ provee un máximo retardo garantizado de los paquetes de esta cola, el cual es calculado como el tamaño del MTU dividido por la velocidad del enlace”. (Pico, 2007).

2. CAPÍTULO II. DISEÑO DEL ESQUEMA DE TELEFONÍA

2.1. Análisis del estado actual del sistema de comunicación

2.1.1. Introducción

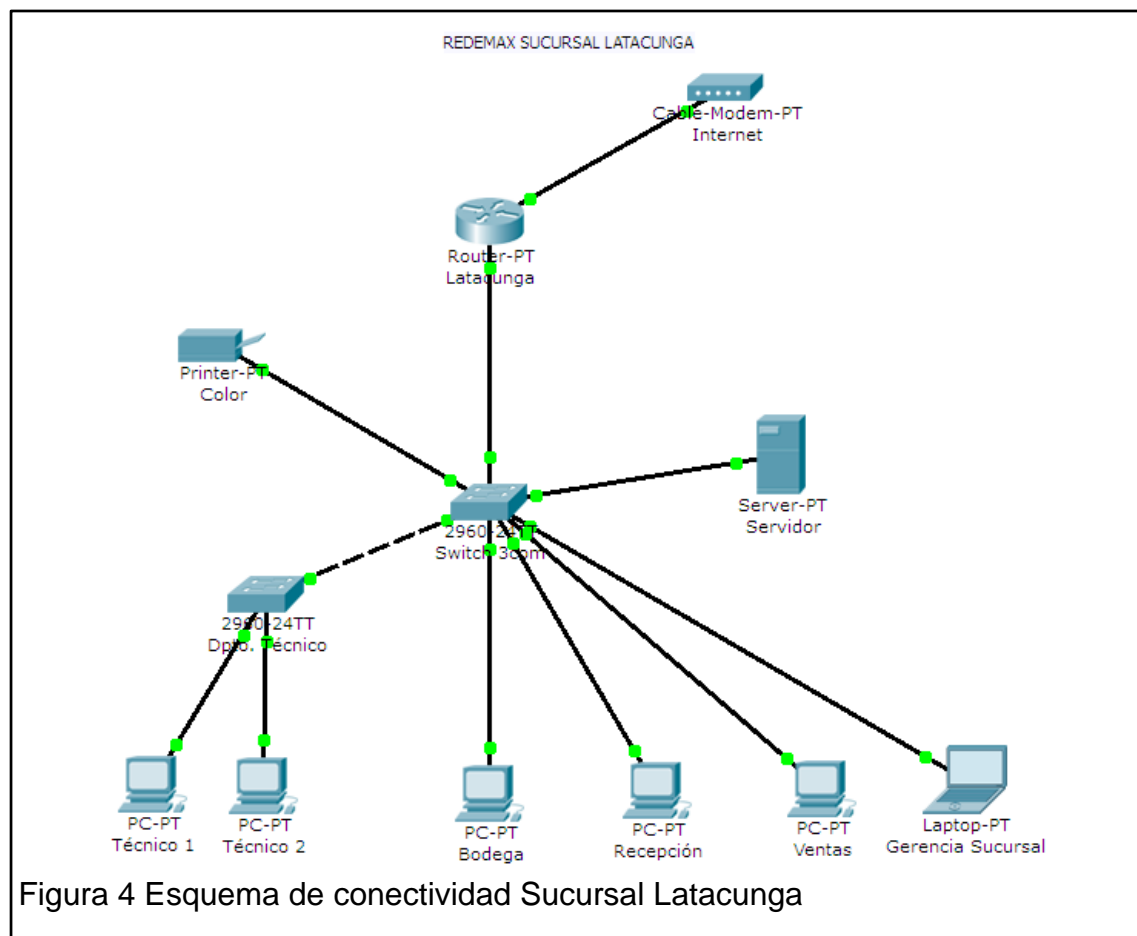
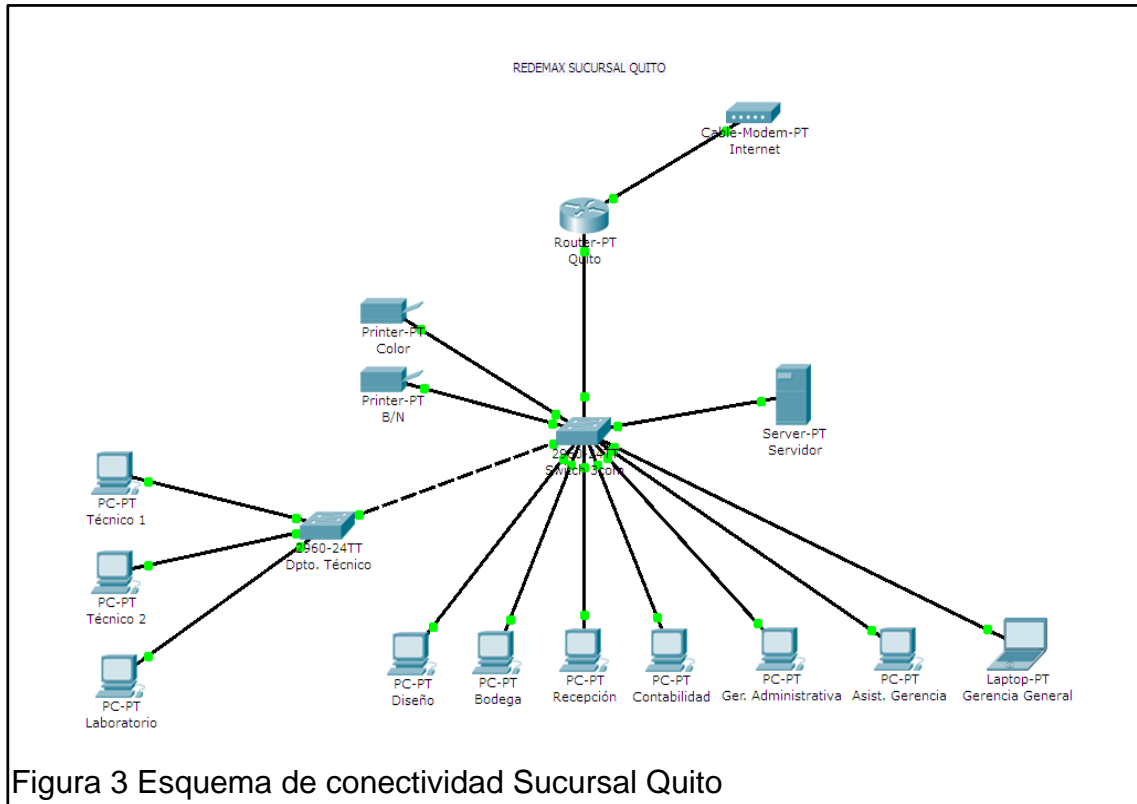
Redemax es una compañía que cuenta con dos sucursales, una en la ciudad de Quito en la Isla Seymour N43-153 y Río Coca y la otra en la ciudad de Latacunga en las calles Antonia Vela 661 y 5 de Junio, ambas sucursales funcionan de manera independiente en cuanto a conectividad se refiere, es decir no poseen una infraestructura de red WAN que comunique ambas redes LAN independientes, por tal razón el diseño de este modelo de conectividad es de gran importancia para la empresa y sus intereses tecnológicos.

Actualmente el sistema de telefonía al igual que el de comunicaciones es independiente en cada sucursal, siendo un sistema netamente analógico en todos sus componentes, este diseño de modelo de conectividad de voz IP integrado al existente modelo analógico se convierte en la primera innovación en la red de la compañía, razón por la cual el evidente crecimiento de la empresa demandará a futuro todas las prestaciones que este diseño ofrece.

2.1.2. Conectividad actual de la compañía

Como se había mencionado anteriormente la empresa cuenta con dos sucursales independientes, la sucursal de Quito que se encuentra dentro de la red local 192.168.0.0 y la red LAN de la ciudad de Latacunga que se encuentra en la red 192.168.1.0 siendo ambas de direccionamiento de clase C y utilizando para su asignación de direcciones DHCP en cada una de las redes.

A continuación se describe en la **figura 3** el esquema de conectividad de la sucursal de Quito y posteriormente el de la sucursal de Latacunga, siendo de una topología de estrella extendida en ambos casos.



Los equipos utilizados en la infraestructura de red actual de la compañía cumplen diferentes funciones y comprenden equipos de la marca Cisco, Compaq, 3Com, Linksys y Dlink, cuyas características y prestaciones de estas marcas se describen más adelante en un breve resumen. Esta breve descripción nos permitirá determinar si sus capacidades se adaptan al modelo de conexión requerido, para posteriormente definir los equipos que serán necesarios ser añadidos a la infraestructura tanto de red como de voz en ambas sucursales y ajustarse a lo planteado en el alcance de este proyecto.

2.1.3. Equipos usados actualmente

Router Cisco Small Business RV120W.- este equipo del fabricante Cisco de la línea de pequeñas empresas cumple con funcionalidades que son capaces de brindar un excelente nivel de conectividad y seguridad dotando de una experiencia de usuario de primera calidad y rendimiento de nivel empresarial satisfactorio.

Este dispositivo está dotado de las siguientes características principales:

- Conectividad WLAN de alta velocidad 802.11n
- 4 Puertos LAN de transmisión 10/100 Mbps que soportan QoS (calidad de servicio) para brindar prioridad y calidad en el tráfico de voz, datos o video.
- Compatible con redes virtuales VLAN separadas para brindar privacidad y administración separada de cada una y un acceso seguro de usuarios temporales.
- Funcionalidad VPN mediante protocolo IPSec que permiten conexiones seguras, de alta velocidad y rendimiento para usuarios y ubicaciones remotas.
- Enrutamiento estático mediante las versiones 1 y 2 del protocolo RIP, además de enrutamiento VLAN para acceso flexible entre las diferentes conexiones.
- Firewall SPI (Stateful Packet Inspection) que brinda seguridad a la red y mantiene los recursos de la empresa íntegros.

- Interfaz de configuración web que permite la administración de manera gráfica y sencilla por medio del navegador.

Switch 3com Baseline 2226-SFP Plus.- este dispositivo es un conmutador inteligente y administrable que funciona en la capa 2 del modelo OSI y que brinda funciones personalizadas y accesibles para pequeñas y medianas empresas, fácil de administrar con una interfaz web que permite personalizar sus funciones, es un dispositivo capaz de brindar una conectividad de alto rendimiento en una red empresarial y acoplarse a las necesidades de transmisión de la demanda de las redes modernas gracias a sus interfaces gigabit y puerto de apilamiento. A continuación la **figura 5** muestra el Switch usado en el rack de comunicaciones de la sucursal de Quito.



Figura 5. Switch 3Com usado en Sucursal Quito

Central Telefónica Panasonic KX-T61610B.- este conmutador analógico de voz posee una capacidad de 6 líneas troncales y hasta 16 extensiones (Tecnipanacol, s.f.), sin tener la posibilidad de agregar tarjetas adicionales para ampliar el número de extensiones, sin embargo, nos brinda la capacidad de usarlo en el modelo que se propondrá más adelante.

Dentro de sus principales características podemos destacar:

- Posee un limitador de llamadas programable
- Horarios programables para las diferentes operaciones
- Llamada en espera

- Conferencia hasta 3 llamadas simultáneas
- Obtención automática de línea troncal libre
- Transferencia y desvío de llamadas
- Restricción electrónica de llamadas
- Visualización de extensión del llamante
- Música de espera
- Programación flexible
- Bloqueo de llamadas

Teléfono Panasonic KX-T7730.- es usado dentro de la compañía como el teléfono principal ubicado en la recepción, este dispositivo es de fácil acceso a funciones avanzadas, además brinda una gran cantidad de prestaciones que permiten trabajar de manera cómoda y simple (Panasonic, 2015). Las especificaciones técnicas que destacan de este equipo son las siguientes:

- Pantalla alfanumérica
- Teclas programables
- Conversación a manos libres
- Control de volumen de altavoz, auricular y timbre
- Lámpara de llamada entrante y mensajes
- Re discado
- Transferencia de llamadas
- Conferencia de llamadas
- Programación
- Intercomunicador
- Compatibilidad con headset.

Workstation HP XW8600.- este equipo por sus características permite hacer las funciones de servidor, y es en el que estará alojado el sistema Elastix con todas sus funcionalidades, gracias a su capacidad de procesamiento además de su excelente rendimiento con el sistema actualmente instalado (Windows 7 Profesional 32 bits en español). Este equipo actualmente funciona como servidor de la aplicación SAACP de ingreso de equipos y reparaciones del departamento

técnico, además funciona para el almacenamiento de archivos compartidos en la red.

Esta estación de trabajo cuenta con un procesador Intel Xeon Quad Core de doble núcleo de 3,40Ghz en su frecuencia de reloj, posee instalado un disco duro de 1TB de 7200 rpm (revoluciones por minuto) y 4 GB en memoria RAM instaladas en configuración de doble canal, cada una de 2GB con un bus de 667 MHz, contiene una tarjeta de procesamiento gráfico PCI Express GeForce de 1GB, además posee dos interfaces de red configuradas como principal y redundancia para garantizar la disponibilidad del equipo y los recursos dentro de la red.

Los equipos descritos son los que conforman el sistema principal de conectividad de datos y voz de ambas sucursales, sin embargo, se puede mencionar elementos adicionales que conforman la red tales como: disco duro NAS Cisco NMH 300 con una capacidad de almacenamiento de 2 TB, cámaras de vigilancia IP Dlink DCS-2310L, impresoras de red HP Laserjet M400, laserjet 4300n, laserjet 9000n.

2.2. Recopilación de requerimientos a implementarse

2.2.1. Requerimientos de Software

Para el diseño del prototipo propuesto se toma en cuenta tres aplicativos principales sobre los que funciona el sistema de telefonía y son: Elastix versión 2.5.0 de 32 bits descargada de la página www.elastix.org, obtenido en un formato de imagen de extensión .iso, zoiper free versión 2.35 para sistemas operativos Windows que funciona como softphone simulando el equipo terminal en este diseño, este software se puede descargar gratuitamente de la página www.zoiper.com y el software de manejo de máquinas virtuales Oracle VM Virtual Box Versión 4.3.28 también obtenido de forma gratuita de la página www.virtualbox.org Además de la plataforma Windows usada en todos los

equipos de la compañía, éstos representan el software sobre el que funciona este diseño de telefonía IP. A continuación, se describe de forma resumida las prestaciones de los aplicativos de softphone y manejo de máquinas virtuales, el software Elastix fue descrito en el capítulo 1.

2.2.1.1. Zoiper free v2.35 Softphone

Zoiper es un software multiplataforma que funciona sobre sistemas operativos para computadoras y dispositivos móviles dentro de los cuales se encuentran: Windows, Mac OS X, Linux, Android, IOS, es un software gratuito pero que también posee la versión comercial con características extendidas, soporta los protocolos de señalización para telefonía IP que son: SIP e IAX. La versión libre ofrece funciones como: hacer, recibir o grabar llamadas, iniciar y manejar conferencias, transferencia de llamadas, llamadas en espera, guardar libreta de direcciones. La versión para dispositivos móviles permite convertir el Smartphone en una extensión telefónica adicional dentro de la red brindando así portabilidad.



Figura 6. Interface Zoiper Softphone

2.2.1.2. Oracle VM Virtual Box Versión 4.3.28

Virtual Box es un software de virtualización de código abierto y que funciona sobre Linux, Windows y Mac OS en plataformas de 32 y 64 bits, permitiendo de

esta forma tener un sistema operativo virtual igual o diferente al que se tiene instalado físicamente en el computador, además de convertirse en una poderosa herramienta de virtualización tanto para uso empresarial como doméstico Virtual Box brinda características como poder mover máquinas virtuales entre sistemas huéspedes en forma dinámica, utiliza menos recursos que otras herramientas de virtualización y es de fácil instalación, además que permite compartir carpetas entre el sistema operativo base y el sistema virtual.

2.2.2. Requerimientos de Hardware

Para que el modelo funcione con las prestaciones propuestas en este proyecto se requiere de hardware adicional que se propondrá a la compañía para un futuro proyecto de implementación de este diseño, para la elaboración del prototipo se toman en cuenta los equipos de los que ya dispone la compañía descritos en la situación actual de la empresa, adicional se requiere del hardware detallado de manera breve a continuación.

2.2.2.1. Teléfonos IP

La gama de teléfonos IP que se pueden utilizar en sistemas de telefonía digital es muy amplia, pero para el diseño de este prototipo se toma como referencia los modelos del fabricante Digium, ya que su línea de fabricación está dirigida para sistemas de telefonía basados en Asterisk como Elastix y que son compatibles con los protocolos más usados SIP e IAX, en especial el primero que se usa en este modelo de sistema. El modelo a escoger es el Digium D40 IP tanto para la ciudad de Quito como para Latacunga.

Teléfono IP Digium D40.- este modelo maneja dos teclas de línea y cuatro teclas de función además de cuatro teclas programables, voz en HD y control de volumen, mensajes de dos colores, auriculares, altavoz y silencio, y manejo de QoS, los codecs que soporta son G.711, G.722, G.726, G.729A/B, VAD, CNG, AEC.

2.2.2.2. Smartphones

Para el diseño de este prototipo se toma en cualquier dispositivo con sistema operativo Android o IOS disponibles dentro de la red, estos dispositivos no se adquieren ya que la compañía cuenta con estos equipos haciendo que únicamente sea necesario la descarga e instalación de la aplicación Zoiper disponible en las tiendas de aplicaciones Google Play y App Store. Estas aplicaciones se encuentran disponibles de forma gratuita y solo basta disponer de una cuenta google o un ID de Apple respectivamente para la descarga de dicha aplicación.

2.2.2.3. Tarjeta PCI de Voz IP

Para mantener el sistema analógico en este diseño es necesario una tarjeta de voz IP que se encargue de convertir las señales analógicas en señales digitales y viceversa que permita usar extensiones y troncales de formato analógico y de esta forma integrar ambos sistemas.

