



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTRONICA Y COMPUTACION
INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES**

Mon
004.65
L864
2013

**Implementación de la tecnología Voz sobre IP (VoIP) para
mejorar la red de comunicación agregando un nuevo
servicio en la empresa “RAMAR ADUANEROS S.A.”**

Elaborado por:

- Br. Jessica López Rodríguez 2007-22740
- Br. Xavier Martínez Santana 2007-22383

Tutor:

Msc. Ing. Fernando Flores
Profesor Titular FEC

Managua, Nicaragua jueves 05 de septiembre de 2013



AGRADECIMIENTO

Primeramente queremos darle las gracias a Dios por permitirnos cumplir una meta más en nuestras vidas.

Estamos muy agradecidos por el apoyo incondicional de nuestro tutor y amigo Ing. Fernando Flores que con su experiencia y capacidad nos guió al desarrollo de este Proyecto Monográfico. Además y no menos importante le agradecemos al Ing. Jaime Ocón por formar parte de nuestra Tesis ya que siempre estuvo disponible para cualquier consulta o problema que se nos presentó.

Agradecemos a la empresa RAMAR aduaneros por permitirnos implementar nuestro proyecto de Voz sobre IP, además de contar con su ayuda económica para la compra de equipos necesarios.

Gracias también a nuestras familias: hermanos, tíos y primos que apoyaron a alcanzar nuestra meta. Agradecemos de manera especial a nuestras madres Flor de María Rodríguez y Martha Santana porque siempre nos apoyaron material y emocionalmente en todo el proceso de este proyecto.

Gracias a todos aquellos que de manera directa o indirecta participaron en el desarrollo y culminación de esta Tesis.

RESUMEN

Con este proyecto buscamos modernizar de una forma nueva e innovadora la manera de comunicarse en la empresa RAMAR ADUANEROS S.A., además de brindar una solución que genere ahorros. Para ello, se planteó el proyecto de implementación de la tecnología de Voz sobre IP migrando a una red de servicios convergentes donde tanto la telefonía como los datos se transmiten vía internet.

Se realizó una investigación teórica sobre los conceptos, protocolos y funcionamiento de la Telefonía IP con el objetivo de conocer a fondo esta tecnología y desarrollar dichos conocimientos en la fase práctica del proyecto.

Para la implementación de este proyecto fue necesario realizar un análisis de la situación actual de la red en la empresa y así conocer los requerimientos necesarios para la nueva topología de red de Voz sobre IP. Seguidamente de conocer estos requerimientos se procedió a la selección de dispositivos que mejor se adaptan al diseño de la red.

También describimos el paso a paso que se debe de seguir para lograr una correcta instalación de la PBX virtual ELASTIX detallando los campos importantes que se deben de configurar como los son la creación de extensiones, troncales, IVR, llamadas entrantes y salientes, entre otras.

El trabajo culmina con un estudio de factibilidad que demuestra que el proyecto implementado es rentable, ya que no solo se recuperara la inversión total del proyecto sino que también generara ganancias a la empresa a corto plazo.

Índice de Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3. JUSTIFICACIÓN	4
4. MARCO TEÓRICO.....	5
4.1 Breve Historia de la Telefonía y su evolución.....	5
4.2 Telefonía Tradicional.....	6
4.2.1 FXS.....	8
4.2.2 FXO	8
4.3 Voz sobre IP (VoIP).....	10
4.4 Arquitectura de una red VoIP.....	12
4.5 Características.....	15
4.6 Maneras de Interconectar VoIP	15
4.7 Protocolos Utilizados en VoIP	18
4.7.1 Protocolos de Señalización.....	18
4.7.2 Protocolos De Transporte.....	23
4.7.3 Protocolos De Plataforma IP	25
4.8 Codecs	27
4.9 Ventajas	28
5. REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO	32
5.1 Diagnóstico de la situación actual de la red RAMAR.....	32
5.2 Ingeniería de tráfico.....	33
5.2.1 Método de Erlang B	34
5.3 Premisas para el diseño de la nueva red RAMAR.....	36
5.4 Modelo de Codificador a implementar	37
5.5 Selección de equipos.....	39
5.5.1 Tarjetas PCI	40
5.5.2 Adaptadores de Teléfonos Análogos (ATA):.....	41



5.5.3	Teléfono IP	41
5.5.4	Teléfonos análogos	42
6.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	43
6.1	Instalación del Servidor Elastix	43
6.2	Instalación y configuración de la tarjeta PCI OPEN VOX	50
6.3	Creación de troncales	54
6.4	Creación de extensiones	55
6.5	Grabación de mensaje de bienvenida (IVR)	57
6.6	Rutas de llamadas salientes	60
6.7	Rutas de llamadas Entrantes	61
6.8	Configuración de Teléfonos IP	62
6.9	Configuración de ATA	63
7.	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	65
7.1	PRI (Periodo de Recuperación de Inversión)	65
7.2	VAN (Valor Actual Neto)	67
7.3	Relación Beneficio/Costo B/C	68
8.	RESULTADOS	69
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
10.	BIBLIOGRAFÍA	72
11.	ANEXOS	73

Índice de Figuras

Figura 1 Arquitectura VoIP	14
Figura 2 FXS / FXO sin Centralita.....	16
Figura 3 FXS / FXO con Centralita	16
Figura 4 Conexión con Centralita IP	17
Figura 5 Adaptador FXS.....	17
Figura 6 Escenario SIP	20
Figura 7 Topología de red actual de RAMAR S,A	33
Figura 8 Calculadora de Erlang B	35
Figura 9 Arquitectura de red con VoIP integrado	37
Figura 10 Tarjeta PCI.....	39
Figura 11 Adaptador Telefónico	39
Figura 12 Teléfono IP	40
Figura 13 Teléfono Análogo	40
Figura 14 Interfaz de inicio de instalación de Elastix	42
Figura 15 Selección del Idioma	43
Figura 16 Selección de Disco Duro	43
Figura 17 Revisión de Particiones de Disco Duro.....	44
Figura 18 Configuración de Red	44
Figura 19 Parámetros de tarjeta de Red	45
Figura 20 Configuración de IP add y subnetmask	45
Figura 21 Configuración de Puerta de enlace y DNS.....	46
Figura 22 Configuración de Host	46
Figura 23 Contraseña de administrador	47
Figura 24 Copiado de archivos al Disco Duro	47
Figura 25 Pantalla de arranque de Elastix.....	48
Figura 26 Login de Elastix	48
Figura 27 Login de Interfaz Web	49
Figura 28 Tarjeta PCI.....	50
Figura 29 Detección de Hardware PCI	50
Figura 30 Canales Disponibles	51
Figura 31 File-Editor de Elastix	51
Figura 32 Configuración de los puertos de Tarjeta PCI	52
Figura 33 Guardando las configuraciones de Tarjeta.....	53
Figura 34 Troncales	53
Figura 35 Creación de Troncal.....	54
Figura 36 Tipos de Extensión.....	55
Figura 37 Creación de Extensión SIP	56
Figura 38 Extensiones SIP	56



Figura 39	Grabado de mensaje.....	57
Figura 40	Configuración de IVR.....	58
Figura 41	Configuración de Rutas Salientes	60
Figura 42	Configuración de Rutas Entrantes	61
Figura 43	Configuración de Teléfono IP	61
Figura 44	Configuración de ATA (Parámetros de red).....	62
Figura 45	Configuración de ATA (Puertos FXS)	63

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del área de las telecomunicaciones se han dado muchas transformaciones debido a la implantación de nuevas tecnologías que de una forma u otra han cambiado la manera de comunicarnos. Con la aparición de Internet, se comenzaron los cambios importantes en la manera de mantenernos comunicados, convirtiéndose este en el principal medio mundial de comunicación.

En la actualidad con el tan revolucionado y cambiante mundo de las redes de información apareció la necesidad de transportar voz utilizando Internet como medio de transporte, esto es conocido como Voz sobre el protocolo de Internet (VoIP). Esta tecnología se desarrolló debido al gran crecimiento y fuerte implantación de las redes IP (redes de datos) junto con el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permiten la calidad de servicio en redes IP, se pudo crear un entorno donde es posible transmitir telefonía sobre IP; esto no significa la desaparición de las redes telefónicas modo circuito (análogas), sino que habrá al menos temporalmente, una fase de coexistencia entre ambas.

El objetivo principal de esta tesis es la implementación de la tecnología de Voz sobre IP dentro de la empresa Aduanera RAMAR ADUANEROS S.A, por medio de una prueba piloto hecha directamente desde la sede principal de la empresa (Managua) hasta algunas de sus sucursales ubicadas en otros departamentos del país. Con VoIP se trata de transportar la voz, previamente convertida a datos, entre dos puntos distantes, aprovechando de esta manera la infraestructura de red de datos ya instalada en la empresa y así obtener una única red que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea vocal o de datos. Es evidente que el hecho de tener una red en vez de dos, es beneficioso para cualquier empresa en cuanto a costos y comodidad.

Esta nueva tecnología traerá muchas ventajas a la empresa aduanera, dentro de estas está la reducción de los costos frente a los de la telefonía tradicional, especialmente cuando realizamos llamadas de larga distancia. Además, se pueden recibir llamadas estando en cualquier lugar geográfico del mundo mientras se tenga una conexión a Internet, el router y un teléfono convencional. La Telefonía IP es una buena elección cuando se busca reducir los costos de las comunicaciones telefónicas y mejorar la red de comunicación, ya que esta tecnología proporcionaría a la empresa una base para ofrecer aplicaciones de comunicaciones unificadas más avanzadas, incluyendo videoconferencias y conferencias en línea, que pueden transformar la forma de hacer negocios.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Implementar el servicio de voz sobre IP en la empresa RAMAR ADUANEROS S.A. por medio de una prueba piloto para mejorar la red de comunicación y mostrar los nuevos beneficios de esta tecnología dentro del sistema telefónico de la empresa durante el año 2013.

2.2 Objetivos Específicos

- Analizar el funcionamiento y estructura básica de la tecnología de Voz sobre IP (VoIP) para una efectiva implementación en la red de la empresa RAMAR ADUANEROS S.A.
- Determinar los requerimientos necesarios para la implementación del servicio de Voz sobre IP dentro de la empresa RAMAR ADUANEROS S.A.
- Realizar una estimación del tráfico telefónico en la empresa para la racionalización y gestión del ancho de banda.
- Diseñar una topología de red con el servicio de VoIP integrado entre las sedes de la empresa RAMAR ADUANEROS S.A. para el intercambio de voz, datos y video.
- Instalar y configurar el servidor y sus terminales de VoIP en tres de las sucursales de la empresa RAMAR durante un periodo de prueba.
- Estimar el desempeño de la telefonía de Voz IP dentro de la red de la empresa RAMAR ADUANEROS S.A.
- Examinar los resultados obtenidos durante la prueba piloto en la empresa RAMAR ADUANEROS S.A.
- Realizar un estudio de factibilidad según el impacto económico-técnico de esta tecnología dentro de la empresa.

3. JUSTIFICACIÓN

Una manera nueva e innovadora de mejorar y modernizar la red comunicación dentro la empresa RAMAR es por medio de la implementación de una nueva tecnología, en este caso VoIP, que vendrá con una serie de beneficios y sin la necesidad de hacer grandes cambios e inversiones en la empresa.

La implementación del servicio de VoIP traería consigo la mejora de la comunicación en la empresa y la reducción de costos en llamadas internas y externas, simplificando la infraestructura de la red de comunicación mediante la convergencia del servicio de telefonía e internet, además este será un servicio de fácil uso y administración, también permite la integración de nuevas aplicaciones avanzadas como pueden ser video conferencias, multi-conferencia, llamadas a larga distancia a bajos costos etc.

Con la implementación de esta tecnología se reducirán los costos de facturación ya que sustituiremos las líneas telefónicas que poseen algunas de las sucursales y a cambio utilizaremos las líneas ya existentes de la sucursal principal que serán administradas por el servidor VoIP y así todas las sucursales se podrán comunicar dentro de la misma red de la empresa sin generar ningún gasto de tarifa telefónica y en otro caso si alguna de las sucursales desea llamar hacia la PSTN la llamada será enrutada hacia la sede principal y el servidor se encargara de enrutar dicha llamada por medio de una de las línea troncales.

La intención de esta implementación es lograr que el monto de inversión inicial sea mínimo, optando por los equipos justamente necesarios para el correcto funcionamiento de este servicio y aprovechando los recursos ya existentes en la empresa.

4. MARCO TEÓRICO

El siguiente capítulo comprende una breve reseña de la historia y evolución de la telefonía hasta llegar a lo que hoy conocemos como Voz sobre IP, abordaremos también de manera amplia las bases teóricas de la tecnología VoIP que permitirán la comprensión y realización de nuestro proyecto a implementar.

4.1 Breve Historia de la Telefonía y su evolución

Desde inicios de la humanidad, la comunicación ha sido una parte esencial en el desarrollo humano. Esto ha llevado al hombre a la invención de una serie de nuevas tecnologías que cambiarían y mejorarían nuestra manera de comunicarnos. La historia de la invención de lo que hoy conocemos como telefonía, fue de gran importancia y auge que impactó grandemente aquellas épocas debido al simple hecho, pero sorprendente, de poder escuchar la voz humana en tiempo real a través de un dispositivo.

Fue hasta mediados del siglo XIX que empiezan las ideas de la invención de un aparato parlante, o mejor dicho un prototipo de teléfono que revolucionaría las comunicaciones pues ya se habían descubierto la electricidad y el telégrafo. La idea era convertir las ondas acústicas de la voz, que viajan a la velocidad del sonido en cortas distancias, a ondas eléctricas que viajan a la velocidad de la luz, que serían transmitidas por un conductor eléctrico a distancias más largas. Esta idea se lograría solamente utilizando un dispositivo llamado micrófono que transformaría dichas ondas, de acústicas a eléctricas y viceversa.¹

El primero en desarrollar la idea de un aparato parlante fue Antonio Meucci en 1854, pero el primero en patentar el aparato telefónico fue Alexander Graham Bell en el año de 1874. De esta manera se logró hacer de la idea del teléfono un negocio rentable y convertirla en algo práctico para la sociedad. A partir de este punto la telefonía se comenzó a convertir en un servicio básico.

¹ (Landivar, 2008)

Al principio la comunicación se basaba de un teléfono sin disco de marcación conectado directamente al otro extremo del usuario con el que se comunicaba, luego con el aumento de la demanda del servicio en 1877 se decidió que el cable físico de cada cliente se conectaría a un switch que sería controlado por un operador para conmutar la conversación manualmente. Aparentemente esta idea era una buena solución, pero al crecer la demanda resulto imposible tener a una gran cantidad de operadores conmutando manualmente las llamadas. Por lo que se crearon los conceptos de llamada telefónica y conmutador telefónico, esto no era más que marcar un identificador numérico (teléfono con disco marcador) que enviaría la voz a un switch automatizado para que conmutara las llamadas a sus destinos, con este nuevo sistema había rapidez y oportunidad de escalabilidad. Todos sabemos que la tecnología va evolucionando según las necesidades del hombre, por lo tanto muy pronto esta nueva red de telefonía recién utilizada se ampliaría a nivel mundial y es lo que se le conoce hoy como PSTN (Public Switching Telephone Network) o RTC (Red de Telefonía Conmutada).²

4.2 Telefonía Tradicional

La red telefónica básica (RTB³) fue creada para transmitir la voz humana, información de tipo analógico. RTB es la línea que tenemos en el hogar o la empresa, cuya utilización ha estado enfocada fundamentalmente hacia las comunicaciones mediante voz, aunque cada vez ha ido tomando más auge el uso para transmisión de datos como fax, Internet, etc.⁴

Cada línea RTB tiene asignada una numeración específica (su dirección telefónica) y está físicamente construida por dos hilos metálicos (conocidos como par de cobre) que se extienden desde la central telefónica hasta la instalación del abonado (se conoce también como bucle de abonado). Cada central atiende las líneas de abonado de un área geográfica determinada. A su

² (Landivar, 2008)

³ RTB es conocida también como PSTN o telefonía convencional

⁴ (Lopez & Gil Montoya, 2009)

vez, las centrales telefónicas están unidas entre sí por sistemas más complejos y basados en tecnología digital. Esta unión de centrales constituye el sistema telefónico nacional que a su vez está enlazado con los restantes del mundo.⁵

La telefonía analógica evolucionó a los principios de los años 90 dando lugar a una tecnología digital llamada red digital de circuitos integrados RDSI. Se esperaba que la RDSI pudiera revolucionar la industria de las comunicaciones telefónicas como hoy día se espera que lo pueda hacer VoIP. Sin embargo, y aunque las compañías telefónicas pusieron mucho empeño en extenderlo al mayor número de lugares posibles, muchos consideran la RDSI un fracaso debido a que todo lo que prometía no se pudo llevar a cabo. Lo cierto es que la RDSI nunca terminó de despegar ya que cuando lo estaba haciendo surgió otra tecnología que tuvo una implantación mucho más barata y rápida, la Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL).

ADSL (Línea de abonado digital asimétrica) es un tipo de tecnología de línea digital. Consiste en una transmisión analógica de datos digitales apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando la longitud de línea no supere los 5,5 km medidos desde la central telefónica. Esta tecnología utiliza una modulación de las señales de datos en una banda de frecuencias más alta que la utilizada en las conversaciones telefónicas convencionales (300-3400 Hz), función que realiza el enrutador ADSL. Para evitar distorsiones en las señales transmitidas, es necesaria la instalación de un filtro (llamado splitter o discriminador) que se encarga de separar la señal telefónica convencional de las señales moduladas de la conexión mediante ADSL.⁶

La RTB está dividida en varias centrales telefónicas que cubre una determinada área geográfica, la técnica utilizada por las centrales telefónicas es la conmutación por circuitos físicos, que consiste en establecer una comunicación

⁵ (Lopez & Gil Montoya, 2009)

⁶ (Wikipedia)

entre dos usuarios por medio de un conmutador de llamadas automático. Esta conmutación es aquella en la que se establece un canal dedicado durante una llamada y al finalizar la conversación se libera el canal.

En la telefonía tradicional se requiere de un enlace desde nuestro hogar hasta la central telefónica asignada a nuestra zona. Es por ello que es de gran importancia conocer los dos tipos de conexiones telefónicas analógicas existentes, conocidas como FXS y FXO, es decir, los nombres de los puertos o interfaces usados por las líneas telefónicas y los dispositivos analógicos, dichos puertos serán explicados a continuación:

4.2.1 FXS

La interfaz "Foreign Exchange Subscriber" es el puerto por el cual el abonado accede a la línea telefónica, ya sea de la compañía telefónica o de la central de la empresa. En otras palabras, la interfaz FXS provee el servicio al usuario final (teléfonos, módems o faxes).

Los puertos FXS son los encargados de:

- Proporcionar tono de marcado.
- Suministrar tensión (y corriente) al dispositivo final.

Para entender mejor el concepto, piense en el caso de un hogar tradicional. La interfaz FXS es el punto donde se conectan los teléfonos del hogar que quieren hacer uso de la línea.⁷

4.2.2 FXO

La interfaz "Foreign Exchange Office" es el puerto por el cual se recibe a la línea telefónica. Los puertos FXO cumplen la funcionalidad de enviar una indicación de colgado o descolgado conocida como cierre de bucle.

⁷ (Lopez & Gil Montoya, 2009)

Un ejemplo de interfaz FXO es la conexión telefónica que tienen los teléfonos analógicos, fax, etc. Es por ello que a los teléfonos analógicos se les denomina "dispositivos FXO".

Estos dos puertos se pueden conectar entre sí con la condición de ser de distinto tipo, es decir, FXO y FXS son siempre pareja (similar a un enchufe macho/hembra).

En las redes analógicas o redes de conmutación de circuitos antes de que ambos usuarios puedan comunicarse, se produce algo conocido como la "reserva de recursos necesarios" a esta acción se le conoce como señalización, que es la encargada de que la comunicación tenga éxito.⁸

En la telefonía tradicional los protocolos de señalización se pueden clasificar en dos categorías:⁹

- **Channel Associated Signalling (CAS):** Tanto la información de señalización como los datos (voz) se transmiten por los mismos canales. Protocolos de señalización pertenecientes a esta categoría: G.732, E&M, etc.
- **Common Channel Signalling (CCS):** Aquí la información correspondiente a la señalización se transmite en un canal independiente al de los datos (voz). Protocolos de señalización pertenecientes a esta categoría es, por ejemplo, SS7.

Así como existen redes telefónicas públicas también existen las redes telefónicas privadas utilizando **PBX** (Private Branch Exchanges) conocidas como centralitas. Una centralita privada o PBX es un dispositivo de telefonía que actúa como conmutador de llamadas en una red telefónica o de conmutación de circuitos.

⁸ (Lopez & Gil Montoya, 2009)

⁹ (Cristiani, 2012)

La centralita es un dispositivo de telefonía que se suele utilizar en la mayoría de las medianas y grandes empresas, no así en los hogares, donde los terminales existentes son pocos y las exigencias no son importantes. Permite a los usuarios o abonados compartir un determinado número de líneas externas (analógicas o digitales) para hacer llamadas telefónicas entrantes o salientes, así como establecer comunicaciones internas entre todos los dispositivos que dependen de la PBX. Entre las muchas ventajas que ofrece, una PBX es una solución mucho menos cara que proporcionar a cada usuario de la empresa una línea telefónica externa. Así mismo, a una PBX se le pueden conectar teléfonos, máquinas de fax, módems y otros dispositivos de comunicación.¹⁰

La PBX normalmente se instala en la propia empresa y conecta las llamadas entre los teléfonos situados e instalados en la misma. Habitualmente, hay un número limitado de líneas externas, también llamadas líneas troncales, para realizar y recibir llamadas externas a la empresa desde un origen externo que suele ser la PSTN.

Las llamadas realizadas a números de teléfono externos, mediante una PBX, se suelen realizar anteponiendo un dígito (habitualmente el 0) al número externo en algunos sistemas, de forma que la PBX selecciona automáticamente una línea troncal saliente. Al contrario, las llamadas realizadas entre usuarios dentro de la empresa normalmente no necesitan el marcado de ningún número especial o el uso de una línea externa troncal. Esto se debe a que la PBX enruta o conmuta las llamadas internas entre teléfonos que están conectados físicamente a dicha PBX.¹¹

4.3 Voz sobre IP (VoIP)

En el presente, con la aparición del internet se han generado grandes innovaciones que hacen posible el manejo de datos, voz, video, música y

¹⁰ (Arenas & Juarez, 2006)

¹¹ (Lopez & Gil Montoya, 2009)

multimedia en una misma red, convirtiéndose este en un elemento fundamental para millones de personas y en soluciones empresariales.

La voz sobre el protocolo de internet, es una nueva tecnología que tiene un gran potencial de desarrollo con características y aplicaciones atractivas para las empresas.

El concepto original de Voz sobre IP es relativamente simple, se trata de transformar la voz en "paquetes de información" manejables por una red IP. La Telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de forma que permite la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un PC o Gateways para teléfonos estándares. En general, VoIP es una tecnología que permite que los servicios de comunicación como voz, fax, aplicaciones de mensajes de voz sean transportados vía redes IP, Internet normalmente conocido, en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional.

Los términos VoIP y telefonía IP son prácticamente semejantes, en lo que difieren es que cuando hablamos de solamente VoIP es en si el transporte de voz encapsulada en paquetes, en otras palabras es la tecnología que digitaliza y comprime la voz para que puede ser transportada a través del protocolo IP en redes públicas o privadas. Y cuando hablamos de telefonía IP, es el sistema de comunicaciones avanzado que tiene las mismas funciones de la telefonía tradicional junto con nuevas y mejores funciones utilizando el protocolo de Internet para su transporte.¹²

Un sistema de VoIP tiene 3 funciones básicas:¹³

- Digitalizar la voz
- Empaquetar la voz
- Enrutar los paquetes a través de la red

¹² (Rodríguez, 2008)

¹³ (Cristiani, 2012)

Estas 3 funciones básicas de la tecnología VoIP conllevan a la siguiente secuencia de comunicación:

1. La señal de audio del micrófono es digitalizada, tomando muestras de la misma.
2. Las muestras, una vez cuantificadas, se disponen en bloques de datos de igual longitud, llamadas tramas.
3. La aplicación de telefonía IP estima los niveles de energía de los bloques de muestras.
4. El detector de silencio decide si el bloque debe ser tratado como silencio o parte de una conversación.
5. Si es parte de una conversación, es codificado de acuerdo al algoritmo seleccionado.
6. Se agrega al bloque información de encabezado.
7. El bloque así conformado es encapsulado de acuerdo al protocolo IP.
8. El bloque se transfiere a través de una red física, y es recibido por el abonado llamado.
9. Se remueve la información de encabezado, se decodifica (lo que incluye descompresión) y se escriben las muestras en memoria.
10. El bloque de muestras se copia de la memoria al dispositivo de salida de audio elegido.
11. El dispositivo de salida realiza la conversión inversa (digital a analógica), para finalmente enviar la señal de audio analógica resultante.

4.4 Arquitectura de una red VoIP

En la estructura de una red VoIP se pueden llegar a definir 4 elementos fundamentales, como lo son: terminales, servidor, gateways y adaptadores telefónicos (tarjeta PCI):¹⁴

¹⁴ (Alexis & Zambrano Merlonetti, 2009)

➤ **Terminales**

Son los sustitutos de los actuales teléfonos. Se pueden implementar tanto en software como en hardware.

Estos pueden ser terminales IP o no IP, los más utilizados son los teléfonos IP, teléfonos análogos y los softphones.

➤ **Teléfonos IP**

Los teléfonos IP en apariencia son similares a los teléfonos tradicionales pero cambiando la forma en que se transmite la voz, ya que utiliza una conexión de red de datos, en lugar de una conexión de red telefónica. Disponen de una dirección IP a la que se puede acceder y mediante la que se puede configurar para conectarse a internet.

➤ **Softphones**

Es un software o programa que simula un teléfono convencional a través de un computador, permitiendo realizar llamadas a cualquier destino y tipo de terminal. Un softphone es típicamente parte de un entorno VoIP y puede estar basado en el estándar SIP/H.323 u otro protocolo propietario.

➤ **Adaptador telefónico (Tarjeta PCI)**

Es un adaptador que convierte la señal de telefonía convencional a un protocolo que permite la transmisión por VoIP (voz por Internet). Este adaptador es utilizado para interconectar el servidor VoIP con la PBX de la empresa ya que tiene puertos FXS y FXO.

➤ **Gateway**

Este equipo hace la misma función de un adaptador telefónico, con la diferencia de que este se utiliza como una puerta de acceso para enlazar una llamada realizada desde un teléfono analógico hacia una red exterior.

➤ **Servidor**

Los servidores se encargan de manejar operaciones de base de datos, realizado en un tiempo real. Entre estas operaciones se tienen la contabilidad, la recolección, el enrutamiento, la administración y control del servicio, el registro de los usuarios, etc.

Usualmente en los servidores se instala software denominados IP-PBX (Conmutadores IP), existen IP-PBX como lo es Asterisk y Asterisk empaquetado. La diferencia entre ambos es que el Asterisk empaquetado viene embebido de más directorios y librerías, y posee una interfaz gráfica, además no requiere de profundos conocimientos del mismo o Linux para hacerlo funcionar lo cual facilita su uso. En cambio la primera versión de Asterisk su configuración es más compleja ya que se hace a través de líneas de comandos y es un software más anticuado. Estos softwares proporcionan funcionalidades de una central telefónica (PBX). Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a las otras sucursales o bien a un proveedor de VoIP para realizar llamadas internacionales.

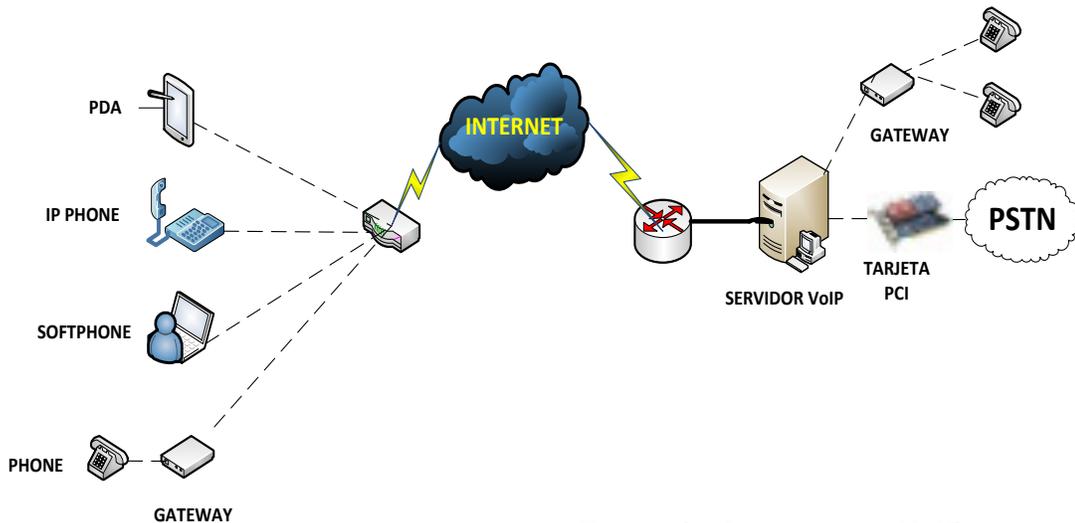


Figura 1 Arquitectura VoIP

15

¹⁵ Imagen realizada en MICROSOFT VISIO

4.5 Características

Una de las características más importantes de la telefonía IP es la interacción y compatibilidad que pueden tener con la PSTN y que funcionan en una red basada en paquetes. A continuación se mencionan otras características no menos importantes de VoIP:¹⁶

- Permite el control del tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento de las redes de datos.
- Proporciona el enlace a la red telefónica tradicional.
- VoIP se basa en arquitecturas abiertas, lo que hace posible que se puedan utilizar productos que no estén “atados” a un solo proveedor. Esta tecnología proporciona la facilidad de desarrollar nuevos servicios y adaptarlos rápidamente, sin que se tenga que esperar por soluciones propietarias desarrolladas por un fabricante en particular.
- Es independiente al hardware utilizado.
- Permite ser implementado tanto en software como en hardware.
- Es independiente del tipo de red física que lo soporta. Permite la integración con las grandes redes IP actuales.

4.6 Maneras de Interconectar VoIP

Sin una centralita, el teléfono se conecta directamente al puerto FXS que está pegado a la pared que brinda la empresa telefónica, sin tener el servicio de una PBX o centralita analógica. Este método de conexión es el que se emplea en la telefonía de algunas de las sucursales.

¹⁶ (Arenas & Juárez, 2006)

17

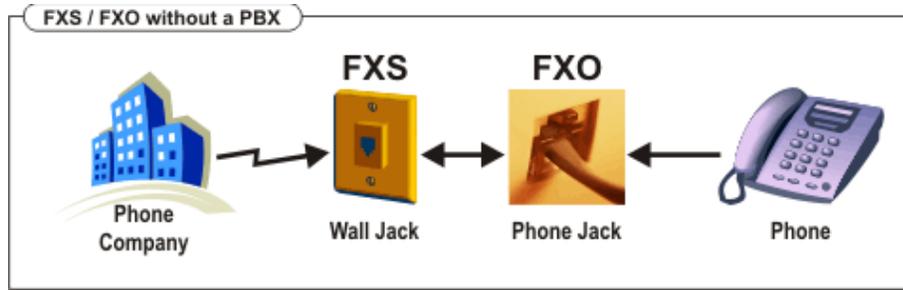


Figura 2. FXS / FXO sin Centralita

En la sucursal principal se cuenta con una centralita, en este caso se debe conectar las líneas que suministra la empresa telefónica a la centralita y luego los teléfonos de los empleados a la centralita. Por lo tanto, la centralita debe tener puertos FXO que son los puertos que normalmente traen los teléfonos análogos (para conectarse a los puertos FXS que suministra la empresa telefónica) y puertos FXS (para conectar los dispositivos de teléfono o fax)

18

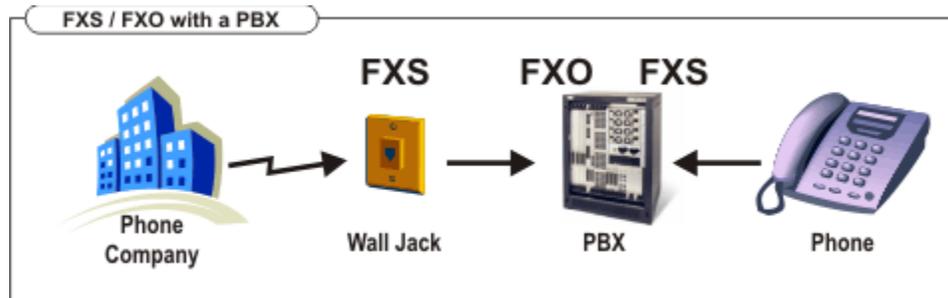


Figura 3. FXS / FXO con Centralita

Para conectar líneas telefónicas convencionales con una centralita IP, se necesita una pasarela FXO. Esto permitirá conectar el puerto FXS con el puerto FXO de la tarjeta PCI o a un Gateway, que luego convierta la línea telefónica analógica en una llamada VOIP, esta centralita se encargará de la administración de los recursos y el tráfico de la red empresarial.

¹⁷Imagen tomada de: <http://www.3cx.es/faq/fxs-fxo/>

¹⁸Imagen tomada de: <http://www.3cx.es/faq/fxs-fxo/>

Además, la centralita puede tener como terminales computadoras que cuenten con un software previamente instalado de telefonía VoIP o teléfonos análogos conectados a un Gateway.

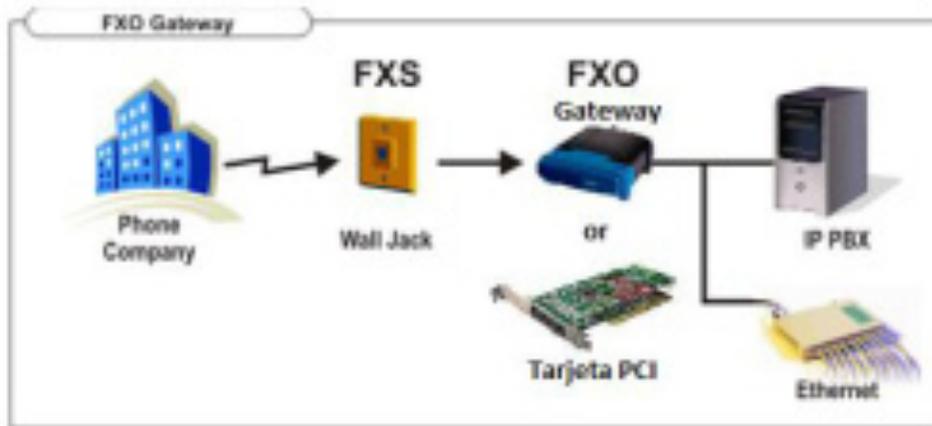


Figura 4. Conexión con centralita IP

El adaptador FXS se usa para conectar un teléfono analógico o aparato de fax a un sistema telefónico VOIP o a un prestador VOIP. Este se necesitará para conectar el puerto FXO del teléfono/fax con el adaptador.

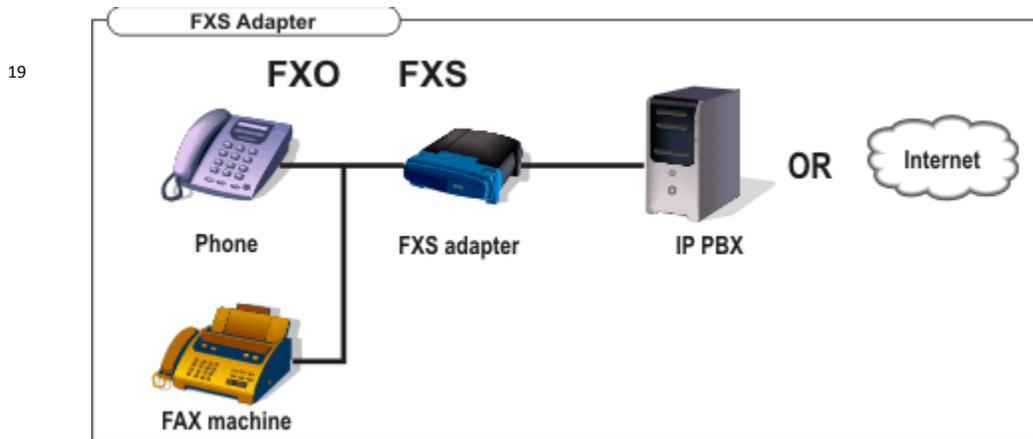


Figura 5. Adaptador FXS

¹⁹Imágenes tomadas de: <http://www.3cx.es/faqs/fxs-fxo/>

4.7 Protocolos Utilizados en VoIP

4.7.1 Protocolos de Señalización

Los protocolos de señalización en VoIP cumplen funciones similares a sus homólogos en la telefonía tradicional, es decir tareas de establecimiento de sesión, control del progreso de la llamada, entre otras. Se encuentran en la capa 5 del modelo OSI, es decir en la capa de Sesión.

Existen algunos protocolos de señalización, que han sido desarrollados por diferentes fabricantes u organismos como la ITU o el IETF, y que se encuentran soportados por Asterisk. Algunos son:²⁰

- SIP
- IAX
- H.323

Session Initiation Protocol (SIP)

El protocolo SIP es un protocolo de señalización a nivel de aplicación encargado de la iniciación, modificación y terminación de sesiones multimedia, las cuales se llevan a cabo de manera interactiva. Por sesiones multimedia se refiere a aplicaciones de mensajería instantánea, aplicaciones de video, de audio, conferencias y aplicaciones similares.

El protocolo SIP posee cuatro características que lo hacen muy recomendable para cumplir esta función:

❖ **Localización del usuario**

SIP posee la capacidad de poder conocer la localización de los usuarios. De esta manera no importa en qué lugar se encuentre determinado usuario.

²⁰ (Rodríguez, 2008)

❖ **Negociación de los parámetros**

Posibilidad de negociar los parámetros necesarios para la comunicación: puertos para el tráfico SIP, así como el tráfico Media, direcciones IP para el tráfico Media, códec, etc.

❖ **Disponibilidad del usuario**

SIP permite determinar si un determinado usuario está disponible o no para establecer una comunicación.

❖ **Gestión de la comunicación**

Permite la modificación, transferencia, finalización de la sesión activa. Además informa del estado de la comunicación que se encuentra en progreso.

El protocolo SIP es una parte de una arquitectura multimedia, ya que la única finalidad es la de gestionar las sesiones multimedia: iniciarlas, modificarlas, finalizarlas, etc. Se integra perfectamente con otros protocolos como RVSP, RTP o RTSP. Este protocolo es similar a HTTP por la forma en que funciona (protocolo basado en texto) y es similar a SMTP en la forma en la que se especifican las direcciones SIP.²¹

Las direcciones SIP identifican a un usuario de un determinado dominio. A estas direcciones SIP habitualmente se les llama URI (Uniform Resource Identifier). Una URI se puede especificar de las siguientes maneras:

sip:usuario@dominio[:port]

sip:usuario@direcciónIP[:port]

El dominio representa el nombre del proxy SIP que conoce la dirección IP del terminal identificado por el usuario de dicho dominio. El puerto por defecto para SIP es 5060, aunque es posible especificar otros adicionales si es necesario.

²¹ (Landivar, 2008)

EJEMPLO:²²

Descripción	Dirección SIP
Usuario "200" perteneciente al dominio "ual.es"	200@ual.es
Usuario "200" perteneciente al dominio con dirección IP 192.168.1.120	200@192.168.1.120

Ejemplo de Direcciones SIP

Es posible hacer uso de una dirección IP si no disponemos de un dominio registrado para este propósito.

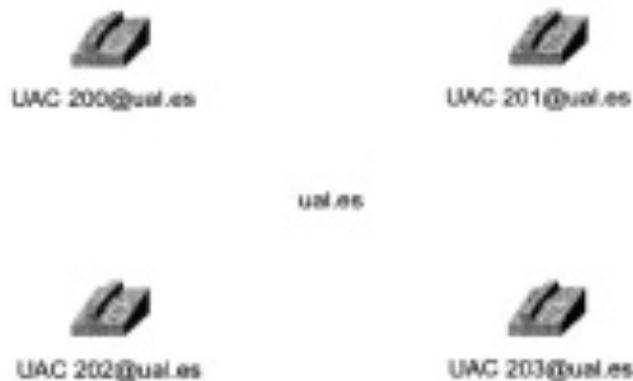


Figura 6. Escenario SIP

Si por ejemplo el usuario 200@ual.es desea comunicarse con el usuario 201@ual.es, el usuario 200 únicamente tendría que marcar en su teléfono el número 201. Al marcar el número 201, comienza la señalización SIP entre el terminal 200 y el 201 iniciando así una comunicación SIP entre ambos terminales para posteriormente establecerse una conexión Media entre ambos (RTP).