La tarjeta escogida para la puesta en funcionamiento dentro de este modelo es la tarjeta Digium PCI TDM410P que ofrece las siguientes características: esta tarjeta soporta hasta un total de cuatro puertos que pueden ser añadidos o intercambiados de forma posterior entre interfaces FXO y FXS haciendo de esta manera el modelo modificable y escalable. Las interfaces FXO generan timbre en las llamadas y emulan líneas analógicas tradicionales y los puertos FXS que necesitan timbre de llamada se comportan como terminales, a estas interfaces se pueden conectar líneas o extensiones analógicas de centralita.

2.2.2.4. Adaptador ATA

Este equipo nos permite conectar teléfonos analógicos y fax a una red IP e integrar el sistema analógico existente con el digital, para ello se considera el adaptador ATA Cisco SPA112 que se instalará en la sucursal de Latacunga

únicamente, según el modelo propuesto, para disponer de extensiones analógicas de manera remota considerando que el servidor de telefonía Asterisk se encuentra localmente en la sucursal de Quito.

Este adaptador cuenta con las siguientes características: permite el manejo de servicios avanzados de QoS y el protocolo SIP, incluye dos puertos de telefonía tradicional, y es compatible con todos los estándares de voz y datos.

2.3. Diseño del sistema de comunicaciones

El diseño de comunicaciones de datos entre las sucursales de la compañía está basado en una red privada virtual VPN, que conecta dichas sucursales y futuras que se añadan a la compañía de una forma directa haciendo que todas las redes se comuniquen como si fueran una sola red LAN, es decir para que todas formen parte del mismo dominio de difusión y de acuerdo a la **tabla 1**.

En el modelo de red propuesto se establece un sistema centralizado en el cual se sugiere eliminar el servidor ubicado en Latacunga y concentrar todos los servicios prestados por estos dos servidores en uno solo, es decir en el servidor de Quito.

Tabla 1. Direccionamiento IP de la Red de Redemax

QUITO			LATACUNGA	
	IP / RANGO	Máscara	IP	Máscara
Rango	192.168.0.1-100	255.255.255.0	192.168.1.101-200	255.255.255.0
Router	192.168.0.1	255.255.255.0	192.168.1.101	255.255.255.0
Switch	192.168.0.2	255.255.255.0	192.168.1.102	255.255.255.0
Servidor	192.168.0.12	255.255.255.0		
Cámaras	192.168.0.21-30	255.255.255.0	192.168.1.121-130	255.255.255.0
Impresoras	192.168.0.31-40	255.255.255.0	192.168.1.131-140	255.255.255.0
Usuarios	192.168.0.41-100	255.255.255.0	192.168.1.141-200	255.255.255.0

Nota: Rango de direcciones IP para Quito 192.168.0.1 a la 192.168.0.100 y rango de direcciones IP para Latacunga desde 192.168.0.101 hasta 192.168.0.200

2.3.1. Redundancia

Debido a la vulnerabilidad de la red a caídas en el servicio de internet con los proveedores ISP y en vista que el único medio de comunicación en la red de voz de la sucursal de Latacunga con la sucursal de Quito es a través de la red privada virtual, y además que la conexión hacia la red telefónica tradicional PSTN está ubicada en la ciudad de Quito, se propone en este modelo una redundancia en el servicio de internet con un proveedor diferente a los existentes en cada sucursal, de modo que se pueda reestablecer el servicio y las comunicaciones de voz ante una posible caída de uno de los enlaces con el proveedor de internet ISP.

2.4. Diagrama del sistema de comunicaciones y telefonía

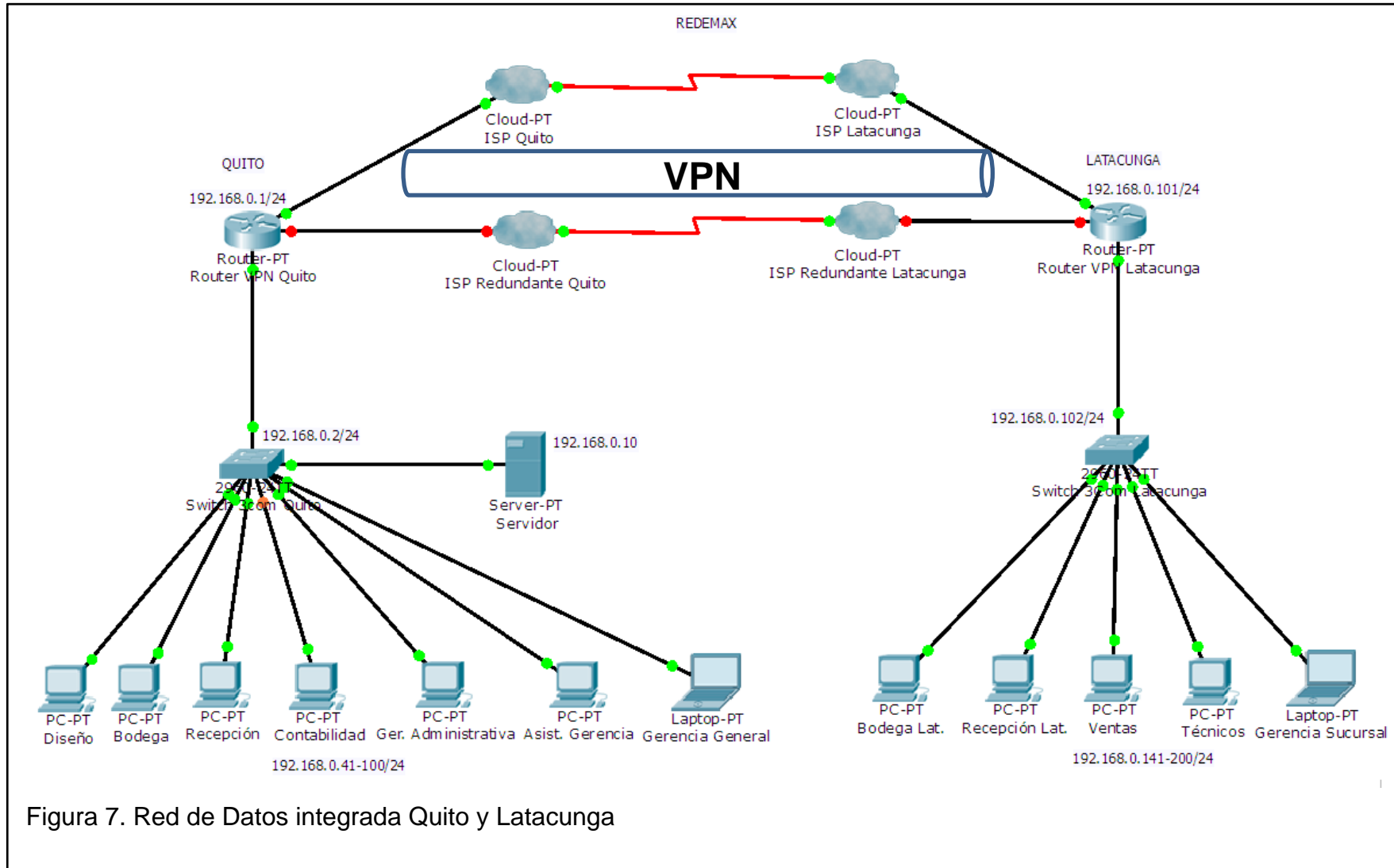


Figura 7. Red de Datos integrada Quito y Latacunga

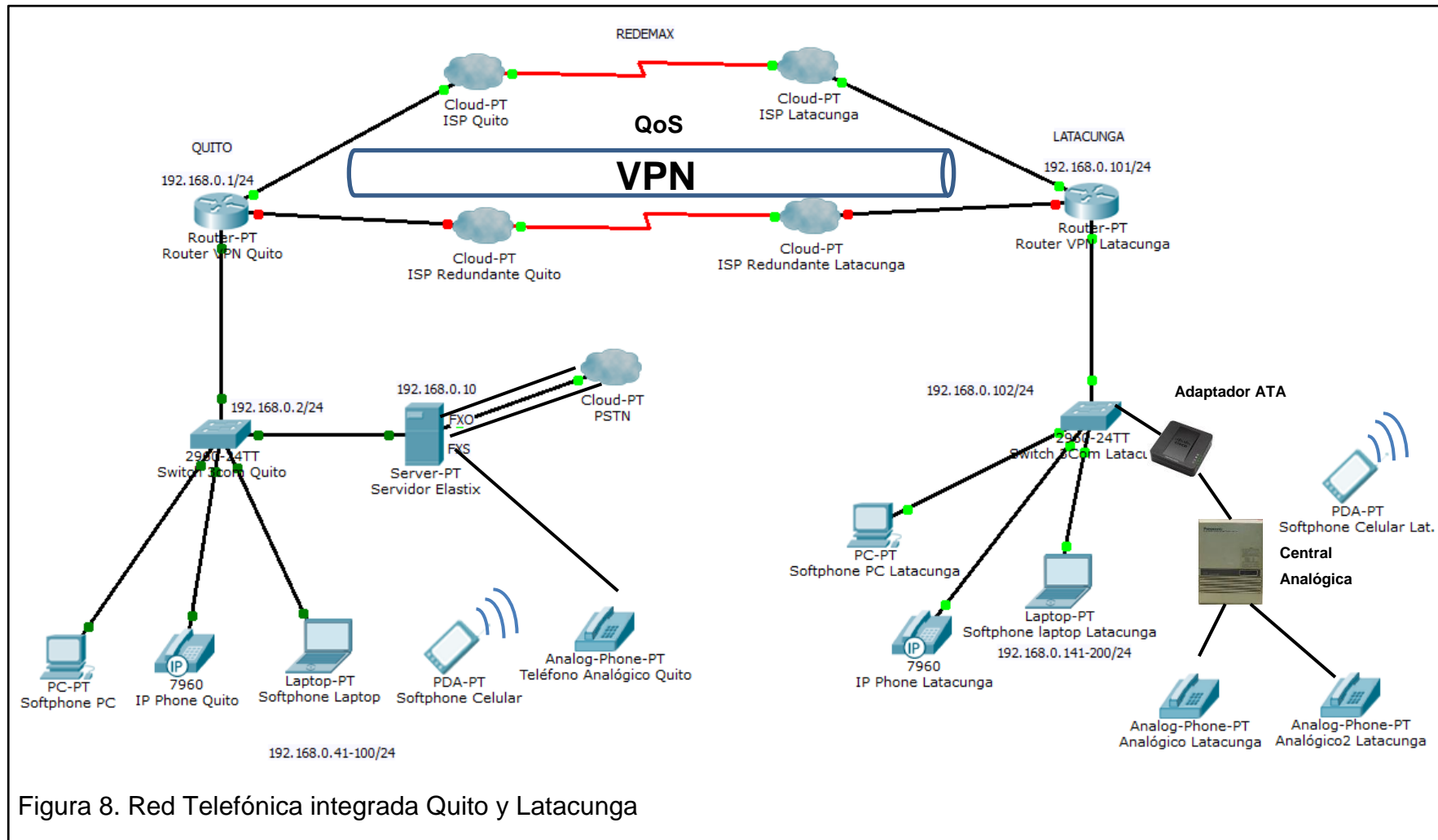


Figura 8. Red Telefónica integrada Quito y Latacunga

La figura 7 detalla el diseño de red de la compañía cuya topología es de estrella y consta de un enlace VPN entre los routers tanto de Quito como de Latacunga utilizando la conexión de internet brindada por los respectivos ISP de cada sucursal, este enlace VPN está configurando usando el protocolo IPSec para el túnel virtual y la conexión de ambas redes por medio de una conexión de Gateway a Gateway. Este tipo de configuración de VPN permite conectar dos sucursales creando el túnel virtual entre los routers uniendo de esta forma ambos segmentos de red.

Existen otros tipos de configuración de VPN como acceso remoto de clientes VPN para lo cual es necesario un equipo principal que generará el túnel y un software cliente VPN en los clientes remotos para el acceso, el router Cisco VPN RV120W permite realizar hasta 10 túneles VPN ya sea en configuración Gateway a Gateway o de Gateway a cliente remoto.

La Figura 8 nos detalla la red de telefonía que se despliega en ambas sucursales con un modelo centralizado a través del software Elastix sobre el servidor ubicado en la sucursal de Quito, este a su vez se conecta con la red PSTN de telefonía tradicional e integra la red de datos de ambas sucursales. En este modelo destacan diferentes terminales de voz como son: computador de escritorio y laptop con software softphone para la recepción de las llamadas, un teléfono IP que se conecta a través de la red de datos al IP PBX, un teléfono analógico conectado en la sucursal de Quito a través de una tarjeta instalada en el servidor con una interface FXO, y un Smartphone que posee instalado un software softphone que convierte al dispositivo en una extensión móvil que depende de la cobertura de la red inalámbrica para su funcionamiento. En la sucursal de Latacunga para mantener las terminales analógicas es necesario la instalación de un adaptador ATA de telefonía que permite convertir el sistema digital a analógico y permitir que el sistema mantenga la parte analógica de este diseño.

2.5. Análisis y propuesta de interconexión a la central analógica.

La reutilización de la central analógica en el modelo propuesto y debido a sus características se implementará en la sucursal de Latacunga, lo que permitirá re direccionar las llamadas a todas las extensiones analógicas en esta sucursal de forma que se mantenga el componente analógico de este sistema. Para el efecto se debe utilizar un adaptador ATA el Cisco SPA112 que convierte la señal digital en analógica y esta a su vez ingresa en la interfaz de la central Panasonic existente haciendo las veces de troncal para este segmento del sistema y el conmutador se encarga de dirigir las llamadas a cada una de las extensiones que posee esta central PBX.

El funcionamiento de este esquema opera de manera similar a una cascada en conmutadores de datos, pero esta vez haciendo este proceso con el tráfico de voz, el adaptador ATA lleva consigo los parámetros de la extensión que se configuró en el servidor Elastix y son: número de extensión, usuario y contraseña. La configuración de este adaptador se encuentra en el capítulo 3 de esta investigación.

2.6. Dimensionamiento de la troncal

Para el flujo de voz sobre la red, es muy importante dimensionar la troncal de comunicación con la PSTN, en este modelo se propuso las interfaces FXO para que las llamadas puedan ser procesadas. Para calcular y dimensionar el tráfico que circulará por este sistema usaremos erlangB que se usa en función de que la petición de un usuario sea rechazada más no encolada, tomando como punto de partida el análisis previo realizado en cuanto al promedio de número de llamadas en horas pico, de igual forma la media de duración de cada llamada que se encontró fue de 3 minutos, según la **Tabla2**.

Tabla 2 Cantidad de llamadas en horas pico muestreadas en una semana de trabajo

HORA PICO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	PROMEDIO
8:30 a 9:30	6	8	8	7	7	7,2
14:00 a 15:00	8	7	7	6	7	7
17:00 a 18:00	7	6	5	9	7	6,8
PROMEDIO TOTAL HORA PICO						7

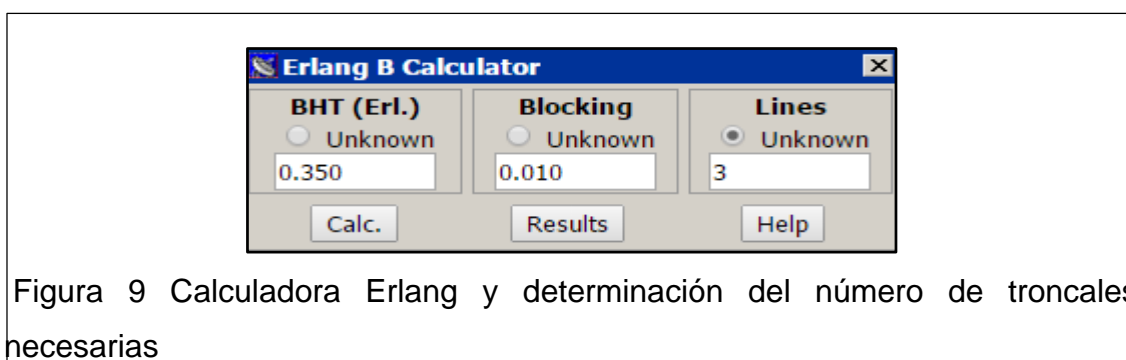
El cálculo de erlangs de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$BHT = n * t \text{ (erlangs)}$$

De donde BHT es el tráfico en hora pico medido en erlangs, n es el número de llamadas en 60 minutos y t es el tiempo promedio de duración de las llamadas, quedando de la siguiente forma

$$BHT = \frac{7 * 3 \text{ min.}}{60 \text{ min.}} = 0,35 \text{ erlangs}$$

Para calcular el número de troncales necesitamos como condición adicional la probabilidad de que a un usuario se le niegue la atención por falta de recursos, en este caso por convenio se llegó a que la probabilidad PB no sea mayor al 0.01%, usando la una calculadora erlang nos da como resultado tres troncales necesarias para cumplir esta demanda. **Figura 9.**



2.7. Diseño del plan de marcación.

El plan de marcación es fundamental en la estructura de un sistema de comunicaciones de voz dentro de una compañía, lo que permite la fácil identificación, mantenimiento e incluso la adición de restricciones según el plan diseñado.