²² (Lopez & Gil Montoya, 2009)

SIP se estructura con los siguientes componentes:²³

1. AGENTES DE LLAMADA: Existen dos tipos de Agentes:
 - User Agent Client (UAC): funciona como cliente iniciando peticiones SIP.
 - User Agent Server (UAS): funciona como servidor contactando al usuario cuando una petición SIP es recibida, y retornando una respuesta a favor del usuario.
2. SERVIDORES: Existen tres tipos de servidores, que pueden realizar varias funciones.
 - Servidor Proxy: Se encarga de encaminar peticiones/respuestas hacia el destino final. El encaminamiento se realiza salto a salto de un servidor a otro hasta alcanzar el destino final. Un servidor proxy es una entidad intermediaria en una red SIP que es responsable de reenviar peticiones SIP a un UAS (User Agent Server) de destino o a otro servidor proxy en nombre de otro UAC (User Agent Client). También se asegura de poner en funcionamiento las políticas en la red, tales como autenticar a un usuario antes de darle servicio.
 - Servidor de redirección: Equivalente al servidor proxy, pero a diferencia de este no contesta a la llamada, sino que indica como contactar el destino buscado. Un redirect server, es un UAS (User Agent Server) que se encarga de redireccionar las transacciones SIP generadas por un UAC. Para esto genera respuestas a peticiones SIP con código 300 (mensajes de redirección), dirigiendo al UAS a contactar a un grupo alternativo.

²³ (Rodríguez, 2008)

- Servidor de registro: Mantiene la localización actual de un usuario. Se utiliza para que los terminales registren la localización en la que se encuentran, facilitando la movilidad del usuario.

H.323

El protocolo H.323 fue diseñado por ITU (International Telecommunication Union) en 1996. Fue diseñado para ser un estándar en la transmisión de audio, video y datos a través de las redes IP en las cuales no existe garantía en la calidad del servicio. El estándar H.323 ofrece control y señalización de la llamada y transporte multimedia, control del ancho de banda punto a punto y conferencias.

La señalización de H.323 es muy rápida, sobre todo si las comparamos con la de SIP, la cual utiliza paquetes de gran tamaño. Esto es debido a que el formato de los mensajes en H.323 es binario, mientras que en los mensajes SIP el formato es texto plano.

H.323 es una suite de protocolos tanto de audio como de video, junto a los componentes necesarios para ofrecer comunicaciones multimedia en redes de conmutación de paquetes. El protocolo H.323 incluye el protocolo H.225 para empaquetar, sincronizar e iniciar llamadas mediante la señalización Q.931. También cuenta con el protocolo H.245 que se usa tanto para la negociación como para el manejo de los canales lógicos. T.120 y T.38 son utilizados para Datos y Fax.

Los componentes principales del sistema H.323 son:

- Terminales
- Centralitas privadas o PBX
- Gateways
- Unidades de Control Multipunto (MCUs): se encargan de gestionar las multi-conferencias.

A pesar de estar muy extendido, actualmente el auge de H.323 está descendiendo, ya que está siendo sustituido por SIP, el cual es modular y por tanto mucho más flexible.²⁴

IAX

El "Inter-Asterisk Exchange Protocol", o de manera abreviada IAX, es también un protocolo de señalización y algo más. La principal diferencia entre IAX y SIP o H.323 es que IAX no utiliza RTP, sino que en su lugar implementa su propio mecanismo de transmisión de voz.

IAX es mucho más compacto que los dos anteriores ya que ha sido diseñado únicamente para aplicaciones telefónicas, a diferencia de H.323 y sobre todo de SIP, que pueden utilizarse en otros tipos de tráfico media.

IAX trabaja junto a UDP con una característica muy especial: todas las comunicaciones (registro, señalización de llamada, transmisión de voz) hacen uso de un único puerto UDP. Por lo tanto el NAT no supone un problema en IAX a diferencia de SIP, ya que tanto los datos de señalización como el audio viajan por el mismo puerto.²⁵

4.7.2 Protocolos De Transporte

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

²⁴ (Lopez & Gil Montoya, 2009)

²⁵ (Lopez & Gil Montoya, 2009)

Los protocolos más utilizados para esta finalidad de transporte de audio y video en tiempo real son:

- Real Time Protocol (RTP)
- Real Time Control Protocol (RTCP)

RTP es el encargado de transportar tanto audio como vídeo en tiempo real. Utiliza UDP como protocolo de transporte, ya que el uso de TCP y su control de flujo y congestión darían lugar a un retardo elevado durante la comunicación a causa de las retransmisiones.

El protocolo RTP, para llevar a cabo su función, hace uso de un número de secuencia, marcas de tiempo, envío de paquetes sin retransmisión, identificación del origen, identificación del contenido, sincronización, etc, lo que le permite en presencia de pérdidas o retardos poder continuar con la reproducción del flujo de paquetes. Por lo tanto, este protocolo no puede garantizar que la entrega de tráfico se haga en tiempo real, aunque sí garantiza al menos que lo hará de forma sincronizada.

El protocolo RTCP es el protocolo compañero de RTP. RTCP es el encargado de monitorizar el flujo de los paquetes RTP. Obtiene estadísticas sobre el retardo, latencia, pérdida de paquetes, etc.²⁶

Fundamentalmente está relacionado con la calidad de servicio. El inconveniente es que, aunque realice una monitorización de la calidad de servicio de RTP, no se poseen mecanismos como reservar ancho de banda o control de la congestión para intentar mitigar una situación en la que la calidad de la transmisión no es suficiente. Es por ello por lo que la utilización de RTCP es opcional, aunque también recomendable.

²⁶ (Landivar, 2008)

4.7.3 Protocolos De Plataforma IP

Son protocolos básicos en redes IP y que forman la base sobre la cual se añaden los protocolos de voz anteriores. Entre estos protocolos podríamos mencionar a IP, TCP y UDP.²⁷

El protocolo IP (*Internet Protocol*) es un protocolo que trabaja a nivel de red donde la información se envía en paquetes llamados paquetes IP. Este protocolo ofrece un servicio “sin garantías” también llamado del “mejor esfuerzo”. Es decir que nada garantiza que los paquetes lleguen a destino, sin embargo se hará lo posible por hacerlos llegar. Este protocolo utiliza direcciones IP para el direccionamiento de los paquetes.

Una dirección IP es un número único que provee además información de cómo ubicar al equipo que la posee. Para que este número sea único existe una autoridad que controla la asignación de direcciones IP llamada IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*). Esta dirección IP es un número binario que consta de 32 bits. Sin embargo, para fines prácticos y hacer que este número sea más entendible para los humanos casi siempre se representa en un formato de 4 números decimales separados por puntos.

El direccionamiento o (enrutamiento) permite determinar la ruta óptima para que un paquete IP llegue su destino. Para saber dónde quiere llegar un paquete dado hay que examinar la dirección IP de destino en el campo *Destination Address* de la cabecera de un paquete IP.

Los equipos que se encargan de enrutar los paquetes a su destino se llaman ruteadores y básicamente contienen tablas de rutas con información de cómo alcanzar otras redes. Por tanto, una vez que llega un paquete a un ruteador éste examina la dirección IP destino y trata de determinar a qué red pertenece esa dirección IP.

²⁷ (Landivar, 2008)

Determinar la red donde quiere llegar un paquete dado no es muy difícil puesto que esa información es parte de la dirección IP. Esto es porque cada dirección IP se podría dividir en dos partes: una parte que identifica a la red y otra que identifica al equipo (también llamado *host*).

Identificar cada una de estas partes no es tan trivial pues existen redes de diferentes tamaños y por tanto el número de bits que corresponden a la parte de la red y el número de bits que corresponden a la parte del *host* varían dependiendo del tamaño de la red y se regulan mediante un parámetro adicional llamado máscara de red.

La máscara de red es un número de 32 bits al igual que una dirección IP. Se llama máscara porque si se superpone a la dirección IP nos permite identificar cuál parte es la que corresponde a la dirección de red y cuál a la dirección del *host*.²⁸

TCP

El protocolo IP no garantiza que los datos lleguen a destino. Solo hace su mejor esfuerzo para que lleguen. Por lo tanto era necesario un protocolo que se encargue de controlar la transmisión de datos y por esta razón se diseñó lo que se llama *Transmission Control Protocol* simplemente protocolo TCP. TCP es un protocolo de transporte que se transmite sobre IP.

TCP ayuda a controlar que los datos transmitidos se encuentren libres de errores y sean recibidos por las aplicaciones en el mismo orden en que fueron enviados. Si se pierden datos en el camino introduce mecanismos para que estos datos sean reenviados.

Obviamente esto implica una carga extra de información en el flujo de datos ya que hay que enviar información de control adicional. Es por esto que TCP es un

²⁸ (Lopez & Gil Montoya, 2009)

buen protocolo para control de sesiones pero no tan bueno para transmisión de datos en tiempo real. Por esta razón la voz en sí no se envía usando este protocolo. Sin embargo TCP juega un rol muy importante en muchos protocolos relacionados con un servidor Elastix.²⁹

UDP

UDP (*User Datagram Protocol*) es otro protocolo de transporte. Se diferencia con TCP en que a este protocolo no le importa si los datos llegan con errores o no y tampoco le importa si llegan en secuencia. UDP divide la información en paquetes, también llamados datagramas, para ser transportados dentro de los paquetes IP a su destino.

Al no ser necesario incluir mucha información de control, el protocolo UDP reduce la cantidad de información extra en los paquetes por lo que es un protocolo más rápido que TCP y adecuado para transmisión de información que debe ser transmitida en tiempo real como la voz.

Es por esta razón que la voz en aplicaciones de VoIP es transmitida sobre este protocolo.³⁰

4.8 Codecs

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (CODEC). Hay muchas maneras de transformar una señal de voz analógica, todas ellas gobernadas por varios estándares. El proceso de la conversión es complejo. Es suficiente decir que la mayoría de las conversiones se basan en la modulación codificada mediante pulsos (PCM) o variaciones.

²⁹ (Landivar, 2008)

³⁰ (Landivar, 2008)

Además de la ejecución de la conversión de analógico a digital, el CODEC comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación del eco. La compresión de la forma de onda representada puede permitir el ahorro del ancho de banda. Esto es especialmente atractivo en los enlaces de poca capacidad ya que permite tener un mayor número de conexiones de VoIP simultáneamente. Otra manera que el CODEC ahorra el ancho de banda es el uso de la supresión del silencio, que es el proceso de no enviar los paquetes de la voz entre silencios en conversaciones humanas.³¹

El proceso que realizan los Codec's es el siguiente:

Filtrado, muestreo, cuantificación, codificación, compresión, encriptación y empaquetamiento.

Un códec depende de:

- ❖ La frecuencia de muestreo: número de muestras tomadas en una unidad de tiempo. Típicamente 8 Khz
- ❖ Tamaño de la trama: número de paquetes que se envían por segundo para garantizar la reconstrucción de la señal.
- ❖ Tasa de compresión: valor de compresión de la señal al salir al salir de los distintos tipos de codificación.
- ❖ Tamaño del frame y payload: son los datos digitalizados que equivalen a cada intervalo de duración, expresado en ms o bytes.

El cuadro de Codec's existentes con sus características se encuentra en Anexos I.

4.9 Ventajas

Aunque VoIP puede definirse de forma abreviada como una tecnología que aprovecha el protocolo TCP/IP para ofrecer conversaciones de voz, lo cierto es

³¹ (Landivar, 2008)

que es mucho más que esto, VoIP puede ser usada para reemplazar la telefonía tradicional en un entorno empresarial, en un pequeño negocio o simplemente para añadir ventajas a un sistema de telefonía tradicional.³²

VoIP tiene también algunas desventajas, sin embargo, las ventajas que puede aportar superan claramente a éstas. A continuación vamos a nombrar algunos de los beneficios asociados al uso de VoIP y veremos cómo podría mejorar la comunicación por voz de nuestro negocio u hogar:

- **Ahorrar dinero:** En una línea RTB, el tiempo significa dinero. Como VoIP emplea Internet como medio de transporte, el único coste que se tiene es la factura mensual de Internet a tu proveedor de servicio o ISP. De esta forma, si su ADSL tiene una velocidad razonable, podrá hablar a través de VoIP con una buena calidad de llamada y el coste seguirá siendo siempre el mismo.
- **Más de dos personas:** En una línea de teléfono corriente, únicamente dos personas pueden hablar al mismo tiempo. Con VoIP, puedes configurar una conferencia que permite a un grupo de personas comunicarse en tiempo real. VoIP comprime los paquetes durante la transmisión, algo que provoca que se pueda transmitir una cantidad mayor de datos. Como resultado, se pueden establecer más llamadas a través de una única línea de acceso.
- **Prestaciones abundantes, interesantes y útiles:** Usar VoIP también significa beneficiarse de sus prestaciones abundantes, que pueden hacer la experiencia de emplear VoIP mucho más rica y sofisticada. En general, nos encontraremos mejor equipado para la gestión de llamadas. Se podría, por ejemplo, hacer llamadas en cualquier lugar del mundo a

³² (Rodríguez, 2008)

cualquier destino del mundo únicamente empleando una cuenta VoIP. De esta forma, VoIP pasa a ser un servicio tan portable como el e-mail, es decir, no limita la movilidad del abonado. Otras prestaciones que ofrece VoIP son el reconocimiento de llamada, posibilidad de crear números virtuales o el contestador automático, por poner algunos ejemplos.

- **Más que voz:** Al estar basada en una red de paquetes, VoIP puede manejar también otros tipos de datos además de la voz, podríamos transmitir imágenes, video o texto a la vez que la voz. De esta forma, puedes hablar con alguien a la vez que le envías archivos o incluso a la vez que te está viendo a través de una webcam.
- **Uso más eficiente del ancho de banda:** Se sabe que el 50% de una conversación de voz es silencio. VoIP rellena estos espacios de silencio con datos de forma que el ancho de banda de los canales de comunicación de datos no sean desaprovechados. La compresión y la posibilidad de eliminar la redundancia cuando se transmite voz serán también factores que elevarán la eficiencia del uso del ancho de banda de la conexión.
- **Esquema de red flexible:** La red que encontramos bajo VoIP no necesita tener un esquema o topología en concreto. Esto hace posible que una organización pueda hacer uso de la potencia de las tecnologías que elijan, como ATM, SONET o Ethernet.

Cuando empleamos VoIP, la complejidad de la red inherente en las conexiones con la PSTN es eliminada, creándose una infraestructura flexible que puede soportar muchos tipos de comunicación. El sistema estará más estandarizado, requerirá menos equipamiento y su tolerancia a fallos será mayor.

- **Teletrabajo:** Si se trabaja en una organización que emplea una intranet o extranet, todavía se podría acceder a tu oficina desde casa a través de VoIP. Se puede convertir el hogar en una parte de la oficina y usar remotamente la voz, el fax o los servicios de datos de tu lugar de trabajo a través de la intranet de la oficina. La naturaleza portátil de la tecnología VoIP está provocando que gane popularidad, ya que proporciona una gran cantidad de comodidades impensables hace unos años atrás.
- **Desarrollo de software más productivo:** VoIP puede combinar diferentes tipos de datos, enrutándolos y señalizándolos de forma muy flexible y robusta. Como resultado de esto, los desarrolladores de aplicaciones de red encontrarán más fácil crear y desplegar aplicaciones que realicen comunicaciones de datos empleando VoIP. Además, la posibilidad de implementar VoIP en navegadores web y servidores proporciona un beneficio tanto productivo como competitivo a esta tecnología.

5. REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO

En este capítulo abordaremos los requerimientos necesarios para la implementación de la tecnología de voz sobre IP en la empresa RAMAR aduaneros S.A., donde se realizó un diagnóstico de la situación actual de la red, recopilando información referente a la topología, ubicación y conexiones hacia las distintas sedes involucradas en el proyecto, las cuales solo 4 de ellas tienen una conexión a dato siendo estas en las que se les agregará el servicio de VoIP.

5.1 Diagnóstico de la situación actual de la red RAMAR

La empresa cuenta con 7 sucursales que son: El Rama, Puerto Corinto, Guasuale, Peñas Blancas, Las manos, El espino y la sede principal en Bello Horizonte, Managua; para la implementación del proyecto se tomarán en cuenta solo 4 sucursales, las cuales son Puerto Corinto, Peñas Blancas, Guasaule y la sede principal ubicada en Bello Horizonte. Estas se encuentran conectadas a través de un enlace dedicado de fibra óptica por medio de una VPN con la que comparten datos e internet, servicio brindado por la empresa ALFANUMERIC.

La sede principal cuenta con una PBX **Panasonic TEM824** que maneja el tráfico telefónico de dicha sede y cuenta con 5 líneas de telefonía convencional, 35 usuarios y con 22 extensiones telefónicas, además esta sede posee un ancho de banda de 1 MB.

La sede de Puerto Corinto cuenta con 4 usuarios y una computadora, Peñas Blancas cuenta con 3 usuarios y 3 computadoras y Guasaule cuenta con 6 usuarios y 4 computadoras. Estas 3 sucursales poseen una línea convencional cada una y tienen un ancho de banda de 512 Kbps respectivamente.

Para conocer la ubicación y la topología de red, se realizó una topología detallada en el software Microsoft VISIO donde se especifica la forma de interconexión actual de la red. Esta topología se muestra en la siguiente figura.

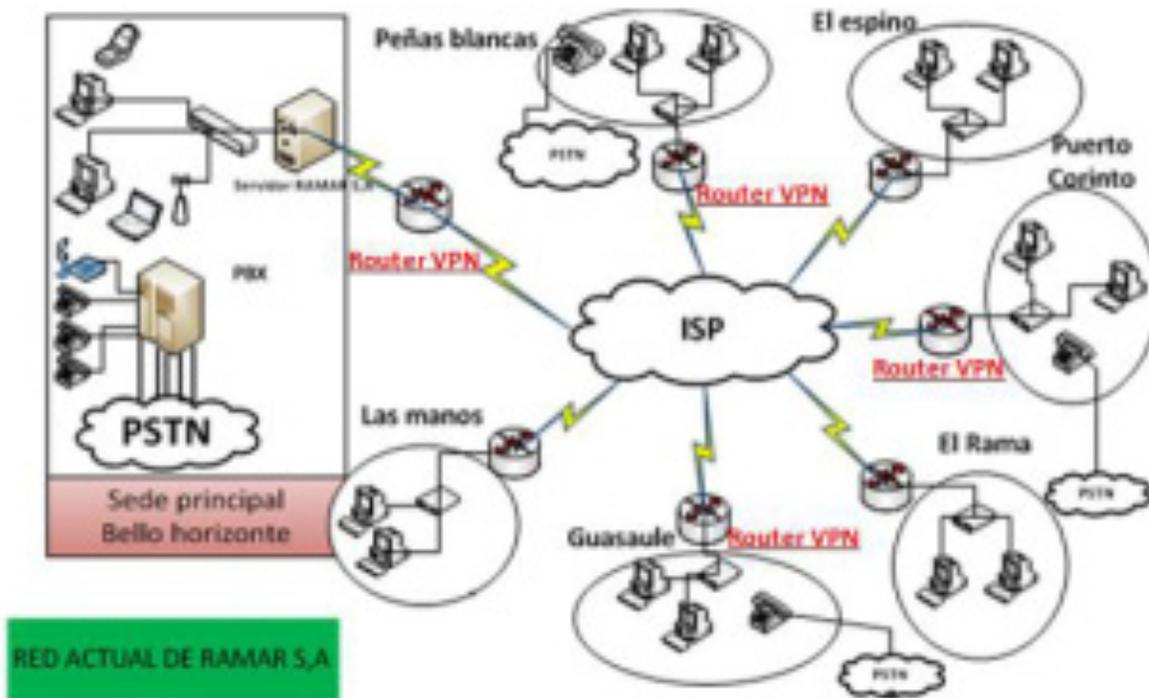


Figura 7 Topología de red actual de RAMAR S,A

5.2 Ingeniería de tráfico

Uno de los puntos importantes en el uso de voz sobre IP es determinar la cantidad de ancho de banda necesario para un determinado destino como una sede o un escritorio remoto. Esto también es importante en la determinación de cantidad de llamadas simultáneas de ELASTIX.³³

Una de las simplificaciones más usadas es estimar el número de llamadas simultáneas por tipo de usuario. Por ejemplo:

- PBX en empresas (1 llamada simultanea por cada 5 extensiones)
- PBX para usuarios residenciales (1 llamada simultanea por cada 16 extensiones)

³³ (Gonçalves, 2007)

En este caso, vamos a calcular el ancho de banda requerido según la información recopilada de la empresa:

- Bello Horizonte: 22 extensiones (de las cuales solamente 10 extensiones llaman frecuentemente hacia las otras sucursales)
- Guasaule: 2 extensiones
- Peñas Blancas: 1 extensión
- Puerto Corinto: 1 extensión

Por la simplificación tendríamos 2 llamadas simultáneas en la sede de Bello Horizonte y 1 llamada simultánea en las otras 3 sucursales juntas.

Si utilizamos el CODEC g.711 (sin costo) con los encabezados de la red Ethernet tendríamos una tasa compresión de **95.2 Kbps** esto no lleva a:

Ancho de banda requerido:

- Para la sede de Bello Horizonte = $(95.2\text{Kbps}) (2) = 190 \text{ Kbps}$
- Para las otras 3 sucursales juntas = $(95.2\text{Kbps}) (1) = 95.2\text{Kbps}$

5.2.1 Método de Erlang B

Erlang es una unidad de medida de tráfico en telecomunicaciones. En la práctica es usado para describir el volumen de tráfico en una hora. Se estima que en telefonía residencial el promedio de las llamadas es de 2 minutos y en telefonía empresarial el promedio de las llamadas es de 3 minutos.

Estas medidas son hechas como una forma de permitir a los proyectistas de red entender sus estándares de tráfico y establecer el tamaño de los entroncamientos necesarios. Nuestro objetivo es determinar el número de enlaces necesarios.

Decidimos usar el modelo de Erlang B ya que es el más común para determinar cuantas líneas son necesarias en la hora más ocupada. Uno de los puntos más importantes es que el modelo de Erlang requiere que se sepa cuantos minutos

de llamadas existen en la hora más ocupada **BHT** (Busy Hour Traffic). Esto puede ser obtenido de dos maneras: Tarificación por hora (la más precisa y por lo tanto usada para estas mediciones) o simplificación que se obtiene por el número de minutos llamados durante todo el día.

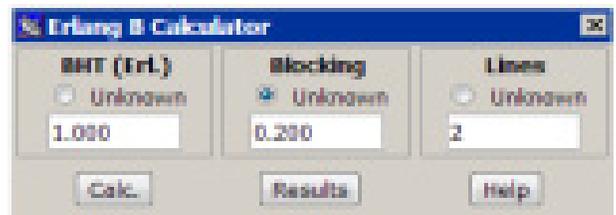
Otra variable importante es el GoS (Grade of Service). El GoS define la probabilidad de que las llamadas sean bloqueadas por falta de líneas. Podemos arbitrar que de cada 100 llamadas 5 sean bloqueadas (5%), u otra métrica deseada. (Gonçalves, 2007)

Datos de tarificación: En la sede principal la duración media de las llamadas internas es de 3 minutos, y en el transcurso de una hora se realizaron 20 llamadas.

$$BHT = 20 \times 3 = 60 \text{min} / 60 = 1 \text{ Erlang}$$

$$GoS = 0.2$$

Utilizando la calculadora de Erlang B obtenemos:



Datos de tarificación: En las sedes fronterizas la duración media de las llamadas a telefonía convencional es de 3 minutos, y en el transcurso de 1 hora se realizaron 10 llamadas.

$$BHT = 10 \times 3 = 30 \text{min} / 60 = 0.5 \text{ Erlang}$$

$$GoS = 0.33$$

Utilizando la calculadora de Erlang B obtenemos lo siguiente:



Figura9 Calculadora de Erlang

5.3 Premisas para el diseño de la nueva red RAMAR

Lo que el cliente desea es poder mejorar su sistema de comunicación y reducir el monto de la facturación telefónica convencional, esto se logrará desviando el tráfico telefónico entre sedes a través del túnel VPN utilizando la red de datos, logrando así la convergencia de servicios de internet y telefonía en la empresa.

Según las necesidades que posee la empresa se requiere lo siguiente: 2 extensiones para la sede de Guasaule, 1 extensión para la sede de Corinto y 1 extensión para la sede de Peñas Blancas respectivamente. Para darle salida a estas extensiones hacia la PSTN se tomó 1 de las 5 líneas de telefonía convencional que posee la sede de Bello Horizonte. Si se pretendiera en un futuro ampliar el número de extensiones perfectamente se puede hacer porque el diseño de esta red es escalable.

En el caso de que el cliente desee realizar una llamada telefónica hacia cualquier sede dentro de su misma red privada la llamada sería enlazada vía internet, de este modo es posible incorporar una PBX virtual a su red privada sin ningún inconveniente, y así que cada extensión de cualquiera de las sedes tenga acceso a las extensiones de la red privada de la empresa a través de la VPN.

Para llevar a cabo la implementación de VoIP se necesitan de equipos y softwares que permitan integrar la voz a la red de datos, los cuales serán detallados posteriormente en este capítulo.

A continuación en la siguiente figura se propone el nuevo diseño de red elaborado en Microsoft VISIO, para lograr la correcta integración de la tecnología VoIP dentro de la empresa:

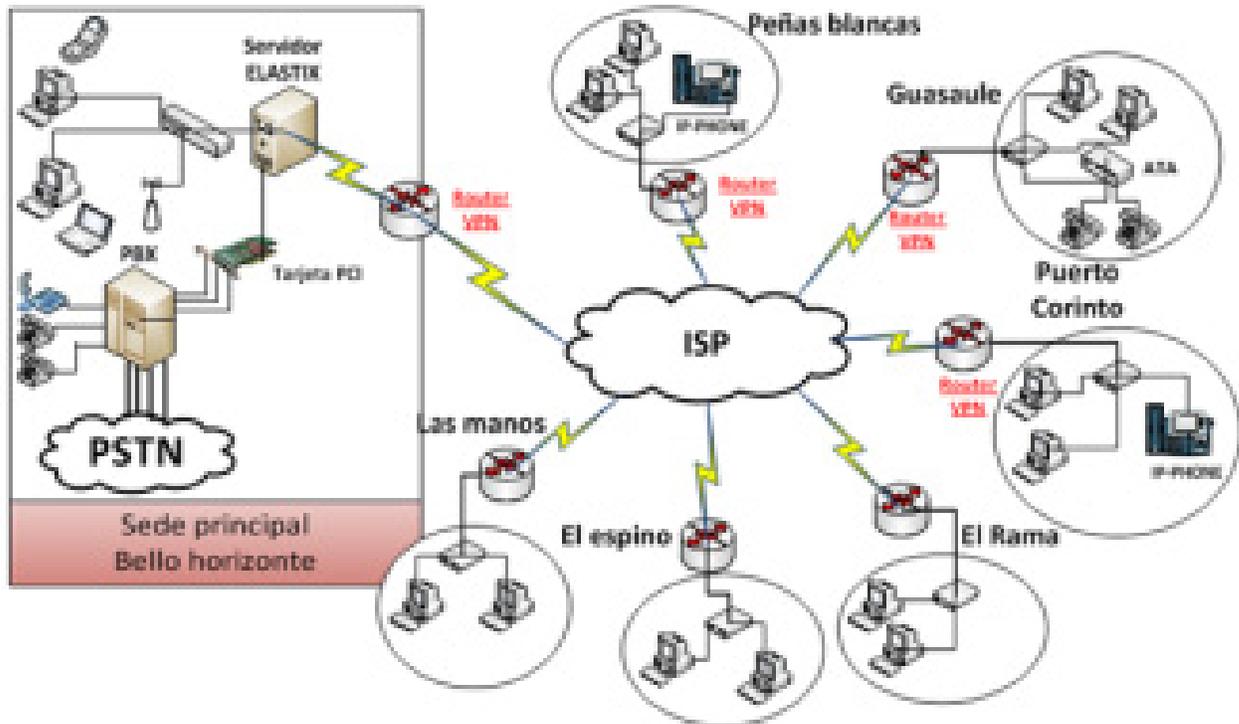


Figura 8 Arquitectura de red con VoIP integrado

5.4 Modelo de Codificador a implementar

Los codificadores son necesarios para realizar los cálculos relacionados al ancho de banda y calidad de servicio de la tecnología VoIP. Asterisk puede trabajar con diferentes Codec's, pero cuál es la mejor opción?

Para empezar veamos que Codec's soporta Asterisk y su ancho de banda necesario:³⁴

- G.711 ulaw (utilizado en EEUU) (64 Kbps)
- G.711 alaw (utilizado en Europa) (64 Kbps)
- G.723 (6.3/5.3Kbps) usado en H.323
- G.729 (8Kbps)

³⁴ (Lairant, 2008)

Tomando en cuenta que los códec's mas usados y de mejor rendimiento en cuantos a sus propiedades y parámetros de cómo manejan la información a través de la red llegamos a lo siguiente:

En nuestro caso descartaremos el codec G.723 porque es usado con el protocolo H.323 ya que se utilizara extensiones SIP. Tanto el G.711 y G.729 son ambos los más comunes y utilizados en la industria VoIP.

G. 711 es un sistema de cuantificación logarítmica de una señal de audio. La implementación del sistema consiste en aplicar a la señal de entrada una función logarítmica y una vez procesada realizar una cuantificación uniforme. G.729 es un algoritmo de compresión de datos de audio para voz que comprime audio de voz en trozos.³⁵

Utilizar **G.711** para VoIP nos dará la mejor calidad de voz, ya que no usa ninguna compresión y es el mismo codec utilizado por la red RTC y líneas ADSL, suena como si utilizáramos un teléfono normal, además cabe recalcar que es un codec libre de uso gratuito esto significa un gasto menos. Comparándolo con el códec G.729 que su uso es licenciado con requerimientos de bajo ancho de banda operando a 8 kbit/s pero los tonos tales como DTMF o tonos de fax no pueden ser transportados con seguridad con este codec. Creemos que para nuestra implementación de VoIP G.711 será la mejor opción ya que también tiene la menor latencia puesto que no hay necesidad de compresión, lo cual cuesta menos capacidad de procesamiento. El único problema es que utiliza más ancho de banda que otros codec's, hasta 64 Kbps incluyendo todo el overhead de TCP/IP. No obstante, el ancho de banda con que cuenta la empresa que es de 1 Mb, no será un problema.

³⁵ (Lairent, 2008)

5.5 Selección de equipos

La fase de selección de equipos se fundamenta en la necesidad que tiene la empresa de comunicarse con las demás sucursales sin importar las distancias geográficas. En función a las necesidades encontradas en la red de RAMAR aduaneros S,A, se determinaron equipos y accesorios necesarios para este diseño.

El tipo de topología existente entre las sedes es LAN-TO-LAN lo que permite conectarse entre ellas a través de un túnel VPN; como meta se pretenden conectar las cuatro sedes con un alcance estimado de 50 usuarios en total y además a través de la VPN viajarán los datos, voz y video.

Un punto importante para tomar en cuenta en el diseño de la red, son los equipos que se necesitan para su implementación y funcionamiento. Para ello se hizo una lista de dispositivos de acuerdo a las características de la red detallados más adelante en el capítulo.

Así mismo, para poner en operación la tecnología VoIP, se necesita un software que nos permita crear, administrar y configurar sistemas de telefonía IP y además que posea las características de una PBX convencional. Para este proyecto se optó por la PBX virtual **ELASTIX** por su confiabilidad, fácil uso y además porque es un software libre es decir sin costo alguno. También para la implementación de este servicio se necesitan el uso de una **tarjeta PCI**, para poder lograr la integración del tráfico telefónico a la red de datos, dicha tarjeta estará instalada en el servidor VoIP en la sede principal. Además se utilizara un adaptador telefónico análogo (**ATA**) que permite la integración de teléfonos análogos a la topología de red de datos de la empresa, este equipo estará instalado en una de las sedes involucradas en el proyecto. De igual manera, se utilizaran **teléfonos IP** en el resto de las sucursales dentro del proyecto.

5.5.1 Tarjetas PCI

Estas tarjetas son ideales para crear entornos de telefonía basados en ELASTIX, que aportan todas las funcionalidades avanzadas de un sistema de voz sobre IP a su central.

Estas tarjetas necesitan para su funcionamiento módulos FXO y FXS. Estos módulos se insertan en los zócalos de los que dispone la tarjeta, y se han de seleccionar en función de su uso: FXO para la conexión de líneas y FXS para la conexión de teléfonos.

OpenVox A400P04 4 Port Analog PCI



Características

- 2 Puertos FXS, 2 Puertos FXO
- Escalable y fácil de instalar
- Compatible con Asterisk y Elastix
- Precio \$ 170

Figura 10 Tarjeta PCI

5.5.2 Adaptadores de Teléfonos Análogos (ATA):

Grandstream 2-FXS-port HT702 ATA

Características



- 2 puertos FXS
- 2 cuentas de perfil SIP
- Puerto dual de 10/100 Mbps
- Identificador de llamadas
- Compatible con codecs: g711, g729, g723

Figura 11 ATA telefónico • Precio \$ 40

5.5.3 Teléfono IP

Los teléfonos IP en apariencia son similares a los teléfonos tradicionales pero cambia la forma en que se transmite la voz, ya que utiliza una conexión de red de datos, en lugar de una conexión de red telefónica. Disponen de una dirección IP a la que se puede acceder y mediante la que se puede configurar.

Linksys SPA921 IP Phone



Características:

- Display LCD
- Identificador de llamadas
- 2 puertos Ethernet 10/100Base-TX
- Codecs de voz G.711, G.729^a
- Protocolos VoIP H.323, MGCP, SIP
- Precio \$ 30

Figura 12 Teléfono IP

5.5.4 Teléfonos análogos



Características:

- Altavoz
- Radial
- Mute
- Costo \$ 15

Figura 13 Teléfono Análogo

6. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

A continuación procederemos a definir el paso a paso para lograr la instalación de la PBX virtual Elastix y sus funcionalidades.

6.1 Instalación del Servidor Elastix

Para la instalación de Elastix es necesario que tengamos un computador dedicado exclusivamente para estos fines.

Elastix se distribuye como un archivo de imagen tipo ISO, que puede ser quemado a un CD desde cualquier software de grabación de CDs.

Una vez quemada esta imagen en el CD, lo insertamos en el computador al momento de encenderlo. Nos aseguramos de que el computador arranque de la unidad de CD-ROM. Si todo va bien debería obtener una pantalla como la siguiente.³⁶



Fig. 14 Interfaz de inicio de instalación de Elastix

³⁶ (Muñoz, 2010)

Luego de cargar los programas necesarios para iniciar la instalación, el proceso nos solicitará el idioma, entre otras funciones básicas, que serán utilizadas para formular preguntas y mostrar mensajes a lo largo del proceso de instalación.



Fig. 15 Selección del Idioma

Particiones del disco duro

El siguiente es el paso crítico de la instalación ya que configura las particiones del disco duro. Podría escoger la opción *Utilizar diseño personalizado*. Caso contrario, elija *Usar espacio disponible en dispositivos seleccionados y crear diseño predeterminado*.

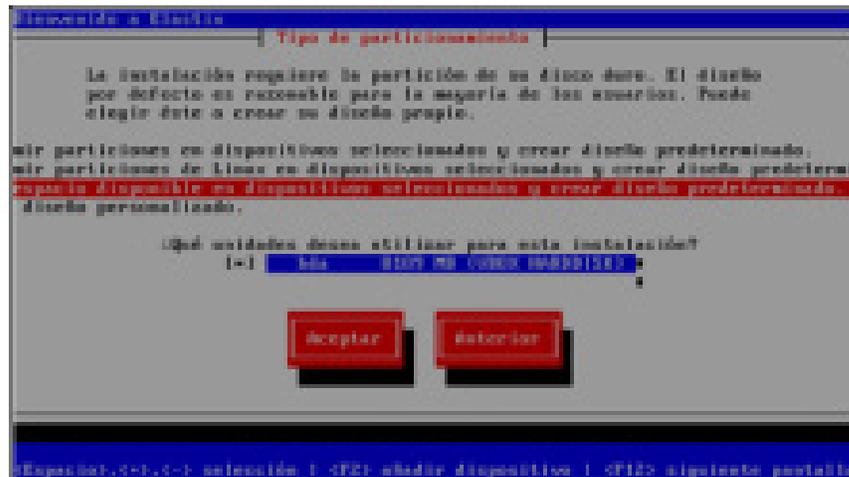


Fig. 16 Selección de Disco Duro

Ahora el programa instalador nos consulta si queremos revisar las particiones creadas. Escoja la opción *No* y de *Enter* para proseguir.



Fig. 17 Revisión de Particiones de Disco Duro

Parámetros de red

El programa de instalación preguntará si desea configurar los parámetros de direccionamiento IP en las tarjetas de red con las que cuenta el servidor. En la siguiente pregunta escoja *Sí*..

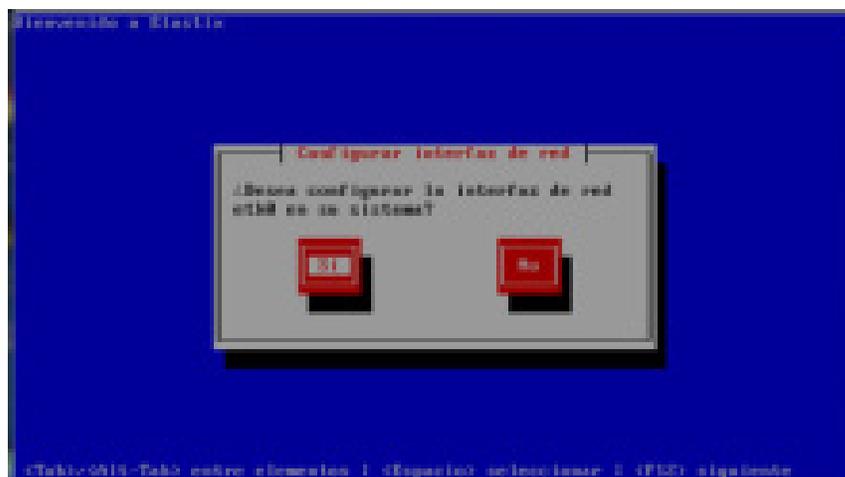


Fig. 18 Configuración de Red

Para cada tarjeta de red que se tenga instalada se preguntará si la desea activar a tiempo de arranque y qué tipo de soporte IP se va a habilitar en ella en este caso el soporte de IPv4. Presione *Aceptar*.

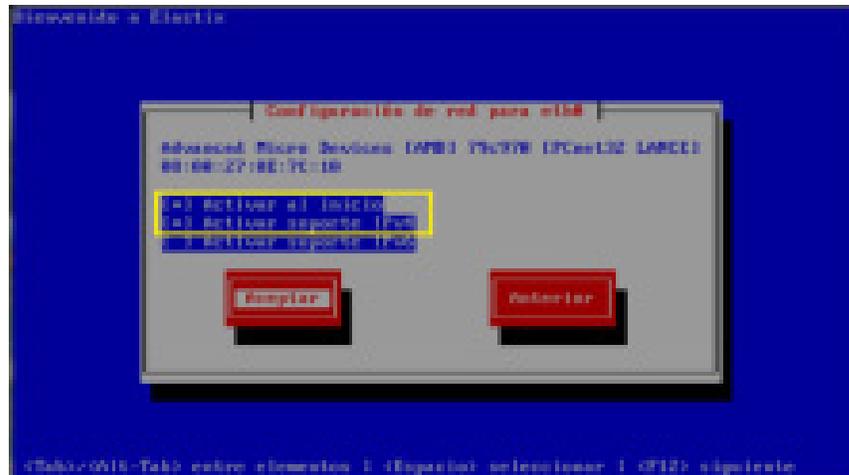


Fig. 19 Parámetros de tarjeta de Red

Si se cuenta con un *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) en su red para la asignación dinámica de direcciones IP, seleccione la opción *Configuración de IP dinámica*. De lo contrario se asigna la dirección IP de manera manual seleccionando la opción *Configuración manual TCP/IP*.

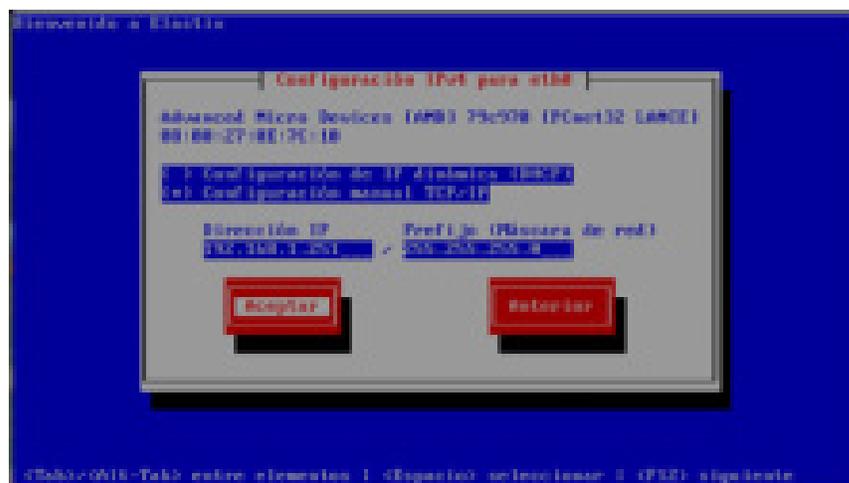


Fig. 20 Configuración de IP add y subnet-mask

La siguiente pantalla nos pide el ingreso de parámetros de red adicionales como la puerta de enlace (*gateway*), DNS primario y DNS secundarios (si se cuenta con ellos). Continúe presionando *Aceptar*.