Actualmente la compañía cuenta con un plan de marcación independiente y sencillo, basada en 2 dígitos tanto para la sucursal de Quito como para la de Latacunga respectivamente, estos esquemas de marcación serán reestructurados a un modelo de 3 dígitos de la siguiente manera. Para la ciudad de Quito el primer dígito será el número 1 y para la ciudad de Latacunga el número 2. El segundo dígito corresponderá al área al que pertenece el usuario dentro de la estructura organizacional de la compañía, asignándose para las gerencias el dígito 1, administrativo el 2, área técnica el número 3, y contabilidad el número 4 y finalmente el tercer dígito varía de acuerdo al número de usuarios dentro del departamento, esto sería los dígitos 0 al 9 tal como muestra la tabla

Tabla 3 Plan de marcación compañía Redemax

SUCURSALES	FUNCIONES	1 ^{er} DÍGITO	2 ^{do} DÍGITO	3 ^{er} DÍGITO
Quito	Gerencias	1	1	0-9
	Administrativo	1	2	0-9
	Técnico	1	3	0-9
	Contabilidad	1	4	0-9
Latacunga	Gerencias	2	1	0-9
	Administrativo	2	2	0-9
	Técnico	2	3	0-9
	Contabilidad	2	4	0-9

3. CAPÍTULO III. LABORATORIO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA

3.1. Configuración enlace VPN

Para la configuración de la comunicación VPN entre las sucursales de Quito y Latacunga se escogió enlazar los gateways mediante el túnel VPN de la siguiente manera:

Una vez iniciada la sesión en el router ingresamos a la opción de VPN-configuración básica de VPN el cual nos permitirá configurar el enlace de una manera sencilla. El asistente nos simplificará de manera significativa la configuración del enlace estableciendo la mayoría de parámetros en sus valores por defecto y presuponiendo una clave compartida para el establecimiento de la sesión, haciendo que se creen las políticas de IKE y VPN según estos valores. Los parámetros a configurar manualmente en el asistente son: nombre de la conexión, clave compartida, dirección IP WAN remota y local, dirección IP LAN remota y local tal como lo muestra la **Figura 10**.

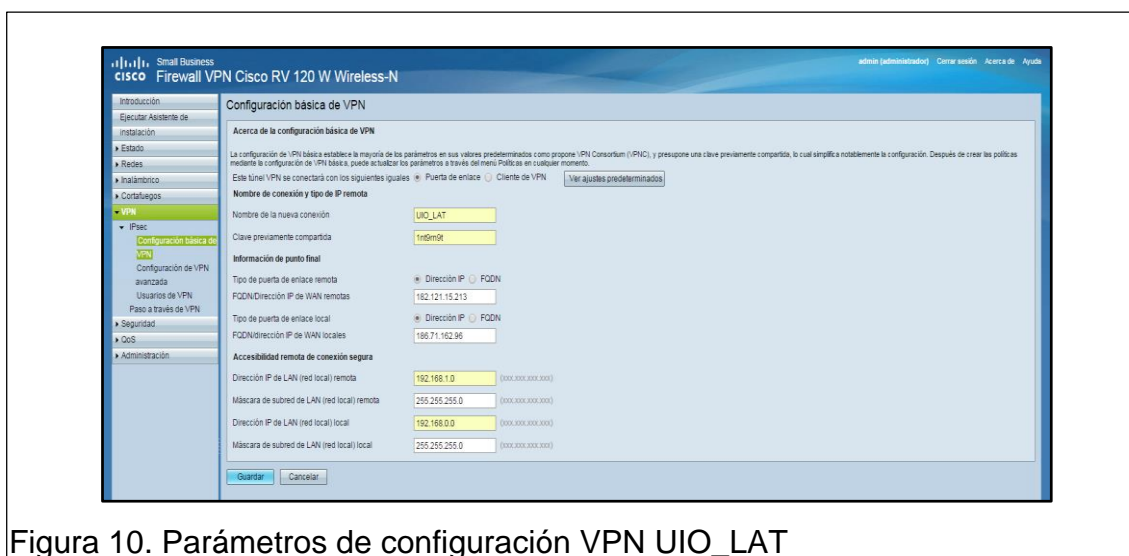


Figura 10. Parámetros de configuración VPN UIO_LAT

Una vez guardada la configuración el cuadro de políticas IKE y VPN quedará de la siguiente manera. **Figura 11**.

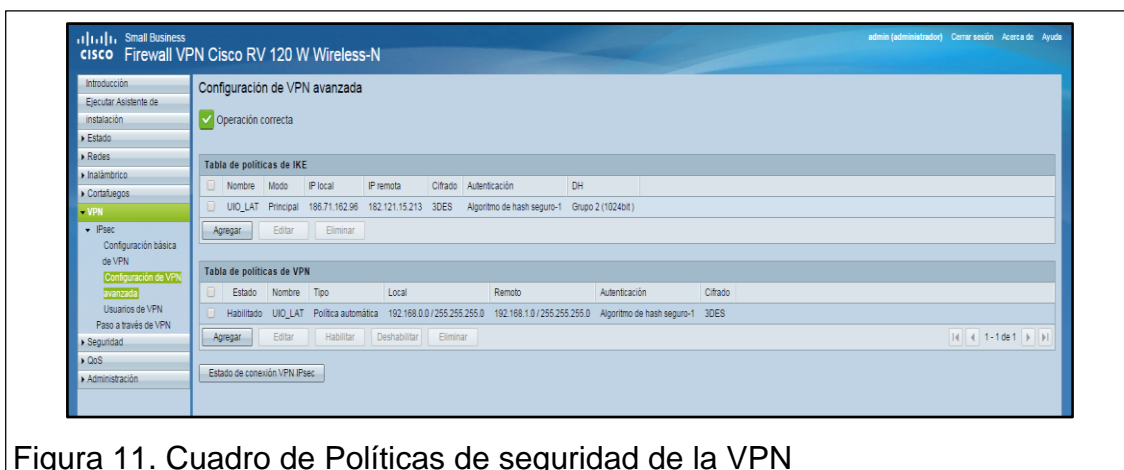


Figura 11. Cuadro de Políticas de seguridad de la VPN

Los valores definidos para el enlace VPN en la sucursal de Latacunga serán los mismos, con la única diferencia que las direcciones IP WAN, LAN remotas y locales serán en sentido contrario, de esta forma el enlace VPN se encuentra completo y la conectividad de la sucursal de Quito y Latacunga se encuentra establecido para la transmisión de datos y voz.

3.2. Configuración QoS en el enlace VPN

Para la configuración en el router Cisco RV120W accedemos a la página de configuración en el menú QoS, en donde como primer paso debemos habilitar QoS en la interface WAN para permitir después agregar los perfiles de prioridades y las colas con sus respectivas preferencias asignadas al tráfico de voz que circula por el enlace configurado en ambos extremos, los valores por defecto establecidos para prioridades alta son de 61%, media de 31% y baja del 10%. Las prioridades agregadas en la tabla de QoS WAN son alta para el flujo de voz y media para la transferencia de datos. **Figura 12.**

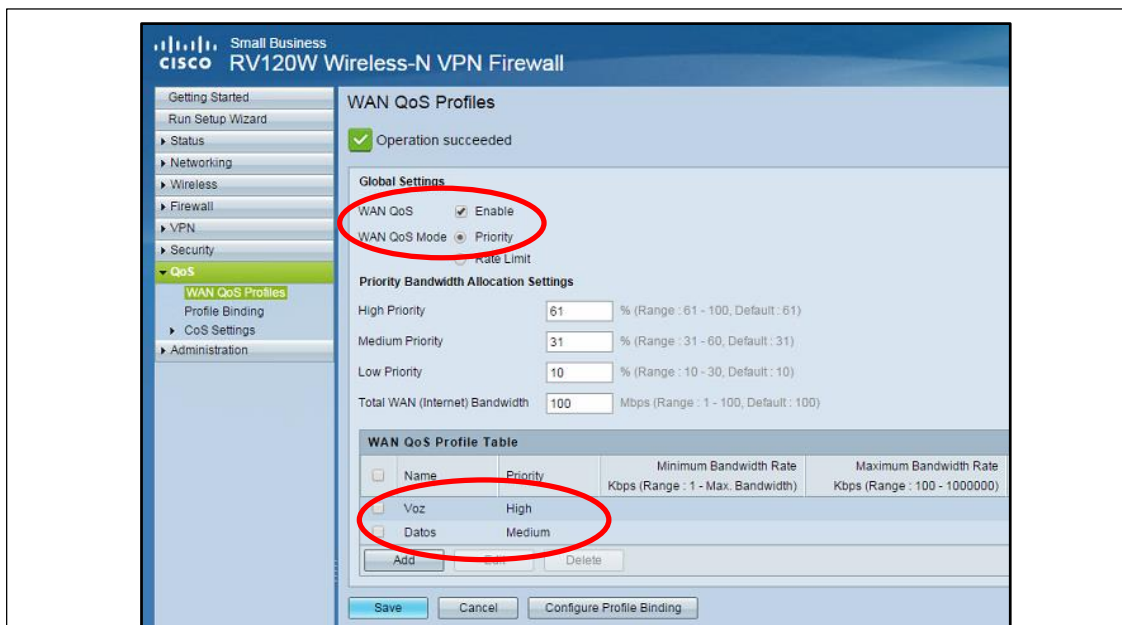


Figura 12 Panel de configuración QoS en el enlace WAN

El siguiente paso es definir los valores de prioridad a las colas en el submenú CoS (Class of Service) del menú QoS, se escogió para la cola 0 como prioridad más baja y para la cola 7 como la más alta, definiéndose así hasta 8 colas de prioridad que después se asociarán al tipo de servicio. **Figura 13**

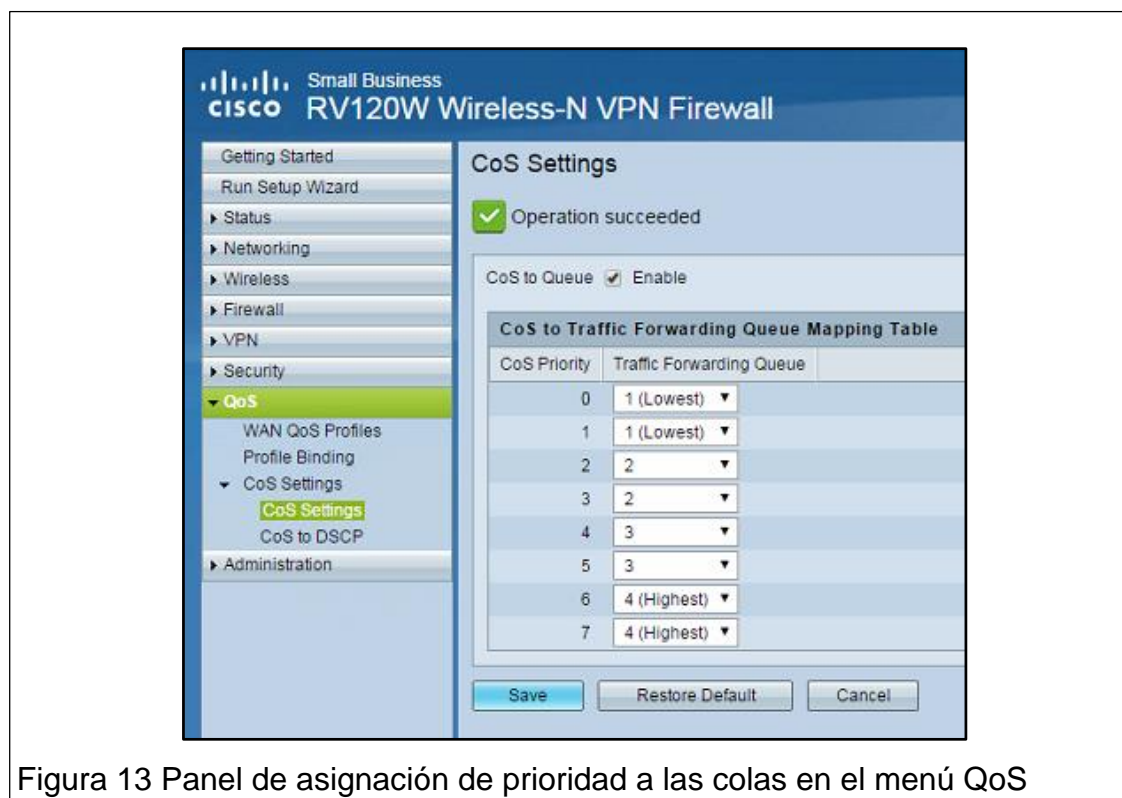


Figura 13 Panel de asignación de prioridad a las colas en el menú QoS

Como paso final configuramos los perfiles de asignación al tipo de tráfico, estableciendo como valor de prioridad el parámetro DSCP (Differentiated Service Code Point) que asigna un valor de costo que puede ser de 0 a 63 siendo 0 el valor para tráfico de mayor esfuerzo y 63 para prioridad alta, se escogió el valor 40 para transmisión SIP-TCP y 30 para SIP-UDP para que las colas de menor prioridad no sean desatendidas, quedando la tabla de la siguiente forma. **Figura 14**

Profile Binding

Add / Edit Profile Binding Configuration

Available Profiles: Voz

Service: SIP-TCP

Traffic Selector Match Type: DSCP

Starting IP Address: (xxx.xxx.xxx.xxx)

Ending IP Address: (xxx.xxx.xxx.xxx)

MAC Address:

VLAN ID: 1

DSCP Value: 40 (Range : 0 - 63)

Available SSIDs: AP-1

Profile Binding

Profile Binding Table

<input type="checkbox"/>	WAN QoS Profile	Service	Traffic Selector Match Type	Match Configuration
<input type="checkbox"/>	Enabled	SIP-TCP	DSCP	Voz
<input type="checkbox"/>	Enabled	SIP-UDP	DSCP	Voz

Figura 14 Panel de configuración de prioridad basado en DSCP

Los mismos valores deberán ser definidos al otro extremo del enlace para que las prioridades sean iguales.

3.3. Instalación y configuración de Elastix.

Para la implementación de este sistema de telefonía se parte de la instalación de la herramienta de manejo de máquinas virtuales Oracle Virtual Box sobre el cual se configura la máquina virtual por medio del archivo .iso que contiene el software Elastix que se sostiene sobre las distribuciones de Linux Centos y Red Hat.

3.3.1. Instalación de Elastix

Se inicia el proceso de instalación del sistema de comunicaciones unificadas Elastix a través de la imagen .iso descargada de la página de Elastix, para lo cual como primer paso debemos montar la imagen iso para que la máquina virtual inicie desde este medio y comenzar el proceso de instalación tal como muestran las **Figuras 15 y 16**.

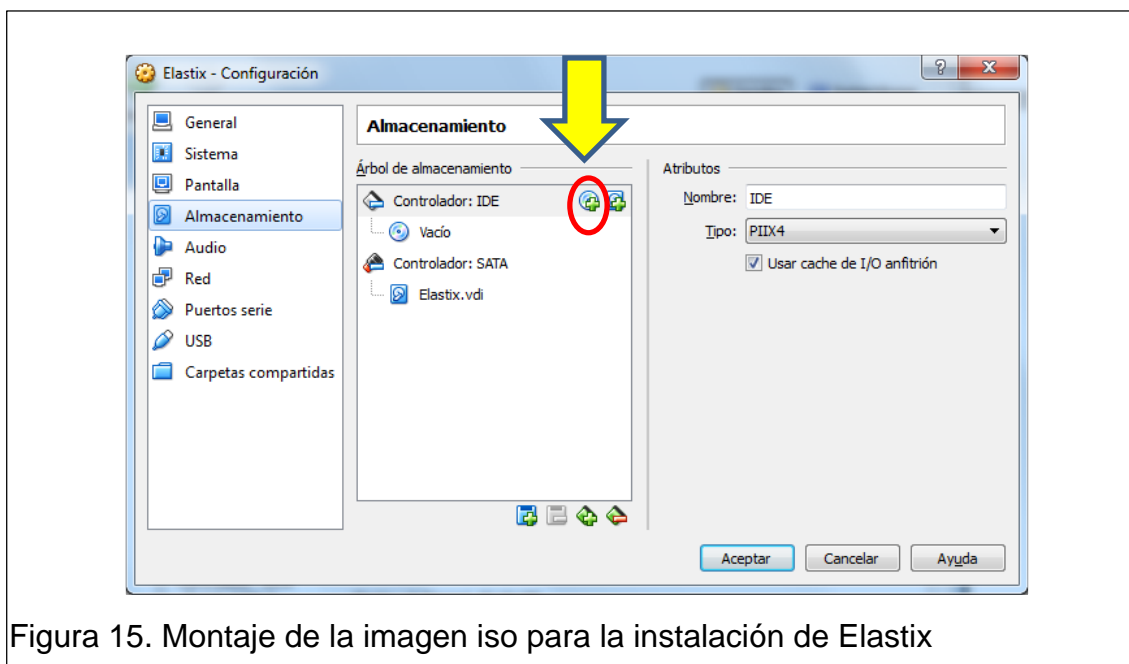


Figura 15. Montaje de la imagen iso para la instalación de Elastix

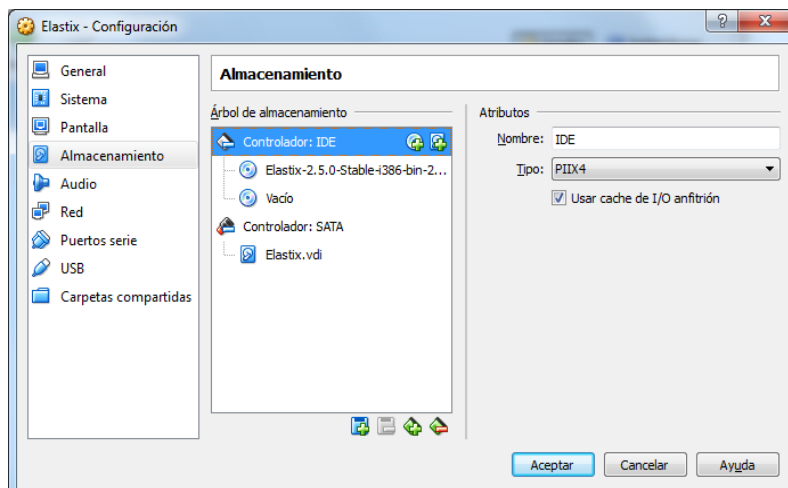


Figura 16. Panel de configuración de dispositivos de arranque

Realizado este proceso de configuración del dispositivo de arranque de nuestra máquina virtual podemos presionar el botón iniciar de la consola para que comience el proceso de instalación mostrándonos la siguiente pantalla descrita en la **Figura 17**