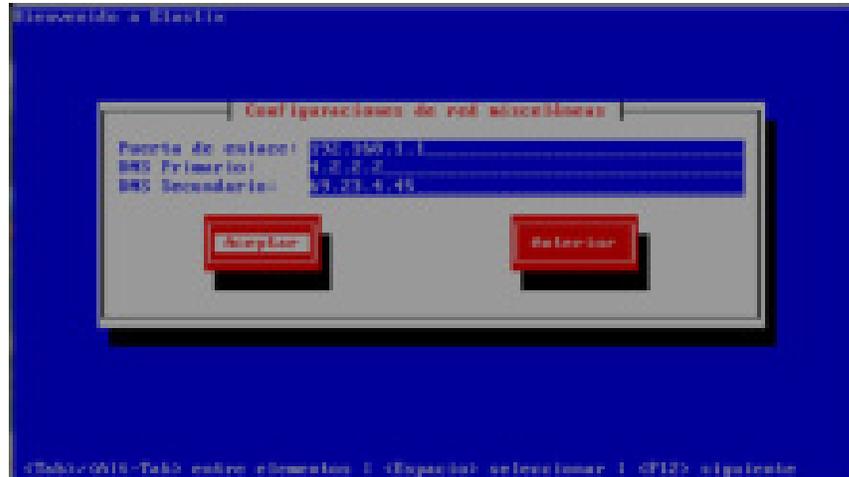


Fig. 21 Configuración de Puerta de enlace y DNS

A continuación damos un nombre de host, aquí se debe considerar que un nombre host correcto tiene la forma *nombre.dominio*. En caso de no contar con uno, ingrese un nombre ficticio cualquiera, ya que luego es posible cambiarlo. Escoja *Aceptar* para continuar.



Fig. 22 Configuración de Host

Contraseña de root

Se especifica la contraseña que será usada por el usuario con privilegios de administrador de Elastix. Debido a la importancia de este paso, se requiere confirmar la contraseña ingresándola nuevamente. Presione *Aceptar* para seguir con la instalación.



Fig. 23 Contraseña de administrador

A partir de este momento el programa instalador particionará y formateará el disco duro del servidor y toda la información almacenada allí se perderá.

Adicionalmente, se copian todos los archivos necesarios para correr Elastix hacia el disco duro.

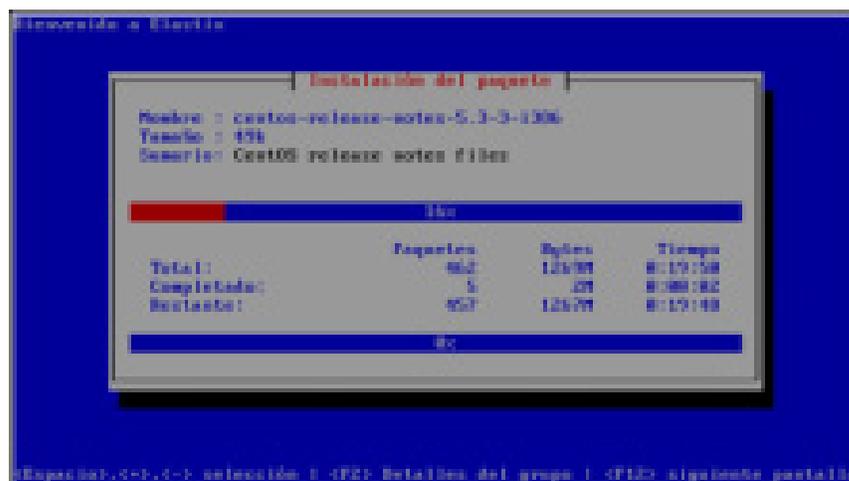


Fig. 24 Copiado de archivos al Disco Duro

Una vez que termina la copia de paquetes al disco duro, el servidor se reiniciará automáticamente.



Fig. 25 Pantalla de arranque de Elastix

Luego de cargar, Elastix procederá a solicitar contraseñas para los componentes importantes que conforman su sistema. Esta fase de ingreso de claves solo se realizará en el primer arranque luego de la instalación.

La primera clave que se solicita es la del administrador para la base de datos MySQL. Ingrese una clave y continúe con el botón de *Aceptar*

La siguiente contraseña será utilizada para ingresar con privilegios de administrador a la interfaz gráfica de Elastix. (Landivar, 2008)

Final de la instalación

El proceso de instalación termina cuando recibimos la pantalla de invitación a ingresar a la consola principal del servidor, tal como se muestra en la figura siguiente.



Fig. 26 Login de Elastix

Para acceder a la consola de Elastix, simplemente ingrese *root* en el prompt de *pbx login*. La contraseña es la que se eligió durante el proceso de instalación.

Una vez ingresados los datos de login y contraseña podremos acceder a la configuración de la PBX Elastix remotamente desde la interfaz web ingresando la dirección IP asignada al servidor como se muestra en la figura siguiente:



Fig. 27 Login de Interfaz Web

6.2 Instalación y configuración de la tarjeta PCI OPEN VOX

La tarjeta que vamos a utilizar es una Openvox A400P. Con 2 puertos FXO y 2 puertos FXS.

En las tarjetas, en su mayoría, los módulos FXO (que se utilizan para conectar las líneas de nuestro proveedor telefónico) vienen en color rojo y los FXS (que son los que se usan para extensiones análogas) vienen en color verde. Para instalar hardware FXS se requiere conectar un cable de poder a la tarjeta.

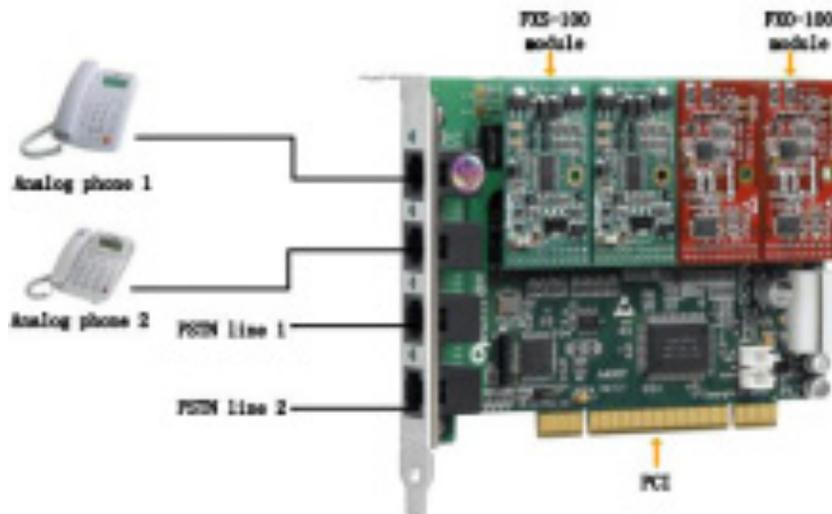


Fig. 28 Tarjeta PCI

Luego de instalar la tarjeta encendemos el equipo y desde la interfaz web, entramos a la opción System> Detector de Hardware. En la parte inferior derecha de la ventana se mostrará los módulos disponibles de la tarjeta instalada.

Después, dar clic en la opción Advanced > Reemplazar File **Chan_dahdi.conf** en este archivo se contiene las configuraciones de fábrica que trae la tarjeta. Una vez seleccionadas estas opciones le damos clic en Detectar Hardware.

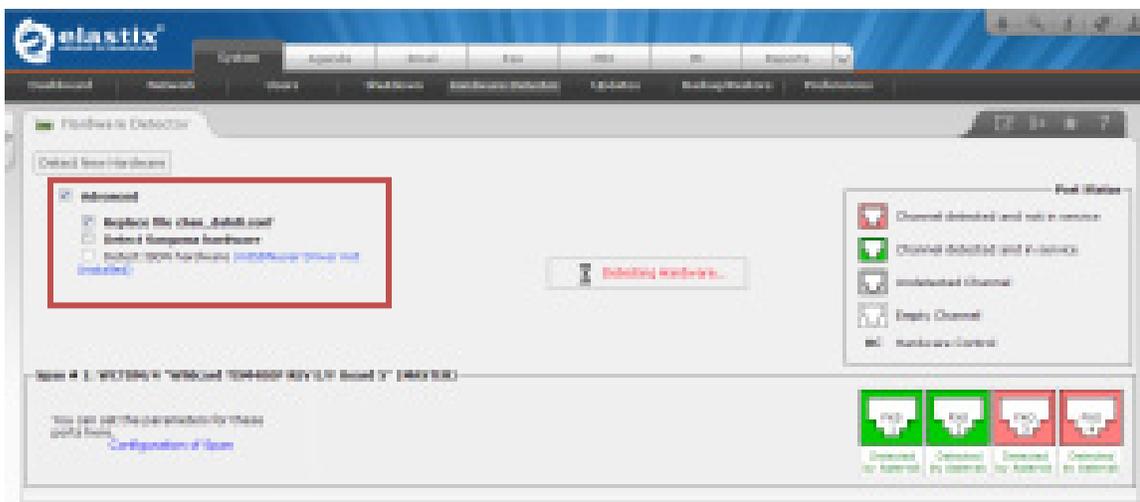


Fig. 29 Detección de Hardware PCI

Una vez ingresado a `chan_dahdi.conf`, se editan las configuraciones que trae la tarjeta por defecto.

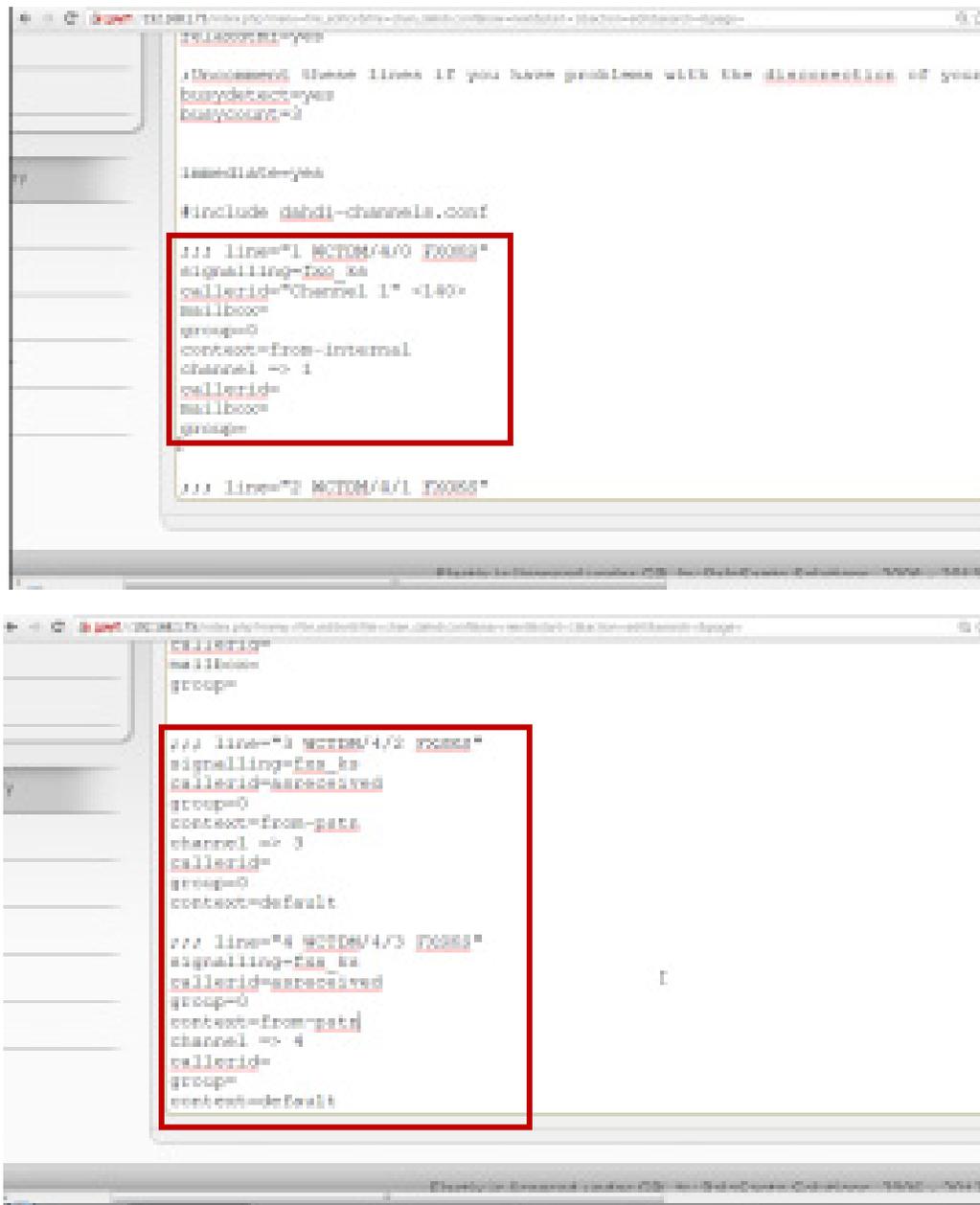


Fig. 32 Configuración de los puertos de Tarjeta PCI

Desde el editor de este archivo, se configuraron los canales FXO y FXS en la librería `# includedahdi-channels.conf`. Al configurar la interfaz FXS utilizada

para interconectar este servidor con la PBX Samsung, aquí declaramos la línea, la señalización, el ID de llamada, el contexto, grupo y el canal.

En el caso de la interfaz FXO utilizada para interconectarse con la PSTN, declaramos línea, señalización, contexto, grupo y canal. Luego escogemos la opción **save**.

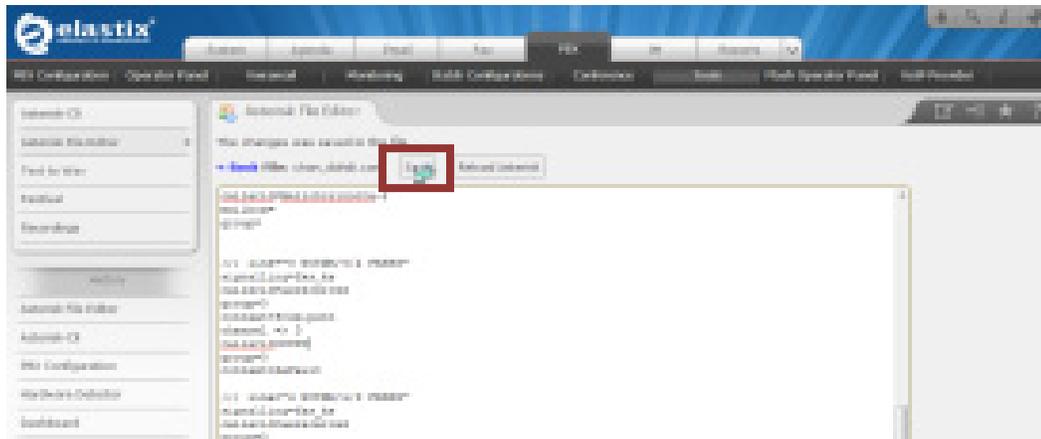


Fig. 33 Guardando las configuraciones de Tarjeta

6.3 Creación de troncales

Las troncales son por donde vamos a sacar y recibir llamadas e interactuar con la Red PSTN. Podemos tener varios troncales de la misma o de diferentes tecnologías.

Ir a la pestaña **PBX > troncal** y seleccionamos **Agregar troncal Dahdi**.

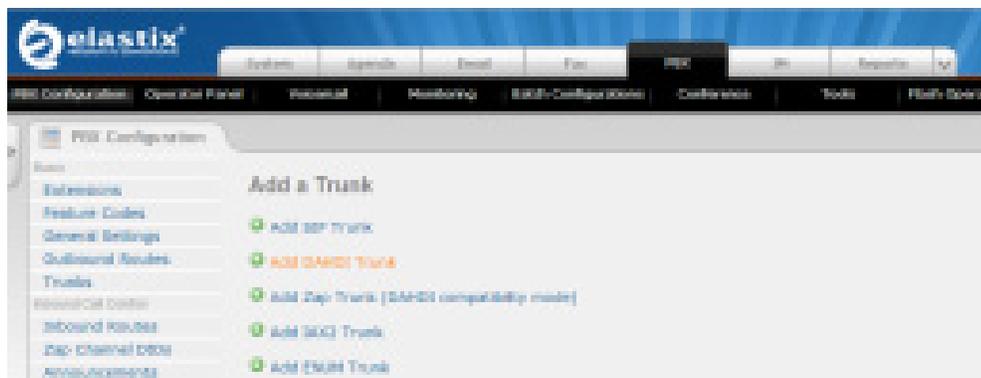


Fig. 34 Troncales

Los campos importantes que hay que llenar en esta configuración son el **nombre del troncal**, el **out bound caller ID** el cual será definido luego y no menos importante el **Patrón de números marcados** para acceder llamadas por esa troncal según el canal Seleccionado.

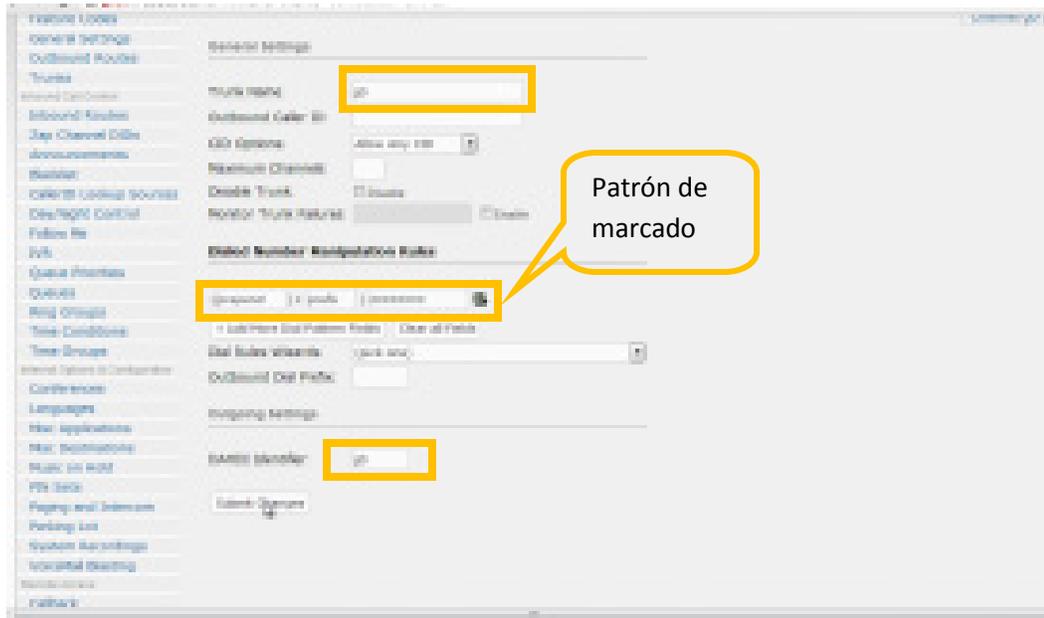


Fig. 35 Creación de Troncal

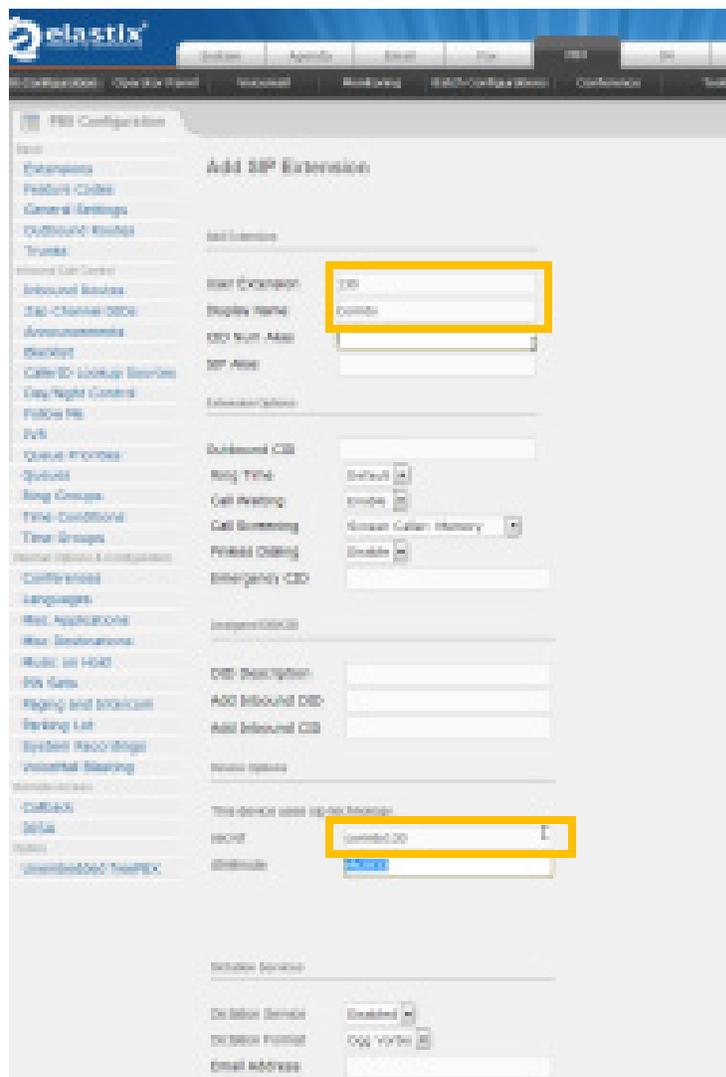
6.4 Creación de extensiones

Aquí crearemos las extensiones para las 4 sucursales de la VPN (Bello Horizonte, Penas Blancas, Puerto Corinto, Guasaule)

Para crear una “Nueva extensión” debemos ingresar al Menú “**PBX**”. Por defecto se accede a la sección “**PBX Configuration**”. En esta sección escogemos del panel izquierdo la opción “**Extensiones**”. Ahora podremos crear una nueva extensión.



Fig. 36 Tipos de Extensión



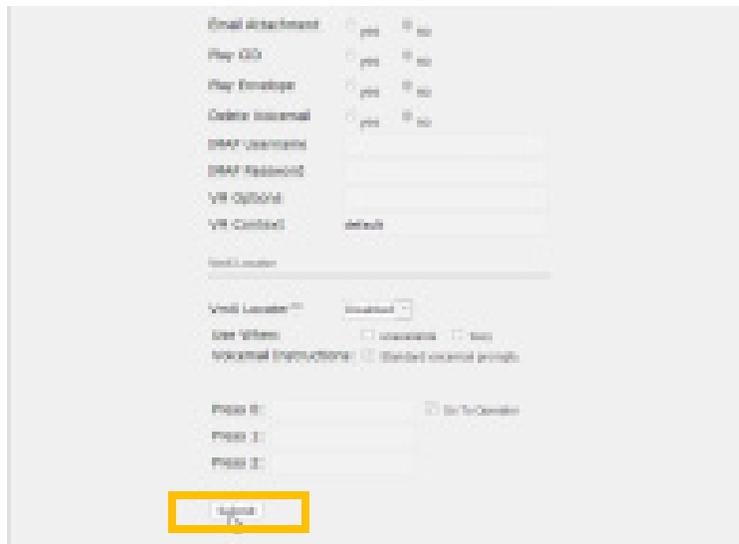


Fig. 37 Creación de Extensión SIP

Al final en la siguiente imagen tenemos las extensiones necesarias en la empresa RAMAR

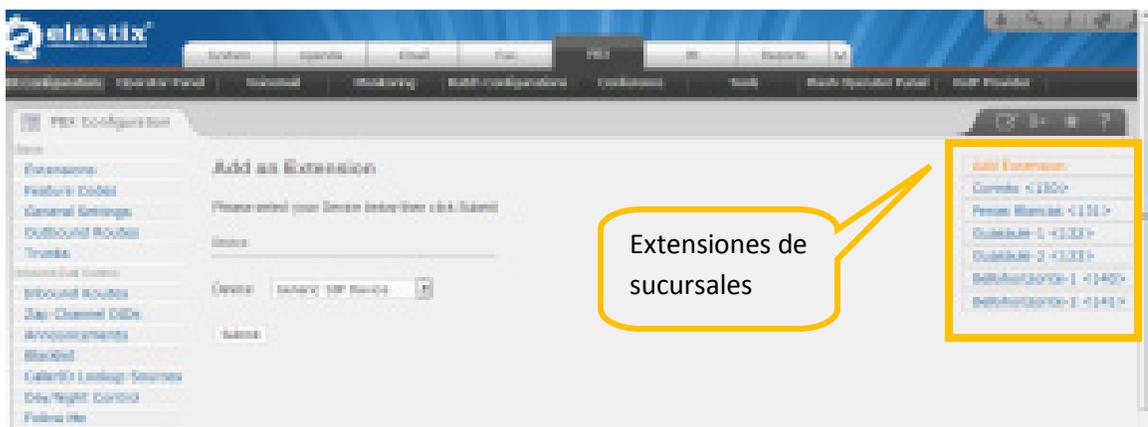


Fig. 38 Extensiones SIP

6.5 Grabación de mensaje de bienvenida (IVR)

Antes de Crear un IVR es necesario tener un mensaje ya grabado que será reproducido cuando una llamada es atendida por dicha IVR. Usted tiene 2 opciones para este fin: grabar el mensaje desde su propia extensión o cargar un archivo de audio grabado anteriormente.

La primera opción sin duda es la más cómoda puesto que podemos grabar desde el mismo teléfono en un tiempo muy corto.

Para acceder a este módulo diríjase al Menú “PBX”, aparecerá por defecto la sección “Configuración PBX”, en el panel izquierdo escoja la opción “Grabaciones del sistema”.

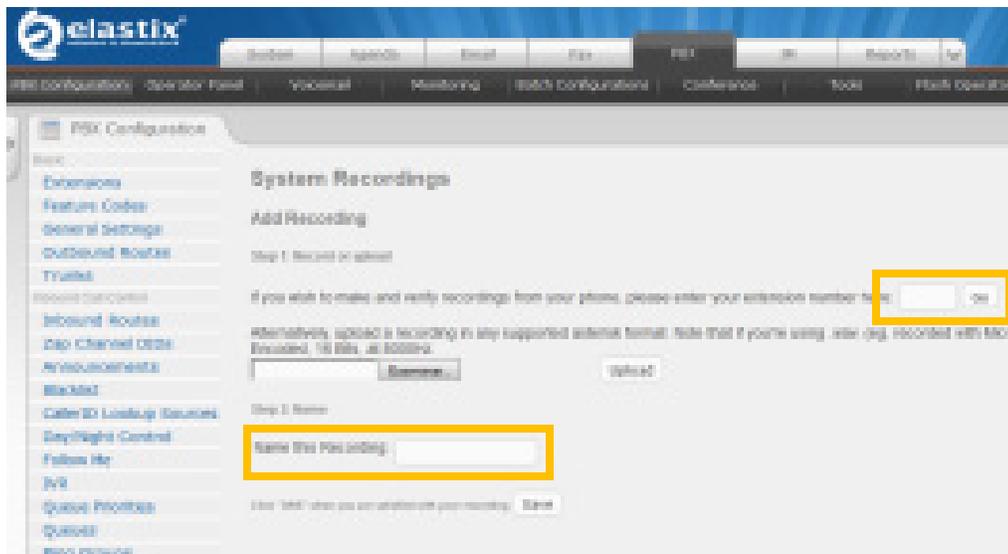


Fig. 39 Grabado de mensaje

Como ya se mencionó la primera opción nos permite grabar el audio directamente desde una extensión ya funcional. Para esto ingresamos el número de extensión desde el cual queremos realizar la grabación en el recuadro que dice “Si desea realizar y comprobar grabaciones desde su teléfono, por favor, escriba aquí su extensión”, y damos clic sobre el botón Ir.

Luego de hacer esto, Elastix estará esperando nuestra grabación en la extensión X, para continuar descolgamos el teléfono de la extensión ingresada y marcamos *77, luego de escuchar un pitido podemos comenzar a vocalizar nuestro mensaje, para indicarle al sistema que hemos concluido el mensaje presionamos la tecla # (numeral), caso contrario no se grabará el mensaje.

Para revisar nuestra grabación desde el mismo teléfono marcamos *99. El siguiente paso será asignar un nombre a la grabación en el recuadro correspondiente y luego dar clic sobre el botón “Guardar”.

Configurar un IVR de bienvenida

El IVR nos permite recibir una llamada entrante y reproducir un mensaje de bienvenida. Además podemos tener un menú interactivo por teclado telefónico, a través de los 10 dígitos. Con esto es posible encaminar la llamada hacia otro destino o nuevamente hacia el IVR que envió el anuncio.

Para acceder al módulo “IVR” dirijase al Menú “PBX” y aparecerá por defecto la sección “Configuración PBX”. En el panel izquierdo escoja la opción “IVR”.

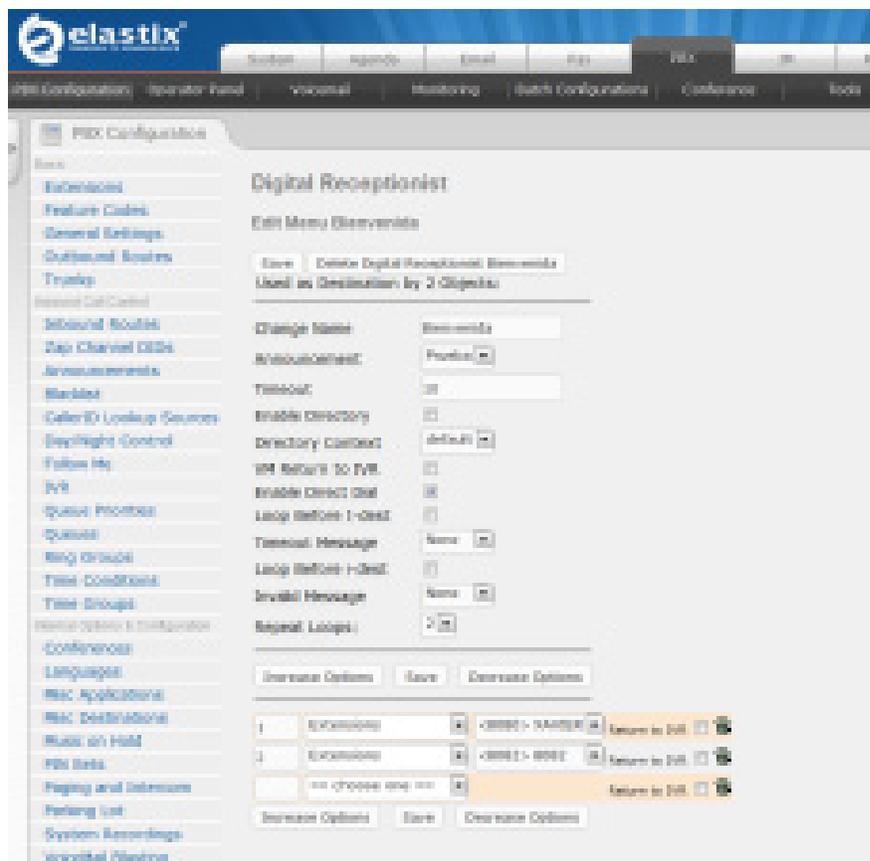


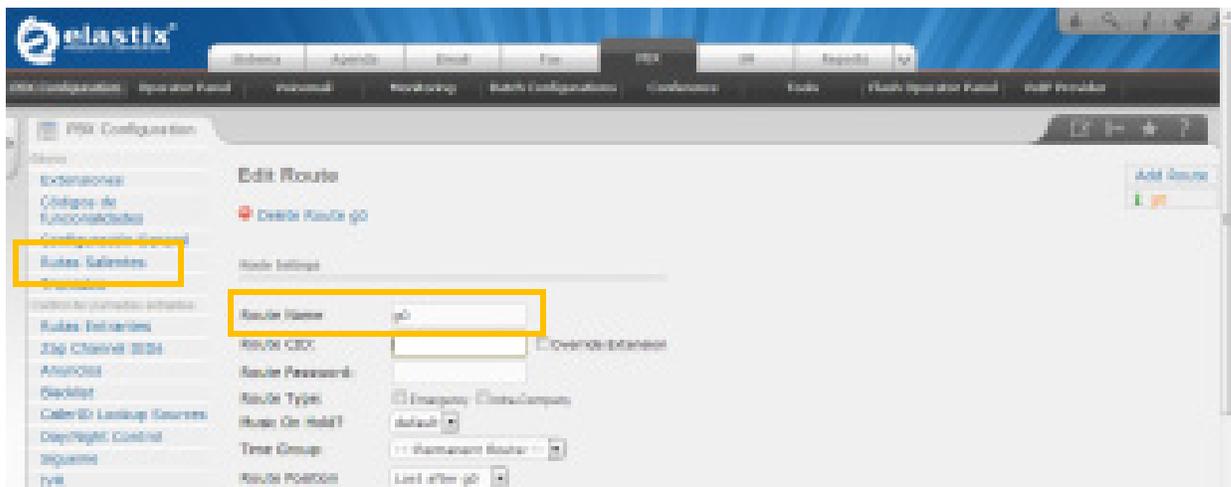
Fig. 40 Configuración de IVR

Primeramente en el recuadro anuncio se selecciona el mensaje grabado anteriormente y en la parte inferior se debe proceder a configurar cuáles serán los destinos de las llamadas de acuerdo con el dígito que el llamante presione en su teléfono. Por ejemplo con el digito 1 hace que la llamada sea enviada a la extensión de Peñas Blancas, con el digito 2 que marque a Guasaule y así sucesivamente. Es posible configurar destinos para los números del 0 al 9. Finalmente grabamos el IVR haciendo clic en el botón de “Guardar”.

6.6 Rutas de llamadas salientes

Mediante las rutas salientes podemos indicar por cual troncal o troncales deben ser enviadas las llamadas.

El patrón de marcado es el conjunto de dígitos ó patrón de dígitos que Asterisk usa para verificar el “match” con los dígitos marcados por un llamador para determinar el canal por donde debe enviar la llamada. (Muñoz, 2010)



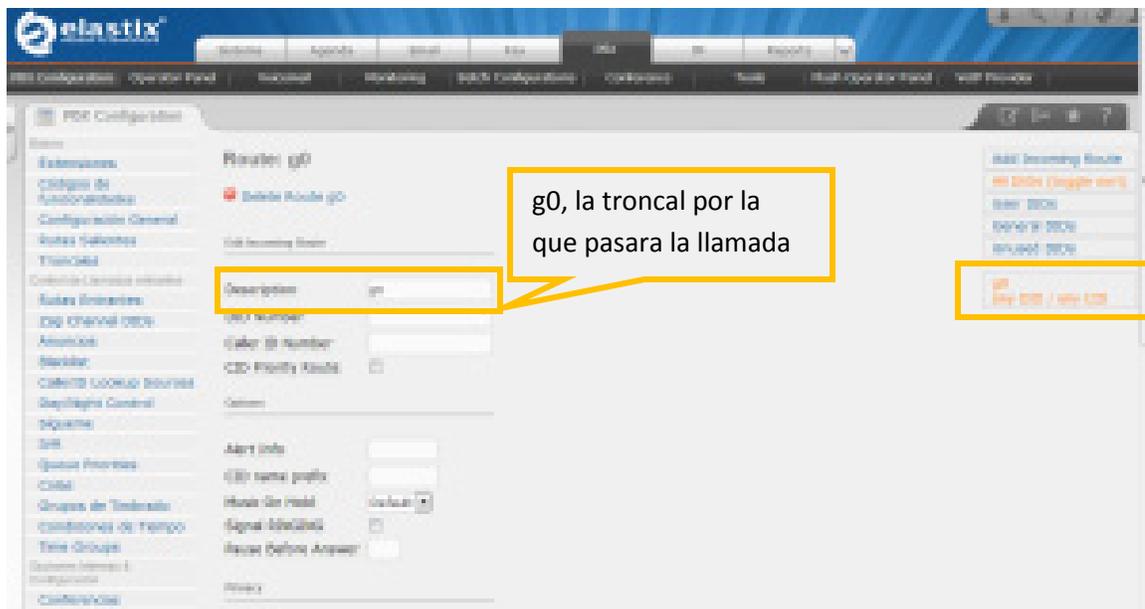
En nuestro caso, el patrón de rutas utilizado fue:
(9) 2XXXXXXX para marcar cualquier numero convencional.



Fig. 41 Configuración de Rutas Salientes

6.7 Rutas de Llamadas Entrantes

Esta opción permite configurar el destino de las llamadas que ingresan por una determinada troncal. Cuando una llamada ingresa al servidor, Asterisk puede darse cuenta si coinciden el DID ó el Caller ID de la troncal ó el número de la troncal en caso de que sea una de tipo ZAP con la información de la llamada entrante. (Landivar, 2008)



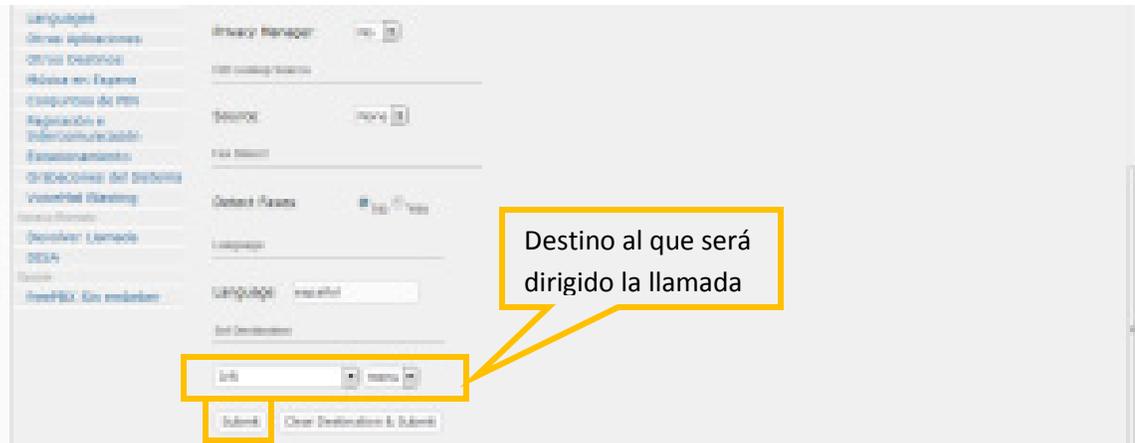


Fig. 42 Configuración de Rutas Entrantes

6.8 Configuración de Teléfonos IP

Para configurar el teléfono IP hay que tener en cuenta la IP que se asignará y la dirección del servidor Elastix para lograr que este registre al Teléfono IP en su sistema. Los campos importantes de llenar están enmarcados.

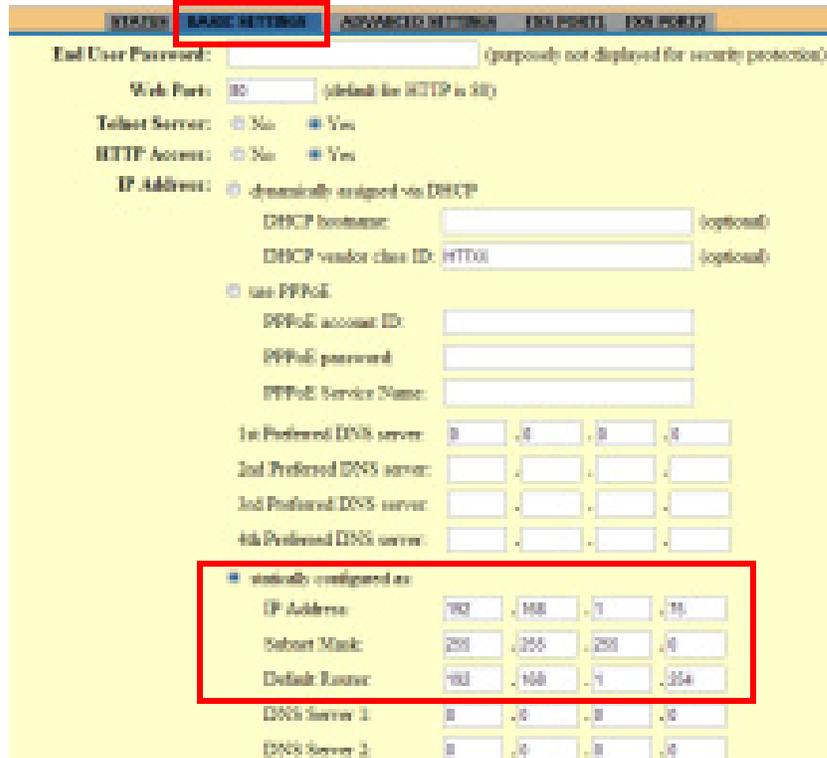


Fig. 43 Configuración de Teléfono IP

6.9 Configuración de ATA

Al configurar el adaptador telefónico Analógico, los campos importantes son la pestaña de **Basic Settings** y los dos **Puertos FXS**.

En Basic Settings solo es necesario configurar los parámetros de red necesarios: IP estática, subnet-mask y Gateway.



The screenshot shows the 'Basic Settings' tab of an ATA configuration interface. The 'IP Address' section is highlighted with a red box, indicating the static configuration. The fields are as follows:

IP Address:	192	168	1	25
Subnet Mask:	255	255	255	0
Default Router:	192	168	1	254

Fig. 44 Configuración de ATA (Parámetros de red)

En los puertos FXS es necesaria la dirección de nuestro servidor SIP en este caso Elastix y el número de extensión que asignaremos por cada puerto.