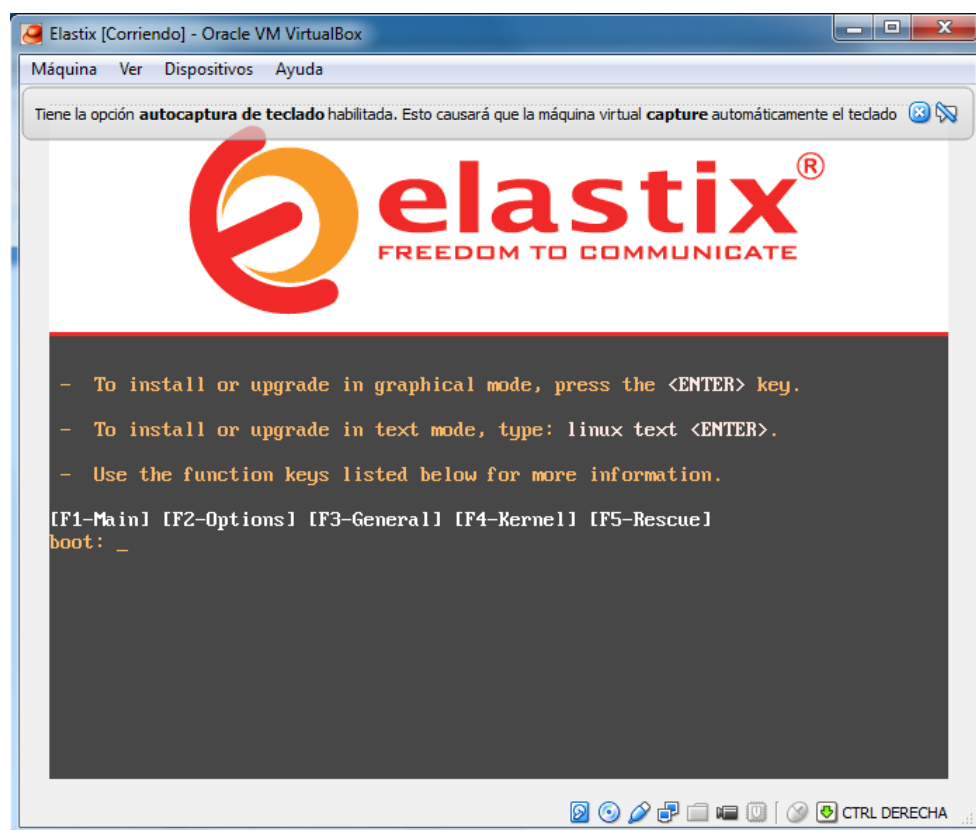


Figura 17. Pantalla del asistente de instalación de Elastix

Presionamos enter para continuar con la instalación de la distribución y en el paso siguiente el asistente nos solicita seleccionar el idioma de instalación que para nuestro caso es español. **Figura 18**

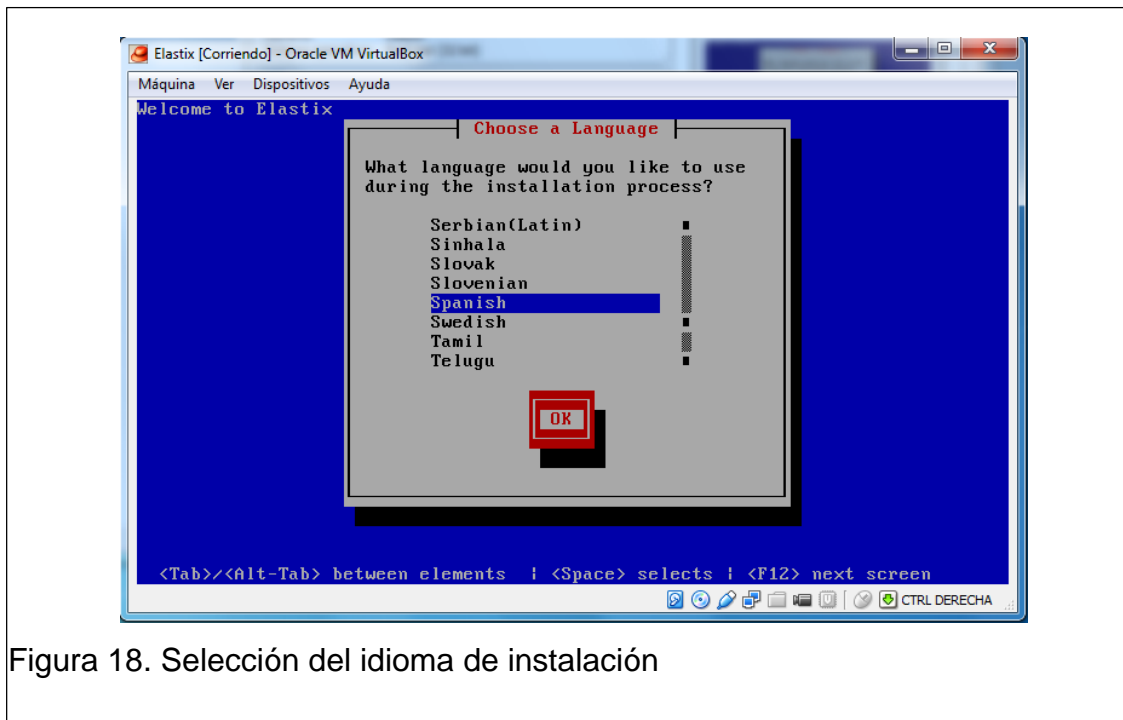


Figura 18. Selección del idioma de instalación

Seleccionamos en el siguiente paso el idioma del teclado que usará nuestra máquina virtual, se escogió la-*latin1* (español latinoamericano) **Figura 19**.

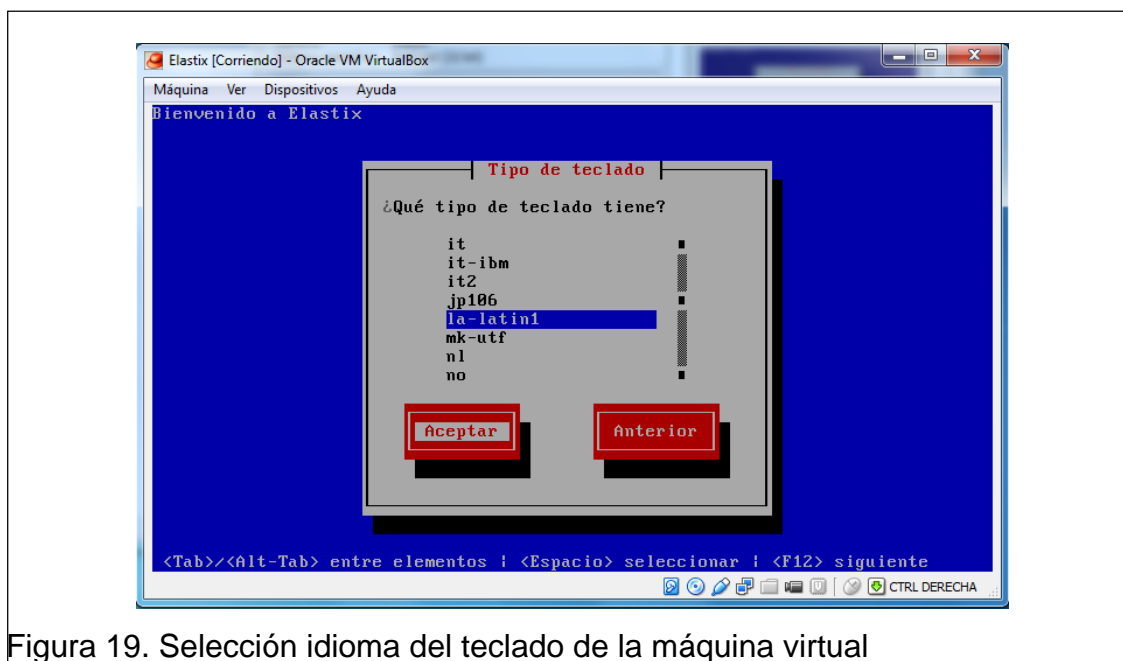


Figura 19. Selección idioma del teclado de la máquina virtual

El asistente de instalación de Elastix en el siguiente paso nos indica que no hay tabla de particiones y que debe ser creada, al realizar este paso se borrarán todos los datos contenidos en el mismo, en este caso es relevante al tratarse de un disco duro virtual vacío, aceptamos para continuar con la instalación. **Figura 20.**

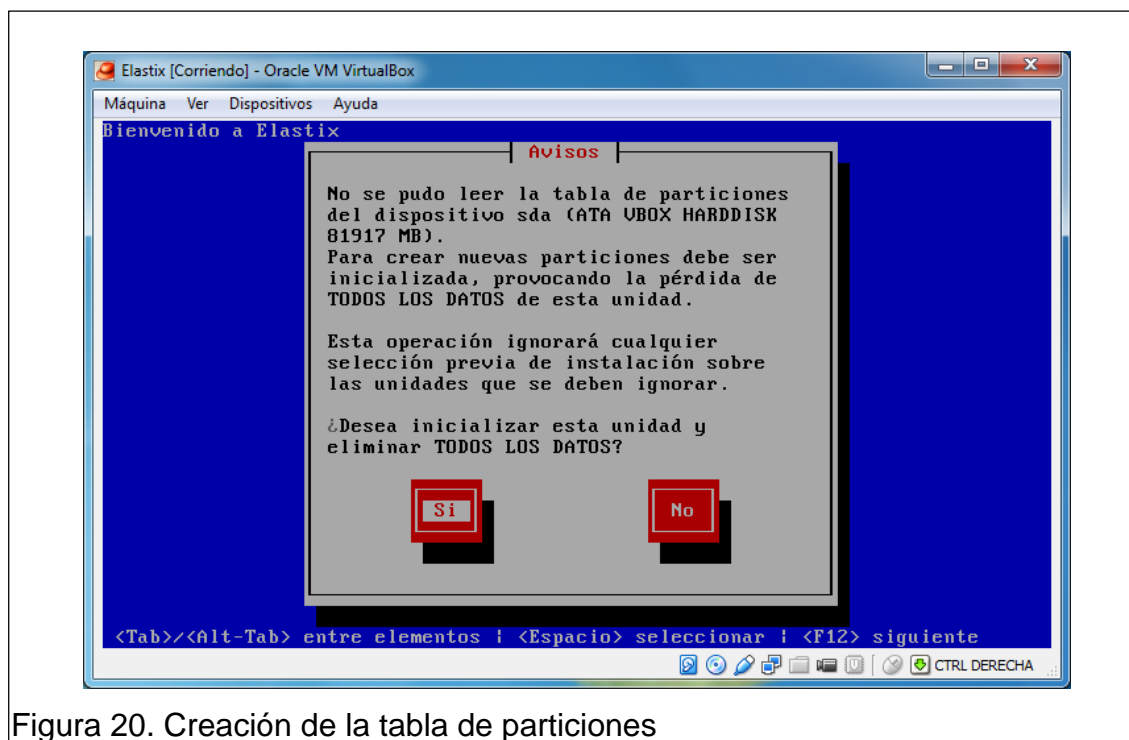


Figura 20. Creación de la tabla de particiones

Para continuar debemos seleccionar en el asistente el tipo de particionamiento que se utilizará para la instalación, para lo cual se tiene dos opciones; escoger un particionamiento personalizado o un particionamiento por defecto en el que el asistente de instalación de Elastix creará las particiones necesarias acorde al tamaño del disco duro, para nuestro caso seleccionamos “espacio disponible en dispositivos seleccionados y crear diseño predeterminado”. **Figura 21.**

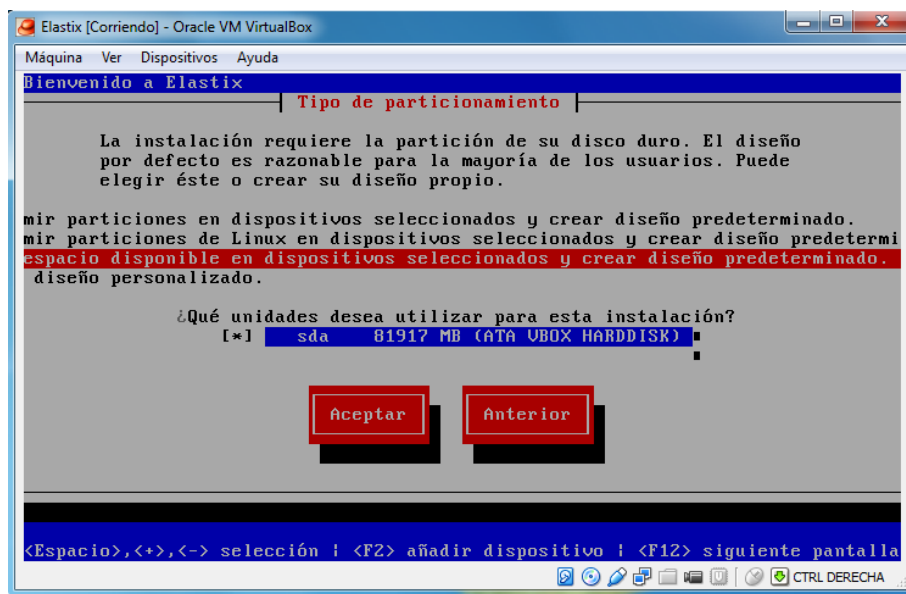


Figura 21. Selección del tipo de particionamiento del disco duro para la instalación de Elastix.

Una vez seleccionado el tipo de particionamiento Elastix nos preguntará si deseamos revisar y modificar el sistema de particionamiento, en nuestro caso seleccionamos "No" para aceptar el tipo escogido y continuar. **Figura 22.**

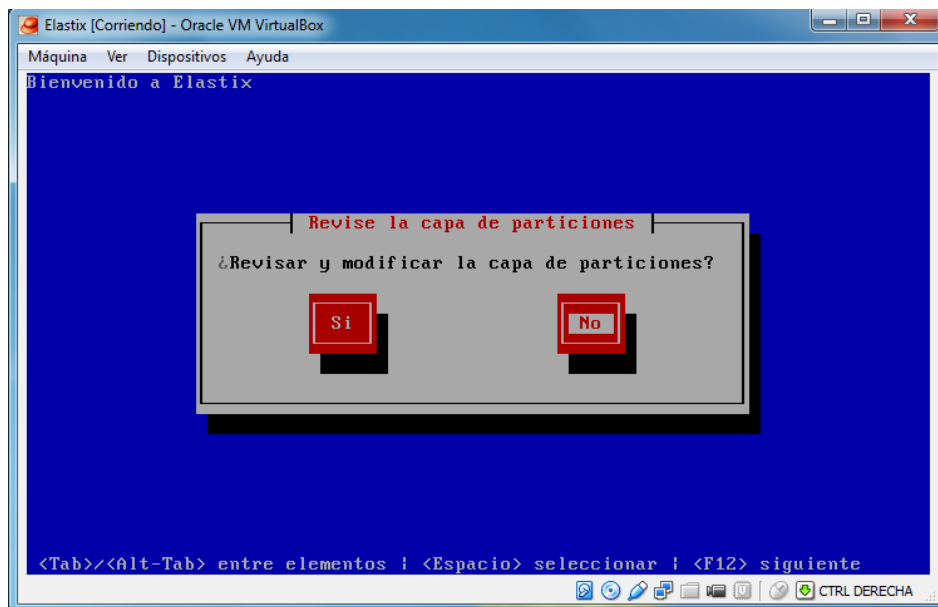


Figura 22. Confirmación de la selección del tipo de particionamiento del disco duro.