En el punto donde ubicaremos el ATA será necesario el uso de dos extensiones respectivamente (Guasuale1 y Guasaule2)

Grandstream Device Configuration

Account Action: No Yes

(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)
 (Optional, used when primary server no response)

Prefer Primary SIP Server: No Yes (yes - will register to Primary Server if Fallback registration expires)

Outbound Proxy: (e.g., proxy.myprovider.com, or IP address, if any)

SIP Transport: UDP TCP TLS (default is UDP)

NAT Traversal: No Keep-Alive STUN UPnP

(the user part of an SIP address)
 (can be identical to or different from SIP User ID)

Authenticate Password: (purposefully not displayed for security protection)

(optional, e.g., John Doe)

DNS Mode: A Record SRV NAPTR/SRV

Tel URI:

SIP Registration: No Yes

Overwrite On Refresh: No Yes

Outgoing Call without Registration: No Yes

Register Expiration: (in minutes, default 1 hour, max: 45 days)

Register before Expiration: (in seconds, Default 0 second)

SIP Registration Failure Retry Wait Time: (in seconds, Between 1-3600, default is 30)

Fig. 45 Configuración de ATA (Puertos FXS)

7. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

El estudio de factibilidad sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomarla mejor decisión y así saber si se puede proceder a su desarrollo o implementación.

7.1 PRI (Periodo de Recuperación de Inversión)

Mide el tiempo que se requiere para que la empresa recupere la inversión que requiere el proyecto. Según los datos estadísticos recopilados por Elastix obtenemos lo siguiente (Ver anexo II):

Llamadas internas realizadas en 1 semana:

362.5 minutos

Proyectada a 1 mes:

1450 Minutos.

Tasa de línea Claro:

C\$2.00/Min

Multiplicando por la tasa de línea Claro para llamadas convencionales:

$(1450 \text{ mins}) * (\text{C\$ } 2/\text{mins}) = \text{C\$}2900.00$ (Ahorro mensual por todas las sucursales de la empresa).

Para el cálculo del PRI se trabajara el ahorro en dólares, esto quiere decir que se tendrá una utilidad mensual de \$ 116.

Tomando en cuenta las especificaciones y consideraciones del diseño, se elaboró una lista de costos de equipos y materiales requeridos para el funcionamiento correcto de la tecnología, la lista se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Materiales o Equipo	Sede	Cantidad	Costo (\$)
Software Elastix 2.3.0	Bello Horizonte	1	0
HP Pavilion Desktop	Bello Horizonte	1	200
Openvox A400P22 PCI	Bello Horizonte	1	170
IP-PhoneLinksys SPA 921	Peñas Blancas	1	30
IP-PhoneLinksys SPA 921	Corinto	1	30
ATA (Adaptador Telefónico)	Guasaule	1	40
Teléfonos Análogos	Guasaule	2	30
Viáticos		1	100
TOTAL			600

Costo de la Inversión:

\$600.00

0	1	2	3	4	5	6
-600	-484	-368	-252	-136	-20	96
116	116	116	116	116	116	116
-484	-368	-252	-136	-20	96	212

Como se puede apreciar en la tabla PRI, la inversión que se hizo en el proyecto de telefónica IP implementado en RAMAR Aduaneros S.A. se recuperará en un periodo de 5 meses.

7.2 VAN (Valor Actual Neto)

Evalúa proyectos de inversión para saber si cumple con el objetivo básico financiero que es maximizar la inversión.

Tomar en cuenta la siguiente interpretación:

VAN > 0 la inversión producirá ganancias por lo tanto el proyecto se acepta

VAN < 0 la inversión producirá pérdidas por lo tanto el proyecto debe rechazarse

VAN = 0 la inversión no producirá ni ganancias ni pérdidas

Se requiere de un conjunto de dispositivos para la implementación de VoIP, con una inversión inicial de \$600.00 se sabe que se ahorrara \$116 mensualmente.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$V_t = \text{Flujodecajaenc/período.}$

$I_0 = \text{Valordeinversióninicial.}$

$n = \text{Número de período en este caso que se recuperara ganancias en 6 meses.}$

$k = \text{Tipodeinterés. (Tomamos en cuenta el 15% anual; al mes 1.25\%)}$

$$VAN = -600 + \frac{116}{(1+0.012)} + \frac{116}{(1+0.012)^2} + \frac{116}{(1+0.012)^3} + \frac{116}{(1+0.012)^4} + \frac{116}{(1+0.012)^5} + \frac{96}{(1+0.012)^6}$$

$$VAN = -600 + 114.62 + 113.27 + 111.93 + 110.61 + 109.28 + 89.37$$

$$VAN = 49.1$$

VAN > 0 »» Esto indica que la inversión producirá ganancias.
 Esto quiere decir que el proyecto puede aceptarse.

7.3 Relación Beneficio/Costo B/C

Determina la conveniencia del proyecto mediante la enumeración y evaluación posterior en términos monetarios a todos los costos y beneficios derivados directa o indirectamente de dicho proyecto.

Tomando en cuenta la siguiente interpretación:

$B/C > 1$ el proyecto es aconsejable

$B/C < 1$ el proyecto no es aconsejable

$B/C = 1$ el proyecto es indiferente depende del inversionista tomar el riesgo

Meses	0	1	2	3	4	5	6
Costo	600						
Valor actual							
Beneficios		116	116	116	116	116	96

Beneficio: 676 (sumatoria del valor actual de beneficios)

$$B/C = \frac{676}{600}$$

$$B/C = 1.13$$

8. RESULTADOS

En esta sección demostramos que la solución planteada reduce notablemente los gastos de tarifa telefónica que se generaban en las sucursales fronterizas de Puerto Corinto y Guasaule, debido a que se sustituyeron las líneas de telefonía convencional dedicadas por una salida troncal de la sede principal previamente configurada e instalada en la PBX ELASTIX ubicada en Bello Horizonte. Además se brindó el servicio telefónico a Peñas Blancas con el que no contaba anteriormente.

Este proyecto nos muestra que el nuevo escenario es una manera más económica para la empresa y reduce la tarifa telefónica mensual en un 30 %. Ver en Anexos II tabla de consumo telefónico de las sucursales.

La PBX Panasonic posee 8 puertos FXO y 24 FXS, de los cuales 5 líneas de telefonía convencional van conectadas a los puertos FXO. Una de estas líneas telefónicas se conectó al Puerto FXO de la PBX ELASTIX para darles salida a las extensiones de las fronteras hacia la PSTN. Luego para la comunicación entre los usuarios de la PBX Panasonic (extensiones sede principal) con los usuarios de la PBX virtual (extensiones fronterizas) se utilizaron 2 puertos FXS en el servidor ELASTIX y 2 puertos FXO de la PBX Panasonic y así esta planta recibe el tono de una extensión de la PBX virtual para lograr la comunicación entre centralitas. Para mejor comprensión ver diagrama en Anexo III.

Según la inversión realizada para implementar VoIP en la empresa RAMAR:

- ❖ En la sede Peñas Blancas se colocó un Teléfono IP de extensión 131, que tendrá acceso a llamadas internas y llamadas salientes a convencionales. La utilidad que generara mensualmente es de \$ 10 con un consumo de 124 minutos mensuales.

- ❖ En la sede de Corinto se colocó un teléfono IP de extensión 130, que igual tendrá acceso a llamadas internas y salidas a convencionales. La utilidad que generara es de \$ 40 con un consumo de 500 minutos mensuales.
- ❖ En la sede Guasaule se colocó un ATA con 2 teléfonos Análogos de extensiones 132 y 133 respectivamente. La utilidad que generara \$ 10 con un consumo de 110 minutos mensuales.
- ❖ En la sede de Bello Horizonte salen 2 extensiones (140 y 141) de la PBX virtual hacia la PBX Panasonic, y la utilidad que genera es \$ 56 con un consumo de 700 minutos mensuales.
Ver gráfico de volumen de llamadas por extensión (llamadas entrantes Vs llamadas salientes) en Anexos IV.

Llamadas de Bello Horizonte (PBX Panasonic TEM 824) hacia las Fronteras (PBX Elastix):

Marcar 88 u 86, esperar tono y luego marcar el número de extensión con la cual se desea comunicar

- **130 Corinto**
- **131 Peñas Blancas**
- **132 y 133 Guasaule**

Llamadas desde Fronteras hacia Bello Horizonte o telefonía convencional:

Marcar solo la extensión si es llamada entre sucursales y si se desea llamar a la sede principal marcar **140 o 141** donde la recepcionista se encargara de transferir la llamada hacia la extensión de destino.

Y si desea llamar a un teléfono convencional anteponer el 9 seguido del número telefónico. Por ejemplo [(9) + 2XXXXXXX]

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la implementación de este proyecto se logró desarrollar una solución de comunicación utilizando la tecnología de Voz sobre IP mejorando técnica y económicamente el sistema telefónico de la empresa. Podemos decir que por medio de este nuevo diseño de red con VoIP integrado la empresa ahorra cuando hace llamadas entre sucursales permitiendo que la empresa se mantenga en mayor y mejor contacto de forma gratuita solo pagando por su servicio de internet.

Para el correcto funcionamiento de este sistema es fundamental la existencia de un enlace de datos o VPN para que nos brinde seguridad y una buena calidad de comunicación y que permita conectarnos remotamente con los demás sitios.

Además, con el estudio de factibilidad realizado previamente se logró demostrar que la implementación de este proyecto si es rentable ya que la inversión total se recuperara a corto plazo (7 meses) y luego queda generando utilidades a la empresa. Podemos concluir que la implantación de este proyecto generara ganancias de un 30% sobre los costos actuales de la empresa en telefonía y tendrá un impacto técnico mínimo ya que no requiere de gastos por mantenimiento.

En cuanto a las recomendaciones, recomendamos continuar con la iniciativa de la total migración de telefonía análoga a telefonía IP, por la utilidad que genera, escalabilidad, los bajos costos de implementación y mantenimiento de esta tecnología.

Así también, en un futuro integrar a las demás sucursales los servicios de enlaces de datos y telefonía IP como los que hay en Guasaule, Corinto, Peñas Blancas y Bello Horizonte para optimizar el desempeño de las operaciones y comunicaciones dentro de la empresa.

10. BIBLIOGRAFÍA

Alexis, H. G., & Zambrano Merlonetti, L. (2009). *Diseno de una Topologia de red VPN y VoIP para la universidad Catolica Andres Bello*. Caracas, Venezuela.

Arenas, E., & Juarez, M. (2006). *Diseno y Propuesta de implantacion de una red Telefonica ISDN en el C.I.T.I.S a traves de un conmutador PBX*. Pachuca de Soto.

Cristiani, M. E. (2012). Telefonía IP. En *Telefonía Y Conmutacion* (págs. 90 - 100). Tlalnepantla, Estado de México: Red Tercer Milenio.

Gonçalves, F. E. (2007). *Asterisk PBX, Guia de la configuracion*. Rio de Janeiro.

Lairent. (2008). *Calculo del Ancho de Banda en VoIP*.

Landivar, E. (2008). *Comunicaciones Unificadas con Elastix (Edicion en Espanol)*. California, USA: Kindle Edition.

Lopez, J. G., & Gil Montoya, F. (2009). *VoIP y Asterisk redescubriendo la Telefonía*. Mexico: Alfaomega.

Muñoz, A. (2010). *Elastix a Ritmo de Merengue*. Republica Dominicana.

Rodriguez, A. S. (2008). *Instalacion de un sistema VoIP corporativo basado en Asterisk*. Cartagena, Colombia.

Wikipedia. (s.f.). Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_de_abonado_digital_asim%C3%A9trica

11. ANEXOS

Anexo I Tipos de Codecs

Nombre	Estandarizado	Descripción	Bit rate (kb/s)	Samplingrate (kHz)	Framesize (ms)	Observaciones
G.711 *	ITU-T	Pulse codemodulation (PCM)	64	8	Muestreada	Tiene dos versiones u-law (US, Japan) y a-law (Europa) para muestrear la señal
G.711.1	ITU-T	Pulse codemodulation (PCM)	80-96Kbps	8	Muestreada	Mejora del codec G.711 para abarcar la banda de 50 Hz a 7 Khz.
G.722	ITU-T	7 kHz audio-coding within 64 kbit/s	64	16	Muestreada	Divide los 16 Khz en dos bandas cada una usando ADPCM
G.722.1	ITU-T	Codificación a 24 y 32 kbit/s para sistemas sin manos con baja pérdida de paquetes	24/32	16	20	
G.723	ITU-T	Extensión de la norma G.721 a 24 y 40 kbit/s para aplicaciones en circuitos digitales.	24/40	8	Muestreada	Obsoleta por G.726. Es totalmente diferente de G.723.1.
G.723.1	ITU-T	Dual rate speech coder for multimedia communications	5.6/6.3	8	30	Codifica la señal usando linear predictiveanalysis-by-synthesiscoding. Para el codificador de highrate utiliza MultipulseMaximumLikelihoodQuantization (MP-MLQ) y para el de low-rate usa Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction (ACELP).
G.726	ITU-T	40, 32, 24, 16 kbit/s adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)	16/24/32/40	8	Muestreada	ADPCM; reemplaza a G.721 y G.723.



G.727	ITU-T	5-, 4-, 3- and 2-bit/sample embedded adaptive differential pulse code modulation	var.		Muestreada	ADPCM. Relacionada con G.726.
G.728	ITU-T	Coding of speech at 16 kbit/s using low-delay code excited linear prediction	16	8	2.5	CELP.
G.729	ITU-T	Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP)	8	8	10	Bajo retardo (15 ms)
G.729.1	ITU-T	Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP)	8/12/14/16/18/20/22/24/26/28/30/32	8	10	Ancho de banda desde 50Hz a 7 Khz



Anexo II Consumo de minutos por sucursal

Perfil	Producto	Grupo de Tarifas	Debita	Canal origen	Account Code	Canal destino	Estado	Duración
2013-08-31 13:14:26	84434522		1	044004-1		044004-1	Activado	6s (Jun 11s)
2013-08-31 14:24:17			1:0	044004-1		SUP133-00000004	Activado	147s (Jun 23s)
2013-08-31 13:14:09	84826305		1:0	044004-1		SUP133-00000005	Activado	102s (Jun 56s)
2013-08-31 13:02:35			1:0	044004-1		SUP133-00000006	Activado	75s (Jun 10s)
2013-08-31 13:35:47	84404488		1:0	044004-1		SUP133-00000007	Act. Mant. No	6s (Jun 6s)
2013-08-31 13:00:04	143		1:0	044007-1		SUP133-00000004	Activado	26s
2013-08-31 11:49:24	138		1:40	SUP133-00000005		044004-1	Activado	60s (Jun 8s)
2013-08-31 11:58:32	143		1:50	044007-1		SUP133-00000004	Activado	13s
2013-08-31 11:16:17	503 PC2001265		1:0	044004-1		SUP133-00000003	Activado	133s (Jun 18s)
2013-08-31 11:33:32	138		1:40	SUP133-00000002		044004-1	Activado	25s
2013-08-31 10:24:11	138		1:40	SUP133-00000001		044007-1	Activado	247s (Jun 7s)
2013-08-31 10:04:37	138		1:40	SUP133-00000000		044007-1	Activado	86s
2013-08-31 09:24:07	138		1:40	SUP133-00000007		044007-1	Activado	27s
2013-08-31 09:13:33	138		1:40	SUP133-00000004		044004-1	Activado	246s (Jun 44s)
2013-08-31 09:56:46	138		1:40	SUP133-00000005		044007-1	Activado	62s (Jun 2s)
2013-08-31 08:53:13	143		1:0	044007-1		SUP133-00000004	Activado	247s (Jun 23s)
2013-08-31 08:44:34	146		1:0	044007-1		SUP133-00000006	Activado	45s
2013-08-31 08:17:11	141		1:30	044007-1		SUP133-00000004	Activado	40s
2013-08-31 08:13:41	133		1:40	SUP133-00000009		044007-1	Activado	134s (Jun 54s)
2013-08-31 16:54:45	143		1:0	044007-1		SUP133-00000008	Activado	111s (Jun 34s)
2013-08-31 16:44:15	133		1:40	SUP133-00000007		044004-1	Activado	33s
2013-08-31 16:42:02	143		1:0	044007-1		SUP133-00000006	Activado	33s
2013-08-31 16:58:44	143		1:0	044007-1		SUP133-00000005	Activado	27s
2013-08-31 16:32:30	503 PC2001265		1:0	044004-1		SUP133-00000004	Activado	117s (Jun 33s)
2013-08-31 16:16:36	146		1:30	044007-1		SUP133-00000001	Activado	61s (Jun 3s)
2013-08-31 16:16:36	146		1:30	044007-1		SUP133-00000002	Activado	13s
2013-08-31 16:31:14	143		1:0	044007-1		SUP133-00000001	Activado	25s
2013-08-31 16:38:08	143		1:0	044007-1		SUP133-00000001	Activado	145s (Jun 45s)
2013-08-31 16:02:04	143		1:0	044007-1		SUP133-00000000	Activado	236s (Jun 36s)
2013-08-31 15:53:58	143		1:0	044007-1		SUP133-00000001	Activado	236s (Jun 36s)
2013-08-31 15:53:33	140		1:0	044007-1		SUP133-00000004	Activado	6s
2013-08-31 15:52:22	141		23955 294	044007-1		044004-1	Activado	77s (Jun 17s)
2013-08-31 15:30:12	140		23960 294	044007-1		044004-1	Activado	2s
2013-08-31 15:31:16	132		1:40	SUP133-00000004		044004-1	Activado	58s
2013-08-31 15:34:45	133		23444 655	SUP133-00000004		044004-1	Activado	52s
2013-08-31 15:31:56	140		1:30	044007-1		SUP133-00000008	Activado	136s (Jun 36s)
2013-08-31 15:24:17	140		1:0	044007-1		SUP133-00000007	Activado	47s
2013-08-31 15:22:47	133		1:40	044007-1		044004-1	Activado	62s (Jun 3s)
2013-08-31 15:20:52	140		1:32	044007-1		SUP133-00000005	Activado	40s
2013-08-31 15:20:34	143		1:0	044007-1		SUP133-00000004	Activado	6s
2013-08-31 15:15:23	138		1:40	SUP133-00000003		044004-1	Activado	13s
2013-08-31 14:30:58	133		1:40	SUP133-00000002		044004-1	Activado	63s (Jun 3s)
2013-08-31 14:01:10	133		1:40	SUP133-00000001		044007-1	Activado	185s (Jun 45s)
2013-08-31 13:55:13	140		1:32	044007-1		SUP133-00000006	Activado	265s (Jun 48s)
2013-08-31 13:46:12	140		1:0	044004-1		SUP133-00000007	Activado	336s (Jun 26s)
2013-08-31 13:38:03	84404466		1:40	044004-1		044004-1	Activado	2s
2013-08-31 13:01:24	84404465		1:40	044004-1		044007-1	Activado	8s
2013-08-31 12:29:53	236 99404		1	044004-1		044004-1	Activado	5s
2013-08-31 12:23:04	133		236 00812	SUP133-00000004		044004-1	Activado	88s (Jun 26s)