Como siguiente paso el asistente nos pregunta si deseamos configurar la interface de red eth0 encontrada en nuestro sistema, este paso se puede omitir y configurarlo al final, en este caso escogemos la opción “Si” **Figura 23.**



Figura 23. Selección de la configuración de la interfaz de red eth0

El siguiente paso es activar la interfaz de red y el soporte para IPv4 para lo cual se debe marcar la opción con un asterisco con la barra espaciadora y seleccionar aceptar para continuar. **Figura 24.**



Figura 24. Activación de la interfaz de red y soporte para IPv4

Como siguiente paso seleccionamos la configuración del direccionamiento de red de la interfaz eth0 que puede ser por DHCP o por direccionamiento estático, en este caso seleccionamos DHCP para continuar y después podremos desde el panel de configuración de Elastix seleccionar una IP estática que usará nuestra máquina virtual. **Figura 25.**

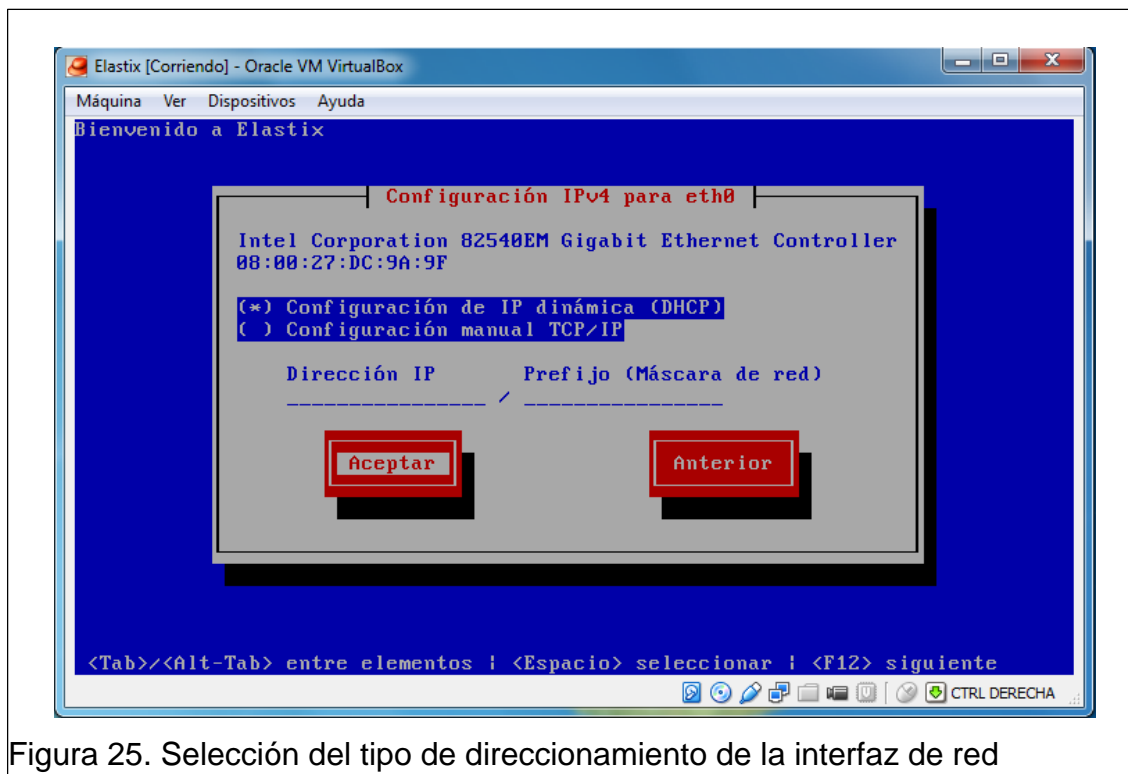


Figura 25. Selección del tipo de direccionamiento de la interfaz de red

Los dos siguientes pasos de la instalación nos permiten seleccionar el nombre de equipo en la red para lo cual se nos presentan dos opciones que son: asignación por DHCP opción que mantendrá el nombre de localhost para el equipo, y como segunda opción nos permite configurar manualmente que en este caso es la seleccionada y el nombre escogido es "CENTRAL-IP" **Figura 26.** El siguiente paso nos permite seleccionar la zona horaria de nuestro sistema para lo que seleccionamos la zona UTC -5 en la que se encuentra Colombia Bogotá – Lima – Quito. **Figura 27.**

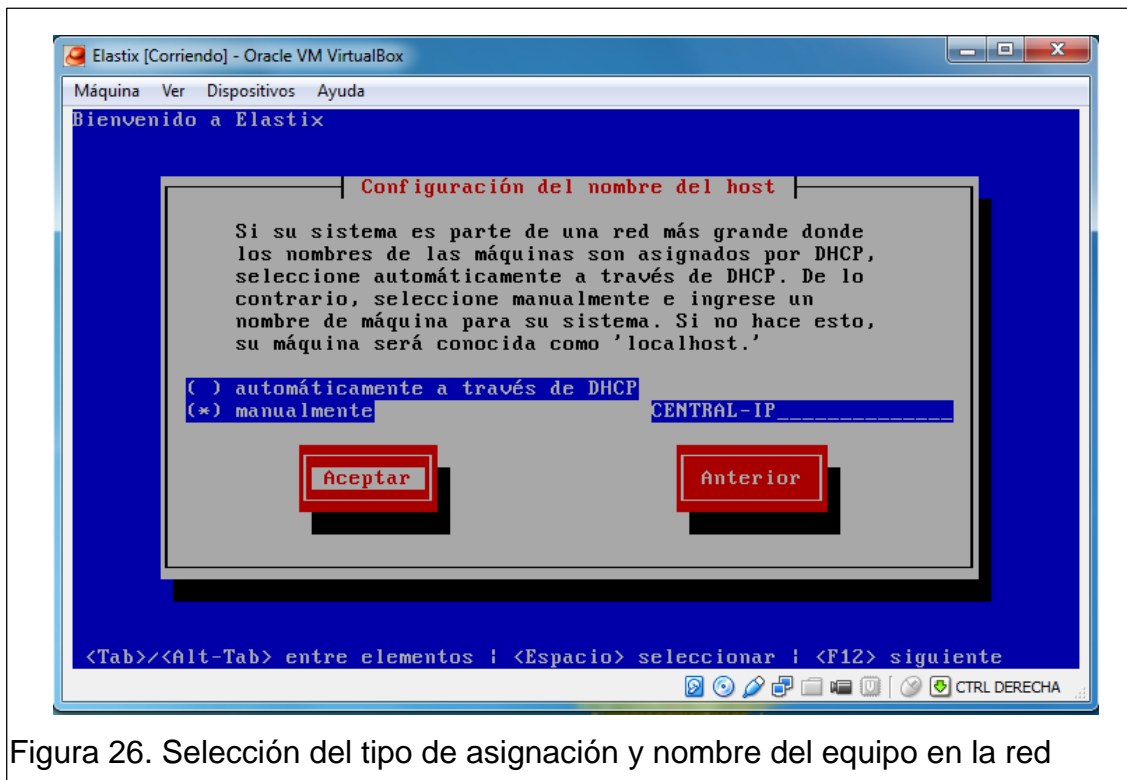


Figura 26. Selección del tipo de asignación y nombre del equipo en la red

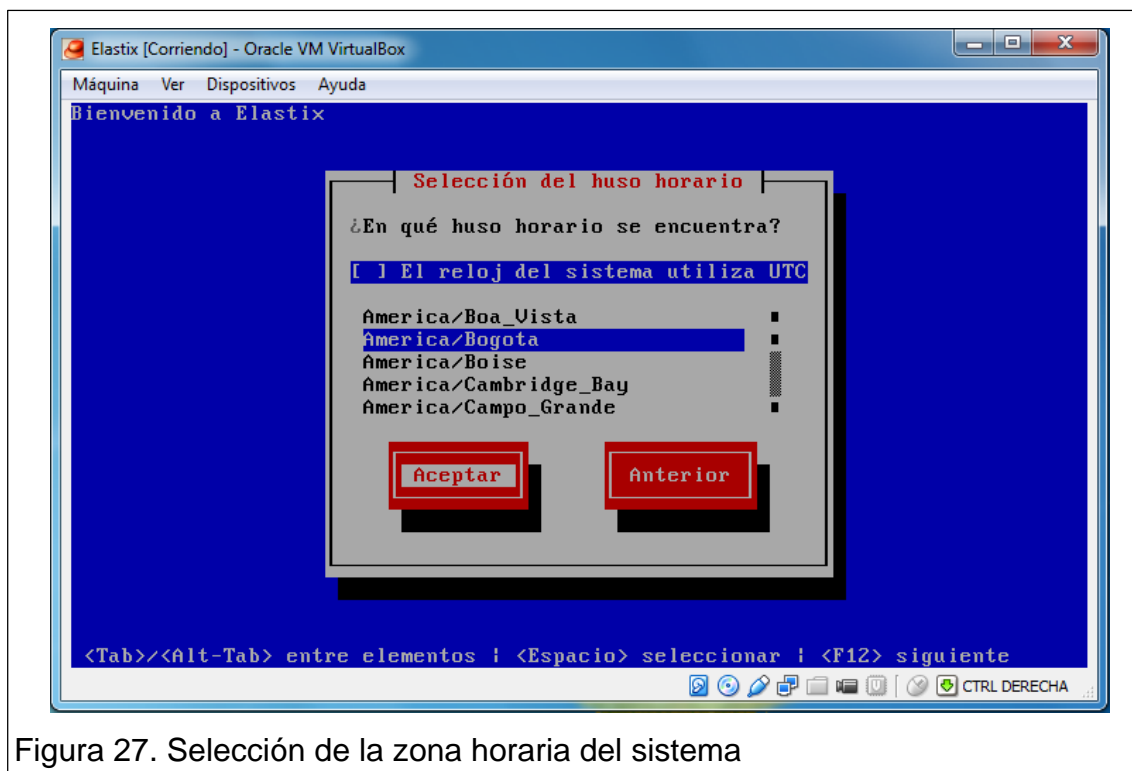


Figura 27. Selección de la zona horaria del sistema

Como paso final para la instalación el asistente nos solicita configurar una contraseña que usará el super-usuario de nuestro sistema root, para este caso la contraseña seleccionada es “1NT9RN9T” **Figura 28.**



Figura 28. Asignación de contraseña del usuario root del sistema

Una vez completado el proceso el asistente reiniciará nuestra máquina virtual para continuar con la configuración, en este caso nos solicita configurar una contraseña para el administrador (root) del motor de base de datos MySQL, que nos permitirá guardar las configuraciones y los usuarios de nuestro sistema de comunicaciones Elastix, una vez configurada nos solicitará confirmación. La contraseña seleccionada es “1nt9rn9t” **Figura 29.**

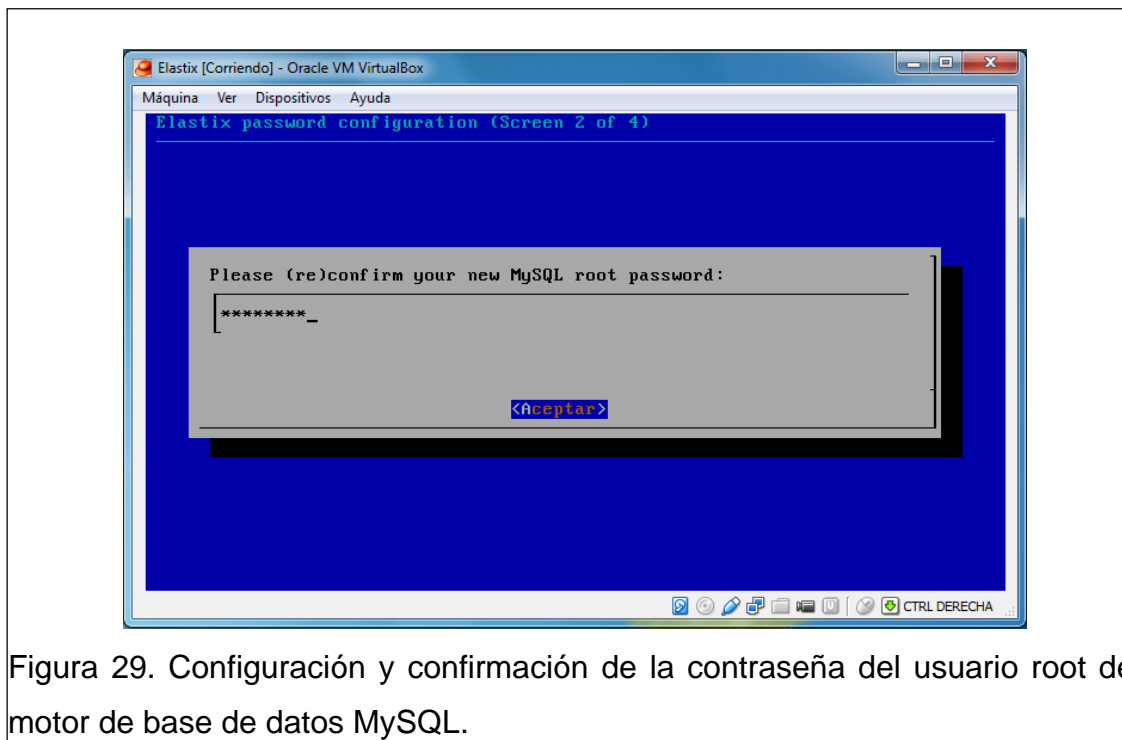


Figura 29. Configuración y confirmación de la contraseña del usuario root del motor de base de datos MySQL.

Como siguiente y último paso el asistente nos solicita configurar y confirmar una contraseña para el usuario "admin", este usuario es el que nos permitirá la configuración del nuestro sistema y cada uno de los servicios de la herramienta de comunicaciones unificadas Elastix desde la interfaz web. **Figura 30.**

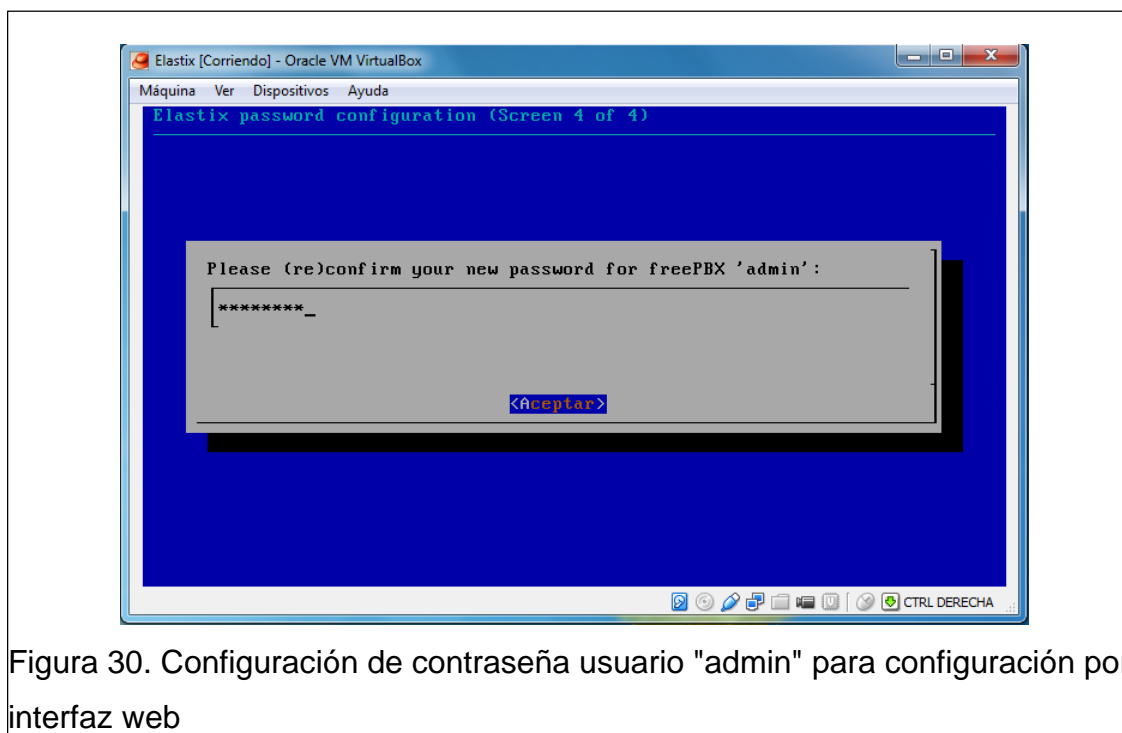


Figura 30. Configuración de contraseña usuario "admin" para configuración por interfaz web

Con este paso concluye la instalación de Elastix mostrándonos un terminal de autenticación en el cual nos solicita un usuario y una contraseña que definimos al configurar el usuario root del sistema, una vez autenticado de manera exitosa el usuario nos mostrará en pantalla la dirección IP que usaremos para la configuración de Elastix por la interfaz web. **Figura 31.**

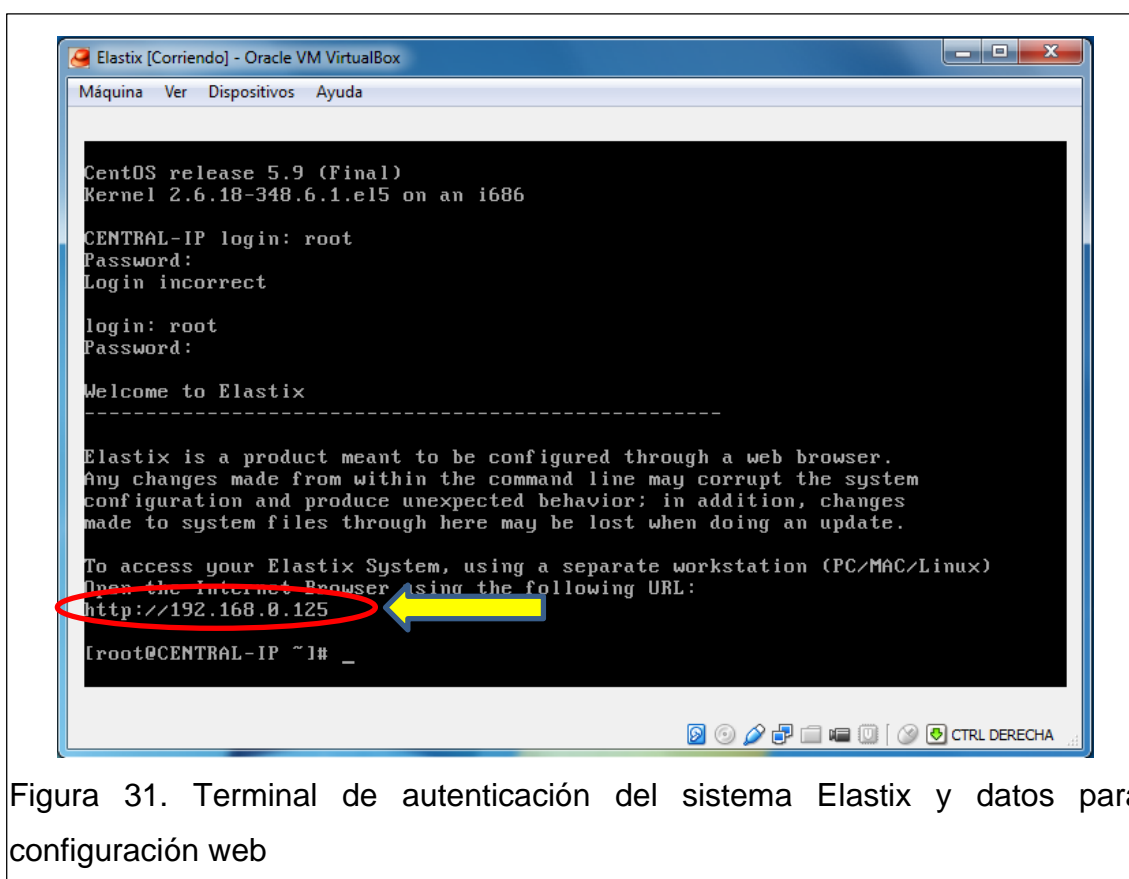


Figura 31. Terminal de autenticación del sistema Elastix y datos para configuración web

Una vez proporcionada la dirección IP de nuestro sistema podemos ingresarla en nuestro navegador para proceder con las configuraciones de los servicios del sistema.

3.4. Montaje y configuración de hardware

3.4.1. Instalación y configuración tarjeta PCI Voz IP

Para la instalación de la tarjeta de voz IP escogida Digium PCI TDM410P requerimos de un puerto PCI disponible en nuestra Workstation y los

controladores del hardware que trabajan sobre Linux en sus versiones de Centos, Debian, RedHat y Ubuntu, estos controladores se encuentran disponibles para su descarga en la página <http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/dahdi-linux-complete/>

Para la instalación del controlador de la tarjeta PCI, la interfaz web de administración de Elastix dispone del reconocimiento de hardware nuevo instalado para lo cual dependiendo del modelo de la tarjeta si los controladores se encuentran embebidos en el kernel del sistema de comunicaciones éstos se instalarán de forma automática, caso contrario nos solicitará la ubicación de los mismos, los controladores de este modelo de tarjeta los disponemos en la página web del fabricante.

3.5. Integración del componente analógico y digital

Esta integración está basada principalmente en dos parámetros que hacen posible que el sistema analógico y digital puedan complementarse en el sistema de comunicaciones de voz propuesto en esta investigación y son: la comunicación de la red PSTN (telefonía Pública conmutada) con la red local de voz digital a través de la tarjeta PCI de VOZ IP por medio de la interfaz FXO (Foreing Exchange Office) y la segunda la comunicación de la red de voz local con los terminales analógicos por medio del adaptador ATA Cisco SPA112 integrado a la central telefónica IP de Elastix. **Figura 32.**

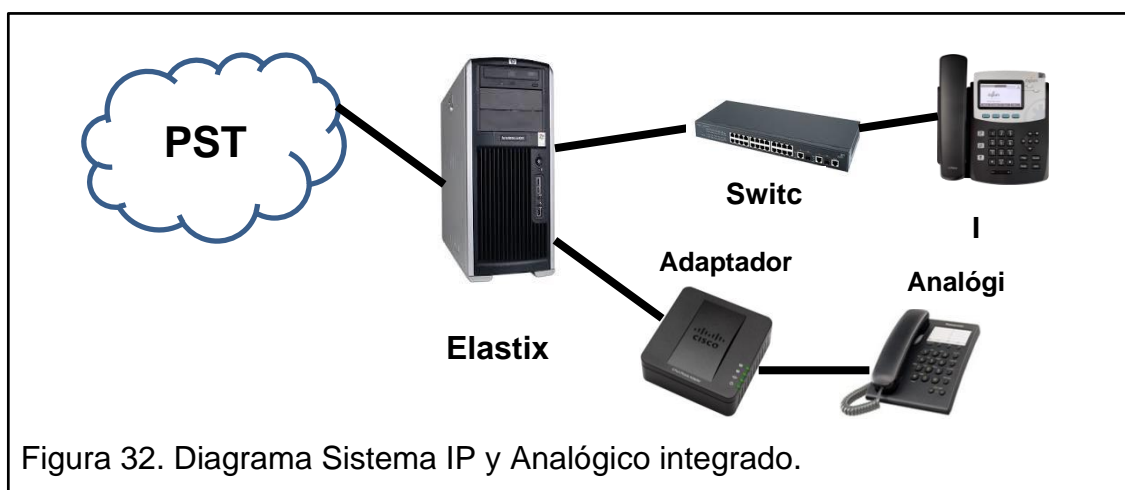


Figura 32. Diagrama Sistema IP y Analógico integrado.

3.6. Configuración de troncales y extensiones

3.6.1. Configuración de extensiones

Para esta configuración debemos autenticarnos en el administrador web de nuestra máquina virtual con la dirección IP que nos muestra nuestra consola una vez que hemos iniciado sesión con el usuario root, si no fuese el caso de que esta información esté disponible podremos acceder mediante el comando "ifconfig" que nos desplegará las interfaces de red disponibles en el sistema y debemos seleccionar la interfaz ethx donde x es el número de la interfaz asignada por el sistema y que normalmente tiende ser 0 es decir eth0. Una vez dentro seleccionamos la opción PBX en el dashboard de Elastix. **Figura 33.**

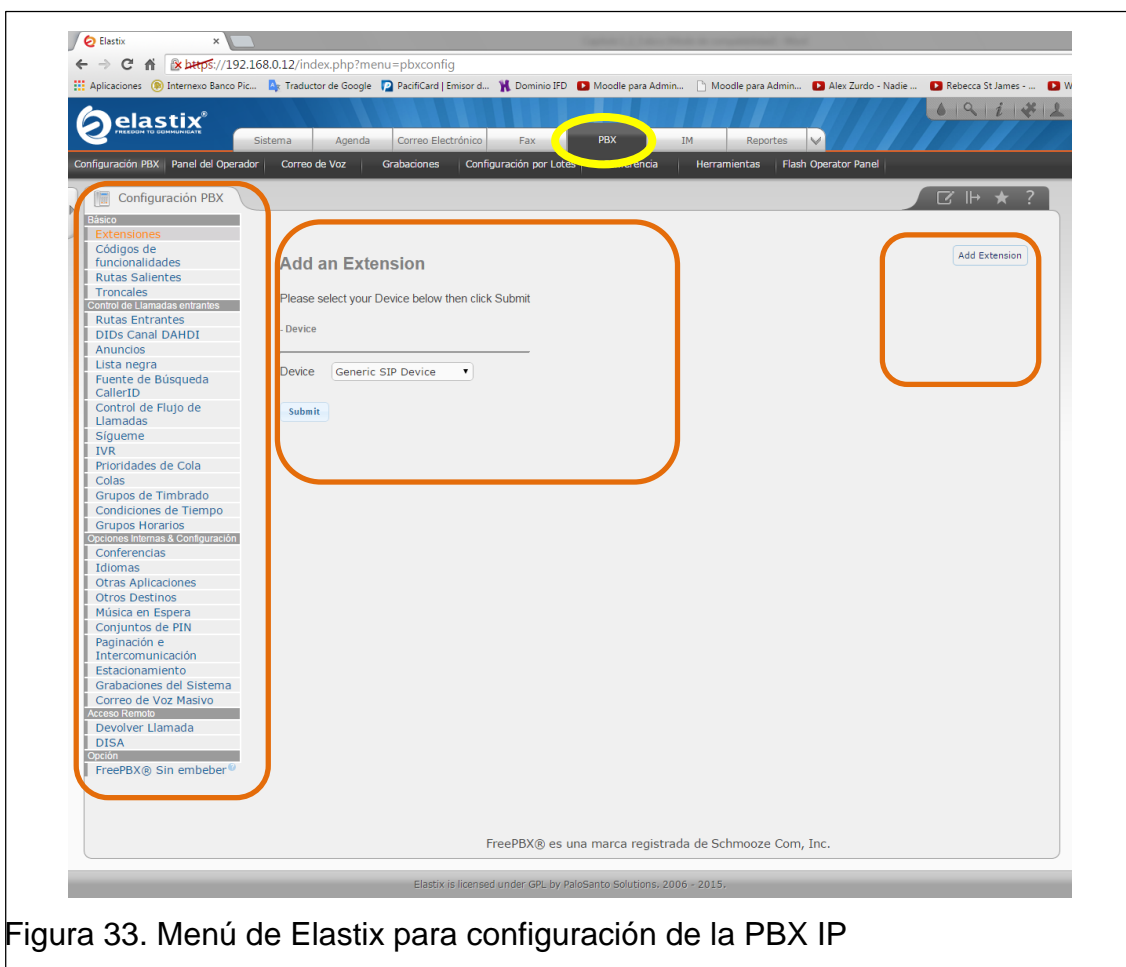


Figura 33. Menú de Elastix para configuración de la PBX IP

Tal como muestra la **Figura 33** el panel de configuración nos detalla tres secciones marcadas que indican las opciones a escoger nuestra configuración. La primera se encuentra en la parte izquierda y presenta todas las opciones disponibles para la configuración de nuestra PBX, la segunda es la parte central y presenta la opción de configuración de extensiones desplegando un menú de opciones disponibles y compatibles que funcionan con nuestro sistema y finalmente la tercera se encuentra en la parte derecha y es un menú rápido para agregar extensiones, además de que nos muestra un listado de extensiones ya configuradas, en este caso se encuentra vacío pues no hemos configurado todavía ninguna y el panel se encuentra vacío en esta sección.

El protocolo escogido para el funcionamiento de nuestro sistema de comunicaciones de voz ha sido SIP, por lo tanto, en el menú desplegable de la sección central escogemos la opción “Generic SIP Device” y damos click en la opción “Submit” lo que nos llevará a las siguientes opciones de configuración de las extensiones. **Figura 34.**



The image shows a web-based configuration interface for a SIP extension. At the top, there is a red bar with the text "Apply Config". Below this, the page is titled "Extensión: 1100". On the right side, there is a button labeled "Añadir Extensión" with a sub-label "Gerencia <1100>".

On the left side, there are several links: "Eliminar extensión 1100", "Add Gabcast Settings", "Add Follow Me Settings", and "- Editar extensión".

The main configuration area is divided into sections:

- Nombre para mostrar:** A text input field containing "Gerencia".
- CID Num Alias:** An empty text input field.
- Alias SIP:** An empty text input field.
- Opciones de la extensión:** A section containing several settings:
 - CID saliente:** An empty text input field.
 - Asterisk Dial Options:** A dropdown menu set to "tr" with an "Override" checkbox.
 - Ring Time:** A dropdown menu set to "Por defecto".
 - Call Forward Ring Time:** A dropdown menu set to "Por defecto".
 - Outbound Concurrency Limit:** A dropdown menu set to "No Limit".
 - Llamada en espera:** A dropdown menu set to "Deshabilitar".
 - Internal Auto Answer:** A dropdown menu set to "Deshabilitar".
 - Call Screening:** A dropdown menu set to "Deshabilitar".
 - Pinless Dialing:** A dropdown menu set to "Deshabilitar".
 - CID de emergencia:** An empty text input field.
- Assigned DID/CID:** An empty text input field.

Figura 34. Panel de configuración de extensiones SIP

Las opciones a configurar en este caso son: el nombre para mostrar, SID saliente que es el número de extensión y la opción de secret que será el password con que el terminal virtual se autenticará en el servidor de comunicaciones usando SIP, el resto de parámetros se dejarán por defecto hasta el momento en que configuremos más adelante los servicios con los que queremos que funcione nuestro sistema. Una vez aplicada esta configuración damos click en la opción enviar y luego nos aparecerá un recuadro en color rojizo indicándonos aplicar la configuración. **Figura 35.**

The screenshot displays the configuration page for extension 1100. At the top, a red bar contains the 'Apply Config' button. The page title is 'Extensión: 1100'. Below the title, there are links for 'Eliminar extensión 1100', 'Add Gabcast Settings', and 'Add Follow Me Settings'. A button 'Añadir Extensión' is visible in the top right corner, with sub-options 'Gerencia <1100>' and 'Prueba <1200>'. The configuration is organized into sections: '- Editar extensión', '- Opciones de la extensión', '- Assigned DID/CID', and '- Opciones del dispositivo'. In the 'Opciones de la extensión' section, the 'Nombre para mostrar' field is set to 'Gerencia', and the 'CID saliente' field is set to '1100'. In the 'Opciones del dispositivo' section, the 'secret' field is set to '1nt9m9t'. The 'dtmfmode' is set to 'Auto'. The 'Apply Config' button is circled in red.

Figura 35. Parámetros de configuración de extensiones SIP

Cada extensión será agregada según la necesidad de la compañía, para fines del desarrollo de la investigación y las debidas pruebas de funcionalidad vamos a configurar dos extensiones que son: Gerencia ext. 1100 configurada en una PC y Prueba ext. 1200 configurada en un teléfono móvil.

3.6.2. Configuración de troncales

El sistema Elastix nos permitirá escoger entre las diferentes opciones compatibles para las troncales como son: SIP, DAHDi, IAX2, ENUM, DUNDi.

Las troncales SIP proveen el transporte de la voz a través de la red IP utilizando el internet y los equipos compatibles con este estándar universal SIP permitiendo de esta manera obtener números telefónicos DID en cualquier parte geográfica del mundo.

Las troncales IAX2 también proveen el transporte de la voz usando la red IP y se usa comúnmente para enlazar dos o más servidores Elastix utilizando un único puerto UDP (4569) lo que facilita la comunicación entre servidores Elastix en diferentes redes.

Las troncales digitales usan enlaces E1, T1, J1 utilizan medios físicos como el cobre y la fibra óptica para el transporte de la voz y se ha convertido en el principal medio de transmisión por los proveedores de telefonía que integran la red IP a los servidores Elastix por medio de tarjetas o adaptadores para el funcionamiento.

Las troncales análogas usan los puertos FXO para recibir las líneas telefónicas de la PSTN y se requiere un puerto por cada línea, se puede utilizar adaptadores ATA para no instalar ningún hardware en el servidor Elastix y la comunicación es por medio del protocolo SIP.

El número de llamadas simultáneas está relacionado con el tipo de troncal utilizado, así por ejemplo en troncales digitales E1 se aceptan hasta 30 llamadas

por enlace, en troncales análogas una llamada por cada enlace y en troncales SIP e IAX2 teóricamente no hay límite de llamadas pero “se recomienda no sobrepasar los 200 canales ya que éstas se ven únicamente limitadas por el ancho de banda del enlace” según lo que recomienda el sitio web de Elastix (Elastixtech, s.f.).

Para este diseño utilizaremos las troncales análogas con interfaces FXO y la opción a configurar en nuestro servidor Elastix es la troncal DAHDI. Los parámetros a configurar en estas troncales son el nombre de la línea troncal, canales máximos, que para nuestro sistema es 1 y el identificador DAHDI que es la interfaz FXO configurada hacia la PSTN y que puede ser g1, g2, g3, g4 según el número de módulos FXO insertados en nuestra tarjeta de telefonía, para el ejemplo vamos a usar la interfaz g1 y como prefijo de marcación externa el 0 (cero) lo que nos indica que para hacer una llamada externa primero se deberá marcar este prefijo seguido del número a marcar estos parámetros se muestran en la **Figura 36**.

Apply Config

Editar línea troncal DAHDI

Eliminar línea troncal Linea_1

ATENCIÓN: ¡Esta línea troncal no está siendo usada por ninguna ruta!

Opciones generales

Nombre de la línea troncal: Linea_1

Outbound CallerID:

CID Options: Allow Any CID

Canales máximos: 1

Asterisk Trunk Dial Options: Override

Continue if Busy: Check to always try next trunk

Deshabilitar línea troncal: Deshabilitar

Dialed Number Manipulation Rules

(prepend) + prefix | match pattern

+ Add More Dial Pattern Fields Clear all Fields

Asistente de reglas de marcación: (seleccione uno)

Prefijo de marcación externa: 0

Opciones salientes

DAHDI Identifier: g1

Enviar cambios Duplicate Trunk

Figura 36. Parámetros de configuración de la troncal análoga

Para el direccionamiento de las llamadas salientes vamos a configurar una ruta dentro del sistema que nos permitirá indicar por cuál troncal configurada deberán salir las llamadas, además de una ruta entrante que indicará al sistema hacia qué extensión se deberá direccionar las llamadas que ingresan, en este caso será a la extensión 1100 de la recepción. **Figuras 37 y 38.**

Apply Config

Editar ruta

Eliminar ruta Salida

Route Settings

Nombre de la ruta: Salida

Route CID: Override Extension

Contraseña de la ruta:

Route Type: Emergencia Intra-Company

¿Música en espera? default

Time Group: ---Permanent Route---

Route Position: ---No Change---

Additional Settings

Grabación de llamadas: Allow

PIN Set: None

Dial Patterns that will use this Route

() + 9 | [/]

(prepend) + prefix | [match pattern / CallerID]

[+ Add More Dial Pattern Fields](#)

Asistente de reglas de marcación: (seleccione uno)

Export Dialplans as CSV: [Export](#)

Trunk Sequence for Matched Routes

0 Linea_1

1

[Añadir línea troncal](#)

Optional Destination on Congestion

Normal Congestion

Figura 37. Configuración de ruta saliente

Ruta: Entrante

[Eliminar ruta Entrante](#)

[Editar Extensión 1100 \(Recepción\)](#)

Editar ruta entrante

Descripción:

Número DID:

CallerID Number:

CID Priority Route:

Opciones

Alert Info:

CID name prefix:

Música en espera:

Signal RINGING:

Pausa antes de contestar:

Privacidad

Gestor de privacidad:

Búsqueda de CID

Fuente:

Idioma

Idioma:

Fax Detect

Detect Faxes:

Grabación de llamadas

Grabación de llamadas:

Establecer destino


Figura 38. Configuración de ruta entrante

3.7. Configuración de servicios del sistema

Cada uno de los servicios determinados en el alcance de este proyecto será configurado en cada una de las extensiones creadas en nuestro sistema de comunicaciones con excepción del servicio de uso de múltiples usuarios como es la conferencia de llamadas.

3.7.1. Conferencia de llamadas

Este servicio nos permitirá crear un espacio en el cual los usuarios pueden interactuar a través de un número de conferencia establecido y un pin que cada usuario al ingresar deberá marcar para unirse, este servicio crea en la opción de conferencia en el menú de configuración de PBX. **Figura 39.**



Conferencia: 1700

[Eliminar conferencia 1700](#)

Editar conferencia

Número de conferencia: 1700

Nombre de la conferencia: Conferencia

PIN de usuario: 1700

PIN de administración: 1700

Opciones de conferencia

Mensaje de bienvenida: Ninguno

Esperar al administrador: No

Talker Optimization: No

Talker Detection: No

Modo silencioso: No

Contador de usuarios: No

Entrada/Salida de usuario: No

Música en espera: No

Music on Hold Class: inherit

Permitir menú: No

Grabar conferencias: No

Maximum Participants: No Limit

Mute on Join: No

[Enviar cambios](#)

Figura 39. Configuración de conferencia de llamadas

3.7.2. Servicios Comunes

En esta sección configuraremos para cada extensión la llamada en espera, la transferencia de llamadas, buzón de voz donde se configurará para cada buzón como contraseña el mismo número de extensión de una manera simple en el asistente de configuración de extensiones únicamente habilitando dichas opciones y en el caso del buzón de voz definiendo los parámetros del mismo como lo muestra la **Figura 40**.

The image shows a configuration page for a PBX system. The left sidebar lists various settings: CID saliente, Asterisk Dial Options, Ring Time, Call Forward Ring Time, Outbound Concurrency Limit, Llamada en espera, Internal Auto Answer, Call Screening, Pinless Dialing, CID de emergencia, and - Buzón de voz. The main content area is divided into two sections. The top section, 'Llamada en Espera', has several dropdown menus: 'Por defecto', 'Por defecto', 'No Limit', 'Habilitar' (circled in blue), 'Deshabilitar', 'Deshabilitar', and 'Deshabilitar'. The bottom section, 'Buzón de voz', has a dropdown menu for 'Estado' set to 'Habilitado' (circled in blue), a text input for 'Contraseña del buzón de voz' with the value '1200', and several 'Sí/No' toggle buttons for 'Enviar mensajes del buzón de voz adjuntos en el email', 'Decir CID', 'Decir fecha y hora', and 'Eliminar mensaje de voz'.

Figura 40. Llamada en Espera y Buzón de Voz

La transferencia de llamadas y el identificador del llamante por defecto se encuentran operativos en cada uno de los terminales telefónicos tanto de hardware como en los softphones por lo tanto no se configuran en nuestra PBX.

3.8. Pruebas de funcionalidad

Las pruebas realizadas en el laboratorio de este proyecto están basadas en dos parámetros que son: el funcionamiento del sistema y el rendimiento de la red una vez implementado la solución. Las pruebas de funcionamiento se realizaron entre un terminal con softphone y un Smartphone con el cliente zoiper configurado en el mismo. Los resultados de rendimiento de la red se determinaron utilizando la herramienta de monitoreo de red PRTG disponible para la descarga gratuita de la página <https://www.es.paessler.com/prtg/download>.

3.8.1. Pruebas de funcionamiento.

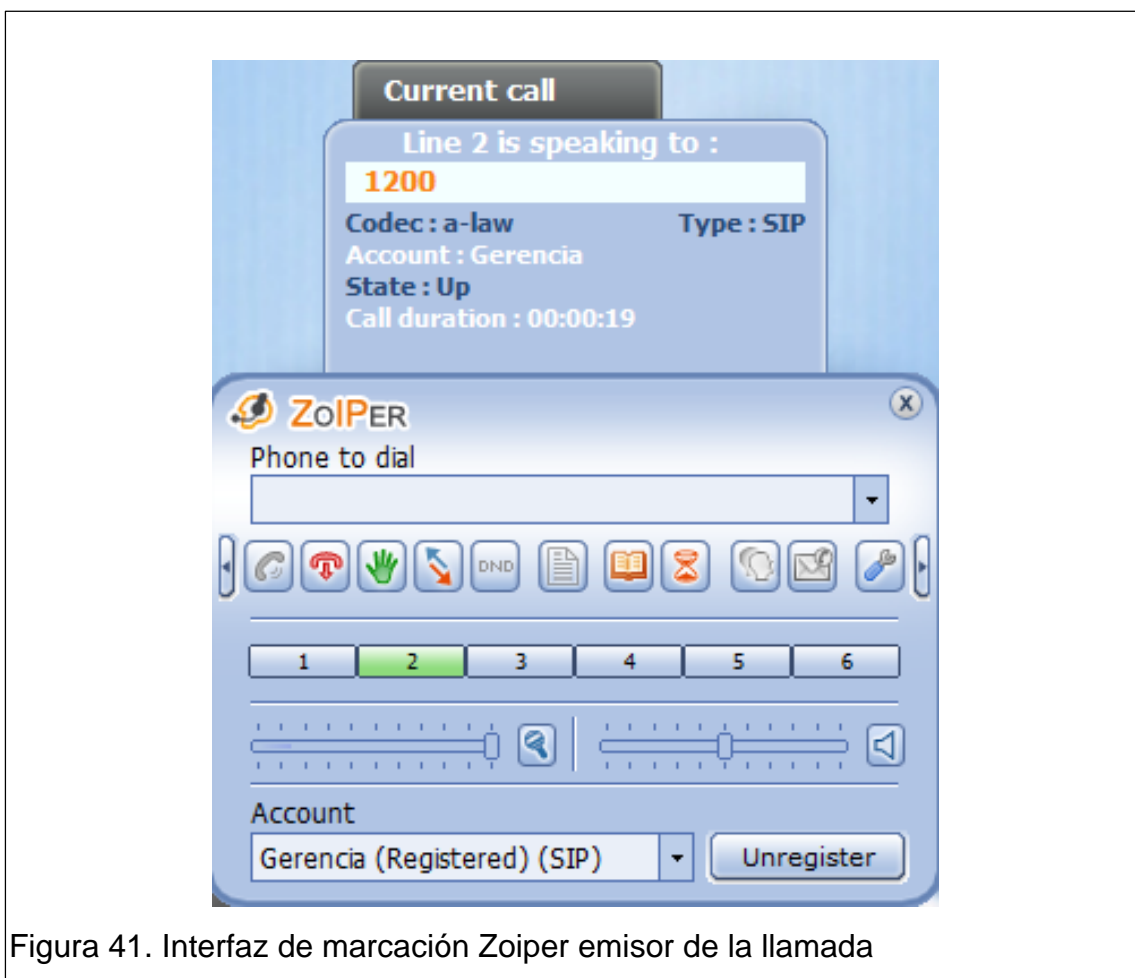


Figura 41. Interfaz de marcación Zoiper emisor de la llamada

En la **Figura 41** se muestra la interfaz de marcación del emisor de la llamada IP configurada en una PC actuando como cliente del softphone Zoiper y configurada la extensión 1200 como gerencia.

La **figura 42** corresponde al receptor de la llamada en el que se muestra la pantalla del cliente zoiper configurada en un terminal Smartphone recibiendo una llamada de la extensión 1100 configurada como recepción.



Figura 42. Llamada de prueba a un cliente Zoiper en un teléfono Móvil

3.8.2. Pruebas de rendimiento.

El uso del ancho de banda no excede el actual por lo que el rendimiento de la red es óptimo para el funcionamiento del sistema de comunicaciones con Elastix, se monitoreo la red con la herramienta PRTG y se obtuvo las siguientes estadísticas. **Figura 43**

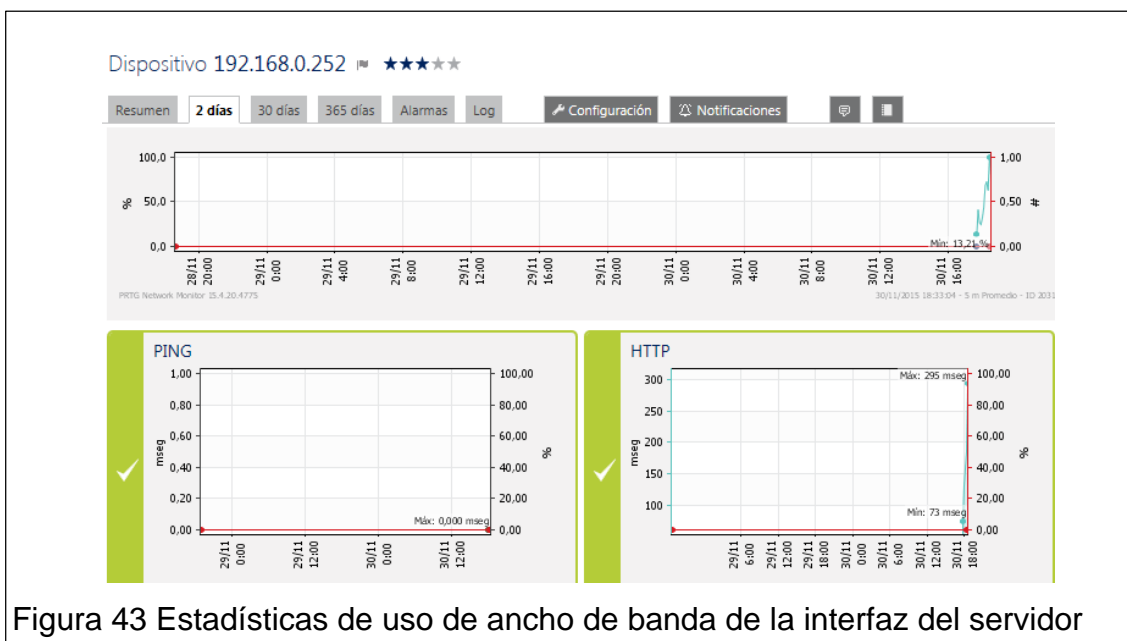


Figura 43 Estadísticas de uso de ancho de banda de la interfaz del servidor

Adicional a estas pruebas se monitoreo los tiempos de respuesta de la red mostrada en los picos de la siguiente gráfica en donde se evidencian un promedio de 4.5 milisegundos de respuesta, lo que se convierte en un indicador de buen funcionamiento de la red y del enlace VPN. **Figura 44**



Figura 44 Sensor de tiempos de respuesta PRT

4. CAPITULO IV. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El análisis de costo beneficio de este proyecto está basado en tres premisas principales para el estudio económico de esta investigación, y son: el análisis de costos del proyecto, el análisis de los beneficios en base a indicadores de gestión y el análisis de la relación de estos dos factores. Este ACB (análisis de costo beneficio) a través de los indicadores de gestión nos permitirá medir los resultados de la realización de este proyecto en la empresa y la cuantificación de sus beneficios, para finalmente establecer una relación entre estos dos factores que por medio del análisis de los resultados permitirá la toma de decisiones acerca de la implementación de este proyecto.

4.1. Análisis de costos del proyecto de implementación

El análisis de los costos del proyecto está basado en el método del costeo TCO por sus siglas en inglés “Total Cost Of Ownership” (Costo Total de Propiedad), este método permite determinar los costos directos e indirectos que la realización de este proyecto generaría en su implementación. Al ser un proyecto de ámbito tecnológico los costos están relacionados con adquisición, configuración, mantenimiento, contratación, administración, entre otros.

Existen varias metodologías para determinar el TCO como por ejemplo: Gartner Group, Interpose Inc, Eduardo Pierdant, Alejandra Fellner. Para el desarrollo de esta investigación se toma en cuenta el método de Interpose Inc. basado en costos directos e indirectos y éstos a su vez subdivididos de la siguiente manera:

Costos directos:

- Hardware y Software
- Administración
- Soporte
- Desarrollo
- Cuotas de comunicación

Costos Indirectos:

- Usuarios finales
- Tiempos sin servicio

4.1.1. Costos directos

Estos costos se denominan también presupuestados ya que representan bienes capitales e influyen en las soluciones tecnológicas de las organizaciones, esta clasificación incluye: adquisiciones, soporte, honorarios externos, capacitación, mantenimiento, desarrollo, importaciones, licencias, impuestos, viajes, reparación, comunicaciones. Además de otros costos que pueden ser fácilmente identificados en los activos del proyecto.

En esta investigación los costos directos están determinados según la metodología escogida para el desarrollo de este proyecto de la siguiente manera:

- Hardware y Software. - esta cuenta incluye gastos de capital, cuotas de alquiler, servidores, dispositivos de comunicación y redes, y el software requerido para el funcionamiento de la plataforma diseñada en el modelo propuesto.
- Administración. - costos relacionados con la administración de la red, almacenamiento, servicios profesionales de terceros.
- Soporte. - gastos en trabajos de soporte, capacitación y mantenimiento.
- Desarrollo. - gastos de contenidos y aplicaciones, así como elaboración de documentación y el mantenimiento de aplicaciones auxiliares.
- Comunicación. - incluyen los gastos por enlaces de datos, conexiones de direcciones IP, carga de acceso a servidores, entre otros.

A continuación, se muestra en las siguientes tablas los costos directos abarcados en este proyecto excluyendo los valores de equipos existentes y según la estructura mencionada de acuerdo a la metodología utilizada para el posterior cálculo del TCO del proyecto.

Tabla 4 Costos directos de Hardware y Software

Costos Directos				
Hardware y Software	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total
	Teléfonos IP	4	160	640
	Celulares	1	380	380
	Adaptador ATA	1	120	120
	Tarjeta Telefonía	1	460	460
	Headphones	2	28	56
	Software Elastix	1	0	0
	Software para terminales	4	0	0
	Costo total Hardware y Software			

Tabla 5 Costos directos de Administración

Administración	Descripción	Técnicos Asignados a la Administración	Costo mensual
	Administración de Red Mano de obra mantenimiento Administración de Aplicaciones	1	900
	Costo total Administración		900

Tabla 6 Costos directos Soporte

Soporte	Descripción	Costo	Total
	Entrenamiento Usuario Final	0	0
	Contratos de soporte	0	0
	Certificación Elastix	1500	1500
Costo total Soporte			1500

Tabla 7 Costos directos Desarrollo

	Descripción	Técnico asignado al estudio y diseño	Costo
Desarrollo	Diseño y Desarrollo Documentación Pruebas	1	1000
	Costo total Desarrollo		1000

Tabla 8 Costos directos Comunicación

	Descripción	Costo Promedio Mensual Quito	Costo Promedio Mensual Latacunga	Costo Total
Comunicación	Conexiones IP's e Internet	55	55	110
	Servicio Telefonía Analógica	100	0	100
	Energía Eléctrica	70	54	124
	Costo total Comunicación			334

El costo de energía eléctrica se estimó del promedio de las planillas de servicio de cada una de las sucursales correspondientes al año 2014

A continuación, se presenta un cuadro de resumen con los costos directos del proyecto en su fase inicial.

Tabla 9 Resumen de costos directos del proyecto

CUADRO DE RESUMEN COSTOS DIRECTOS	
Costos directos	Costos
Hardware y Software	1656
Administración	900
Soporte	1500
Desarrollo	1000
Comunicación	334
Total	5390

4.1.2. Costos indirectos

Son aquellos costos que no se encuentran presupuestados y que afectan a los proyectos de tecnología, estos costos generalmente representan tiempos muertos cuando el usuario final requiere soporte o una consultoría externa y afectan directamente a la productividad de la compañía, estos costos son de difícil medición ya que no cuentan con un estándar o regla fija, debido a esta dificultad de medición nos basaremos en una apreciación de exactitud del sistema asumiendo que no tendría fallas significativas.

Los costos de soporte a usuario final se estiman como cero asumiendo lo siguiente: que este gasto está incluido en el gasto de soporte asignado en los costos directos del proyecto, y que además las pérdidas planeadas por mantenimiento se realizarían en horas no laborables del personal administrativo.

4.1.3. Cálculo del TCO

Para el cálculo del TCO del proyecto se realiza un cuadro de resumen de los costos directos e indirectos, estableciendo aquellos que son iniciales y aquellos que son recurrentes con una proyección a 5 años establecidos para el funcionamiento de este sistema de comunicaciones. Posterior a esto la sumatoria de los costos iniciales y recurrentes será el TCO del proyecto al tiempo estimado para el mismo de la siguiente manera:

Tabla 10 Resumen gasto por períodos del proyecto

Costos directos	Gasto Inicial Mensual	Primer Año	Segundo Año	Tercer Año	Cuarto Año	Quinto Año
Hardware y Software	1656	1656	0	0	0	0
Administración	900	10800	10800	10800	10800	10800
Soporte	1500	1500	0	0	0	0
Desarrollo	1000	1000	0	0	0	0
Comunicación	334	4008	4008	4008	4008	4008
TOTALES		18964	14808	14808	14808	14808

El valor final del TCO está dado por la sumatoria de los totales de hardware, administración, soporte, desarrollo, y comunicación de los 5 períodos establecidos para la vida útil del proyecto.

Tabla 11 Cálculo del TCO del Proyecto

CALCULO TCO	
Costos directos	
Hardware y Software	1656
Administración	54000
Soporte	1500
Desarrollo	1000
Comunicación	20040
Costos indirectos	
Usuario Final	0
Tiempo sin sistema	0
TOTAL DEL PROYECTO	78196

4.2. Análisis de los beneficios del proyecto

Tanto la compañía como los empleados de la misma se verán afectados por el desarrollo de este proyecto y por ende beneficiados de los recursos que este sistema ofrece, así como; acceso al sistema, ahorro de tiempo, disponibilidad entre otras bondades que el sistema ofrece en su ejecución. Los beneficios obtenidos en este proyecto no serán medidos en términos económicos, sin embargo, se verán beneficios de éste ámbito reflejado en términos de tiempo. Las siguientes tablas muestran cómo se distribuyen los beneficios tanto para el usuario como para la compañía.

Tabla 12 Beneficios para el usuario final

USUARIO FINAL	BENEFICIO	DIMENSIONES
Beneficios Económicos	Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comunicación. ➤ Procesamiento de una solicitud. ➤ Espera del cliente.
Beneficios sociales	Acceso, uso y disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cobertura en las sucursales. ➤ Prestación de los servicios. ➤ Satisfacción de los usuarios.

Tabla 13 Beneficios para la Compañía

COMPAÑÍA	BENEFICIO	DIMENSIONES
Beneficios Económicos	Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atención personalizada. ➤ Mejor respuesta a una solicitud. ➤ Procesamiento efectivo de un requerimiento.
Beneficios de Gestión	Gestión Humana	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Satisfacción de los empleados.
	Calidad de la gestión	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Performance. ➤ Monitoreo y control.

4.2.1. Beneficios económicos para el usuario final.- como se había mencionado finalmente la eficiencia que produce el sistema reflejará ahorro de tiempo en los procesos de la compañía y esto beneficiará a los usuarios finales en términos económicos.

4.2.2. Beneficios sociales para el usuario final.- el acceso, uso y disponibilidad de este sistema será garantizado para los usuarios y la usabilidad del mismo para que los beneficiarios interactúen entre sí como empleados y con los clientes de la compañía de una manera eficiente, gozando así de los servicios prestados por el sistema de comunicaciones.

4.2.3. Beneficios económicos para la compañía.- el ahorro de tiempo en los procesos de la compañía finalmente reflejarán réditos económicos para la misma.

4.2.4. Beneficios de gestión para la compañía.- estos beneficios se verán en dos campos: la gestión humana y la calidad de la gestión

4.2.4.1. Gestión humana.- al mejorar los tiempos se mejora la gestión en el personal humano obteniendo la satisfacción tanto de los empleados como de los clientes.

4.2.4.2. Calidad de la gestión.- este beneficio se verá reflejado en la calidad de la prestación de los servicios tanto internos para los empleados como externos para los clientes, dando como resultado un performance y un posible monitoreo y control de los procesos del sistema de comunicaciones.

4.3. Relación costo beneficio del proyecto

Debido a que este es un proyecto de estudio y no de implementación los valores para el cálculo de la relación de los costos y el beneficio serán estimados y

expresados de la siguiente manera para representar los indicadores de gestión que evaluarán la implementación o no de este proyecto.

$$\textit{Relación costo beneficio} = \frac{\textit{Beneficios económicos}}{\textit{Costos totales del proyecto}} \quad \textbf{(Ecuación 1)}$$

De donde los beneficios económicos son calculados en función de la hora hombre de trabajo por el ahorro en tiempo que genera la utilización del sistema al plazo de 5 años que es el tiempo de vida útil de este proyecto, los cuales se determinaron mediante pruebas piloto de la utilización del sistema de comunicaciones son de un 5% en ahorro de tiempo del trabajo de hora hombre por mes. Determinando así los siguientes valores.

$$\textit{Beneficios económicos} = \sum(\textit{mes hombre de trabajo} * 5\%) * 60 \text{ (meses)}$$

$$\textit{Beneficios económicos} = \$615 * 60 \text{ (meses)}$$

$$\textit{Beneficios económicos} = 36900$$

Los cálculos del mes hombre de trabajo se encuentran detallados en el **Anexo 3** de esta investigación.

Los costos totales del proyecto se determinaron en el análisis económico de este proyecto al plazo de 5 años.

$$\textit{Relación costo beneficio} = \frac{36900}{78196}$$

$$\textbf{Relación costo beneficio} = \mathbf{0,47}$$

El valor determinado del beneficio económico del proyecto representa el retorno parcial de la inversión, que a su vez relacionada con los costos nos devuelve un valor menor a 1 lo que indica que la inversión económica es mayor a los beneficios económicos obtenidos de este proyecto. Sin embargo, el análisis de costo beneficio no está fundamentado solamente en el factor económico sino también en los indicadores de gestión y demás beneficios sociales, de gestión humana y gestión de la tecnología detalladas en este mismo capítulo.

CONCLUSIONES:

Se analizó y diseñó un sistema de telefonía híbrida para brindar servicios de comunicaciones a la compañía Redemax a través de la herramienta Elastix.

Se determinaron los elementos para la de red de datos y voz necesarios para el diseño de este modelo de comunicaciones de acuerdo a las condiciones actuales de la compañía Redemax, tanto a nivel de hardware como de software. En hardware los equipos necesarios para la conectividad, en conectividad el enlace VPN, el software de telefonía y el software cliente en los equipos terminales.

Se determinó un sistema de direccionamiento y conectividad adecuada para las actuales sucursales de la compañía, para que formen parte de un mismo dominio de red y su funcionamiento sea acorde al modelo propuesto en la investigación. Se configuraron todos y cada uno de los equipos que conforman el modelo propuesto basado en VPN y el protocolo SIP de comunicaciones para ajustarse al alcance de este proyecto.

Se instaló y configuró el sistema de comunicaciones unificadas Elastix en una máquina virtual para integrarse al diseño propuesto y brindar los servicios descritos en el alcance del proyecto.

Se probó en laboratorio el esquema diseñado con los servicios configurados en el servidor de comunicaciones Elastix, así como en los equipos terminales para el debido funcionamiento del modelo propuesto para la empresa Redemax.

Se analizó la relación de costo beneficio del proyecto en función de indicadores de gestión tales como: beneficios sociales, gestión humana, y la calidad de gestión, estableciendo los costos directos e indirectos, así como los beneficios obtenidos en relación al ahorro de recursos y satisfacción de las partes involucradas en el desarrollo del proyecto.

Se determinó el retorno económico del proyecto que fue de \$ 36900 y los beneficios sociales, de gestión humana y tecnología del proyecto.

RECOMEDACIONES

Se recomienda utilizar todos los recursos del sistema de comunicaciones unificadas Elastix tanto de las funcionalidades de PBX como mensajería, correo electrónico y fax para aprovechar al máximo las prestaciones de este sistema en la empresa Redemax.

Se recomienda la utilización de hardware compatible con la herramienta Elastix para evitar problemas relacionados con compatibilidad de protocolos o funcionamiento de los equipos al utilizar estándares no compatibles con el sistema unificado de comunicaciones, a pesar de la flexibilidad que presenta la herramienta para acoplarse a la mayoría de normativas desarrolladas en el mercado.

Se recomienda tomar muy en cuenta la redundancia y la calidad en los enlaces en cada sucursal, así como el correcto mantenimiento de la red de datos y voz para garantizar y mejorar la disponibilidad del sistema en cada una de las agencias de la compañía Redemax.

Se recomienda una buena administración y mantenimiento tanto de los equipos que componen el sistema como del software involucrado en el funcionamiento de la estructura de comunicaciones, así como las debidas actualizaciones de cada recurso de software.

Se recomienda una revisión periódica anual con consultores expertos en el sistema Elastix para garantizar el funcionamiento y la implementación de mejoras en el sistema que se integraría en la empresa Redemax.

REFERENCIAS

- Albán, C., & Loor, J. (2010). *MGCP Media Gateway Control Protocol*. Recuperado el 18 de Agosto de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2544/1/CD-3230.pdf>
- Bibing US. (2002). *H.323*. Recuperado el 24 de Agosto de 2014, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11252/fichero/2-H.323.pdf>
- Elastix. (2006). *Elastix*. Recuperado el 10 de Agosto de 2014, de <http://www.elastix.org/index.php/es/informacion-del-producto/informacion.html>
- Elastixtech. (s.f.). *Funcionalidades*. Recuperado el 10 de Agosto de 2014, de <http://elastixtech.com/fundamentos-de-telefonía/voip-telefonía-ip/>
- Elastixtech. (s.f.). *Principios de transmisión de la voz*. Recuperado el 18 de Agosto de 2014, de <http://elastixtech.com/fundamentos-de-telefonía/transmision-de-la-voz/>
- Espiñeira Sheldon, A. (2003). *VPN o Redes Privadas Virtuales Parte 1*. Quito: Ecuador.
- IETF. (2002). *SIP Session Initiation Protocol*. Recuperado el 15 de Agosto de 2014, de <https://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>
- ITU. (2002). *IETF Community*. Recuperado el 12 de Agosto de 2015, de <https://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>
- Montana, R. (2011). *Definición de QoS*. Recuperado el 25 de Agosto de 2014, de www.uv.es/montanam/ampliacion/amplif_6.ppt
- Panasonic. (2015). *Teléfono Panasonic KX-T7730*. Recuperado el 26 de Agosto de 2014, de <http://www.panasonic.com/ar/empresas/comunicaciones/conmutadores/conmutadores-analogicos/kx-t7730.html>

- Pazmiño, V. (2013). *Análisis e implementación de la mejor alternativa para una VPN de la empresa Optimsoft para interconectar la base da datos de importaciones entre Quito y Guayaquil*. Quito.
- Pérez, S. (2001). *IPSec*. Recuperado el 14 de Agosto de 2014, de http://www.movistar.es/on/io/es/atencion/tutoriales_articulos/pdf/IPSec.pdf
- Pico, A. (2007). *FIFO (First In – First Out)*. Recuperado el 14 de Agosto de 2015, de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/2163/2886>
- Tecnipanacol. (s.f.). *Tecnipanacol Electrónica y Telecomunicaciones*. Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de <http://www.tecnipanacol.com/#!plantas-panasonic/cxtq>
- Textos Científicos. (2006). *L2F*. Recuperado el 17 de Agosto de 2014, de <http://www.textoscientificos.com/redes/redes-virtuales/tuneles/l2f>
- Wikimedia. (2013). *SCCP Skinny Call Control Protocol*. Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de https://es.wikipedia.org/wiki/Skinny_Client_Control_Protocol
- Wikimedia. (s.f.). *Breve historia de la telefonía*. Recuperado el 7 de Junio de 2014, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono>
- Wikimedia. (s.f.). *L2F*. Recuperado el 9 de Agosto de 2015, de <https://es.wikipedia.org/wiki/L2F>
- Znaty, S., Dauphin, J.-L., & Geldwerth, R. (2005). *Mecanismo de funcionamiento SIP*. Recuperado el 22 de Agosto de 2014, de <http://efort.com>

ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO

Telefonía híbrida.- sistema de comunicaciones telefónicas que combina la transmisión analógica y la digital en un solo sistema.

Convergencia.- confluencia de varios sistemas en uno solo para brindar un servicio unificado.

PSTN.- acrónimo de Public Switched Telephone Network “Red Pública Telefónica Conmutada”.

Softphone.- software utilizado para realizar llamadas a otros terminales telefónicos y que simula un terminal de hardware a través de software.

Asterisk.- programa de software libre para brindar las funcionalidades de una central telefónica fundamentada en Linux.

IP-PBX.- sistema diseñado para ofrecer comunicaciones telefónicas a través de la red de datos.

Gateway.- puerta de enlace o pasarela que permite comunicar dos redes diferentes con protocolo y arquitecturas diferentes.

Codecs.- son codificadores o decodificadores capaces de transcribir un flujo de señales puede estar basado en software o hardware o los dos y descifrar el flujo de datos para la manipulación en un formato adecuado.

Jitter.- es un retraso de una señal digital transmitida a través de variaciones temporales y que provocan una desviación en la exactitud de la señal de reloj.

SIP.- Protocolo de inicio de sesión, usado en las comunicaciones para señalización y control de las sesiones multimedia.

ACK.- es una respuesta de confirmación que se ha iniciado sesión o una llamada.

NAT.- Traslación de direcciones de red, es un mecanismo para intercambiar paquetes entre dos redes con direcciones incompatibles.

Trunking.- es una función para conectar Switches, routers o servidores en paralelo en modo full duplex.

Multiplexación.- es la combinación de dos o más canales de transmisión de información en un solo medio.

Tunneling.- método que consiste en encapsular un protocolo de red sobre otro para crear un túnel de información dentro de una red.

Addon.- es una aplicación que funciona como complemento para añadir funciones a una aplicación principal.

Firewall.- es un componente de un sistema o una red que bloquea los accesos no autorizados y filtra la información de acuerdo a las políticas de seguridad.

VPN.- Red Privada Virtual, es una tecnología que permite una extensión segura de una red local sobre una red pública.

PBX.- es un ramal privado de conmutación, es una central conectada a la red a través de troncales.

Kernel.- es un núcleo o parte fundamental de un sistema operativo.

Crackers.- expresión que define a un individuo que quebranta la seguridad de un sistema para obtener información y beneficios a través de esto.

Gatekeeper.- dispositivo que permite la comunicación entre terminales H.323 de forma directa.

FXO.- Foreign Exchange Office, es una interfaz de central externa que recibe la línea analógica.

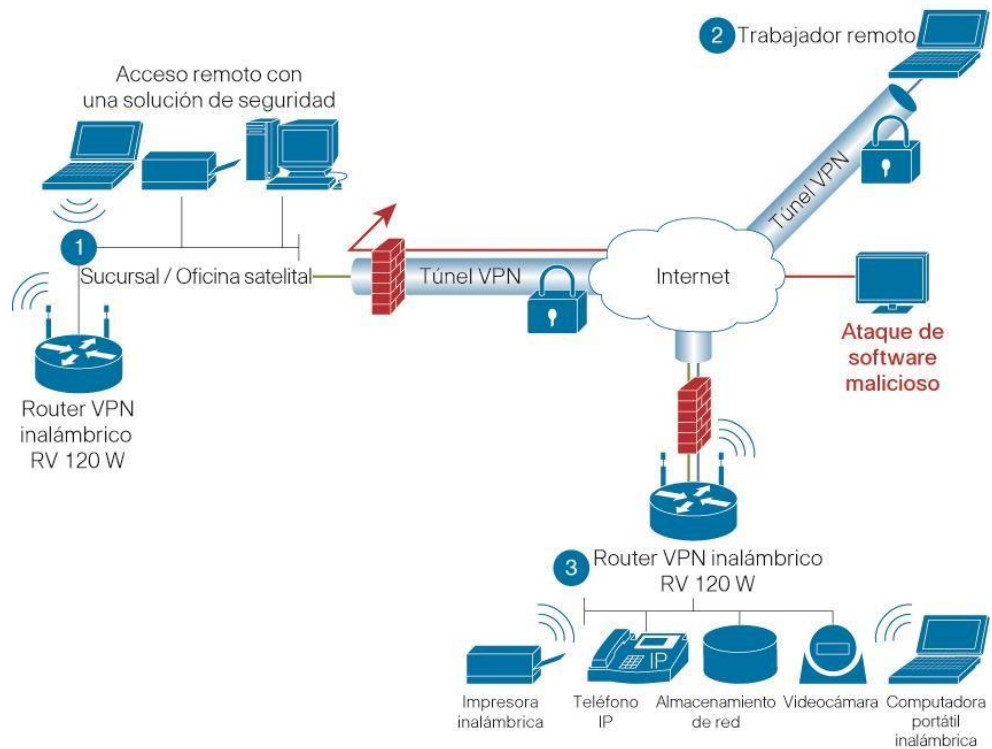
FXS.- Foreign Exchange Station, es una interfaz que envía la línea al abonado.

ANEXO 2. ESPECIFICACIONES FISICAS

Panel posterior del Cisco RV120 W



Configuración típica



ANEXO 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRODUCTO

A continuación, se detallan las especificaciones del producto de Cisco RV120 W.

Especificaciones del producto

Función	Descripción
Enrutamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Enrutamiento estático • RIP v1 y v2 • Enrutamiento entre VLAN
Capa 2	<ul style="list-style-type: none"> • VLAN basadas en 802.1q • 4 VLAN activas (intervalo de 1 a 4094)
Red	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor DHCP (Protocolo de Configuración Dinámica de Host), agente de relé DHCP • Protocolo de Punto a Punto en Ethernet (PPPoE), Protocolo de Túnel Punto a Punto (PPTP), Protocolo de Túnel de capa 2 (L2TP) • Proxy DNS • Proxy IGMP y reenvío de multidifusión • Sistema de Nombres de Dominio Dinámico (DynDNS, TZO) • Traducción de Direcciones de Red (NAT), Traducción de Direcciones de Puertos (PAT), Traducción de Puertos y Direcciones de Red (NAPT), Puerta de Enlace de Capa de Aplicación de Protocolo de Inicio de Sesión (SIP ALG), NAT transversal, NAT uno a uno
IPv6	<ul style="list-style-type: none"> • IPv4 e IPv6 con pila dual • Multicast Listener Discovery (MLD) para IPv6 (RFC2710) • Configuración automática de dirección sin estado • DHCP v6 • Protocolo de Mensajes de Control de Internet (ICMP) v6
Seguridad	<p>Control de acceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Listas de control de acceso (ACL) IP • Control de acceso inalámbrico basado en MAC <p>Firewall:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SPI Firewall • Activación y reenvío de puerto • Prevención de Denegación de Servicios (DoS) • Red perimetral (DMZ) basada en software <p>Filtrado de contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bloqueo estático de dirección URL y bloqueo de palabras clave <p>Administración segura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • HTTPS • Nombre de usuario/contraseña <p>802.1X</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autenticación RADIUS basada en puertos (Protocolo de Autenticación Extensible [EAP], EAP <p>Protegido</p>
VPN	<ul style="list-style-type: none"> • 10 túneles QuickVPN para el acceso remoto de clientes • 10 túneles IPsec de sitio a sitio para la conectividad de sucursales • Estándar de Triple Cifrado de Datos (3DES), Estándar de Cifrado Avanzado (AES) • Autenticación mediante el algoritmo MD5 (Message Digest 5) y el algoritmo SHA1 (Secure Hash Algorithm) • Detección de punto muerto (DPD)
Calidad de servicio (QoS)	<ul style="list-style-type: none"> • Prioridad 802.1p basada en puerto en el puerto LAN, prioridad basada en la aplicación en el puerto WAN • 4 colas • Compatibilidad con servicios diferenciados (DiffServ)

Función	Descripción
Administración	<ul style="list-style-type: none">• Versiones 1, 2c y v3 del Protocolo Simple de Administración de Red (SNMP)• Registro de eventos: locales, registro de eventos del sistema (syslog) y alertas de correo electrónico• Firmware que se puede actualizar mediante el navegador web; configuración
Rendimiento	<ul style="list-style-type: none">• Rendimiento de NAT: 95 Mbps• 1.000 sesiones simultáneas• Rendimiento de VPN: 25 Mbps

Anexo 4. Cálculo del ahorro por mes en horas hombre de la implementación del proyecto

EMPLEADO	sueldo/mes (usd)	5% mes (usd)
Jorge Bravo	1800	90
Martiza Hinojosa	1500	75
Lorena Erazo	1400	70
Anita Santo	900	45
Walter Iza	800	40
Franklin Polit	600	30
Ramon Proaño	400	20
Angela Proaño	400	20
Mary Artieda	1000	50
Marcela Pazmiño	900	45
Franklin Molina	800	40
Sandra de la Cruz	600	30
Mayra Aroca	600	30
Juan Chamba	600	30
ΣTOTAL AHORRO TIEMPO HOMBRE AL MES		615