Fecha	Detalle	Grupo de Transacción	Debitivo	Cant. original	Account Code	Cant. Anulada	Estado	Curtación
2013-08-18 11:11:56	50176180085		131	DAH024-1		5017131-00000004	Activated	844 (Jun 28)
2013-08-18 11:11:54	50176180085		3	DAH024-1			Activated	84
2013-08-18 11:56:26	50176180085		4	DAH024-1			Activated	84
2013-08-18 11:12:52	140		130	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	2686 (Jun 28)
2013-08-18 11:07:17	140		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	134
2013-08-18 10:57:56	140		130	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	504
2013-08-18 10:12:26	131		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	2114 (Jun 11)
2013-08-18 10:29:48	22600075		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	1326 (Jun 10)
2013-08-18 10:15:50	140		125-05-788	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	26
2013-08-18 09:59:51	140		130	DAH024-1		5017138-00000007	Activated	834 (Jun 28)
2013-08-18 09:59:51	140		140	DAH024-1		5017138-00000007	Activated	414
2013-08-18 09:59:51	140		131	DAH024-1		5017138-00000005	Activated	444
2013-08-18 09:51:23	140		131	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	894 (Jun 28)
2013-08-18 09:29:48	140		130	DAH024-1		5017138-00000003	Activated	274
2013-08-18 09:27:59	22600075		3	DAH024-1			Activated	84
2013-08-18 09:18:24	131		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	2738 (Jun 28)
2013-08-18 09:13:41	141		130	DAH024-1		5017138-00000001	Activated	564
2013-08-18 09:09:41	141		130	DAH024-1		5017138-00000000	Activated	184
2013-08-18 09:08:59	141		130	DAH024-1		5017138-00000002	Activated	154
2013-08-18 08:53:36	131		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	4716 (Jun 11)
2013-08-18 08:46:50	50175407940		131	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	1474 (Jun 21)
2013-08-18 08:31:38	141		130	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	284
2013-08-18 08:27:57	131		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	1344 (Jun 14)
2013-08-18 08:01:08	140		130	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	574
2013-08-18 17:18:53	130		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	944 (Jun 28)
2013-08-18 17:09:37	85927981		130	DAH024-1		5017138-00000008	NO Activated	514 (Jun 11)
2013-08-18 16:20:37	141		130	DAH024-1		5017138-00000007	Activated	214
2013-08-18 16:18:37	140		226-86613	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	1324 (Jun 10)
2013-08-18 16:15:05	140		12770517	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	644 (Jun 4)
2013-08-18 15:58:29	131		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	444
2013-08-18 15:58:29	130		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	274
2013-08-18 15:57:40	131		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	944 (Jun 28)
2013-08-18 15:51:26	130		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	784 (Jun 18)
2013-08-18 15:45:43	131		141	DAH024-1		5017138-00000003	Activated	844
2013-08-18 15:29:37	140		22503717	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	844 (Jun 28)
2013-08-18 15:11:32	131		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	2684 (Jun 28)
2013-08-18 15:26:09	140		226-86613	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	1004 (Jun 10)
2013-08-18 15:19:31	141		130	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	1074 (Jun 7)
2013-08-18 15:09:07	226-86600		140	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	784 (Jun 15)
2013-08-18 14:42:43	140		226-05-294	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	944 (Jun 28)
2013-08-18 14:28:30	226-86604		131	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	8214 (Jun 21)
2013-08-18 14:27:38	226-86604		131	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	284
2013-08-18 14:15:11	89420082		131	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	784 (Jun 18)
2013-08-18 12:32:30	226-86604		131	DAH024-1		5017138-00000004	NO Activated	944
2013-08-18 12:31:37	226-86604		131	DAH024-1		5017138-00000007	NO Activated	944
2013-08-18 11:58:04	226-86600		3	DAH024-1			Activated	284
2013-08-18 11:52:02	140		131	DAH024-1		5017138-00000004	Activated	1324 (Jun 10)



Fecha	Fuente	Grupo de Transacción	Detalle	Cant. Emplaz.	Account Code	Cant. Emplaz.	Estado	Duración
2003-08-28 11:18:50	894000042			131	DAFO04-1	SEP113-000000017	ASIGNADO	17s
2003-08-28 11:20:21	130	SER130-000000135		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	17s (1m 58s)
2003-08-28 11:21:53	140	DAFO01-1		23516054	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	17s (1m 18s)
2003-08-28 11:23:33	130	SER130-000000064		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	17s (1m 11s)
2003-08-28 09:25:40	140	DAFO0075		23460075	DAFO0075-1	ASIGNADO	ASIGNADO	17s (1m 18s)
2003-08-28 09:24:21	140	DAFO001-1		25033758	DAFO001-1	ASIGNADO	ASIGNADO	65s (1m 5s)
2003-08-28 09:21:23	894000042			131	DAFO04-1	SEP113-000000048	ASIGNADO	17s
2003-08-28 09:17:58	130	SER130-000000052		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	40s
2003-08-28 09:46:28	140	DAFO01-1		133	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	14s
2003-08-28 09:36:53	140	DAFO01-1		133	DAFO01-1	SEP113-000000054	ASIGNADO	13s
2003-08-28 09:28:33	140	DAFO02-1		133	DAFO02-1	ASIGNADO	ASIGNADO	262s (4m 22s)
2003-08-28 09:21:54	130	SER130-000000048		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	147s (2m 47s)
2003-08-28 09:20:13	84404022			131	DAFO04-1	SEP113-000000007	ASIGNADO	59s
2003-08-28 09:18:00	140	DAFO01-1		23508120	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	17s (1m 12s)
2003-08-28 09:46:43	130	23460075	SER130-000000066	23460075	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	49s
2003-08-28 09:48:00	140	DAFO01-1		23505413	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	5s
2003-08-28 09:40:58	140	DAFO01-1		23512369	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	5s
2003-08-28 09:17:13	130	SER130-000000044		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	17s
2003-08-28 09:30:24	130	SER130-000000053		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	30s
2003-08-28 09:50:44	140	DAFO01-1		23460075	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	5s
2003-08-28 09:42:58	140	DAFO02-1		132	DAFO02-1	SEP113-000000042	NO ASIGNADO	5s
2003-08-28 09:07:49	81822253			131	DAFO04-1	ASIGNADO	ASIGNADO	11s
2003-08-28 09:34:40	140	DAFO01-1		132	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	4s
2003-08-28 09:24:28	140	DAFO02-1		130	DAFO02-1	SEP113-000000000	NO ASIGNADO	5s
2003-08-28 09:31:51	140	DAFO03-1		24615748	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	17s (1m 12s)
2003-08-28 09:31:00	140	DAFO01-1		25033758	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	25s
2003-08-28 09:30:31	140	DAFO03-1		23460075	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	56s
2003-08-28 09:30:23	130	23460075	SER130-000000040	23460075	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	1s
2003-08-28 09:30:13	140	DAFO01-1		130	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	57s
2003-08-28 09:20:46	140	DAFO02-1		130	DAFO02-1	SEP113-000000074	FALLID	5s
2003-08-28 09:31:39	23460180			132	DAFO04-1	SEP113-000000074	ASIGNADO	171s (2m 41s)
2003-08-28 09:48:24	140	DAFO04-1		23460042	DAFO04-1	ASIGNADO	ASIGNADO	102s (1m 42s)
2003-08-28 09:38:23	140	DAFO01-1		132	DAFO01-1	SEP113-000000074	ASIGNADO	95s (1m 35s)
2003-08-28 09:38:03	140	DAFO02-1		130	DAFO02-1	SEP113-000000074	ASIGNADO	45s
2003-08-28 09:38:53	140	DAFO01-1		23760374	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	30s
2003-08-28 09:38:28	140	DAFO01-1		23760374	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	30s
2003-08-28 09:38:18	50532480376			140	SER130-000000074	ASIGNADO	ASIGNADO	17s
2003-08-28 09:48:23	130	DAFO03-1		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	107s (1m 47s)
2003-08-28 09:30:43	140	DAFO03-1		23760346	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	17s
2003-08-28 09:28:28	140	DAFO01-1		23760346	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	5s
2003-08-28 09:28:57	140	DAFO01-1		23760346	DAFO01-1	ASIGNADO	ASIGNADO	5s
2003-08-28 09:13:44	130	SER130-000000039		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	17s
2003-08-28 09:23:46	23803075			140	DAFO04-1	ASIGNADO	ASIGNADO	12s
2003-08-28 04:14:19	130	SER130-000000077		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	53s
2003-08-28 11:57:44	130	SER130-000000074		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	108s (2m 48s)
2003-08-28 11:20:43	130	SER130-000000034		140	DAFO03-1	ASIGNADO	ASIGNADO	24s
2003-08-28 11:34:28	140	DAFO03-1		130	DAFO03-1	SEP113-000000073	ASIGNADO	2s
2003-08-28 09:58:14	140	DAFO01-1		132	DAFO01-1	SEP113-000000072	ASIGNADO	90s (1m 30s)



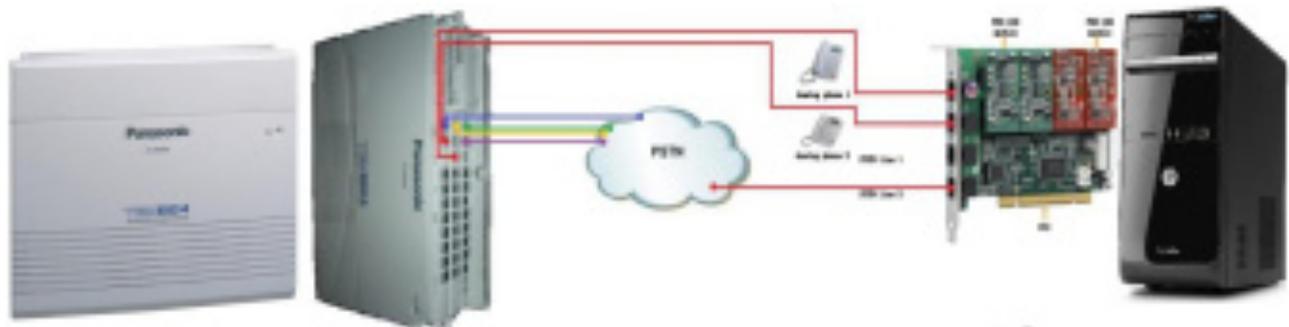
Fecha	Fuente	Grupo de Timbrado	Detalle	Cant. Origen	Account Code	Cant. Destino	Estado	Duración
2013-08-28 10:45:14	141		1.30	DAH0103-1		SDP130-00000071	ASIGNATED	20h
2013-08-28 10:43:00			6	DAH0104-1		ASIGNATED	ASIGNATED	20h
2013-08-28 10:39:52	140		2.048800	DAH0101-1		DAH0104-1	ASIGNATED	0h
2013-08-28 10:35:16	8864-2079		1.91	DAH0104-1		SDP131-00000078	ASIGNATED	84h (1m 46s)
2013-08-28 10:35:06	8864-2079		6	DAH0104-1		ASIGNATED	ASIGNATED	11h
2013-08-28 10:34:01	140		1.92	DAH0101-1		SDP132-00000064	ASIGNATED	34h
2013-08-28 10:30:55	8864-2079		1.91	DAH0104-1		SDP131-00000066	ASIGNATED	94h (1m 36s)
2013-08-28 09:54:08	141		1.91	DAH0103-1		SDP133-00000064	ASIGNATED	68h (1m 0s)
2013-08-28 09:48:10	141		1.90	DAH0103-1		SDP130-00000066	ASIGNATED	17h
2013-08-28 09:44:28	93107440676		1.40	DAH0104-1		DAH0101-1	ASIGNATED	127h (2m 7s)
2013-08-28 09:28:02	140		1.90	DAH0101-1		SDP130-00000066	ASIGNATED	42h
2013-08-28 09:18:09	141		1.90	DAH0103-1		SDP130-00000064	ASIGNATED	84h
2013-08-28 09:08:02	140		1.91	DAH0101-1		SDP131-00000064	ASIGNATED	94h
2013-08-28 08:58:05	140		1.90	DAH0101-1		SDP130-00000068	ASIGNATED	90h (1m 30s)
2013-08-28 08:57:29	141		1.91	DAH0103-1		SDP131-00000067	NO ASSIGNED	0h
2013-08-28 08:54:50	140		1.92	DAH0101-1		SDP131-00000064	NO ASSIGNED	0h
2013-08-28 08:54:23	141		1.92	DAH0103-1		SDP132-00000065	NO ASSIGNED	0h
2013-08-28 08:53:38	140		1.92	DAH0101-1		SDP131-00000064	NO ASSIGNED	0h
2013-08-28 08:52:28	141		1.93	DAH0103-1		SDP131-00000063	NO ASSIGNED	0h
2013-08-28 08:08:27	140		1.90	DAH0101-1		SDP130-00000062	ASIGNATED	20h
2013-08-28 08:06:35	141		1.90	DAH0103-1		SDP130-00000062	ASIGNATED	82h (1m 12s)
2013-08-27 16:55:12	141		1.90	DAH0103-1		SDP130-00000068	ASIGNATED	25h
2013-08-27 16:48:19	8864-2079		1.91	DAH0104-1		SDP131-00000074	ASIGNATED	1h
2013-08-27 16:39:27	132		2.048200	SDP131-00000064		DAH0104-1	ASIGNATED	14h
2013-08-27 16:34:13	132		1.40	SDP131-00000066		DAH0101-1	ASIGNATED	80h (1m 28s)
2013-08-27 16:31:06	140		2.048079	DAH0101-1		ASIGNATED	1.96 (1m 54s)	
2013-08-27 16:29:05	132		1.40	SDP131-00000066		DAH0101-1	ASIGNATED	82h (1m 22s)
2013-08-27 16:28:20	132		1.40	SDP131-00000066		DAH0101-1	NO ASSIGNED	0h
2013-08-27 16:24:38	140		1.92	DAH0101-1		SDP131-00000067	ASIGNATED	42h
2013-08-27 16:23:07	131		2.963083	SDP131-00000066		DAH0104-1	ASIGNATED	150h (2m 30s)
2013-08-27 16:14:40	8864-2079		1.91	DAH0104-1		SDP131-00000065	NO ASSIGNED	26h
2013-08-27 16:06:21	141		1.92	DAH0103-1		SDP131-00000064	ASIGNATED	152h (2m 30s)
2013-08-27 15:45:58	141		1.91	DAH0101-1		SDP131-00000063	ASIGNATED	18h
2013-08-27 15:38:53	131		1.40	SDP131-00000062		DAH0101-1	ASIGNATED	75h (1m 16s)
2013-08-27 15:37:46	141		1.90	DAH0101-1		SDP130-00000068	ASIGNATED	82h (1m 21s)
2013-08-27 14:52:52	140		1.92	DAH0101-1		SDP131-00000048	ASIGNATED	20h
2013-08-27 14:06:57	141		2.048079	DAH0103-1		DAH0104-1	ASIGNATED	56h (1m 36s)
2013-08-27 13:34:20	140		1.92	DAH0101-1		SDP132-00000044	ASIGNATED	212h (2m 52s)
2013-08-27 13:34:21	140		1.92	DAH0101-1		SDP131-00000046	ASIGNATED	4h
2013-08-27 13:12:46	140		1.92	DAH0101-1		SDP131-00000046	NO ASSIGNED	0h
2013-08-27 13:08:18	8864-2079		6	DAH0104-1		ASIGNATED	1.91	
2013-08-27 13:50:18	84404052		1.91	DAH0104-1		SDP131-00000046	NO ASSIGNED	35h
2013-08-27 11:56:06	140		1.92	DAH0101-1		SDP131-00000048	ASIGNATED	42h
2013-08-27 11:36:34	140		1.92	DAH0101-1		SDP131-00000048	ASIGNATED	86h
2013-08-27 11:31:48	140		1.92	DAH0101-1		SDP131-00000047	ASIGNATED	117h (1m 40s)
2013-08-27 11:27:09	131		2.963109	SDP131-00000046		DAH0104-1	ASIGNATED	20h
2013-08-27 11:26:42	131		2.963106	SDP131-00000044		DAH0104-1	ASIGNATED	14h
2013-08-27 11:22:45	8864-2079		6	DAH0104-1		ASIGNATED	6h	

Promedio de Consumo Telefónico Mensual en la empresa RAMAR

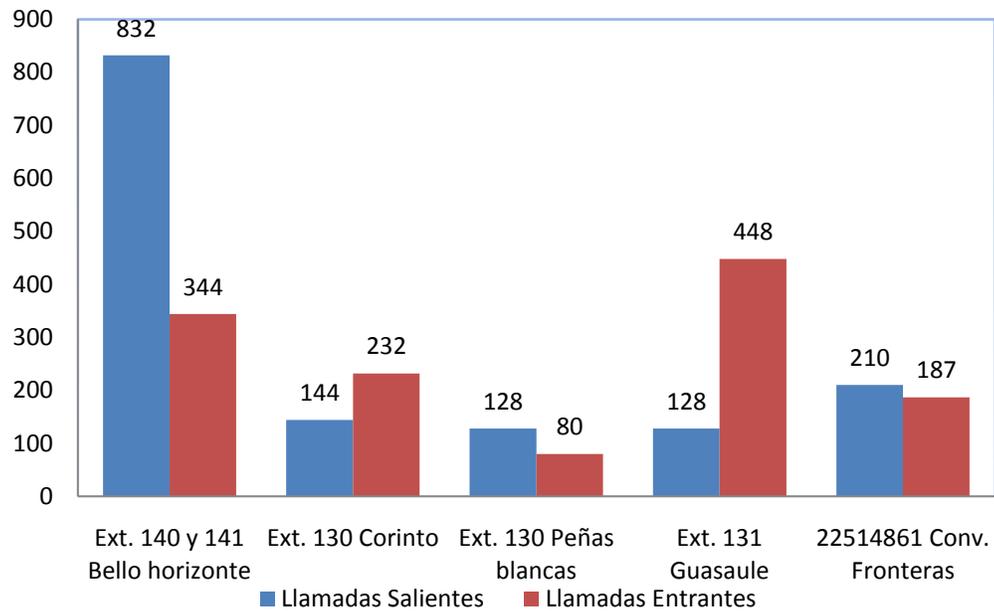
Sucursales Fronterizas

Sucursal	Guasaule	Corinto	Totales
Número de Teléfono	23462353	23406169	
Sub-total	C\$ 689.7	C\$ 1313.78	C\$ 2003.48
IVA	C\$ 103.45	C\$ 197.06	C\$ 300.51
Total	C\$ 793.15	C\$ 1510.84	C\$ 2303.99

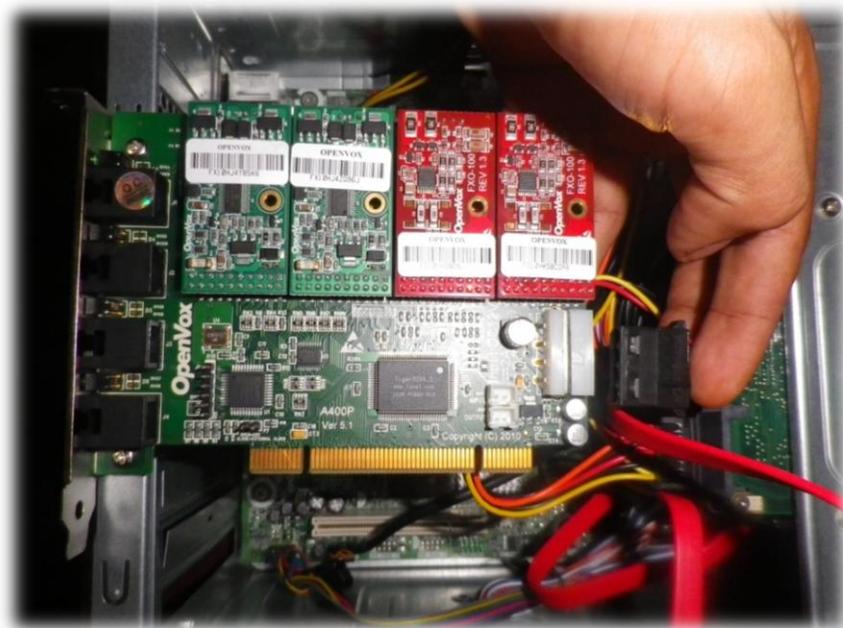
Anexo III Diagrama de interconexión entre PBX analógica y PBX virtual

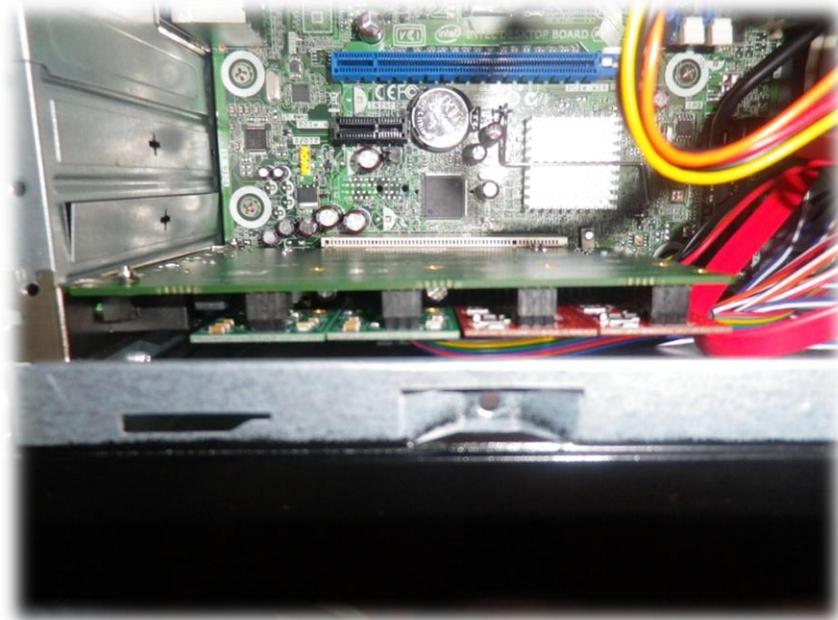


Anexo IV Gráficos de consumo de minutos por sucursal



Anexo V Fotos de Instalación de Equipos





Instalación de tarjeta PCI



ServidorElastix

Peñas Blancas:



Instalación de Teléfono IP

Corinto:



Guasaule:

