

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

IMPLANTACIÓN PILOTO DE VOZ SOBRE IP EN UN CALL CENTER

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

SALAS OÑA JORGE SANTIAGO

DIRECTOR: ING. MARTHA SAN ANDRÉS

Quito, Diciembre 2008

Director: Ing. Martha San Andrés: martha.sanandres@epn.edu.ec

Graduando: Jorge Santiago Salas Oña: santsalas@hotmail.com

DECLARACIÓN

Yo, Jorge Santiago Salas Oña, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Jorge Salas Oña

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Santiago Salas Oña, bajo mi supervisión.

Ing. Martha San Andrés
DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

A mis padres Jorge y Cecilia

A mis hermanos Rolando, Jenny y Doris

A mi esposa Marieliza

A mis familiares y amigos

Jorge

AGRADECIMIENTO

A mis padres por brindarme su amor
y la maravillosa oportunidad de estudiar.

A mis hermanos y mis amigos.

A mi amada esposa que ha estado a mi lado

Durante este proceso.

Jorge

CONTENIDO

CONTENIDO	1
INTRODUCCION	4
CAPITULO 1. ANALISIS DE LA IMPLANTACION DE VOZ SOBRE IP.	6
1.1 REQUERIMIENTO DE LA IMPLANTACION.	6
1.1.1 SERVICIOS QUE BRINDA CRONIX CÍA. LTDA.	6
1.1.2 MODELO ARQUITECTÓNICO DE RED EXISTENTE EN CRONIX CIA. LTDA.	8
1.1.2.1 MODULO DE DISTRIBUCIÓN.	11
1.1.2.2 MODULO DE ACCESO.	12
1.1.2.3 MODULO DE SERVIDORES.	13
1.1.2.3.1 Servidor de Directorio Activo y DNS.	13
1.1.2.3.2 Servidor de Correo	14
1.1.2.3.3 Servidores de Telefonía	14
1.1.2.3.4 Servidores de Base de Datos	15
1.1.2.3.5 Servidor de Almacenamiento de Grabaciones	15
1.1.2.3.6 Servidor de Firewall y Proxy.	16
1.1.2.3.7 Servidor FTP.	16
1.1.2.4 MODULO DE USUARIOS.	18
1.1.3 REQUERIMIENTOS GENERICOS DE RED PARA IMPLEMENTAR EL SERVICIO DE VOZ SOBRE IP.	19
1.1.3.1 Protocolos de voz sobre ip y el modelo OSI [□]	21
1.1.3.1.1 Selección de protocolos.	22
1.1.3.1.2 Direccionamiento	25
1.1.3.1.3 Enrutamiento	25
1.1.3.2 Codificación y Decodificación	26
1.1.3.2.1 Selección del Codec.	26

1.1.3.3	Calidad de Servicio	28
1.1.3.3.1	Protocolos de Calidad de Servicio.	29
1.2	ANALISIS DE LAS HERRAMIENTAS.	31
1.2.1	GXE5024 GRANDSTREAM	31
1.2.2	SOLUCIÓN AVAYA [†]	31
1.2.3	ASTERISK PBX	32
1.3	SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS.	39
1.4	FACTIBILIDAD DE LA IMPLANTACIÓN DE VOZ SOBRE IP EN CRONIX CALL CENTER.	41
1.5	ANALISIS COSTO BENEFICIO	43
CAPITULO 2.	IMPLANTACION DE VOZ SOBRE IP	45
2.1	ANALISIS	45
2.1.1	ANALISIS DE LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES	45
2.1.2	ANALISIS DE TRÁFICO DE RED PRE – IMPLANTACIÓN DE VOZ SOBRE IP.	48
2.1.3	DEFINICION DE TRÁFICO DE RED ESPERADO EN IMPLANTACION DE VOZ SOBRE IP	51
2.2	DISEÑO	54
2.2.1	ENLACES DE COMUNICACIÓN ENTRE PSTN Y LAN	54
2.2.1.1	Escalabilidad	56
2.2.1.2	Aislamiento de los paquetes de voz	61
2.2.1.3	Tolerancia a fallos	62
2.2.1.4	Seguridad	64
2.2.2	SERVICIOS BÁSICOS DE CALL CENTER.	67
2.2.2.1	Interactive Voice Response.	67
2.2.2.2	Automatic Call Distribution.	71
2.3	IMPLEMENTACION	74
2.3.1	CONFIGURACION DE EQUIPOS	74

2.3.1.1	Configuración de la PBX.	75
2.3.1.1.1	Gramática de los archivos de Configuración.	76
2.3.1.1.2	Configuración de los clientes SIP.	79
2.3.1.1.3	Configuración de Interactive Voice Response (IVR).	81
2.3.1.1.4	Configuración de Automatic Call Distribution	83
2.3.1.1.5	Configuración de la Virtual LAN.	84
2.3.2	CONFIGURACION DE INTERFAZ DE COMUNICACIÓN PSTN – LAN.	85
2.3.3	ADAPTACIONES TECNICAS EN CRONIX CALL CENTER.	87
2.3.4	ANALISIS DE RED GENERADO EN IMPLANTACIÓN DE VOZ SOBRE IP.	88
2.4	PRUEBAS	89
2.4.1	COMUNICACIÓN ENTRE PSTN Y LAN.	89
2.4.2	VALIDACION DE DATOS INGRESADOS A TRAVES DE IVR.	90
2.4.3	VERIFICACION DE DISTRIBUCION DE LLAMADAS A AGENTES DISPONIBLES.	91
CAPITULO 3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
3.1	CONCLUSIONES	93
3.2	RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFIA		98
INDICE DE FIGURAS		100
INDICE DE TABLAS		102

INTRODUCCION

El vertiginoso avance de la tecnología ha generado nuevos requerimientos en los usuarios de los servicios de TI que van más allá del hecho de tener sistemas convencionales de comunicación (correo, chat, etc....) que si bien cumplen con su objetivo no son capaces de brindar dicha comunicación en tiempo real como si lo hacen los sistemas de telefonía convencional.

Por tal motivo se adoptó las ventajas que brinda la telefonía convencional pero basado en una tecnología que inicialmente no fue creada con este fin (redes de datos), dicha tecnología es conocida como Voz sobre IP.

Voz Sobre IP (VOIP) permite transportar voz a través de redes de datos utilizando protocolos de inicio de sesión, control, digitalización, codificación y decodificación, QoS que permite aprovechar los beneficios que ofrecen las redes de datos.

Este trabajo tiene como objetivo utilizar las ventajas de la tecnología Voz sobre IP para implantar los servicios básicos de Call Center en el área administrativa de Cronix Cía. Ltda. Cronix es una compañía dedicada a brindar servicios de telefonía y telecomunicaciones a las empresas que los requieren. Para brindar estos servicios es necesario que además de poder comunicar a los usuarios internos de la empresa utilizando la tecnología de Voz sobre IP estos usuarios puedan comunicarse con cualquier persona que utilice los servicios de la telefonía convencional o móvil.

El primer capítulo trata del análisis de los requerimientos para la implantación piloto de Voz sobre IP, así como del estudio y selección de las herramientas que administran los recursos humanos y tecnológicos involucrados en las llamadas entrantes. Además evalúa el costo – beneficio de la implantación.

El segundo capítulo analiza la arquitectura de comunicaciones, el tráfico de red pre y post implantación del piloto de Voz sobre IP, el diseño de los enlaces de comunicación entre la PSTN y la LAN, así como el diseño de los servicios para la operación básica de un Call Center (Interactive Voice Response y Automatic Call Distribution). Tanto IVR como ACD son básicos para ofrecer al usuario un canal de

entrada adecuado y personalizado, de acuerdo a los servicios que representa u ofrece la empresa, así como a las necesidades del cliente.

El diseño e implantación de los servicios básicos de Call Center han sido enfocados en una primera etapa para administrar las llamadas entrantes del área administrativa de la empresa, la implantación se ha iniciado en esta área por considerarse como el primer punto de contacto entre Cronix Cía. Ltda. Y sus clientes.

Dicho diseño nos deberá permitir la selección del mejor algoritmo para implementar un sistema de voz de respuesta interactivo y distribución automática de llamadas.

El objetivo de las pruebas para las llamadas entrantes es evaluar la efectividad de voz sobre IP y los servicios básicos de Call Center, para administrar los recursos humanos y tecnológicos con la misma efectividad que las herramientas usadas actualmente.

Finalmente el tercer capítulo presenta una serie de conclusiones y recomendaciones que se pueden tomar en cuenta para trabajos posteriores.

El presente trabajo puede servir como base para el estudio y adopción de la tecnología Voz sobre IP por otras empresas que pretendan reducir el costo mensual generado por costos de licencias y llamadas realizadas a través de los sistemas telefónicos convencionales.

El Autor.

CAPITULO 1. ANALISIS DE LA IMPLANTACION DE VOZ SOBRE IP.

1.1 REQUERIMIENTO DE LA IMPLANTACION.

En la implantación del servicio de Voz sobre IP en Cronix Cía. Ltda. se describen los servicios que brinda la empresa a sus clientes, el modelo arquitectónico de red que soporta esos servicios, así como los requerimientos genéricos de red para soportar el servicio de Voz sobre IP planteado en el inicio del presente trabajo. Posteriormente y en base al análisis de nuevos requerimientos del negocio se podrán explotar más características que brinda la tecnología de Voz sobre IP.

1.1.1 SERVICIOS QUE BRINDA CRONIX CÍA. LTDA.

Cronix Cía. Ltda. es una empresa radicada en la ciudad de Quito dedicada a brindar servicios de Call Center.

Como servicios de Call Center que la empresa brinda a sus clientes se consideran los siguientes:

- Llamadas en espera.
- Conferencias.
- Parking de llamadas.
- Distribución automática de llamadas.
- Sistema de voz de respuesta interactiva.
- Grabación de llamadas.
- Registro de llamadas.

Para el presente trabajo se han considerado los servicios de distribución automática de llamadas y el sistema de voz de respuesta interactiva por ser considerados como servicios básicos de Call Center gracias a su funcionalidad y utilidad al momento de

administrar las llamadas entrantes. Además la implantación del sistema basado en Voz sobre IP se lo ha de realizar en el área administrativa por ser el primer punto de contacto entre Cronix Cía. Ltda. y sus clientes.

1.1.2 MODELO ARQUITECTÓNICO DE RED EXISTENTE EN CRONIX CIA. LTDA.

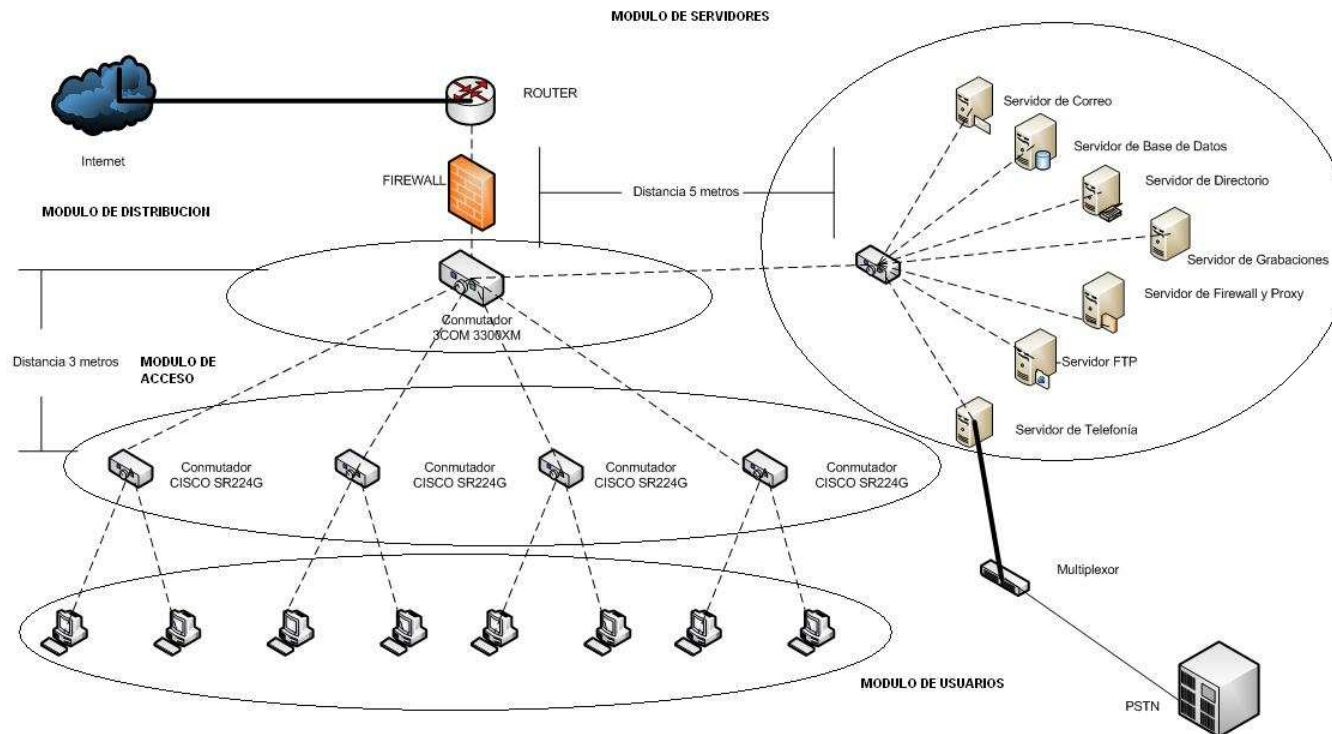


Figura 1.1.2 Modelo Arquitectónico de Red de Cronix Cía. Ltda. ^[1]

^[1] Fuente: El Autor.

Para brindar los servicios básicos de Call Center la empresa posee la arquitectura de red descrita en la Figura 1.1.2.

Físicamente está compuesta por los siguientes elementos:

- Cableado UTP categoría 5E utilizado como medio de transmisión para toda la red de datos.
- Cableado telefónico que transporta la voz proveniente de la central telefónica.
- Conmutadores de capa 2 del modelo OSI utilizados en el módulo de acceso.
- Conmutador de capa 3 del modelo OSI utilizado en el módulo de distribución para la administración lógica de los datos.
- Central telefónica que administra las líneas análogas provenientes del nodo Carolina perteneciente a Andinatel.
- Multiplexor de 4E1's ^[2] que convierte la voz que viaja digitalmente en señal analógica.
- Componentes físicos de las computadoras que usan los usuarios.
- Teléfonos análogos para la interacción entre los usuarios del sistema y los clientes externos.

Con estos elementos se mantienen dos redes paralelas de voz y datos necesarias para brindar los servicios de Call Center anteriormente mencionados.

El modelo arquitectónico de red existente en Cronix Cía. Ltda.se basa en una topología de red jerárquica en la misma que se diferencian los siguientes módulos (Ver figura 1.1.2).

- Módulo de distribución
- Módulo de acceso

^[2] Medio físico de transmisión de datos que utiliza el protocolo de señalización ISDN.

- Módulo de servidores
- Módulo usuarios ^[3]

^[3] Fuente: CORDOVA, Daniela, Propuesta de una red de Telefonía IP para la nueva polired de la Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2007.

1.1.2.1 MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN.

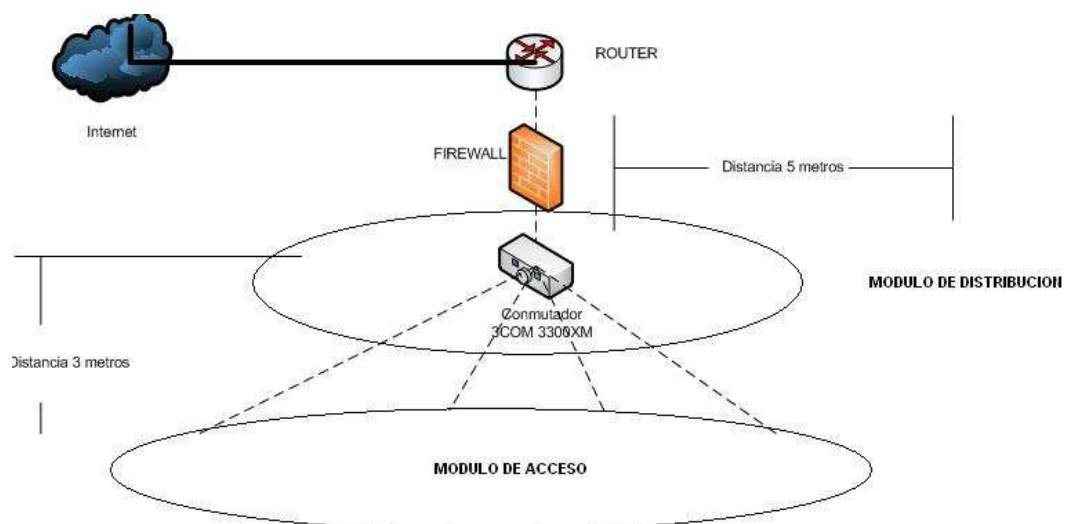


Figura 1.1.2.1 Módulo de Distribución ^[4]

El módulo de distribución es el encargado de proveer conexiones a los conmutadores de la capa de acceso, el módulo de servidores, así como, la administración de redes virtuales y la priorización de los paquetes de datos (Ver figura 1.2.1.1).

Está constituido por un conmutador 3COM de la serie 3300 XM el mismo que puede transmitir paquetes a una velocidad de 100 Mbps. Esta velocidad permite la transmisión eficiente de paquetes dentro de la red IP independientemente del camino que tomen.

El conmutador 3COM 3300 XM trabaja a nivel de capa 2 y 3 del modelo OSI, por esta razón, es recomendable para el adecuado funcionamiento de telefonía IP, actualmente no se encuentra configurado ningún protocolo de capa 3.

^[4] Fuente: El Autor.

1.1.2.2 MODULO DE ACCESO.

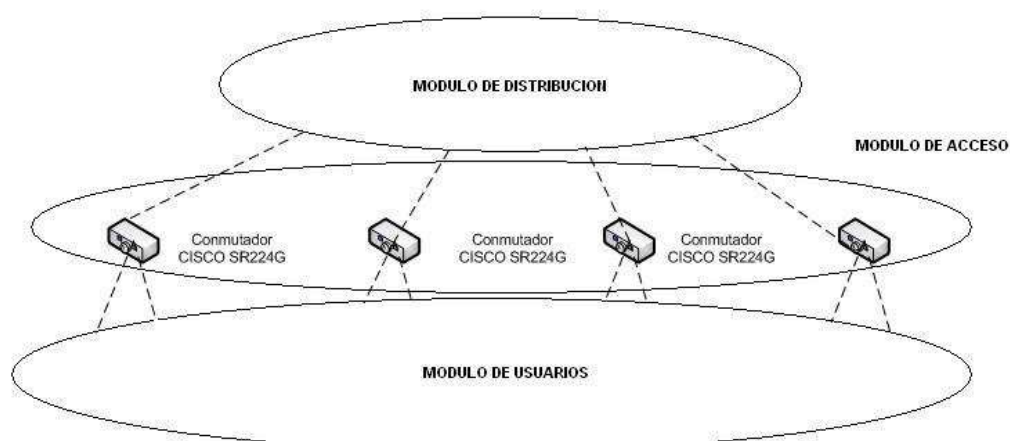


Figura 1.1.2.2 Módulo de Acceso ^[5]

El módulo de acceso es el encargado de evitar la colisión de paquete IP generados por los dispositivos finales de los usuarios (Ver figura 1.1.2.2).

Está formado por 4 conmutadores CISCO de la serie SR224G que trabajan a nivel de capa 2. Tiene una velocidad de transmisión de 100 Mbps.

A estos conmutadores se conectan las estaciones de trabajo de los usuarios a través de clave UTP categoría 5E.

Debido a que estos conmutadores trabajan a nivel de capa 2, son adecuados para brindar el servicio de Voz sobre IP.

^[5] Fuente: El Autor.

1.1.2.3 MODULO DE SERVIDORES.

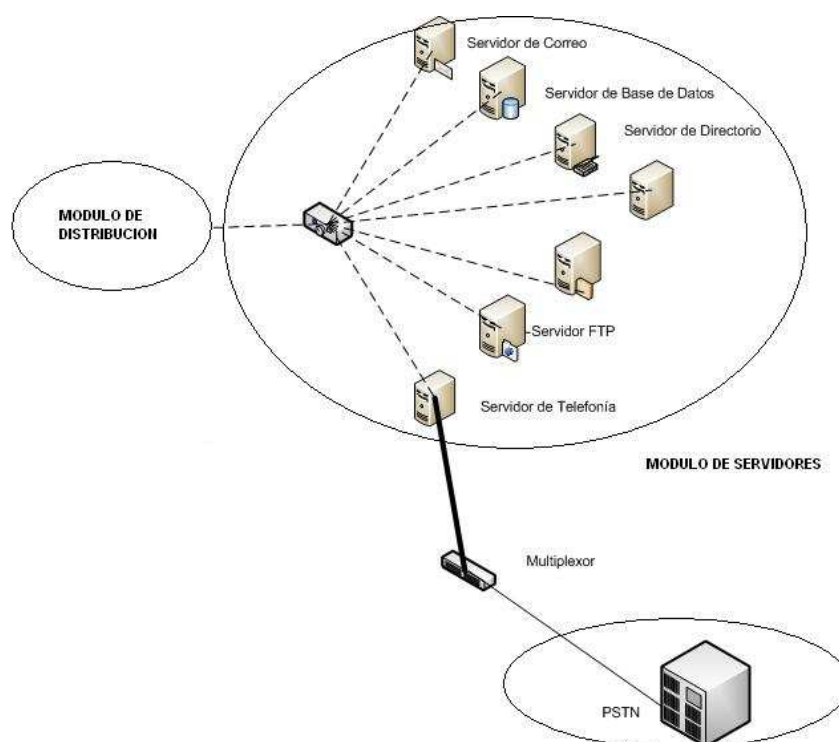


Figura 1.1.2.3 Módulo de Servidores ^[6]

Este módulo es el encargado de la administración de los servicios de la red de datos y de los recursos de la telefonía análoga. Como se puede ver en la *Figura 1.1.2.3* el mismo se encuentra conectado al módulo de distribución a través de un conmutador de capa 2 de la serie SR224G.

1.1.2.3.1 Servidor de Directorio Activo y DNS.

Este servidor está encargado de la administración de los servicios de Directorio Activo y Nombres de dominio de la red de Cronix. El mismo es un servidor HP Proliant DL380 GS con las siguientes características.

- Quad Core de 1.6 GHZ de velocidad de procesamiento.
- 2 GB de memoria RAM

^[6] Fuente: El Autor.

- 280 GB de disco duro.

Sobre el mismo está instalado el sistema operativo Windows 2003 Server Enterprise Edition y configurado los servicios de Directorio Activo y Nombres de Dominio.

1.1.2.3.2 Servidor de Correo

Servidor HP Proliant ML150 G2 destinado a la administración del servicio de correo interno y externo de la empresa. El mismo tiene las siguientes características:

- Quad Core de 3.2 GHZ de velocidad de procesamiento.
- 1 GB de memoria RAM.
- 40 GB de disco duro.

Este hardware es administrado por el sistema operativo Windows 2003 Server Enterprise Edition y sobre el mismo se encuentra configurado Microsoft Exchange Server 2003 para la administración del protocolo SMTP ^[7].

1.1.2.3.3 Servidores de Telefonía

Existen 3 servidores de telefonía los cuales están encargados de la administración de los recursos involucrados en la provisión de los servicios de Call Center.

Entre estos recursos podemos mencionar líneas telefónicas, estaciones de trabajo, grupos de usuarios, etc.

Las características de estos servidores se describen a continuación:

- Pentium 4 de 2,8 GHZ de velocidad de procesamiento.
- 2 GB de memoria RAM.
- 80 GB de disco duro.
- Tarjetas de telefonía Dialogic.

^[7] Simple Mail Transfer Protocol.

El sistema operativo instalado es Windows 2000 Server Service Pack 4, mientras que el software encargado de la administración de los recursos de telefonía es Customer Interaction Center versión 2.0.

1.1.2.3.4 Servidores de Base de Datos

Existen dos servidores HP Proliant DL380 G5 de base de datos dedicados a almacenar información del negocio y registros de las grabaciones generadas diariamente en el Call Center.

A continuación se describen las características de cada uno de ellos:

- Quad Core de 1.6 GHZ de velocidad de procesamiento.
- 3 GB de memoria RAM
- 140 GB de disco duro.

Sobre los mismos está instalado el sistema operativo Windows 2003 Server Enterprise Edition. Para la administración de los datos se utiliza Microsoft SQL Server 2005.

1.1.2.3.5 Servidor de Almacenamiento de Grabaciones

Una vez culminadas las llamadas se generan grabaciones las mismas que son comprimidas en el servidor de telefonía para posteriormente ser almacenadas en el servidor de grabaciones.

Como se puede intuir este servidor debe tener una gran capacidad de almacenamiento debido a que necesita guardar un gran número de archivos de audio, además se encuentra configurado un arreglo de disco de nivel 1 para que la información sea redundante y tolerante a fallos.

Las características de este servidor se describen a continuación:

- Dual Core de 3.0 GHZ de velocidad de procesamiento.
- 512 MB de memoria RAM

- 1.2 TB de disco duro.

Sobre el mismo está instalado el sistema operativo Windows 2003 Server Enterprise Edition.

1.1.2.3.6 Servidor de Firewall y Proxy.

La función de este servidor es proteger la LAN de Cronix de posibles ataques externos creando una barrera entre la misma y el internet, además, gestiona las solicitudes de servicio de internet.

Para dicha administración se utiliza Microsoft Internet Security and Acceleration Server (ISA Server 2006).

Las características de este servidor son las siguientes:

- Pentium 4 de 2,8 GHZ de velocidad de procesamiento.
- 256 MB de memoria RAM.
- 80 GB de disco duro.

Sobre el mismo está instalado el sistema operativo Windows 2003 Server Enterprise Edition.

1.1.2.3.7 Servidor FTP.

Este servidor HP Proliant ML G3 está encargado de gestionar las solicitudes de servicio FTP tanto internas (LAN de Cronix) como externas (desde el internet).

Para gestionar estas solicitudes se utiliza Filezilla que es un software de libre distribución fácilmente configurable.

Las características de este servidor son las siguientes:

- Dual Core de 3.0 GHZ de velocidad de procesamiento.
- 512 MB de memoria RAM.

- 120 GB de disco duro.

El sistema operativo que corre es Windows 2003 Server Enterprise Edition.

1.1.2.4 MÓDULO DE USUARIOS.

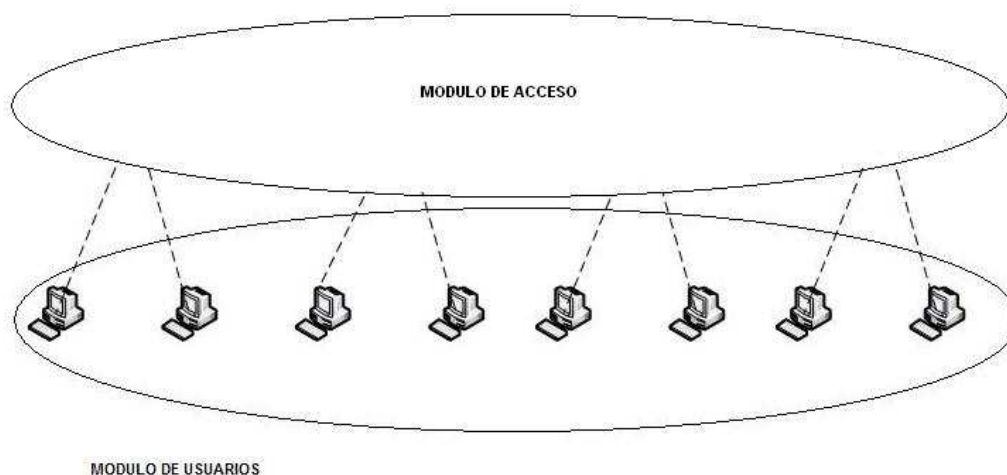


Figura 1.1.2.4 Módulo de Usuarios ^[8]

Este módulo es el encargado de brindar los servicios de comunicaciones y telefonía a los usuarios finales. Está conformado por las estaciones de trabajo y los teléfonos de marcación de pulsos (Ver figura 1.1.2.4).

De un total de 210 estaciones de trabajo 40 son Pentium III, las 170 restantes son Pentium IV.

De las mismas 210 estaciones de trabajo 170 corren con Windows XP Profesional Edition Service Pack 3.0 mientras que 40 corren con Windows 2000 Profesional Service Pack 4.0.

^[8] Fuente: El Autor.

1.1.3 REQUERIMIENTOS GENERICOS DE RED PARA IMPLEMENTAR EL SERVICIO DE VOZ SOBRE IP.

Después de haber detallado el modelo arquitectónico de red existente en el Call Center procedemos a describir los requerimientos genéricos de red para implementar el servicio de Voz sobre IP.

Los requerimientos genéricos de la red se han considerado para la implantación de un Modelo Puro Centralizado para la red de telefonía IP ^[9] el mismo que debe garantizar calidad de servicio para las llamadas.

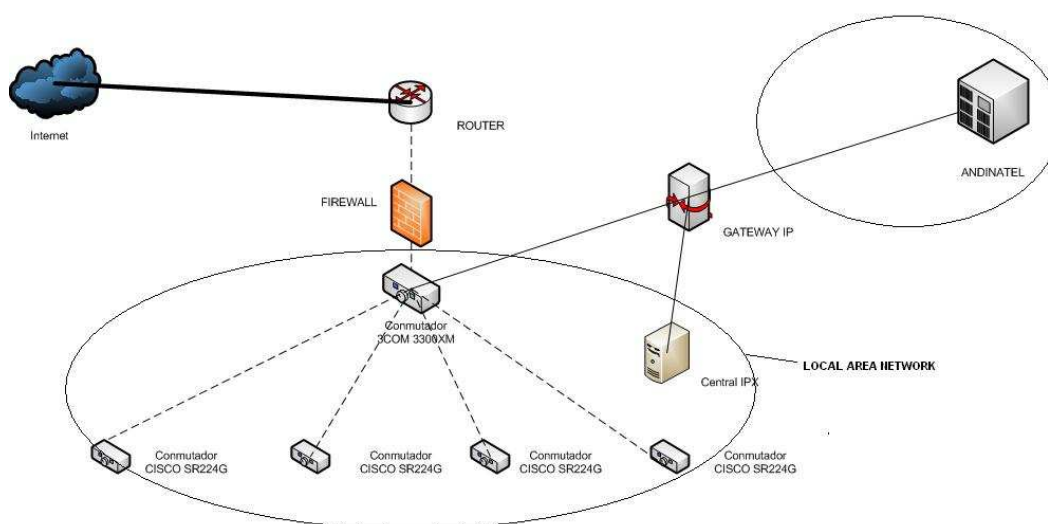


Figura 1.1.3 Modelo IP puro centralizado ^[10]

Debido a que en este nuevo modelo la voz no viaja en forma de pulsos eléctricos sino en forma de paquetes IP, para que puedan circular por la red de datos es necesario un intermediario que transforme las señales analógicas en digitales (Ver Figura 1.1.3). Este intermediario es conocido como Gateway.

Una vez que la voz se transforma en paquetes IP entran en escenario conceptos propios de una red de datos tales como protocolos que pueden ser de inicio de sesión, control o señalización.

^[9] Ver Anexo N° 1. Modelos Genéricos de Diseño para redes de Telefonía IP.

^[10] Fuente: El Autor.

Codecs para convertir la voz de señal analógica en digital. Los codecs difieren unos de otros en aspectos tales como calidad del sonido, tasa de compresión, ancho de banda y requerimientos computacionales. Servicios, teléfonos y gateways usualmente soportan muchos de ellos.

Para un mejor entendimiento de la forma como se detallan los temas en el presente capítulo, se puede hacer referencia al cuadro sinóptico que se encuentra en el Anexo número 2, PLANIFICACION DE TEMAS.

1.1.3.1 Protocolos de voz sobre ip y el modelo OSI ^[11]

Voz sobre IP corresponde a un conjunto de protocolos trabajando juntos. Diferentes capas del modelo OSI están presentes en una comunicación de telefonía IP.

APLICACIÓN	Software
PRESENTACIÓN	Codecs
SESION	H.323, SIP, MGCP
TRANSPORTE	UDP, RTP, SRTP
RED	IP, CBWFQ, WRED, IP Precedence, Diffserv
ENLACE	Frame-Relay, ATM, PPP, Ethernet
FISICA	Ethernet, V.35, RS-232, xDSL

Tabla 1.1.3.1 (a) Protocolos de Voz sobre IP y el modelo OSI ^[12]

Analizando ascendentemente la tabla 1.1.3.1 (a), las primeras 4 capas corresponden a protocolos comunes de una red de datos. Se pueden usar protocolos de QoS ^[13] como difserv ^[14] para priorizar y mejorar la calidad de la voz. Muchos protocolos de voz sobre IP usan RTP ^[15] como el protocolo dedicado al transporte de los paquetes IP.

En la capa de sesión, los protocolos son los responsables de configurar y establecer la conexión inicial. H.323 es uno de los más antiguos en esta área. SIP es ahora el protocolo más usado por los proveedores de Voz sobre IP en el mercado poniendo a un lado a H.323. Los protocolos de señalización usan TCP o UDP para transportar los paquetes.

^[11] Sistema de Interconexión abierto

^[12] Fuente: Asterisk PBX configuration guide. Abril 2007

^[13] Calidad de Servicio

^[14] Servicio Diferenciado (Differentiated Service por sus siglas en inglés)

^[15] Protocolo de Transmisión en Tiempo Real

Además de los protocolos necesarios para establecer la conexión inicial en una comunicación basada en Voz sobre IP es necesario aclarar dos conceptos claves como son el direccionamiento necesario para definir como se va a asignar las direcciones IP a los dispositivos involucrados en la comunicación y el enrutamiento para establecer cual es la ruta más adecuada que deberán seguir los paquetes IP desde el origen hasta su destino.

En la siguiente sección se detallan estos conceptos y se analiza cual es la mejor opción en cuanto a los protocolos a escoger para la comunicación, el direccionamiento que deben tener los dispositivos de hardware así como el enrutamiento que debe seguir los paquetes IP en base a los requerimientos de la telefonía y sin que esto afecte posteriormente al rendimiento de otras aplicaciones que utilizan la red de la compañía.

1.1.3.1.1 Selección de protocolos.

Para la selección de los protocolos para el servicio de Voz sobre IP se los ha clasificado en dos categorías de acuerdo a su aplicación, protocolos para telefonía IP que son los responsables del establecimiento de la conexión inicial para la comunicación de VoIP y protocolos de transporte que para llevar los paquetes de origen a destino.

Se detallan a continuación los protocolos para telefonía IP responsables del establecimiento de la conexión inicial, configuración y transporte de una llamada de Voz sobre IP.

- SIP – Session Initiation Protocol

SIP es un protocolo de la IETF, definido en el RFC 3261. Muchos proveedores de VoIP actualmente usan SIP lo cual lo ha posicionado como el estándar de Voz sobre IP más popular. Las mayores ventajas de SIP son que es un protocolo de estándar abierto y la facilidad de configurar su conexión a través de un dispositivo de firewall.

- *H.323*

Es uno de los protocolos más antiguos para Voz sobre IP. Es usado para conectar antiguas infraestructuras de VoIP basadas en gateways H.323. H.323 es aún el estándar en el mercado de gateways aunque dicho mercado va migrando a SIP. La mayor desventaja de H.323 es la complejidad de su implementación y el costo asociado a la misma.

- *MGCP – Media Gateway Control Protocol*

Es un protocolo usado en conjunción con H.323 y SIP. MGCP es configurado en el call agent en lugar del gateway. Esto simplifica el proceso de configuración y permita un manejo centralizado. La desventaja es que no muchos proveedores usan este estándar.

La Tabla 1.1.3.1(b) muestra comparativamente a los protocolos mencionados en la sección anterior. Tanto SIP, H.323 como MGCP son analizados en base a los siguientes parámetros:

- Tipo de estándar.
- Dispositivos de hardware que se configuran en base a este protocolo.
- Dispositivos de hardware que soportan estos protocolos.
- Complejidad en su configuración.

Protocolo	Tipo de Estándar	Es usado para:	Es soportado por:	Complejidad de Configuración:
SIP	Estándar IETF	Teléfonos SIP. Conexión a proveedores SIP.	Gran cantidad de dispositivos que están migrando a este protocolo	Facilidad de configuración a través de dispositivos de firewall

H.323	Estándar ITU	Teléfonos H.323 gateways H.323 No es soportado por un gatekeeper, pero puede conectarse a un gatekeeper externo	Infraestructuras antiguas basadas en H.323	Configuración compleja de dispositivos que soportan H.323
MGCP	Estándar IETF/ITU	Teléfonos MGCP No soporta conexión a un gateway o proveedor MGCP.	Pocos proveedores	Simplicidad en la configuración. Manejo centralizado

Tabla 1.1.3.1 (b) Comparación de protocolos para VoIP ^[16]

En base a la tabla 1.1.3.1 (b) se analizan las características de los protocolos para VoIP y se identifica que el protocolo SIP es el más idóneo para establecer la conexión inicial en una llamada de Voz sobre IP debido a que se trata de un protocolo ampliamente aceptado por proveedores, fácil en su configuración y de estándar abierto.

Los protocolos de transporte son los responsables de encaminar los paquetes IP generados en una conversación telefónica basada en la tecnología de Voz sobre IP. No se ha tomado en cuenta a UDP ya que no es un protocolo de transmisión de información en tiempo real, requisito necesario para que una conversación telefónica a este nivel tenga una adecuada calidad de servicio para el usuario final.

- *RTP (Real-time Transport Protocol)*

Es un protocolo de nivel de transporte utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como por ejemplo audio y video en una video-conferencia. Publicado por primera vez como la RFC 1889 y actualizado posteriormente con la RFC 3550.

El transporte de paquetes IP está a cargo del protocolo RTP debido a que trabaja conjuntamente con el protocolo SIP para las comunicaciones de VoIP.

^[16] Fuente: Asterisk PBX configuration guide. Abril 2007.

1.1.3.1.2 Direccionamiento

El direccionamiento se refiere a la forma como se asigna una dirección IP o como se dividen y agrupan subredes de equipos. En Cronix Cía. Ltda. se maneja el esquema de direccionamiento estático. Este esquema de direccionamiento es necesario mantenerse debido a que ciertas aplicaciones de clientes externos de la empresa necesitan asignación estática de direcciones IP para su funcionamiento.

Tanto en servidores como en estaciones de trabajo del Call Center se configuran manualmente las direcciones IP y se mantiene un registro el cual identifica que direcciones IP han sido asignadas a qué estaciones de trabajo.

1.1.3.1.3 Enrutamiento

El enrutamiento es necesario para telefonía IP porque permite a los paquetes de voz transportarse de origen a destino, siguiendo una ruta a través de la red.

La telefonía por conmutación de circuitos se basa en protocolos que proveen por si solos enrutamiento, reserva de recursos, admisión de llamadas, traducción de direcciones y establecimiento de llamadas. La telefonía IP requiere que los servicios IP estén provistos por protocolos de conmutación de paquetes. Estos protocolos realizan cada función descrita anteriormente por separado. Existen protocolos especializados para el transporte, enrutamiento, reserva de recursos, administración y el establecimiento de las llamadas (RTP, BGP, RSVP, SIP, SDP respectivamente).

El enrutamiento es una función de capa 3 del modelo OSI debido a que en esta capa existen conmutadores y enrutadores cuya función es transportar los paquetes IP de origen a destino.

Para telefonía IP es necesario que se configure una VLAN ^[17] de voz, la misma que se encargará de enrutar el tráfico de voz por su propia ruta y con la ayuda de Calidad de Servicio dar prioridad a los paquetes de voz sobre los de datos.

^[17] Virtual LAN.

1.1.3.2 Codificación y Decodificación

Los codecs son usados para convertir la voz de señal analógica en digital. Difieren unos de otros en aspectos tales como calidad del sonido, tasa de compresión, consumo de ancho de banda y requerimientos computacionales. Servicios, teléfonos y gateways usualmente soportan muchos de ellos.

El cambio de un tipo de códec a otro consume mucho recurso de procesamiento del CPU, por este motivo es recomendable trabajar con un mismo tipo de códec siempre que sea posible.

1.1.3.2.1 Selección del Codec.

El codec para la comunicación de telefonía IP, requiere el análisis de varios parámetros que definen la calidad del mismo. Esta calidad es conocida como "toll" o dicho en otras palabras su semejanza con la red de telefonía pública.

Los parámetros que definen la calidad del codec son los siguientes:

- Calidad de la llamada.
- Requerimientos de ancho de banda consumido por el codec.
- Tamaño de bloque.
- Licenciamiento.
- Parámetros adicionales,
- ventajas y desventajas.

En la tabla 1.1.3.2.1 se comparan los principales codecs según estos parámetros.

Codec	Ancho de Banda requerido por el codec (kbps)	Tamaño de bloque (ms)	Licencia	Comentarios	Ventaja	Desventaja
G.711	64	20	Open Source	G.711 u/a	Diseñado para entregar	Incluyendo sobrecarga consume más

					máxima calidad de voz. Muy bajo consumo de CPU requerido.	de 64 kbps, por lo que al menos 128 kbps de ancho de banda son necesarios en cada dirección (subida y bajada)
G.722	48, 56, 64	30	Open Source	Codec estándar de la ITU		
G.723.1	63	30	Propietario	Comúnmente usado por proveedores de VoIP para dar una buena calidad.	Compresión muy alta manteniendo una excelente calidad de audio.	Requerido mucho procesamiento
G.726	16,24,32,40	20	Open Source	Una versión mejorada de G.721 y G.723		
G.728	16		Open Source	Codec estándar de la ITU		
GSM	13		Libre	Misma codificación usada en los teléfonos GSM. Codec estándar de la ITU		
Ilbc	13.33, 15	20	Libre		Alta robustez contra pérdida de paquetes.	
Speex	Desconocido	Desconocido	Open Source		Usa un bit rate variable para minimizar el consumo de ancho de banda.	

Tabla 1.1.3.2.1 Comparación de codecs para telefonía IP ^[18]

^[18] Fuente: El Autor.

En base a los parámetros descritos en la tabla 1.1.3.2.1 se seleccionó al protocolo GSM para la digitalización de la señal proveniente de la red de telefonía pública por su bajo consumo de ancho de banda en el establecimiento de las comunicaciones basadas en VoIP, debido al tipo de licencias lo que no incurren en costos adicionales para su implementación en la empresa y gracias a que es un protocolo asumido como estándar de la ITU.

1.1.3.3 Calidad de Servicio

Calidad de servicio es la habilidad para que un elemento de red (aplicación, terminal o enrutador) tenga seguridad para proveer los servicios y los requerimientos que exija el tráfico transmitido. Para que exista calidad de servicio se requiere cooperación entre todas las capas del modelo OSI.

Hay que tener en cuenta que tanto el tráfico de voz como de datos van a compartir el mismo enlace, por lo cual, se debe de manejar criterios para el uso de ancho de banda y priorización de ciertas aplicaciones sobre otras para el normal funcionamiento de aplicaciones de misión crítica.

Para definir los criterios de ancho de banda y priorización de aplicaciones en la siguiente sección se detallan brevemente los dos tipos que definen calidad de servicio.

- *Resource Reservation.* funciona cuando se tiene servicios integrados donde los recursos de la red son administrados de acuerdo a los requerimientos de calidad de servicio de la aplicación (voz, video, datos) y luego estos son sujetos a las políticas de administración del ancho de banda.
- *Priorization.* El tráfico de la red es clasificado y distribuido de acuerdo a los recursos de la red y a las políticas de administración de ancho de banda.

Estos tipos de QoS pueden aplicarse individualmente a las aplicaciones usando protocolos como RSVP, diffserv, MPLS y SBM, los mismos que permite la priorización de tráfico.

1.1.3.3.1 *Protocolos de Calidad de Servicio.*

Debido a que en la red de Cronix se necesita priorizar el uso de ancho de banda disponible para ciertas aplicaciones sobre otras, se ha tomado en cuenta para el siguiente análisis los protocolos disponibles para priorizar el tráfico en una red de datos.

En la siguiente sección se detallan las características de estos protocolos.

- *Reservation Protocol (RSVP).* Es un protocolo de señalización que permite controlar y reservar los recursos de la red. Esta opción es la más compleja de todas las tecnologías de QoS para aplicaciones host y para elementos de red. RSVP es la mejor alternativa porque garantiza el uso de las diferentes aplicaciones de usuario final a usuario final. RSVP es utilizado por el protocolo SIP para priorización del tráfico de voz en la red.
- *Differentiated Service (diffserv).* Este modelo, se basa en el tráfico sin reservación y tiene el objetivo de asignar el ancho de banda a diferentes usuarios de forma controlada. Este modelo clasifica los paquetes en un número pequeño de tipos de servicios y utiliza mecanismos de prioridad para proporcionar una calidad de servicio al tráfico. El objetivo principal de este mecanismo es asignar el ancho de banda a diferentes usuarios en una forma controlada durante periodos de congestión. Permitiendo que diferentes usuarios tengan diferentes niveles de servicio de la red.
- *Multiprotocol Laveling Switching (MPLS).* Este protocolo puede administrar el ancho de banda para las aplicaciones mediante ruteo de acuerdo a las etiquetas que están en las cabeceras de los paquetes. Este modelo permite que las redes IP funcionen bajo el principio del (mejor esfuerzo) entre las que se encuentran tráfico con clase de servicio (CoS), tráfico con calidad de servicio (QoS) y permite proporcionar redes privadas virtuales.
- *Subnet Bandwith Management (SBM).* Permite la categorización y la priorización de paquetes en la capa 2 del modelo OSI, el mismo que es una extensión del

protocolo RSVP, los conmutadores con QoS deben cumplir con las características de 802.1 p (CoS – clase de servicio) para la priorización del tráfico y 802.1 q (VLAN) para la configuración de la VLAN de voz, independiente para asegurar el tráfico de voz que circulara.

QoS resuelve los problemas que normalmente están presentes en una comunicación de voz con telefonía ip como latencia, jitter, eco, debido a que hace uso de los métodos para priorizar o clasificar el tráfico.

Por los argumentos presentados anteriormente se ha definido que se debe configurar calidad de servicio con el protocolo SMB, debido a que el conmutador del módulo de distribución presenta las características necesarias para el adecuado funcionamiento de este protocolo (802.1 p y 802.1 q) y para asegurar QoS para el servicio de Voz sobre IP que se implantó en Cronix Cía. Ltda.

1.2 ANALISIS DE LAS HERRAMIENTAS.

Para el presente trabajo se han considerado herramientas que cumplan con los parámetros definidos en el capítulo 1.1 *“Requerimiento de la Implantación”* y además que sean soluciones que se encuentren disponibles en el mercado nacional a un bajo costo.

En función de lo mencionado se proceden a describir algunas posibles soluciones.

1.2.1 GXE5024 GRANDSTREAM ^[19]

Es una solución de voz sobre IP basada en hardware orientado a PYMES distribuido por On Line Ecuador.

Las características de GXE5024 GRANDSTREAM en función de los protocolos, codecs, tipo de licenciamiento y disponibilidad de la información se resume en lo siguiente:

- Soporta los protocolos SIP y RTP.
- Soporta el codec GSM.
- Posee un licenciamiento propietario.
- Configurable y administrable a través de una interfaz web.
- Poca disponibilidad de información, la misma que se la obtiene solo después de la compra de licencias.

1.2.2 SOLUCIÓN AVAYA ^[20]

El Ip Office 500, puede aceptar, teléfonos IP, Digitales, análogos, así como también troncales análogos.

^[19] El costo de GXE5024 Grandstream se lo puede encontrar en el Anexo N° 3. Costos de las soluciones basadas en Voz sobre IP.

^[20] El costo de la solución Avaya se lo puede encontrar en el Anexo N° 3. Costos de las soluciones basadas en Voz sobre IP.

Es un equipo que puede crecer modularmente, está orientado para pequeñas empresas.

Las características del Office 500 en función de los protocolos, codecs, tipo de licenciamiento y disponibilidad de la información se resume en lo siguiente:

- Soporta los protocolos SIP y RTP.
- Soporta el codec GSM.
- Posee un licenciamiento propietario.
- Configurable y administrable a través de una interfaz web.
- Poca disponibilidad de información, la misma que se la obtiene solo después de la compra de licencias.

1.2.3 ASTERISK PBX

Asterisk es un software para implementar soluciones basadas en PBX ^[21] el cual usa el concepto de software libre a través de licencias GPL ^[22].

Digium es la empresa que desarrolló Asterisk y que actualmente es la encargada de la codificación y publicación de las nuevas versiones que actualmente se encuentra en la 1.4, además se encarga de la fabricación de tarjetas de telefonía de bajo costo que funciona con Asterisk.

Las tarjetas de telefonía permiten la conectividad en tiempo real de la red pública y las redes de telefonía IP.

Asterisk no solo brinda las funcionalidad de una PBX tradicional tales como Sistema de Respuesta de Voz Interactiva, parqueo de llamadas, privilegios de marcado, Asignación automática de llamadas, etc., sino también mensajería unificada (buzón de voz, web, e-mail), acceso a la PBX de la compañía a usuarios frecuentes a través

^[21] Private Branch eXchange

^[22] Licencias de código abierto

de una conexión de internet y demás prestaciones que brinda la tecnología de Voz sobre IP.

En un inicio Asterisk estuvo orientado a dar exclusivamente servicios de telefonía IP que era de poca utilidad debido a que no convergía con la red conmutada de circuitos. En ese momento nació el proyecto Zapata que es el responsable del desarrollo de hardware de Digium y cuya finalidad fue brindar la convergencia que carecía la red de telefonía IP con la red de telefonía pública.

Es interesante resaltar que el hardware también es abierto razón por la cual puede ser producido por cualquier empresa.

Las características de Asterisk en función de los protocolos, codecs, tipo de licenciamiento y disponibilidad de la información se resume en lo siguiente:

- Soporta los protocolos SIP y RTP.
- Soporta el codec GSM.
- Posee un licenciamiento no propietario.
- Configurable y administrable a través de archivos de configuración o de una interfaz web.
- Amplia disponibilidad de información.

Como funcionalidades adicionales a las presentadas por las PBX's propietarias se puede mencionar las siguientes:

- *Facilidad en el desarrollo de aplicaciones que extiendan su funcionalidad a través del lenguaje de programación nativa en C o con cualquier lenguaje a través de AGI* [23].
- *Abundancia en recursos de hardware y software por el hecho de ser de código abierto.*

[23] Asterisk Gateway Interface.

- *Corre bajo Linux y código abierto* por lo cual existen una gran comunidad que se encuentra testeando y dando soluciones rápidas a los problemas encontrados en su implementación.

Para que converjan las redes de telefonía IP y de circuitos conmutados Asterisk debe de trabajar con una interfaz que sirva de pasarela entre las dos redes. Por tal motivo en la siguiente sección se analizan las características de varias tarjetas de telefonía IP.

La selección de una de ellas dependerá de su compatibilidad con asterisk, del costo asociado a la misma y de su disponibilidad en el mercado nacional.

- *OPENVOX A800P* ^[24]

Es una interfaz modular para telefonía análoga que es ampliamente difundida en el mercado ecuatoriano debido a su bajo costo y a su facilidad de instalación y configuración.

Entre sus principales características se tiene:

- Bajo consumo de CPU.
- Escalable.
- Compatible con Asterisk PBX.
- Soporta PCI 2.2V y PCI 3.3V.
- Licencia GPL.

^[24] El costo de la tarjeta OPENVOX A800P se lo puede encontrar en el Anexo N° 4. Costos de las tarjetas de telefonía para Asterisk PBX.

- *DIGIUM TDM 800P*^[25]

Digium ha asignado a este grupo de tarjetas la nomenclatura TDM8XYP, siendo X el número de interfaces FXS que incorpora la tarjeta, e Y el número de interfaces FXO.

Driver para Asterisk:

- Zaptel (wctdm)
- Módulos de 1 puerto disponibles:
 - 0 FXS S110M
 - 0 FXO X100M
- Módulos de 4 puertos disponibles:
 - 0 FXS S400M
 - 0 FXO X400M

Nombre de la tarjeta	Soporte para Asterisk	Costo de las tarjetas en dólares	Disponible en el mercado nacional
OPENVOX A800P	Si	544	Sí
DIGIUM TDM800P	Si	824	Sí

Tabla 1.2.3 Comparación de las tarjetas compatibles con Asterisk para comunicación con PSTN

[26]

Tomando como base la tabla 1.2.3 se puede observar que la mejor opción es la tarjeta OPENVOX A800P debido a que es compatible con Asterisk, al costo asociado

[25] El costo de la tarjeta DIGIUM TDM 800P se lo puede encontrar en el Anexo N° 4. Costos de las tarjetas de telefonía para Asterisk PBX.

[26] Fuente: <http://www.openvox.com> <http://www.digium.com>

a la misma, al tipo de licencias que posee y a la compatibilidad con puertos PCI estándar.

Finalmente al costo de la tarjeta de telefonía IP hay que asociarle el costo de un servidor cuya función es hostear a la PBX y a la tarjeta de telefonía IP. Este servidor debe cumplir con requerimientos básicos de hardware para un funcionamiento adecuado.

Asterisk puede ser intensivo en el uso del procesador, pues usa el propio procesador del PC para hacer el procesamiento de los canales de voz. Si se estuviese construyendo un sistema complejo con carga elevada es importante entender este concepto. Para construir la PBX un procesador compatible con Intel que sea mejor que un Pentium 300Mhz con 256 MB RAM es lo suficiente. Asterisk no requiere mucho espacio en disco, cerca de 100 MB compilados, más código fuente, buzón de voz, grabaciones y todos requieren espacio. ^[27]

En base a estos argumentos se ha seleccionado un servidor con las siguientes características:

- Procesador Intel Pentium 3 de 1.8 GHz de velocidad de procesamiento.
- Memoria de 512 MB.
- Disco duro de 80 GB.

La Tabla 1.2.4 analiza comparativamente cada una de las soluciones mencionadas anteriormente, en base a parámetros obtenidos a partir del análisis y selección de los protocolos necesarios para la implantación de voz sobre IP, codecs, tipos de licencia, costos asociados a su implantación, configuración y administración y disponibilidad de información.

^[27] GONCALVEZ, Flavio, Como construir y configurar una PBX con software libre, Río de Janeiro, Brasil, 2007.

En base a los parámetros descritos anteriormente se identifica que Asterisk junto con la tarjeta de telefonía OPENVOX A800P además de cumplir con los requerimientos establecidos en capítulo “1.1 REQUERIMIENTO DE LA IMPLANTACION” es la solución de menor costo de implantación debido a su tipo de licencia, facilidad de configuración y administración y gran disponibilidad de información.

NOMBRE DE SOLUCION DE TELEFONIA IP	SOPORTAR SIP	SOPORTAR RTP	SOPORTAR CODEC GSM	TIPO DE LICENCIA	COSTO ASOCIADO A LA IMPLANTACION (dólares americanos)	CONFIGURACION Y ADMINISTRACION	DISPONIBILIDAD DE INFORMACION
GXE5024 GRANDSTREAM	SI	SI	SI	PROPIETARIA	2200 + IVA	FACIL	POCO DISPONIBLE
SOLUCION AVAYA	SI	SI	SI	PROPIETARIA	4940,55 + IVA	CONFIGURACION Y ADMINISTRACION DENTRO DEL CONTRATO	CON COMPRA DE SOLUCION
ASTERISK PBX	SI	SI	SI	GPL	894 + IVA (costo representativo por tarjeta de telefonía IP y servidor)	FACIL	AMPLIA INFORMACION DISPONIBLE EN INTERNET

Tabla 1.2.4 Comparación de posibles soluciones de telefonía IP ^[28]

^[28] Fuente: <http://www.grandstream.com> ; <http://www.avaya.com> ; <http://www.digium.com>

1.3 SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS.

Asterisk es la mejor opción para la implantación de un sistema basado en la tecnología Voz sobre IP en Cronix Cía. Ltda., debido a que cumple con los requerimientos descritos en el capítulo “1.1 REQUERIMIENTO DE LA IMPLANTACIÓN”, es decir, que soporte los protocolos SIP y RTP, el códec GSM, que no tiene costo de licenciamiento ni limitaciones para desarrollar nuevas funcionalidades si la lógica del negocio así lo exige, que es fácil de configurar y administrar y que tiene amplia información disponible.

La tarjeta OpenVox A800P cumple el papel de Gateway el cual es el encargado de enlazar las redes de telefonía IP y de telefonía pública cumpliendo con el principio de convergencia.

Dentro de las principales características de Asterisk PBX se tiene:

- *Control de su sistema de telefonía* fácilmente configurable sin la necesidad de la intervención de técnicos especializados.
- *Ambiente de desarrollo fácil y rápido* Asterisk puede ser programado en C con las API's nativas, o en cualquier otro lenguaje usando AGI.
- *Rico y abundante en recursos* con Asterisk se pueden encontrar todos los recursos disponibles en una PBX tradicional.
- *Es posible proveer contenido dinámico por teléfono* Asterisk es programado en C y posee otros lenguajes de dominio de la mayoría de los programadores, las posibilidades de proveer contenido dinámico por teléfono no tiene límites.
- *Plan de discado flexible y poderoso* es posible construir planes de discado avanzados gracias a la facilidad del lenguaje de programación utilizado para este propósito.

- *Corre bajo Linux y es código abierto* existe un universo muy grande de información, soluciones y optimización del código gracias a la gran comunidad de Linux que aporta a su crecimiento y estabilidad.
- *Limitaciones de la arquitectura de Asterisk* la PBX usa CPU de servidor para procesar los canales digitales, en vez de tener un DSP ^[29] dedicado a cada canal. El sistema es muy dependiente del performance del CPU.

^[29] Digital Signal Processing

1.4 FACTIBILIDAD DE LA IMPLANTACIÓN DE VOZ SOBRE IP EN CRONIX CALL CENTER.

La factibilidad de implantación del presente proyecto se realiza tomando en cuentas los siguientes puntos:

- Factibilidad operativa que se refiere a cuan viable será el proyecto tomando como base el análisis de la organización empresarial y el usuario final.
- Factibilidad técnica analiza si se tiene los recursos tecnológicos y humanos necesarios para ejecutar el proyecto.
- Factibilidad económica tiene que ver con el análisis del costo – beneficio del proyecto informático.

Los cuales son los que tienen mayor impacto en la empresa.

Para la verificación de la factibilidad del proyecto de implantación de Voz sobre IP se tomó como base el documento para la “*EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE PROYECTOS INFORMÁTICOS Y DE COMUNICACIONES*” de Cronix Cía. Ltda. ^[30]

Este documento evalúa el impacto del proyecto sobre la organización, analiza tecnológicamente todos aquellos factores que justifican la viabilidad del proyecto, estudia el aspecto económico – financiero que es imprescindible para conocer la totalidad de los gastos en que incurrirá la empresa al incorporar el nuevo sistema, analiza los factores que pueden poner en riesgo la ejecución del proyecto y finalmente justifica la viabilidad o no del mismo.

Del análisis de los factores operativos, económicos y técnicos que determinan viabilidad o no del proyecto informático se obtuvieron los siguientes resultados:

El 80% de los factores que determinan la viabilidad operativa del proyecto de comunicaciones en Cronix Cía. Ltda. cumplen con los objetivos misionales y visionales de la empresa lo cual asegura el cumplimiento del plan estratégico, el

^[30] Ver Anexo N° 5. FORMATO DE FACTIBILIDAD.

fortalecimiento del sistema de comunicaciones, así como la observación de criterios de sostenibilidad.

El 100% de los parámetros que determinan la factibilidad técnica del proyecto cumple con los requerimientos políticos y normativos del país, con la disponibilidad de recurso humano formado técnicamente que asegure la calidad y el cumplimiento de los plazos establecidos, así como, de la infraestructura necesaria para soportar la implantación del sistema de telefonía basado en Voz sobre IP.

Además este documento analiza la probabilidad de ocurrencia de ciertos factores de riesgo fundamentales que pueden limitar el cumplimiento de los objetivos del proyecto de comunicaciones. Dentro de estos factores se tienen los humanos, económicos y tecnológicos. Del 100% de estos factores el 78.57% tiene una probabilidad de ocurrencia baja mientras que el 21.43% tiene una probabilidad de ocurrencia media. Estos parámetros determinan que el riesgo de incumplimiento del proyecto es relativamente bajo.

El análisis de la factibilidad económica se lo realiza detalladamente en el siguiente capítulo por considerarse que la implantación de un nuevo sistema de telefonía es crucial para la organización.

1.5 ANALISIS COSTO BENEFICIO

1.5.1 COSTO

1.5.1.1 ESPECIFICACION DEL TIPO DE RECURSO

Los recursos que se van a utilizar son de dos tipos, a saber: de trabajo y materiales. El primero es la persona que se va a encargar de realizar todas las actividades correspondientes a cada una de las fases del proceso de la implantación de la tecnología de VoIP.

Los recursos de tipo material, en cambio, como su nombre lo indica son materiales que serán utilizados durante todo el proceso; como por ejemplo, computadoras, impresoras, papel, servicios básicos, comida, transporte, etc^[31].

Para el desarrollo del presente proyecto se requiere un recurso de trabajo y como recursos materiales tendremos una computadora y una impresora. Adicionalmente se deben considerar los costos de los insumos de oficina, transporte, servicios básicos, internet y comida (como parte de los recursos materiales).

El análisis completo de la estimación detallada del costo y del beneficio de la implantación de Voz sobre IP se lo encuentra en el anexo N° 6. Estimación detallada del Costo y Beneficio.

Tomando como base los datos obtenidos se tiene que el beneficio del proyecto de telecomunicaciones viene dado por la comparación de los costos de actualización frente a los costos asociados a la implantación de la nueva tecnología.

De los datos obtenidos del anexo N° 6. Estimación detallada del Costo y Beneficio se puede decir: que los 82800 dólares correspondientes al costo inicial de actualización del sistema de telefonía análoga CIC 2.2 a la versión 2.4 representan el 100% del

^[31] ALVAREZ, Sofía, Planeación de Proyectos Hipermedia. Estimación de costos, <http://www.monografias.com/trabajos15/estimación-hipermedia/estimación-hipermedia.shtml>, Último Acceso: Marzo 2005

valor más alto que podría pagar la empresa por actualizar el sistema de telefonía propietario a la versión inmediatamente superior, mientras que, la implantación de la nueva tecnología cuesta 1640.88 que representa el 1.98 % del valor de la actualización, con lo cual se demuestra que económicamente la nueva solución es muy beneficiosa para la empresa.

Finalmente con los resultados del análisis costo – beneficio se obtiene que el proyecto de implantación de Voz sobre IP en el Call Center es factible tanto operativa, técnica y económicamente porque cumple con los requisitos necesarios para la aprobación de la factibilidad de proyectos informáticos.

Esta factibilidad es sustentada en el documento *“EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE PROYECTOS INFORMÁTICOS Y DE COMUNICACIONES”* de Cronix Cía. Ltda. ^[32]

^[32] Ver Anexo N° 6. ESTIMACION DETALLADA DEL COSTO.

CAPITULO 2. IMPLANTACION DE VOZ SOBRE IP

2.1 ANALISIS

2.1.1 ANALISIS DE LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES

En el análisis de la arquitectura de comunicaciones se procede a describir los dispositivos de hardware involucrados en la generación de llamadas dentro y hacia fuera del Call Center.

En el capítulo “1.1.2. *MODELO ARQUITECTONICO DE RED EXISTENTE EN CRONIX CIA. LTDA.*” se detalló la arquitectura de red que actualmente es la responsable de las comunicaciones de datos y telefónicas.

Si bien las comunicaciones de datos y telefónicas utilizan diferentes redes debido al tipo de tecnología que las caracteriza, es cierto también que las comunicaciones telefónicas generan tráfico adicional en la red de datos ya que necesariamente los impulsos eléctricos generados por las llamadas telefónicas de alguna manera tienen que integrarse con el software que administra los recursos de telefonía.

Para este análisis se han considera los elementos más relevantes dentro de la comunicación análoga desde el momento que se inicia una llamada hasta que es tomada por un agente de atención al cliente. Estos elementos son:

- Teléfono.
- PSTN.
- Central PBX.
- Software de Usuario Final.

Además de describirlos brevemente también es necesario detallar las interacciones entre ellos y la manera que fluye la comunicación desde el momento en que una persona llama al Call Center hasta que esta llamada es procesada.

Finalmente con esta información se puede identificar los puntos de la red en donde se genera mayor tráfico y posteriormente medirlos utilizando herramientas de software que soporten el protocolo SNMP. [33]

En la Figura 2.1.1 se observa el flujo de una llamada telefónica, desde el momento en que un abonado [34] de Andinatel hace una llamada en busca de uno de los servicios que ofrece la compañía.

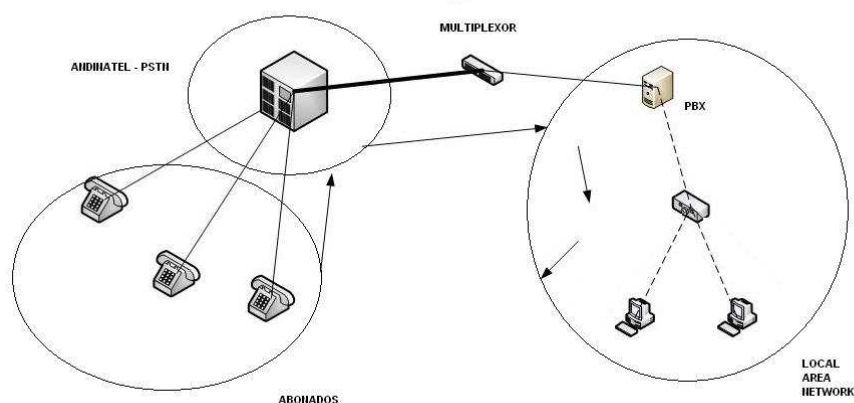


Figura 2.1.1 Flujo de la llamada telefónica [35]

Como se puede observar cuando se inicia una llamada telefónica por parte de un abonado esta viaja por la PSTN de Andinatel y es enrutada por los dispositivos que forman esta arquitectura hasta llegar al armario de abonados, una vez allí las llamadas son enrutadas al Cuarto de Servidores en donde existe una copia exacta del armario de abonados de Andinatel.

Desde este momento la llamada telefónica es administrada por la PBX propietaria de Cronix.

[33] Simple Network Management Protocol

[34] Abonado es el primer punto de contacto de una operadora telefónica.

[35] Fuente: El Autor.

2.1.1.1 Arquitectura de la pbx propietaria de Cronix.

La arquitectura de la PBX propietaria de la empresa está compuesta por varios elementos de hardware y software que interactúan y en conjunto brindan los servicios de telefonía, fax, voice mail, ACD, IVR, y todas las demás características que puede brindar una PBX pero que no es objetivo de estudio del presente proyecto de titulación.

Cuando una llamada ingresa al reflejo del armario de abonados esta es redirigida inmediatamente al servidor en donde está hosteada la aplicación que administra los recursos de telefonía. Para redirigir las llamadas se usan cajas Levington ^[36] cuya finalidad es agrupar los canales telefónicos de cuatro en cuatro para formar grupos de troncales. Las cajas Levington soportan hasta 16 líneas telefónicas (4 troncales).

Una vez en la PBX la llamada es transferida a un grupo de usuarios que forman parte de una cola ACD. Para la elección del usuario al cual va a ser asignada la llamada la PBX procesa algoritmos internos que priorizan a uno de los usuarios sobre los demás en función de características de disponibilidad, tiempo al aire, número de llamadas atendidas; al usuario que tiene las mejores calificaciones es a quien se le asigna la llamada.

Cuando la llamada se transfiere a la estación de trabajo donde está logueado el usuario, inmediatamente se levanta una interfaz que alerta la presencia de una llamada que debe ser atendida.

Posteriormente cuando la llamada es finalizada la PBX la procesa internamente y luego la almacena en un servidor dedicado a esta función.

Los procesos de asignación de la llamada al agente como su posterior almacenamiento consumen cierto ancho de banda que debe ser determinado para verificar la disponibilidad de la red de datos y su funcionalidad para soportar telefonía basada en la tecnología de Voz sobre IP.

^[36] Dispositivo de hardware para formar troncales con líneas análogas.

2.1.2 ANALISIS DE TRÁFICO DE RED PRE – IMPLANTACIÓN DE VOZ SOBRE IP.

El análisis del tráfico de red generado pre implantación de la telefonía basada en VoIP es necesario para determinar la disponibilidad de ancho de banda de la red de datos para transportar los paquetes IP de voz con un alto grado de calidad.

Teóricamente cuando el porcentaje de ocupación del ancho de banda en una red de datos es mayor o igual al 80 % de su capacidad, se producen colisiones de paquetes IP lo que lleva a un aumento en los tiempos de respuesta de las aplicaciones y en el caso de llamadas a una mala calidad en la recepción de las mismas.

Para analizar el enlace de datos se usa el software PRTG ^[37] versión 7.0 instalado en un servidor cuya finalidad es capturar las tramas que pasan a través del módulo de distribución.

Para capturar esta información se tomaron muestras en los puertos del switch del módulo de distribución que conmuta el tráfico a todos los puntos de la red, es decir, al switch en donde se concentran los servidores así como a cada de los switchs que forman parte del módulo de acceso.

Esta toma de muestras se la realizó durante 3 semanas. La Tabla 2.1.2 presenta los resultados obtenidos.

PUERTO MODULO DE DISTRIBUCION	PROMEDIO DE TRÁFICO IN – OUT (KByte)	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN (kbits/s)	PORCENTAJE DE OCUPACION DE ANCHO DE BANDA
Módulo de Servidores	5.854.027	386	5.72
Módulo de acceso 1	560.996	18	0.55
Módulo de acceso 2	4640.796	534	4.53
Módulo de acceso 3	419.285	48	0.41
Módulo de acceso 4	686.064	79	0.67

Tabla 2.1.2 Ancho de Banda medido en el Módulo de Distribución ^[38]

^[37] Paeesler Router traffic Grapher

^[38] Fuente: El Autor.

De estos valores se pueden observar que el mayor tráfico se genera en el puerto que sirve de enlace con el módulo de servidores, sin embargo el consumo de banda en ninguno de los casos es mayor al 6% del ancho de banda total disponible para la red de la empresa.

Otro de los puertos con mayor consumo de ancho de banda es el acceso 2 que representa el 4.53 % del canal total, esto ocurre debido a que en este puerto se conecta el mayor número de estaciones de trabajo del Call Center.

El módulo de acceso número uno correspondiente al departamento administrativo registra un porcentaje de ocupación de 0.55% del total del ancho de banda. Tomando en cuenta que el servicio de voz sobre IP será implantado para administrar las llamadas entrantes del área administrativa es importante verificar que el consumo del ancho de banda en este puerto es bajo.

El tráfico en los demás puertos que se comunican con el módulo de enlace no llega al 1% del ancho de banda total de la red de la empresa que es de 100 Mbps.

La Figura 2.1.2 brinda una visión más clara de los datos mencionados anteriormente.

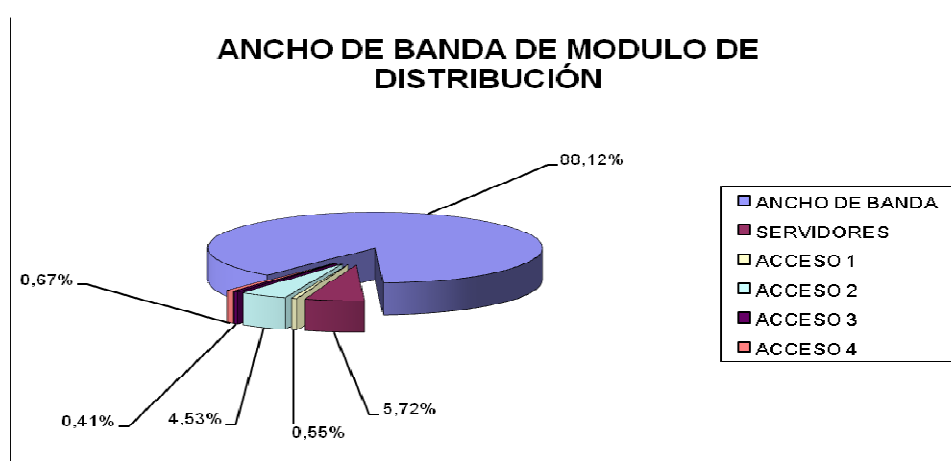


Figura 2.1.2 Ancho de Banda medido en el Módulo de Distribución ^[39]

^[39] Fuente: El Autor.

Finalmente se puede observar que el ancho de banda disponible en la red de la empresa es mayor al 88%, además el bajo consumo del canal en el módulo de acceso correspondiente al departamento administrativo, (menor al 1%) son razones suficientes para ratificar que la red es apta para soportar un flujo adicional de datos que se puede generar por las llamadas telefónicas que usan tecnología basada en Voz sobre IP.

2.1.3 DEFINICION DE TRÁFICO DE RED ESPERADO EN IMPLANTACION DE VOZ SOBRE IP

Para definir el tráfico de red generado en la implantación de la tecnología de Voz sobre IP en primer lugar se necesita conocer cuantas llamadas simultáneas soporta la PBX actual, con esta información podemos establecer el número de líneas necesarias para soportar la operación existente y el tráfico de red que se puede esperar al momento de realizar estas llamadas.

Para obtener esta información se utilizó el módulo de reportes presente en la PBX actual mediante el cual se determinó el número de llamadas concurrentes, cuales son las horas pico en las que se generan y el promedio de duración de cada llamada.

Esta información fue capturada durante 2 semanas consecutivas.

La tabla 2.1.3 muestra el promedio del flujo de llamadas entrantes de la PBX actual en función de las horas laborales de la semana.

HORAS	NUMERO DE LLAMADAS
8 am	1
9 am	1
10 am	3
11 am	5
12 am	6
13 pm	6
14 pm	8
15 pm	4
16 pm	4
17 pm	3
18 pm	1

Tabla 2.1.3 Llamadas ingresadas a la PBX actual por horas ^[40]

Vamos a usar el modelo de Erlang B ^[41] porque es el modelo que se utiliza en la empresa para realizar el cálculo de líneas entrantes necesarias y determinar cuantas líneas se emplean en la hora más ocupada. Uno de los puntos importantes es que el modelo de Erlang requiere saber cuantos minutos de llamadas existen en la hora

^[40] Fuente: El Autor.

^[41] Ver Anexo N° 7. MODELO D ERLANG B.

más ocupada BHT ^[42] .Esto puede ser obtenido de dos maneras: Tarifación por hora (la más precisa) o simplificación (BHT=17% del número de minutos llamados durante el día).

Otra variable importante es el GoS ^[43] .El GoS define la probabilidad de que las llamadas sean bloqueadas por falta de líneas.

Para el caso de la PBX empleada en el departamento administrativo de Cronix se pudo determinar que en la hora más ocupada hubo un volumen de 8 llamadas con una media de 2.86 minutos. Si a esto le agregamos un GoS (blocking) de 0.01 se tiene:

$$BHT = 8 \times 2.86 = \frac{22.88}{60 \text{ minutos}} = 0.38 \text{ Erlangs}$$

$$GoS = 0.01$$

El valor de Erlangs obtenidos se los ingresa en una calculadora de este tipo y se tiene:

Figura 2.1.3 Número de líneas necesarias para soportar tráfico ^[44]

^[42] Bussy Hour Traffic.

^[43] Grade of Service.

^[44] Fuente: <http://www.erlang.com>

Para soportar 8 llamadas en una hora con un promedio de 2.86 minutos de conversación son necesarias 3 líneas.

Finalmente para estimar el ancho de banda en función del codec seleccionado (GSM) y del tipo de red ^[45] se tiene:

Ancho de banda estimado para soportar 1 llamada telefónica en una red Ethernet con el codec GSM = 36.4 Kbps.

Para 3 líneas telefónicas se tiene: 109.2 kbps.

^[45] Ver Anexo 8. Overhead causado por los encabezados.

2.2 DISEÑO

El diseño del servicio de Voz sobre IP en Cronix Cía. Ltda. implica la identificación y esquematización de los elementos involucrados en una comunicación basada en telefonía de Voz sobre IP. Para esto se deben diseñar los enlaces de comunicación entre la PSTN y la LAN que son los puntos a través de los cuales fluirán los paquetes IP que transportan la voz desde la red de circuitos conmutados hacia las estaciones de trabajo presentes en la red de datos.

Además de los enlaces de comunicación se deben diseñar los servicios que la PBX debe prestar sobre esta infraestructura. Estos servicios son los básicos para la operación de un Call Center trabajando como canal de entrada. Interactive Voice Response y Automatic Call Distribution.

Finalmente y con el objetivo de demostrar la interconectividad que tienen las redes telefónicas basadas en Voz sobre IP, se diseñó el modelo de comunicación de dos centrales telefónicas IP conectadas a través de un enlace de red, que sirve para minimizar los costos correspondientes a llamadas realizadas hacia la operadora de RECAPT, RECAPT es un socio estratégico de CRONIX. El diseño y la implantación de este prototipo se encuentran en el ANEXO 8. Modelo de Comunicación de 2 centrales telefónicas IP.

2.2.1 ENLACES DE COMUNICACIÓN ENTRE PSTN Y LAN

El diseño de los enlaces de comunicación entre la PSTN y la LAN es un punto muy importante dentro de la arquitectura de Voz sobre IP debido a que este es el medio de convergencia entre las redes de telefonía pública y la red privada de telecomunicaciones de la empresa.

Aspectos tales como la escalabilidad, aislamiento de los paquetes de voz, tolerancia a fallos y seguridad deben de ser tomados en cuenta en el diseño de los enlaces de comunicación entre la PSTN y la LAN administrativa.

La Figura 2.2.1 muestra una panorámica del diseño de la red de telefonía de Voz sobre IP tomando en cuenta estos aspectos.

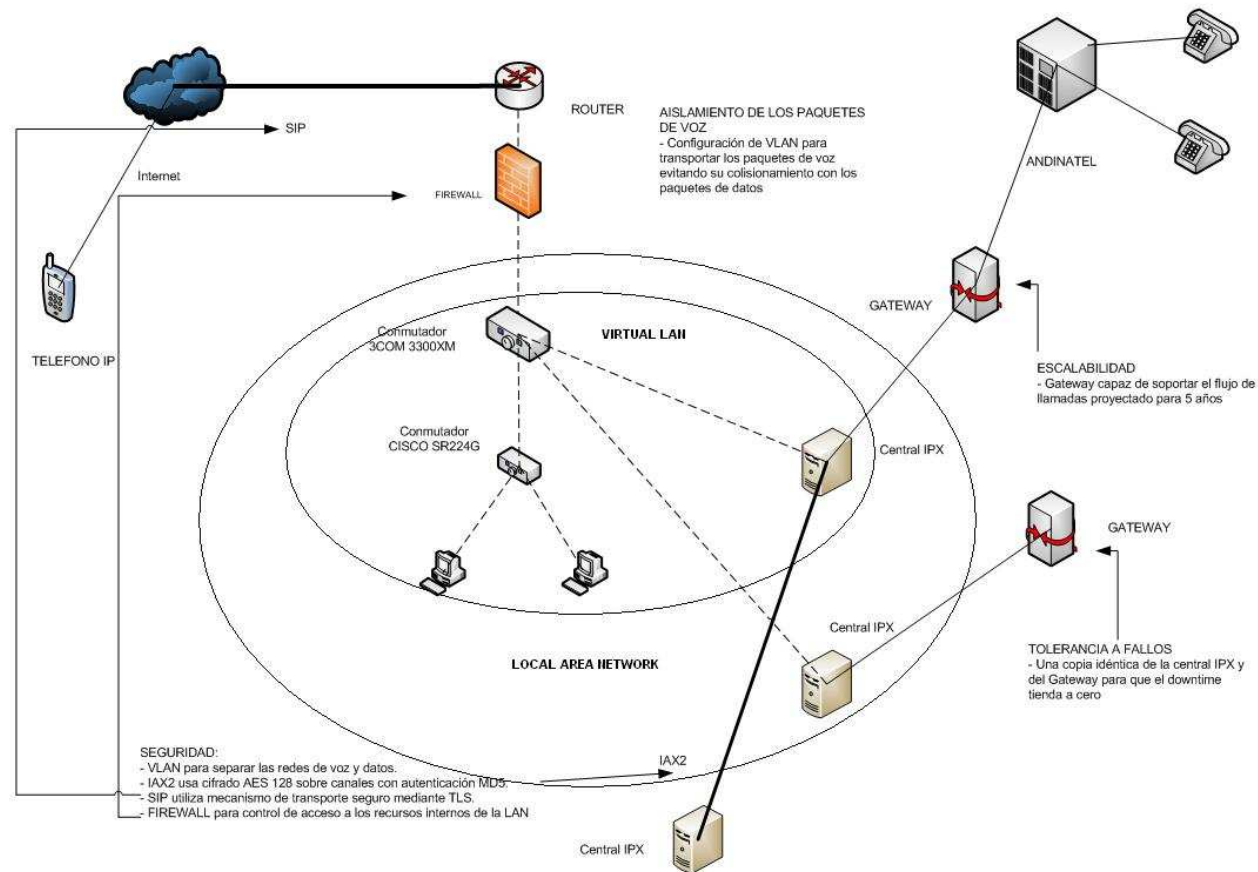


Figura 2.2.1 Diseño de enlaces de comunicación PSTN – LAN ^[46]

^[46] Fuente: El Autor.

2.2.1.1 Escalabilidad

El dimensionamiento adecuado de la interfaz de comunicación debe contemplar además del tráfico generado actualmente por las llamadas telefónicas dentro y hacia afuera de la empresa, una tasa de crecimiento anual del 20% ^[47], esto implica que el modelo de comunicación debe de ser escalable y además que el tráfico generado por este incremento anual en el flujo de llamadas no genere saturamiento en la red de datos cuando la voz tenga que viajar por este canal.

Para soportar el flujo actual de llamadas en el área administrativa se ha determinado que 3 canales análogos serán suficientes y que el flujo adicional de tráfico en la red de datos generados por las llamadas a través de estos 3 canales será de aproximadamente 145,6 kbps.

La interfaz de comunicación entre las redes de telefonía pública y privada es una tarjeta OPENVOX A800P, que puede soportar hasta 8 canales telefónicos análogos, si consideramos un crecimiento anual del 20 % en el flujo de llamadas tendríamos lo siguiente:

	PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO	CUARTO AÑO	QUINTO AÑO
FLUJO DE LLAMADAS (HORAS PICO)	8	10	12	15	18

Tabla 2.2.1 Proyección de llamadas telefónicas para los próximos 5 años ^[48]

Con esta información se procede a calcular el número de canales telefónicos necesarios para soportar el flujo de llamadas en horas pico para los próximos 5 años.

Se ha considerado una media de 2.86 minutos por llamada en base a los reportes generados por la PBX propietaria que actualmente está operativa.

^[47] Fuente: Taza de crecimiento anual del flujo de llamadas en Cronix Cía. Ltda. Departamento Administrativo.

^[48] Fuente: El Autor.

2.2.1.1.1 Número de canales telefónicos y ancho de banda adicional para el primer año.

$$BHT = 8 \times 2.86 = \frac{22.88}{60 \text{ minutos}} = 0.38 \text{ Erlangs}$$

$$GoS = 0.01$$

Ingresando los datos en una calculadora Erlang se tiene:



Figura 2.2.1 (a) Número de líneas necesarias para soportar tráfico telefónico ^[49]

Para soportar 8 llamadas en una hora con un promedio de 2.86 minutos de conversación son necesarias 3 líneas.

Finalmente para estimar el ancho de banda en función del codec seleccionado (GSM) y del tipo de red ^[50] se tiene:

Ancho de banda estimado para soportar 3 llamadas telefónicas simultáneas unidireccionalmente = 36.4 Kbps x 3 = 109.2 kbps.

Hay que tener en cuenta que una llamada telefónica es bidireccional, de tal modo que 3 llamadas telefónicas bidireccionales y simultáneas consumen un ancho de banda de 218.4 kbps.

2.2.1.1.2 Número de canales telefónicos y ancho de banda adicional para el segundo año.

$$BHT = 10 \times 2.86 = \frac{28.6}{60 \text{ minutos}} = 0.47 \text{ Erlangs}$$

^[49] Fuente: <http://www.erlang.com>

^[50] Ver Anexo 9. Overhead causado por los encabezados.

GoS = 0.01

Ingresando los datos en una calculadora Erlang se tiene:



Figura 2.2.1 (b) Número de líneas necesarias para soportar tráfico ^[51]

Para soportar 10 llamadas en una hora con un promedio de 2.86 minutos de conversación son necesarias 4 líneas.

Finalmente para estimar el ancho de banda en función del codec seleccionado (GSM) y del tipo de red ^[52] se tiene:

Ancho de banda estimado para soportar 4 llamadas telefónicas simultáneas unidireccionalmente = 36.4 Kbps x 4 = 145.6 kbps.

Para una llamada bidireccional es 291.2 kbps.

2.2.1.1.3 Número de canales telefónicos y ancho de banda adicional para el tercer año

$$BHT = 12 \times 2.86 = \frac{34.32}{60 \text{ minutos}} = 0.57 \text{ Erlangs}$$

GoS = 0.01

Ingresando los datos en una calculadora Erlang se tiene:

^[51] Fuente: <http://www.erlang.com>

^[52] Ver Anexo 9. Overhead causado por los encabezados.



Figura 2.2.1 (c) Número de líneas necesarias para soportar tráfico ^[53]

Para soportar 12 llamadas en una hora con un promedio de 2.86 minutos de conversación son necesarias 4 líneas.

Finalmente para estimar el ancho de banda en función del codec seleccionado (GSM) y del tipo de red ^[54] se tiene:

Ancho de banda estimado para soportar 4 llamadas telefónicas simultáneas unidireccionalmente = 36.4 Kbps x 4 = 145.6 kbps.

Para una llamada bidireccional es 291.2 kbps.

2.2.1.1.4 Número de canales telefónicos y ancho de banda adicional para el cuarto año

$$BHT = 15 \times 2.86 = \frac{34.32}{60 \text{ minutos}} = 0.71 \text{ Erlangs}$$

$$GoS = 0.01$$

Ingresando los datos en una calculadora Erlang se tiene:



Figura 2.2.1 (d) Número de líneas necesarias para soportar tráfico ^[55]

^[53] Fuente: <http://www.erlang.com>

^[54] Ver Anexo 9. Overhead causado por los encabezados.

Para soportar 15 llamadas en una hora con un promedio de 2.86 minutos de conversación son necesarias 4 líneas.

Finalmente para estimar el ancho de banda en función del codec seleccionado (GSM) y del tipo de red ^[56] se tiene:

Ancho de banda estimado para soportar 4 llamadas telefónicas simultáneas unidireccionalmente = 36.4 Kbps x 3 = 145.6 kbps.

Para una llamada bidireccional es 291.2 kbps.

2.2.1.1.5 Número de canales telefónicos y ancho de banda adicional para el quinto año

$$BHT = 18 \times 2.86 = \frac{51.48}{60 \text{ minutos}} = 0.85 \text{ Erlangs}$$

$$GoS = 0.01$$

Ingresando los datos en una calculadora Erlang se tiene:



Figura 2.2.1 (e) Número de líneas necesarias para soportar tráfico ^[57]

Para soportar 18 llamadas en una hora con un promedio de 2.86 minutos de conversación son necesarias 4 líneas.

Finalmente para estimar el ancho de banda en función del codec seleccionado (GSM) y del tipo de red ^[58] se tiene:

^[55] Fuente: <http://www.erlang.com>

^[56] Ver Anexo 2. Overhead causado por los encabezados.

^[57] <http://www.erlang.com>

Ancho de banda estimado para soportar 4 llamadas telefónicas simultáneas unidireccionalmente = $36.4 \text{ Kbps} \times 3 = 145.6 \text{ kbps}$.

Para una llamada bidireccional es 291.2 kbps.

En base a los resultados obtenidos de la proyección de llamadas a través de la interfaz de convergencia entre la PSTN y la LAN se tiene que en los próximos 5 años con un incremento del 20% en el flujo de llamadas será necesario 4 canales análogos para soportar hasta 18 conversaciones en una hora con un promedio de 2.86 minutos por conversación.

De tal manera que la tarjeta OPENVOX A800P que tiene 8 canales análogos será suficiente para soportar el flujo de llamadas proyectado para 5 años.

2.2.1.2 Aislamiento de los paquetes de voz

Para la transportación de los paquetes de voz dentro de la red de datos el diseño debe tomar en cuenta el aislamiento de los mismos a través de una red virtual. La red virtual debe evitar el colisionamiento de los paquetes IP y por ende el degradamiento de la calidad de la voz.

Para la red de Cronix la VLAN debe permitir la agrupación de los equipos que transportan los paquetes IP de voz de manera lógica. De los tipos de VLAN que existen se procede a configurar la VLAN de nivel 1 o basada en puerto debido a que el conmutador de la capa de distribución presenta solamente este nivel de configuración.

Tanto el servidor que hostea la PBX como el switch que conmuta los datos provenientes de las estaciones de trabajo del departamento administrativo deben estar conectados a los puertos que conforman la VLAN, esto permite reducir el dominio de difusión y la complejidad de administración de la red.

La Figura 2.2.1.2 brinda una visión más clara de lo dicho anteriormente.

^[58] Ver Anexo 9. Overhead causado por los encabezados.

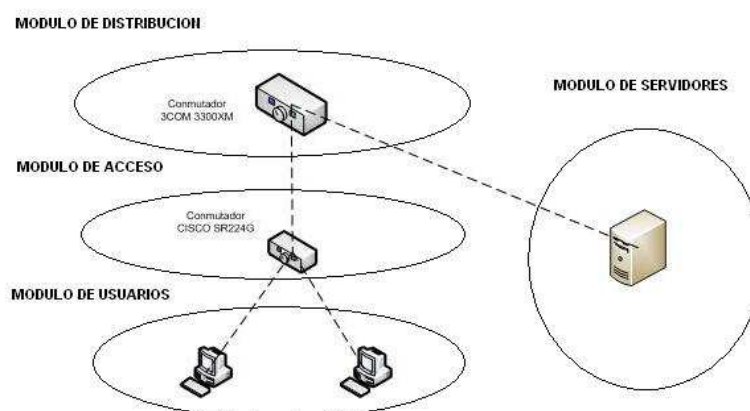


Figura 2.2.1.2 VLAN para administrar tráfico VoIP ^[59]

Para la telefonía basada en el protocolo de Voz sobre IP la configuración de redes virtuales para la transportación de los paquetes de voz es un requerimiento fundamental para asegurar la calidad de servicio.

2.2.1.3 Tolerancia a fallos

Un aspecto importante dentro del diseño es la tolerancia a fallos, es decir la capacidad que tiene este modelo arquitectónico de asegurar la disponibilidad del servicio con un downtime ^[60] tendiente a cero.

Considerando que para la empresa la telefonía es el core del negocio y que una hora sin servicio ha sido tazado en aproximadamente 4.16 dólares (la hora de trabajo es considerada para una sola estación de trabajo, el valor total dependerá del número de estaciones asignadas para la campaña inbound), el diseño para la implantación de la telefonía basada en protocolo de Voz sobre IP considera la coexistencia de un sistema espejo el cual entraría en funcionamiento en el caso de que el sistema central salga del aire por mantenimiento o daño de hardware.

^[59] Fuente: El Autor.

^[60] Tiempo fuera de servicio.

El sistema espejo debe de tener las mismas características de hardware y funcionalidades operativas que el sistema original para que brinde el mismo nivel de servicio al usuario final. La Figura 2.2.1.3 muestra el diseño tolerante a fallos de la arquitectura para telefonía basada en Voz sobre IP.

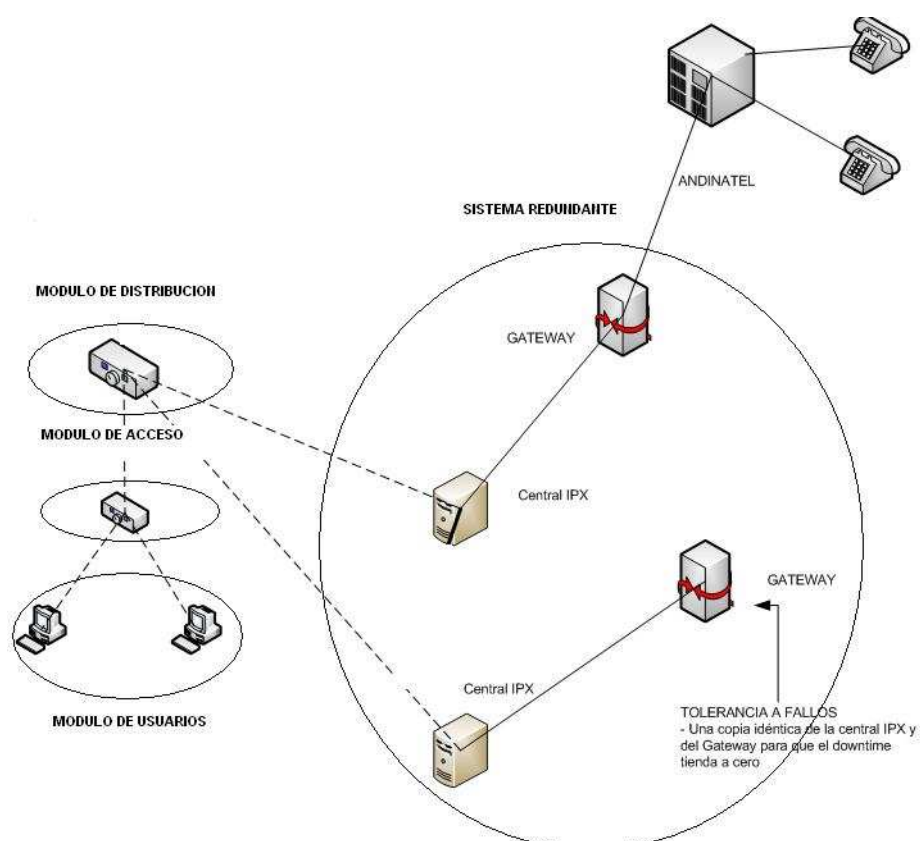


Figura 2.2.1.3 Enlace de comunicación PSTN – LAN tolerante a fallos ^[61]

Si bien esto asegura que el downtime tienda a cero también es cierto que la inversión inicial calculada para el proyecto se incrementaría en un 100% tal como lo indica la Tabla 2.2.1.3.

TOLERANTE A FALLOS	VALOR TOTAL (USD)
NO	1640.88

^[61] Fuente: El Autor.

SI	3281.76
----	---------

Tabla 2.2.1.3. Costo de un sistema tolerante a fallos ^[62]

Tomando en cuenta que el costo de la actualización de la PBX actual es de aproximadamente 82800 dólares americanos, el costo de tener un sistema tolerante a fallos aún sigue siendo mucho menor (aproximadamente 4.61 % del costo total de actualización de la versión de CIC).

Finalmente la decisión de tener o no un sistema tolerante a fallos a futuro viene dado por la presidencia ejecutiva de la empresa que es quien toma las decisiones, sin embargo el diseño debe de ser planificado tomando en cuenta un arquitectura tolerante a fallos. La implementación del diseño para el presente proyecto de titulación no irá más allá del sistema principal (un Gateway y una PBX).

2.2.1.4 Seguridad

Para la etapa inicial del presente proyecto se ha definido la comunicación entre la PSTN y la LAN del departamento administrativo a través de un gateway IP, pero en un futuro se tiene planeado establecer comunicaciones entre distintas redes locales a través de internet con el objetivo de minimizar el costo de las llamadas nacionales, provinciales e internacionales con el establecimiento de PBX virtuales. Por tal motivo el diseño debe contemplar la seguridad de la red de telefonía IP siendo importante que la LAN de la empresa no tenga puntos de vulnerabilidad para su exposición al internet.

Comúnmente, los administradores de redes cometen el error de pensar de que al momento de digitalizar la voz y que ésta viaje en paquetes a través de sus instalaciones de red con medidas de seguridad, le sea transferida a la voz dicha seguridad de la red IP, tecnología donde por naturaleza se comparte el medio. Para el buen funcionamiento del servicio VoIP, es necesario reforzar la seguridad de la digitalización de la voz, de manera independiente de la establecida en la red.

^[62] Fuente: El Autor.

El hecho de que la voz esté en un medio compartido que comunica servicios y/o recursos, resulta problemático para ofrecer las bases de la seguridad que son: confidencialidad, integridad, autenticidad, disponibilidad y no repudio.

2.2.1.4.1 Seguridad en voz sobre IP.

Las medidas de seguridad las cuales se deben tomar en cuenta en el diseño del enlace de comunicación entre la PSTN y la LAN para evitar peligros de nuestro sistema de VoIP en la empresa son:

- Separar la voz y datos en diferentes redes lógicas formando VLAN (Virtual Local Area Network) y segmentar la red. De esta forma, no se puede escuchar lo que pasa en la parte de voz.
- Habilitar protocolos de cifrado para una protección más estricta, que no sea entendible por el intruso o atacante a pesar de que cuente con las herramientas necesarias para su captura y sólo sea comprensible por los interlocutores. Esta operación se lleva a cabo con AES^[*]. El protocolo IAX2^[*] puede usar cifrado AES128 siempre sobre canales con autenticación MD5.
- Habilitar señalización, la que puede cifrarse a través de TLS^[*], herramienta que garantiza el servidor donde se registran los dispositivos telefónicos IP, ya que autentica y avala su identidad. SIP utiliza un mecanismo seguro de transporte mediante TLS.
- Emplear un firewall para la telefonía basada en la tecnología de Voz sobre IP, a pesar que la administración puede ser complicada debido a que constantemente está abriendo y cerrando puertos para manejar las solicitudes de llamadas.

[*] AES (Advanced Encryption Estándar)

[*] IAX (Inter – Asterisk eXchange)

[*] TLS (Transport Security Layer)

La figura 2.2.1.4.1 muestra el esquema de seguridad de la red administrativa de Cronix Cía. Ltda.

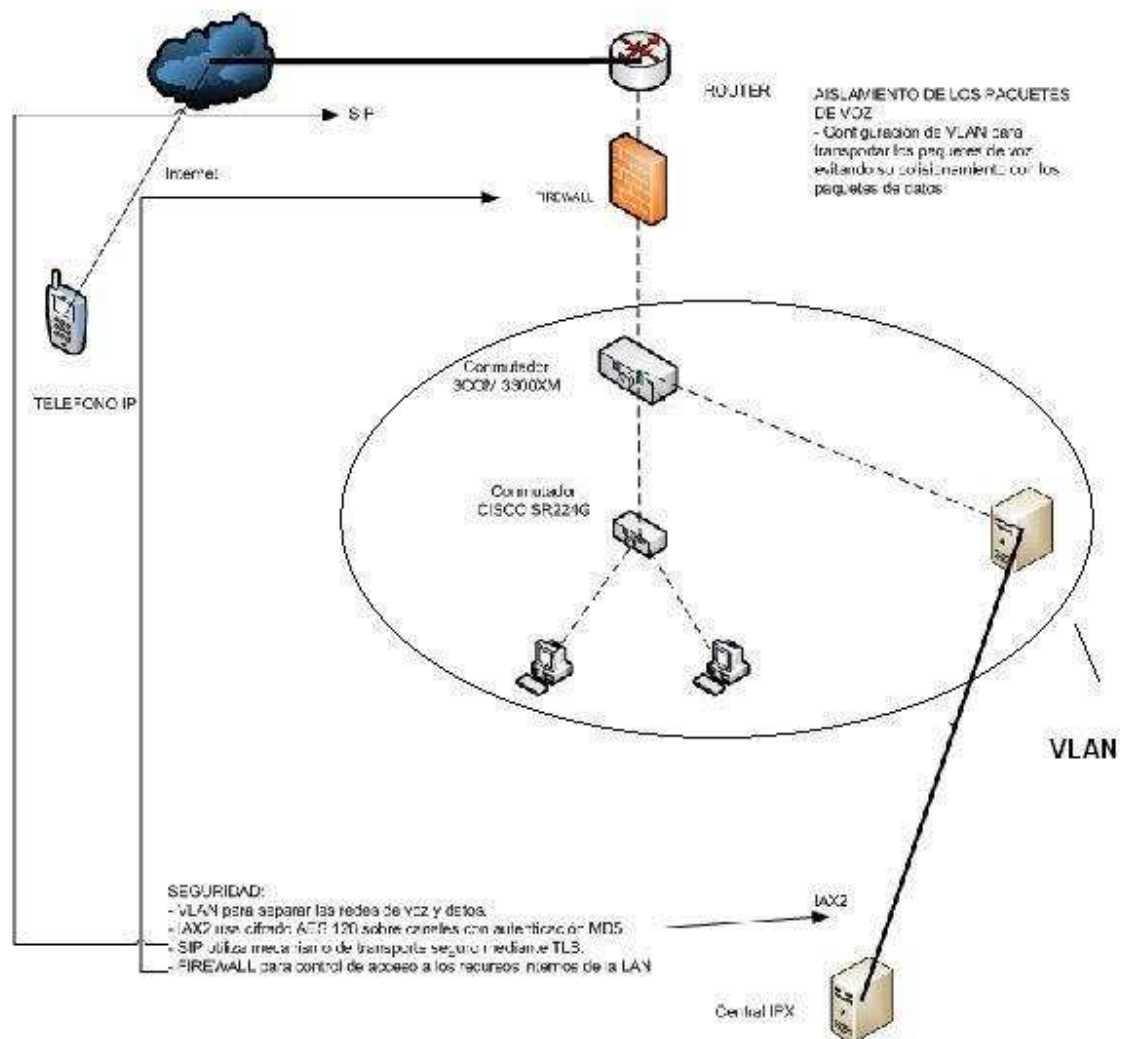


Figura 2.2.1.4.1 Esquema de Seguridad de la red administrativa de Cronix Cía. Ltda. ^[63]

^[63] Fuente: El Autor.

2.2.2 SERVICIOS BÁSICOS DE CALL CENTER.

Para la operación básica de un Call Center existen dos servicios importantes que deben de ser definidos para la administración de las llamadas entrantes, estos son Interactive Voice Response y Automatic Call Distribution.

Interactive Voice Response permite la interacción del cliente con el sistema de telefonía sin la necesidad de que un operador telefónico esté presente en dicha interacción.

Entre las aplicaciones que se puede dar al sistema de voz de respuesta interactiva es la consulta de saldos de una cuenta bancaria, brindar respuestas a un banco de preguntas para calificar el nivel de servicio de un canal telefónico o simplemente redirigir la llamada hacia unas cola de agentes disponibles y en fin cualquier aplicación en la cual exista únicamente la interacción del teclado telefónico y el cliente del proveedor de la PSTN.

Automatic Call Distribution o ACD permite una mejor administración de las llamadas entrantes a un Call Center, ayuda a la reducción de costos, incrementar el nivel de servicio debido a que permite dimensionar el número de agentes necesarios para un determinado canal telefónico.

2.2.2.1 Interactive Voice Response.

Los sistemas de voz de respuesta interactiva o IVR fueron diseñados con el objetivo de evitar la intervención de agentes telefónico en tareas que pueden ser repetitivas o cotidianas, tales como brindar un saludo inicial en una llamada telefónica, redirigir las llamadas hacia colas de agentes o acceder a información almacenada en una base de datos.

Como ejemplos de IVR se puede citar el servicio de movistar de consulta automática de saldos o ingreso de tarjetas, servicios bancarios para consulta de montos en sus cuentas de ahorros, redirección de llamadas a una cola de agentes disponibles (ACD).

Para el presente proyecto de titulación se plantea el diseño de un sistema de voz de respuesta interactiva para redirigir las llamadas entrantes a un determinado grupo de agentes, hacia un usuario o hacia una máquina de fax.

En La Figura 2.2.2.1 (a) se muestra el diseño planteado en el párrafo anterior:

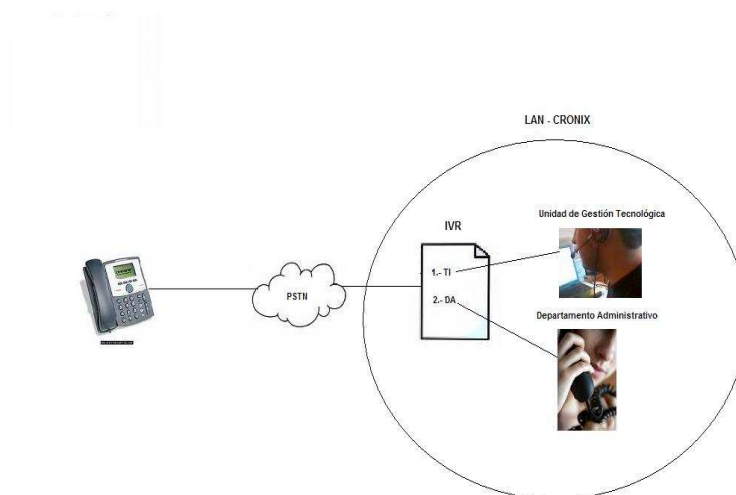


Figura 2.2.2.1 (a) Diseño de IVR ^[64]

Para el funcionamiento del IVR se ha definido en Andinatel un número piloto ^[65] al cual se debe llamar para interactuar con el sistema de voz. El sistema debe brindar al usuario cuatro opciones de marcado, al oprimir el número 0 la llamada se direcciona a una cola ACD en la cual están los agentes que representan a la operadora, al oprimir el número 2 la llamada se dirige a la máquina de Fax, al oprimir el número 3 puede buscar al usuario por apellido en un directorio telefónico, al oprimir la tecla asterisco se reinicia el menú del IVR, finalmente el usuario tiene la opción de digitar la extensión de un usuario si la conoce, así la llamada se dirigirá hacia dicha extensión. Además se validará que las llamadas sean de 8 de la mañana a 6 de la tarde de lunes a viernes. Si las llamadas son fuera de ese horario o en fines de

^[64] Fuente: El Autor.

^[65] Número telefónico principal de un grupo de número telefónicos asignados a un determinado canal de entrada.

semana las mismas no serán transferidas. Si no hay usuarios disponibles la persona que llama debe esperar en la línea hasta que haya uno, el tiempo de espera es de un minuto después de lo cual se escucha un mensaje anunciando que no hay agentes disponibles, posteriormente se corta la llamada.

La Figura 2.2.2.1 (b) muestra la secuencia de la llamada en un diagrama de flujo.

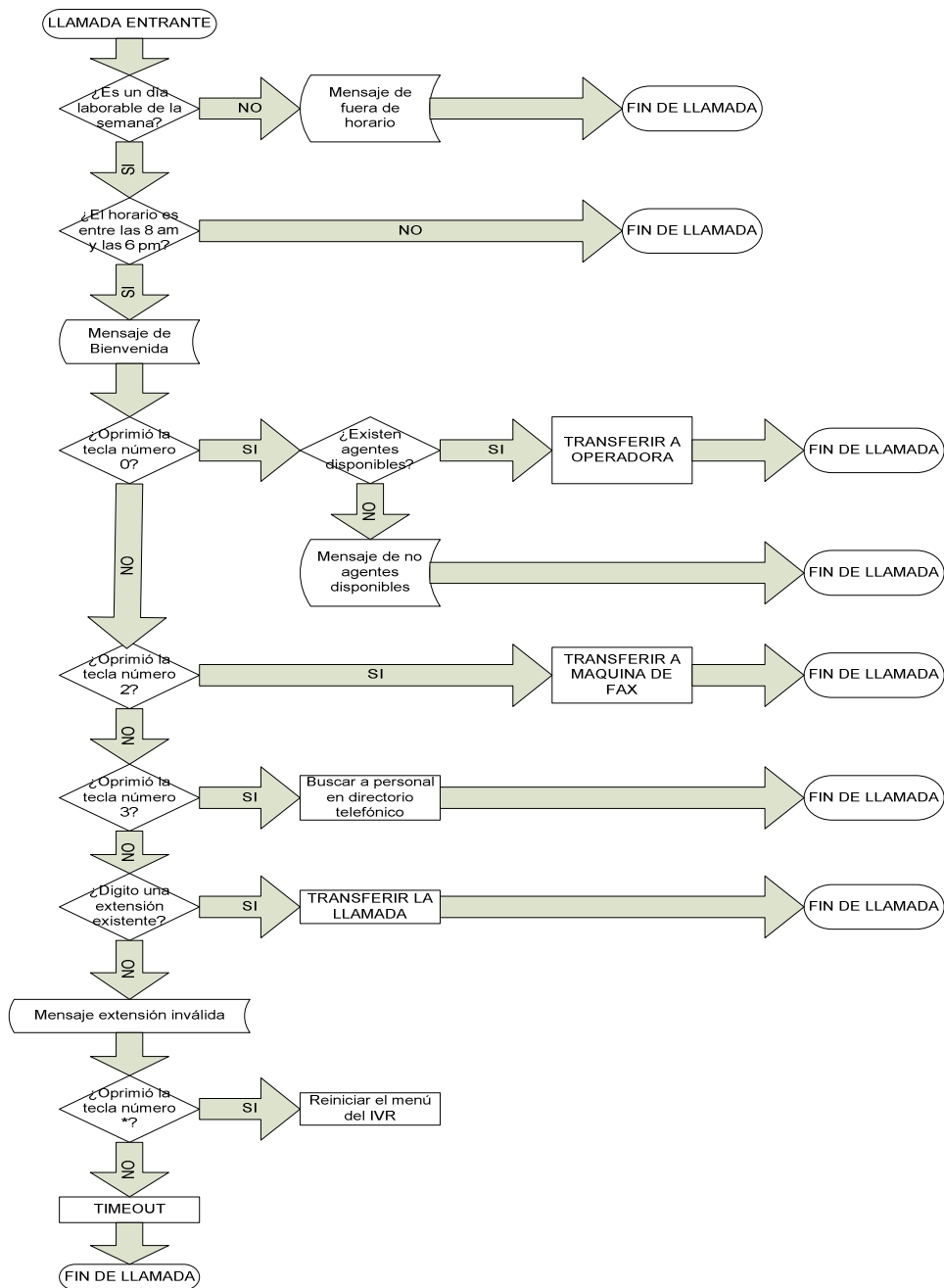


Figura 2.2.2.1 (b) Diagrama de flujo del IVR ^[66]

^[66] Fuente: El Autor.

Para poder elegir las opciones planteadas e interactuar con el sistema de voz el cliente de la proveedora telefónica debe de tener un teléfono de pulsos o tener configurado su teléfono en modo de pulsos porque es la única manera de elegir las opciones.

Como se puede notar en toda la interacción entre el cliente de la PSTN y el personal de la empresa no existe la intervención de un operador telefónico que se encargue de redirigir las llamadas hacia una determinada cola o extensión.

Por su parte la PBX debe implementar toda la funcionalidad del sistema de voz interactiva. Para esto Asterisk PBX posee un archivo de configuración llamado `extensions.conf` que es un archivo plano cuya sintaxis es basada en tags parecidos a los usados en XML. ^[67]

La funcionalidad del IVR depende completamente de este archivo de configuración.

2.2.2.2 Automatic Call Distribution.

Las colas ACD permiten que las llamadas entrantes en la PBX puedan ser tratadas de manera más eficiente. Con una ACD se puede dimensionar correctamente el número de agentes, cuál es el mejor y analizar el flujo de las llamadas. La Figura 2.2.2.2 muestra el funcionamiento de ACD.

En el diseño de una cola ACD los siguientes pasos son ejecutados en la cola de atención de llamadas.

^[67] eXtensible Markup Language.

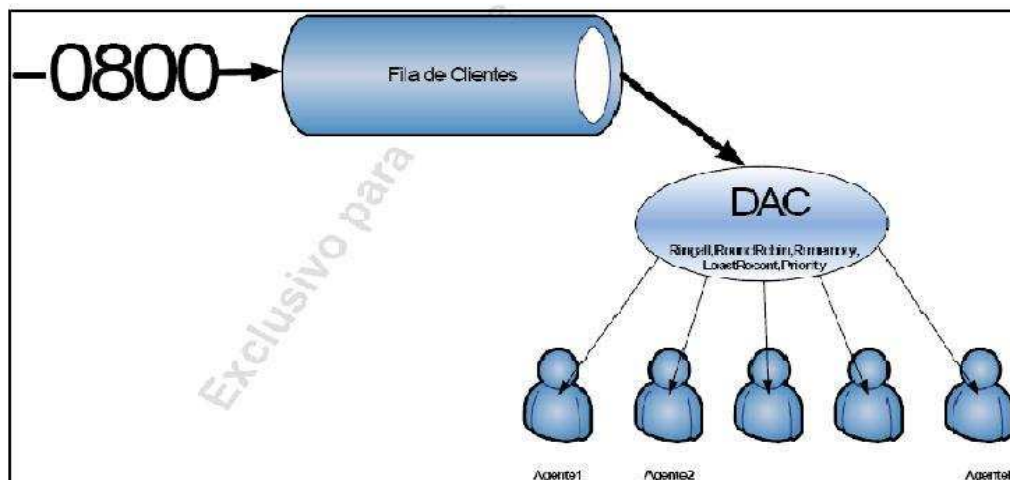


Figura 2.2.2.2 Automatic Call Distribution ^[68]

1. Las llamadas son encoladas.
2. Los agentes contestan las llamadas en la cola (agentes logueados).
3. Es usada una estrategia de encolamiento para distribuir las llamadas.
4. Mientras el usuario del servicio espera a que haya un agente disponible música en espera es tocada.

En el diseño de la arquitectura de la ACD se toma en cuenta a quienes la conforman, es decir, colas y agentes. Un agente puede estar en dos o más colas al mismo tiempo. Una cola puede tener agentes, canales y grupos de agentes.

2.2.2.2.1 Colas para la ACD de Cronix.

La ACD del presente proyecto de titulación tiene una cola para la atención de llamadas entrantes. Esta cola está destinada para los operadores de la empresa.

Después de que las llamadas son dirigidas a través del IVR las mismas son asignadas a uno de los agentes logueados en la cola ACD.

^[68] Fuente: Asterisk PBX configuration guide. Abril 2007.

La elección del agente al cual será asignada la llamada depende de una estrategia de encolamiento.

2.2.2.2.2 Estrategia de Encolamiento.

Las llamadas son distribuidas entre los miembros de la cola de acuerdo a una de las estrategias configurables en Asterisk PBX. El diseño de la ACD para el presente proyecto de titulación usa la estrategia *RRMEMORY* por ser la más eficaz para el ambiente de trabajo debido a que recuerda cuál fue el último agente al que se le asignó la llamada. ^[69]

2.2.2.2.3 Agentes.

Los agentes en las colas ACD definidas para el presente proyecto de titulación contestan las llamadas que son asignadas de acuerdo a la estrategia de encolamiento escogida.

^[69] Ver Anexo 10. Estrategias de Encolamiento.

2.3 IMPLEMENTACION

La implementación de Voz sobre IP en el área administrativa de Cronix Cía. Ltda. es el objetivo fundamental del estudio realizado en los capítulos anteriores en los cuales se estableció los requerimientos necesarios y los lineamientos de diseño ha ser tomados en cuenta.

la configuración de los elementos de hardware, de los servicios y las adaptaciones técnicas en la red de la empresa darán como resultado un sistema telefónico basado en Voz sobre IP que servirá para brindar servicios de telefonía y Call Center al departamento administrativo de Cronix Cía. Ltda.

2.3.1 CONFIGURACION DE EQUIPOS

Tomando como base el diseño se procede a configurar los equipos involucrados en la prestación del servicio de telefonía de Voz sobre IP.

En primer lugar se configura la PBX sobre el servidor definido para hostear la aplicación que brindará los servicios de IVR y ACD a las comunicaciones entrantes a los departamentos administrativo y tecnológico de la empresa, además, se debe tomar en cuenta los parámetros definidos en las especificaciones de diseño de la interfaz de comunicación entre la LAN y la PSTN para asegurar que el sistema sea escalable, aislado, tolerante a fallos y seguro.

Luego se procede a configurar la VLAN en el switch del módulo de distribución al cual se conectan el servidor que hostea la PBX y el módulo de acceso del departamento administrativo y tecnológico, además se debe configurar los parámetros de priorización para asegurar la calidad del servicio.

Si se requiere conectar los clientes SIP fuera del alcance de la LAN empresarial es necesario configurar el firewall para permitir la apertura de los puertos necesarios para la interacción entre la PBX y los teléfonos IP.

2.3.1.1 Configuración de la PBX.

Como se mencionó en el capítulo “*SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA*” Asterisk PBX es un software para administración y control de los recursos de telefonía basados en la tecnología Voz sobre IP que corre bajo el sistema operativo Linux.

Por esta razón lo primero que hay que instalar en el equipo destinado a hostear a Asterisk es un sistema operativo Linux de tipo servidor. Varias distribuciones de Linux como Red Hat, Mandrake, Fedora, Debian, Slackware y Gentoo fueron testeadas exitosamente con Asterisk. Para el presente proyecto de titulación se ha escogido a Debian Etch 4.0 por ser un sistema operativo de tipo servidor bastante estable y además porque tenemos experiencia con la administración de este sistema operativo.

Luego de haber instalado exitosamente Debian Etch 4.0 se procede a la instalación de Asterisk PBX.

Asterisk es instalado en varios directorios. Se puede alterar el destino de los mismos editando el archivo Asterisk.conf. La Figura 2.3.1.1 muestra la estructura y el contenido del archivo Asterisk.conf.

```
[directories]
astetcdir => /etc/asterisk
astmoddir => /usr/lib/asterisk/modules
astvarlibdir => /var/lib/asterisk
astdatadir => /var/lib/asterisk
astagidir => /var/lib/asterisk/agi-bin
astspooldir => /var/spool/asterisk
astrundir => /var/run
astlogdir => /var/log/asterisk

; Changing the following lines may compromise your security.
;[files]
;astctlpermissions = 0660
;astctlowner = root
;astctlgroup = apache
;astctl = asterisk.ctl
;[options]
;internal_timing = yes
```

Figura 2.3.1.1 archivo Asterisk.conf ^[70]

^[70] Fuente: Asterisk PBX configuration guide. Abril 2007.

De todos los directorios de instalación de Asterisk hay uno en especial que contiene a todos los archivos de configuración que controlan el comportamiento que tendrá la PBX, este directorio es */etc/Asterisk*. Tanto usuarios, privilegios de marcado como los servicios de IVR y ACD son configurados en los archivos presentes en el directorio */etc/Asterisk*. Antes de la edición de los archivos de configuración es importante primero entender la gramática de los mismos.

2.3.1.1.1 Gramática de los archivos de Configuración.

Asterisk es controlado a través de archivos de configuración localizados en el directorio */etc/Asterisk*. El formato de los archivos de configuración de Asterisk es semejante a la de los archivos (.ini) de Windows.

El punto y coma (;) es el carácter para los comentarios.

Los signo (=) y (=>) pueden ser usados de forma idéntica.

Las líneas en blanco serán ignoradas.

La Figura 2.3.1.1.1 (a) muestra un ejemplo de un archivo de configuración.

```
;
; la primera línea sin comentario debe ser el título de una seccion.
;
[seccion]
llave = valor ; Designacion de variable

[seccion2]
objeto => valor ; Declaración de objeto
```

Figura 2.3.1.1.1 (a) Ejemplo de archivo de configuración ^[71]

^[71] Fuente: Asterisk PBX configuration guide. Abril 2007.

El intérprete de Asterisk toma (=) y (=>) de forma idéntica. La sintaxis sirve para tornar el código más legible. Sin embargo existen por lo menos tres tipos distintos de gramática. La Tabla 2.3.1.1.1 muestra los tipos de gramática.

Gramática	Creación de los objetos	Archivo Conf	Ejemplo
Grupos simples	Todos en la misma línea	Extensions.conf	Exten => 4000,1,Dial(SIP/4000)
Herencia de opciones	Las opciones son definidas primero. Los objetos heredan estas opciones	Zapata.conf	[channels] Context= default Signalling = fxs_ks Group = 1 Cannel => 1
Entidad compleja	Cada entidad recibe un contexto	Sip.conf, lax.conf	[cisco] Type = friend Secret = mysecret Host = 172.16.15.27 Context = trusted [xlite] Type = friend Secret = xlite Host = dynamic

Tabla 2.3.1.1.1 Gramática de archivos de configuración ^[72]

GRUPOS SIMPLES

El formato de grupos simples es el más básico y usado en archivos de configuración donde los objetos son declarados con todas las opciones en la misma línea.

La Figura 2.3.1.1.1 (b) muestra un ejemplo del formato de grupos simples.

```
[seccion2]
Objeto1 => op1, op2, op3
Objeto2 => op1.1, op2.1, op3.1
```

Figura 2.3.1.1.1 (b) Formato de grupos simples ^[73]

^[72] Fuente: Asterisk PBX configuration guide. Abril 2007.

^[73] Fuente: Asterisk PBX configuration guide. Abril 2007.

HERENCIA DE OPCIONES

En esta clase de archivos de configuración, típicamente existen una o más secciones que contienen declaraciones de uno o más canales u objetos. Las opciones para el objeto son especificadas encima de la declaración del objeto y pueden ser cambiadas para la declaración de otro objeto.

La Figura 2.3.1.1.1 (c) muestra un ejemplo del formato de grupos de herencia de opciones.

[seccion]
Op1 = bas
Op2 = adv
Objeto => 1
Op1 = int
Objeto => 2

Figura 2.3.1.1.1 (c) Formato de grupos de herencia de opciones ^[74]

OBJETO ENTIDAD COMPLEJA

Cada entidad recibe su propio contexto (a veces existe un contexto reservado tal como [general] para las configuraciones globales). Las opciones son especificadas en la declaración del contexto.

La Figura 2.3.1.1.1 (d) muestra un ejemplo del formato de grupos de objeto entidad compleja.

^[74] Fuente: Asterisk PBX configuration guide. Abril 2007.

```
[entidad1]
Op1 = valor1
Op2 = valor2

[entidad2]
Op1 = valor3
Op2 = valor4
```

Figura 2.3.1.1.1 (d) Formato de grupos de objeto entidad compleja ^[75]

En este esquema cada entidad es conocida con el nombre de contexto, y dentro de estos contextos se configura el comportamiento que va a tener los servicios configurados en Asterisk PBX. Cabe señalar que los contextos son locales, es decir, que en el momento que se abre un nuevo paréntesis este es un nuevo contexto y las configuraciones locales para el mismo no van a ser heredadas por otros contextos.

Para la administración remota del servidor Linux se utiliza el programa *PuTTY* que utiliza el protocolo SSH.

2.3.1.1.2 Configuración de los clientes SIP.

Antes de proceder a la configuración de los servicios básicos de Call Center, en primer lugar hay que configurar las cuentas de los clientes SIP. Los clientes SIP son los teléfonos de software o hardware que se conectarán a Asterisk PBX y que permitirá realizar o recibir llamadas utilizando los protocolos para Voz sobre IP.

Para configurar los clientes SIP se debe crear las cuentas en el archivo */etc/Asterisk/sip.conf*.

La Figura 2.3.1.1.2 muestra un fragmento del archivo sip.conf.

^[75] Fuente: Asterisk PBX configuration guide: Abril 2007.

```

[general]
disallow=all
allow=gsm
bindport=5060
bindaddr=172.16.15.27
srlookup=yes
externip=200.110.78.110
nat=yes
localnet=172.16.0.0/255.255.0.0

; *****
; ***** SISTEMAS *****
; *****

[2000]
context=sistemas
type=friend
secret=2000
host=dynamic
careinvite=no

```

Figura 2.3.1.1.2 Fragmento de sip.conf para IVR ^[76]

Como se puede observar en la sección *[general]* se definen los parámetros a través de los cuales se van a configurar todas las cuentas de clientes SIP configuradas en Asterisk PBX. Entre los más importantes se puede resaltar que todos los clientes SIP utilizan el codec GSM que fue definido en el capítulo “*REQUERIMIENTOS DE LA IMPLANTACIÓN*”, la dirección IP de la red interna, la dirección IP de la red externa a la cuál se conectarán los usuarios del servicio cuando se encuentran fuera de la red LAN, el protocolo NAT ^[77] y el parámetro que define que todos los paquetes SIP de la comunicación de Voz sobre IP tendrá CoS (Class of Service) para la priorización de paquetes a través del switch del módulo de distribución.

Una vez definidas todas las cuentas de los clientes SIP se debe configurar los teléfonos IP que para este caso son los softphones XLITE.

^[76] Fuente: El Autor.

^[77] Network Address Translation

2.3.1.1.3 Configuración de Interactive Voice Response (IVR).

La configuración del sistema de voz de respuesta interactiva se lo realiza en el archivo `/etc/Asterisk/extensions.conf`. Este controla la manera en que todas las llamadas de entrada y salida son encaminadas y configuradas.

El archivo `extensions.conf` tiene el formato de grupos de objeto entidad compleja lo cual indica que el mismo está formado por varias secciones en las cuales se configura el comportamiento que debe tener el IVR diseñado para llamadas entrantes.

La Figura 2.3.1.1.3 (a) muestra un fragmento del archivo `extensions.conf` configurado para el servicio de IVR de Cronix. Cía. Ltda.

```
[llamadas-in]

;horario normal
;semana laborable

include=>horario-normal|9:00-18:00|mon-fri|*|*

;fuera de horario
;semana laborable

include=>fuera-horario|18:01-8:59|mon-fri|*|*

;fin de semana

include=>fuera-horario|*|sat-sun|*|*
```

Figura 2.3.1.1.3 (a) Fragmento de `extensions.conf` para IVR ^[78]

En La Figura 2.3.1.1.3 (a) se observa que todas las llamadas entrantes van ha ser administradas por el contexto `[llamadas-in]`, este será el punto de entrada del IVR diseñado.

Una vez que la llamada es transferida hacia el contexto que administra la funcionalidad del IVR se verifica que la misma haya sido realizada en días laborables y en el horario de 8 de la mañana a 6 de la tarde. Si este no es el caso se escucha

^[78] Fuente: El Autor.

una grabación de voz indicando los días y el horario de atención para posteriormente cortar la llamada.

Si la llamada fue realizada en días y horarios laborables entonces la misma es dirigida hacia el contexto que administra las llamadas entrantes, posteriormente se escucha una grabación de voz indicando las opciones ha elegir para comunicarse con el departamento administrativo.

Si con su teléfono elige una opción equivocada la llamada es dirigida hacia un operador. Si no elige una opción después de 5 segundos se escucha un mensaje de voz indicando que se comunique más tarde y se corta la llamada.

Una vez que elige una de las opciones se verifica si hay agentes disponibles, si no es así, se escucha un Prompt que indica la indisponibilidad de los agentes e inmediatamente se corta la llamada.

La Figura 2.3.1.1.3 (b) muestra un fragmento del archivo extensions.conf configurado con la funcionalidad del IVR.

```

:*****
:***** IVR DE BIENVENIDA PARA CRONIX *****
:*****

[menu-bienvenida]

exten => s,1,Background(/var/lib/asterisk/sounds/sonidos-cronix/9bienvenida)

exten => s,1,Set(MONITOR_FILENAME=${DATETIME}-CALLERIDNUM)
exten => 0,1,Queue(it)
exten => 1,1,Queue(administrativos)
exten => s,n,Hangup()

:manejando un digito no esperado

exten => i,1,Dial(${GLOBAL(OPERADOR)})

:manejando timeout

exten => t,1,Dial(${GLOBAL(OPERADOR)},5,Tt)

```

Figura 2.3.1.1.3 (b) Fragmento de extensions.conf para IVR ^[79]

^[79] Fuente: El Autor.

2.3.1.1.4 Configuración de Automatic Call Distribution

La configuración de ACD en Asterisk PBX se basa en dos archivos */etc/Asterisk/agents.conf* y */etc/Asterisk/queues.conf*

En */etc/Asterisk/agents.conf* se configuran los agentes que se desea estén presentes en las colas de atención de llamadas.

La Figura 2.3.1.1.4 muestra un fragmento del archivo *agents.conf* con los agentes habilitados para las colas ACD.

```

agents
: *****
** ;***** DEFINICION DE AGENTES *****
** ;*****
**
;formato agent=>agentid,password,description

;*****
;***** departamento administrativo *****
;*****

agent => 1001,1001,Ivan Coba
agent => 1002,1002,Santiago Duque
agent => 1003,1003,Yolanda Caicedo

;*****
;***** departamento tecnologico *****
;*****

agent => 2000,2000,Jorge Salas
agent => 2001,2001,Freddy Roldan
agent => 2002,2002,Ritha Leon

```

Figura 2.3.1.1.4 Fragmento de *agents.conf* ^[80]

En *etc/Asterisk/queues.conf* como su nombre lo indica, define las colas que están existentes, los agentes que las integrarán, así como, el comportamiento que tendrá cada una de ellas como son: la estrategia de asignación de agentes disponibles, el tiempo de espera hasta que un agente sea asignado, el número de reintentos y el número máximo de agentes que pueden integrar la cola.

^[80] Fuente: El Autor.

Existen más opciones disponibles para la configuración de las colas de atención de llamadas pero para el presente proyecto de titulación han sido consideradas las mencionadas en el párrafo anterior.

La Figura 2.3.1.1.4 muestra un fragmento del archivo `queues.conf`.

```
[general]

persistentmembers = yes
autofill = yes
strategy = rmemory
timeout = 15
retry = 5
maxlen = 0

:*****
:***** COLAS *****
:*****

[administrativos]
member => Agent/1000
```

Figura 2.3.1.1.4 Fragmento de `queues.conf` ^[81]

Finalmente los agentes deben loguearse en las colas ACD para ello se ha creado una extensión especial a la cuál se debe llamar para autenticarse y formar parte de una determinada cola ACD.

2.3.1.1.5 Configuración de la Virtual LAN.

Para configurar la VLAN en el switch 3COM 3300XM se emplea una interfaz de administración web a la cual se accede a través de un usuario y password.

Una vez allí definimos la VLAN con el nombre de VOIP, a la misma le asignamos 2 puertos del conmutador del módulo de distribución, a los cuales se conectan el

^[81] Fuente: El Autor.

switch del módulo de acceso del departamento administrativo y tecnológico, así como el servidor que hostea Asterisk PBX.

La Figura 2.3.1.1.5 muestra la configuración de la VLAN en el switch 3COM 3300XM.

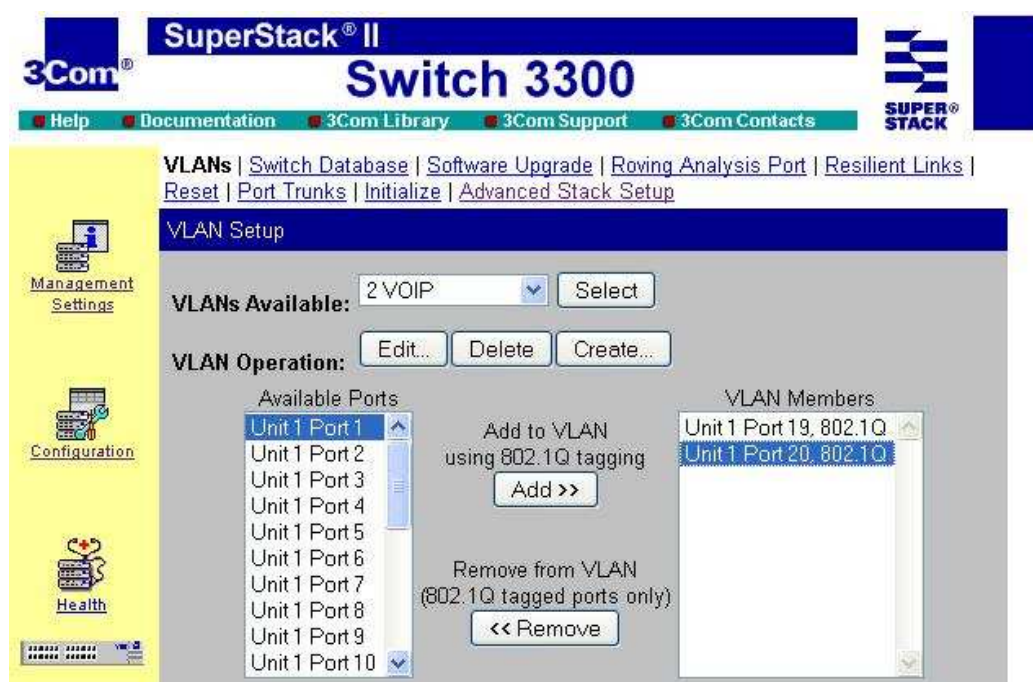


Figura 2.3.1.1.5 Configuración VLAN ^[82]

Conjuntamente con la VLAN, la priorización de los paquetes de Voz sobre IP en el switch que conforma el módulo de distribución brinda Calidad de Servicio a las comunicaciones telefónicas.

2.3.2 CONFIGURACION DE INTERFAZ DE COMUNICACIÓN PSTN – LAN.

Para la convergencia de las redes de telefonía pública y la LAN es necesario configurar la interfaz que sirve de gateway para establecer las comunicaciones entre las dos redes.

^[82] Fuente: Interfaz web de administración de conmutador 3COM 3300XM.

La tarjeta OPENVOX A800P se definió en el capítulo “SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA” como el nexo de conexión entre la red de telefonía pública y la red de área local.

La configuración de la tarjeta en Asterisk PBX, así como la definición de los canales de entrada y su asignación al contexto que administra el IVR de la empresa, se lo define en el archivo de configuración */etc/asterisk/zapata.conf*.

La Figura 2.3.2 muestra un fragmento del archivo zapata.conf.

```
[Channels]
Language =ec
context=menu-bienvenida
signalling=fxs_ks
busydetect=yes
busycount=4
echocancel=yes
group=1
callgroup=1
pickupgroup=1
immediate=yes
```

Figura 2.3.2 Fragmento de zapata.conf ^[83]

Como se puede observar en el archivo */etc/asterisk/zapata.conf* se definen los parámetros que permiten al gateway IP interactuar de manera eficiente con la red de telefonía pública. Dentro de los más importantes se puede mencionar:

- Tipo de señalización: se define la *fxs_ks*.
- Detección de tono de ocupado.

^[83] Fuente: El Autor.

- Número de veces que sonará el tono de ocupado antes de que se desconecte la llamada.
- Cancelación de eco para las llamadas entre la PSTN y la LAN administrativa.
- Los canales definidos para las comunicaciones entrantes.

2.3.3 ADAPTACIONES TECNICAS EN CRONIX CALL CENTER.

Las adaptaciones técnicas más importantes que se que han realizado en Cronix Cía. Ltda. son la configuración del switch 3COM 3300XM en el módulo de distribución para que brinde QoS a las comunicaciones telefónicas dentro de la red administrativa y la instalación y configuración del softphone XLITE en las estaciones de trabajo de los departamentos administrativo y tecnológico.

Con la instalación y configuración de los teléfonos en las estaciones de trabajo se ha concluido con la implantación de Voz sobre IP en Cronix Call Center, esto incluye al análisis de los requerimientos de tráfico, diseño de los servicios básicos de un Call Center así como la interconexión entre la PSTN y la LAN empresarial que fueron los objetivos específicos del siguiente proyecto de titulación.

En el siguiente capítulo se analiza la variación del tráfico en la red de área local posterior a la implantación de Voz sobre IP.

2.3.4 ANALISIS DE RED GENERADO EN IMPLANTACIÓN DE VOZ SOBRE IP.

El análisis del tráfico de red generado en la implantación de Voz sobre IP se lo realiza en los puertos del switch del módulo de distribución que conforman la VLAN.

Al igual que en el capítulo *“ANALISIS DE TRAFICO DE RED PRE IMPLANTACION DE VOZ SOBRE IP”* se utiliza la herramienta PRTG.

PRTG se conecta al switch 3COM 3300XM mediante el protocolo de administración SNMP. La medición del tráfico generado en los puertos de la VLAN se lo realiza durante dos semanas.

La Tabla 2.3.4 muestra los datos obtenidos durante estas dos semanas de análisis.

PUERTO MODULO DE DISTRIBUCION	PROMEDIO DE TRÁFICO IN – OUT (KByte)	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN (kbits/s)	PORCENTAJE DE OCUPACION DE ANCHO DE BANDA
Módulo de acceso 1	668.564	17	0.67

Tabla 2.3.4 Análisis de tráfico de red generado ^[84]

La Tabla 2.3.4 muestra un promedio del tráfico generado en el puerto al cual se conectan las estaciones de trabajo del área administrativa. Como se puede ver el tráfico generado a partir de la implantación de la voz sobre IP no ha congestionado el canal de datos, debido a las pocas llamadas que se registran en las horas de mayor ocupación.

^[84] Fuente: El Autor.

2.4 PRUEBAS

En esta etapa se comprueba el funcionamiento adecuado del sistema basado en Voz sobre IP. Para ello se procede a validar que se interconecten y converjan las redes de telefonía pública y la red privada de datos.

También es importante probar que los servicios básicos de Call Center definidos en el presente proyecto de titulación cumplan con el objetivo planteado.

De tal manera el IVR debe ofrecer un menú interactivo de opciones a los usuarios para poder comunicarse con el departamento administrativo de Cronix Cía. Ltda., sin la intervención humana en este proceso.

Además una vez elegida una de las opciones, las llamadas deben de dirigirse hacia una de las colas escogidas por el usuario mediante el teclado telefónico y verificar la distribución automática de llamadas a agentes disponibles.

2.4.1 COMUNICACIÓN ENTRE PSTN Y LAN.

Para comprobar la comunicación entre la PSTN y la LAN lo que se ha hecho es llamar desde cualquier número telefónico convencional perteneciente a la red de Andinatel hacia el número definido como piloto de entrada para Asterisk PBX. En este caso el número es el 2445450.

Además del número piloto existen 2 canales analógicos adicionales a través de los cuáles puede ingresar la llamada y asignarse a uno de los agentes disponibles.

El número total de canales fue definido basado en el modelo de Erlang B para determinar cuantas líneas son necesarias en la hora más ocupada.

La llamada entrante debe ser aceptada y configurada por el Gateway IP. El Gateway IP convierte la señal analógica proveniente de la PSTN en señal digital para que esta pueda ser transportada a través de la red de datos de la empresa.

Una vez redirigida la llamada hacia la LAN empresarial la PBX debe ser la encargada en gestionarla y administrarla.

2.4.2 VALIDACION DE DATOS INGRESADOS A TRAVES DE IVR.

Cuando la administración de la llamada pasa al contexto de la PBX inicia el proceso de autogestión de la misma a través del IVR.

El IVR brinda al usuario del servicio telefónico un menú de opciones a través de las cuales puede interactuar y comunicarse con los usuarios internos de Cronix Cía. Ltda.

Para validar los datos ingresados a través del IVR se comprueba que opción del menú de voz ha escogido el usuario y si esa opción es válida redirige la llamada hacia la extensión deseada.

El número de llamadas exitosas se las obtiene del módulo de reportería de Asterisk PBX. La Figura 2.4.2 muestra la carga de llamadas generadas en la hora de mayor ocupación del canal.

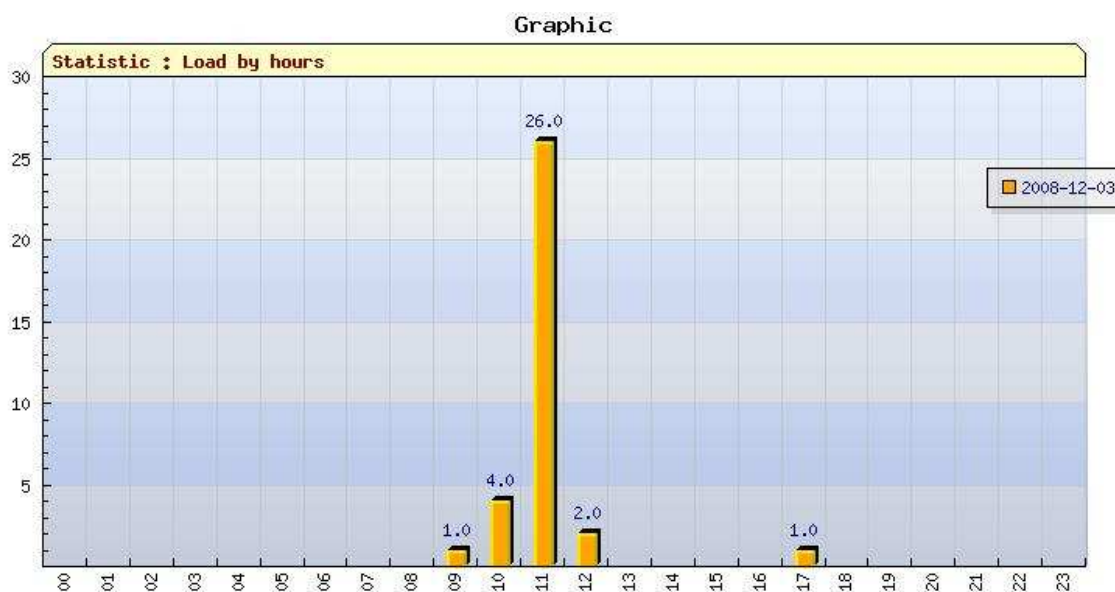


Figura 2.4.2 Número de llamadas exitosas en BOH ^[85]

^[85] Fuente: El Autor.

2.4.3 VERIFICACION DE DISTRIBUCION DE LLAMADAS A AGENTES DISPONIBLES.

Una vez que el usuario ha elegido una de las opciones del menú de voz la llamada debe ser redirigida hacia una de las dos colas configuradas en Asterisk PBX para el presente proyecto de titulación.

Cuando la llamada esté en el contexto de la cola la misma debe asignarse a uno de los agentes disponibles. La elección del agente disponible depende del algoritmo de distribución de llamadas *RRMEMORY*. Este algoritmo asigna la llamada al agente disponible mejor rankeado.

La Figura 2.4.3 muestra el proceso interno de Asterisk para asignar la llamada al agente disponible.

```
-- Executing [h@macro-dial:1] Macro("Local/1491@from-internal-3920,2", "hangupcall") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:1] ResetCDR("Local/1491@from-internal-3920,2", "w") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:2] NoCDR("Local/1491@from-internal-3920,2", "") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:3] GotoIf("Local/1491@from-internal-3920,2", "1?skiprg") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,6)
-- Executing [s@macro-hangupcall:6] GotoIf("Local/1491@from-internal-3920,2", "1?skipblkvm") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,9)
-- Executing [s@macro-hangupcall:9] GotoIf("Local/1491@from-internal-3920,2", "1?theend") in new stack
-- Goto (macro-hangupcall,s,11)
-- Executing [s@macro-hangupcall:11] Hangup("Local/1491@from-internal-3920,2", "") in new stack
```

Figura 2.4.3 Número de llamadas exitosas en BOH ^[86]

^[86] Fuente: El Autor.

CAPITULO 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

Una vez terminados todas las fases especificadas en el presente proyecto de titulación se puede concluir lo siguiente:

- Para una arquitectura de red que brinde servicios de telefonía IP debe existir calidad de servicio (QoS) que atenúe los problemas que pueden acarrear la presencia de ruido en los canales, jitter, retardo y pérdida de paquetes.
- La elección de uno de los cuatro modelos de telefonía basada en Voz sobre IP debe tomar en cuenta la redundancia, disponibilidad y tolerancia a fallos, además hay que analizar que estas características para la telefonía IP involucrarán una mayor inversión económica.
- La evaluación de los elementos existentes en la red de datos y su capacidad para participar activa y efectivamente en un modelo de telefonía IP es imprescindible.
- El modelo de la red de datos y su distribución jerárquica en módulos hace que la misma se pueda gestionar y configurar de una manera más fácil para los administradores.
- SIP es el protocolo que se está estableciendo como estándar en la industria de telefonía IP debido a lo fácil de su configuración y a que es de estándar abierto. Protocolos como H.323 son usados aún en centrales IP antiguos pero toda la industria está migrando a SIP. Cabe recordar que SIP es un protocolo de inicio de sesión, sin embargo RTP es el protocolo que transporta los paquetes que llevan la comunicación telefónica desde el origen hacia el destino.

- Una vez definido del modelo de telefonía IP hay que identificar los elementos más importantes dentro de una arquitectura de voz sobre IP los cuales son Gateways, Centrales IP y teléfonos IP.
- Es importante definir la intensidad del tráfico en la red de datos y el porcentaje del ancho de banda que ocupa, para de esta manera determinar si la red es apta para transportar paquetes IP que contengan voz. La priorización de los paquetes de voz sobre los datos es importante cuando se va a compartir un mismo canal para servir voz y aplicaciones.
- La convergencia de las redes analógicas y digitales se lo realiza a través de una pasarela o gateway IP. Este gateway debe de brindar características de seguridad y escalabilidad a las comunicaciones telefónicas.
- El diseño de los enlaces de comunicación entre la PSTN y la LAN empresarial debe tomar en cuenta aspectos tales como la escalabilidad, aislamiento de los paquetes IP, tolerancia a fallos y seguridad.
- La seguridad en las comunicaciones basadas en protocolos de telefonía IP es un punto importante a considerarse en el diseño de la arquitectura que va a brindar los servicios de telefonía. La consideración de medidas de seguridad tales como protocolos de señalización y cifrado, la configuración de redes virtuales en la LAN para aislar los paquetes de telefonía basadas en el protocolo de Voz sobre IP, la configuración de firewalls o cortafuegos son aspectos muy importantes al momento de exponer la red de datos hacia una comunicación con el internet.
- El diseño de los servicios básicos de Call Center (IVR y ACD) tiene por objetivo eliminar la intervención humana en el proceso de transferencia de llamadas y asignación de las mismas hacia usuarios disponibles en una cola de atención al cliente.

- Cabe recordar que este tipo de servicios básicos de Call Center están orientados hacia la atención de Clientes en canales de entrada de llamadas únicamente, lo que es conocido como llamadas inbound.
- Para la optimización de llamadas outbound existen mecanismos que permiten agilizar estos procesos para la disminución en la utilización de recursos tecnológicos y de hecho, la disminución en el costo mensual que implica a la empresa la utilización de estos recursos.
- Asterisk PBX es una herramienta de software libre que permite establecer comunicaciones basadas en protocolos de Voz sobre IP dentro y hacia afuera de una LAN.
- Para la interacción o convergencia con la PSTN se necesita de tarjetas telefónicas como la OPENVOX A800P que brindan a las comunicaciones de voz sobre IP la posibilidad de comunicarse con canales análogos e integrar las dos redes de comunicaciones.
- El costo asociado en una implantación de Voz sobre IP sigue siendo menor que la implantación de PBX propietarias basadas en telefonía análoga debido a que el costo de las licencias es muy elevado para empresas pequeñas y medianas.
- Finalmente la configuración de Asterisk PBX se la puede realizar directamente sobre los archivos de configuración trabajando con terminales como putty, sin embargo, existen interfaces web como FREEPBX o ELASTIX que hacen más sencillo este trabajo para personas que no tienen experiencia en la administración de sistemas LINUX.

3.2 RECOMENDACIONES

- Si bien los elementos importantes en una arquitectura de voz sobre IP son el Gateway, las centrales IP y los teléfonos IP existen elementos adicionales que son recomendables para el control del tráfico de paquetes de voz y administración del mismo como los Gatekeepers.
- Es recomendable la utilización de teléfonos SIP basados en hardware debido a que estos pueden por sí solos brindar QoS a las comunicaciones minimizando el trabajo interno del servidor que hostea la aplicación de Call Center.
- Es recomendable la configuración de un servidor destinado exclusivamente a telefonía, que posea una bahía en la cual se pueda implantar un número significativo de tarjetas telefónicas.
- Para recibir un número grande de llamadas entrantes es recomendable la utilización de E1`s por la facilidad de la administración de este tipo de canales telefónicos. Si se utiliza este tipo de recursos se debe configurar e implantar en el servidor tarjetas que soporten estos canales. Asterisk PBX soporta también canales digitales.
- Para una implantación a gran escala de servicios de Call Center, es recomendable explotar todos los recursos que puede brindar Asterisk PBX para la administración de llamadas entrantes y salientes.
- Es recomendable realizar un proyecto adicional que permita explotar la característica de voz sobre IP de realizar llamadas a larga distancia a través de un enlace dedicado de internet. El protocolo IAX (Inter Asterisk eXchange) fue diseñado con el objetivo de conectar dos centrales Asterisk a través de un enlace de internet que tiene un pequeño ancho de banda, reutilizando los bits de señalización para que pueda direccionar un mayor número de llamadas telefónicas a través de un mismo canal. Con este mecanismo comunicaciones

telefónicas que utilizan el códec GSM puede transportar hasta 60 llamadas simultáneas por un canal de 128 Kbps

- Se recomienda configurar un firewall que permita establecer conexiones SIP a través del puerto 5060 y un rango de puertos para las conexiones RTP de tal manera que clientes externos a la red administrativa de la empresa puedan conectarse a Asterisk PBX y establecer comunicación directa con nuestra Central. Con esto clientes que se encuentren en cualquier parte del mundo podrán hacer llamadas a Ecuador por el costo de una llamada local.
- Se recomienda ampliar los canales de acceso hacia la compañía, por tal motivo, se puede implementar Call Center virtuales a través de la página web de la empresa con las aplicaciones de tipo Click to Call*. Con estas aplicaciones no solo usuarios que conozcan el número piloto de la empresa podrán comunicarse con la empresa sino cualquier usuario que visite la página web de Cronix. Para la implantación de las aplicaciones Click to Call hay que tener consideraciones geográficas y de idioma para brindar un buen servicio a los usuarios de este nuevo canal de acceso.

BIBLIOGRAFIA

1. COMPUTER TELEPHONY, Free Voice over IP technical Resource, <http://www.voip-calculator.com/support.html>, Último acceso: Septiembre 2007.
2. PRRTON, VoIP White Papers, <http://www.patton.com/voip/whitepapers.asp>, Último acceso: Abril 2008.
3. WIKIPEDIA, Voz sobre IP, <http://es.wikipedia.org/wiki/VoIP>, Último acceso: Diciembre 2008.
4. MICROSOFT CORPORATION, VoIP: Conozca las consideraciones de seguridad para el servicio de telefonía por Internet, <http://www.microsoft.com/spain/protect/yourself/home/voip.msp>, Último acceso: Julio 2008.
5. SAGREDO, Alberto, VoIP para novatos, <http://www.voipnovatos.es>, Último acceso: Febrero 2008.
6. MONOGRAFIAS, <http://www.monografias.com/trabajos26/voz-sobre-ip/voz-sobre-ip2.shtml>, Último acceso: Marzo 2000.
7. WIKIPEDIA, Asterisk, <http://es.wikipedia.org/wiki/Asterisk>, Último acceso: Noviembre 2008.
8. ASTERISK, Asterisk, <http://www.asterisk.org/>, Último acceso: Agosto 2008.
9. DIGIUM, Asterisk, <http://www.digium.com/en/>, Último acceso: Noviembre 2008.
10. VOIP-INFO, <http://www.voip-info.org/>, Último acceso: Junio 2008.

11. LA FLECHA, Diario de Ciencia y Tecnología, <http://www.laflecha.net/articulos/seguridad/voip/>, Último acceso: Febrero 2005.
12. ANONIMO, Asterisk - Conceptos y Arquitectura, Último acceso: Marzo 2004.
13. GONCALVEZ, Flavio, Asterisk PBX guía de la configuración, Último acceso: Enero 2007.
14. MEGGELEN, Jim, Asterisk. The future of Telephony – Second Edition. Último acceso: Febrero 2007.
15. BONILLA, Jon, The Open Source PBX, Agosto 2007.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.2.1 Módulo de Distribución _____	11
Figura 1.1.2.2 Módulo de Acceso _____	12
Figura 1.1.2.3 Módulo de Servidores _____	13
Figura 1.1.2.4 Módulo de Usuarios _____	18
Figura 1.1.3 Modelo IP puro centralizado _____	19
Figura 2.1.1 Flujo de la llamada telefónica _____	46
Figura 2.1.2 Ancho de Banda medido en el Módulo de Distribución _____	49
Figura 2.1.3 Número de líneas necesarias para soportar tráfico _____	52
Figura 2.2.1 Diseño de enlaces de comunicación PSTN – LAN _____	56
Figura 2.2.1 (a) Número de líneas necesarias para soportar tráfico telefónico ____	58
Figura 2.2.1 (b) Número de líneas necesarias para soportar tráfico _____	59
Figura 2.2.1 (c) Número de líneas necesarias para soportar tráfico _____	60
Figura 2.2.1 (d) Número de líneas necesarias para soportar tráfico _____	60
Figura 2.2.1 (e) Número de líneas necesarias para soportar tráfico _____	61
Figura 2.2.1.2 VLAN para administrar tráfico VoIP _____	63
Figura 2.2.1.3 Enlace de comunicación PSTN – LAN tolerante a fallos _____	64
Figura 2.2.2.1 (a) Diseño de IVR _____	69
Figura 2.2.2.1 (b) Diagrama de flujo del IVR _____	71
Figura 2.2.2.2 Automatic Call Distribution _____	73
Figura 2.3.1.1.1 (a) Ejemplo de archivo de configuración _____	77
Figura 2.3.1.1.1 (c) Formato de grupos de herencia de opciones _____	79
Figura 2.3.1.1.1 (d) Formato de grupos de objeto entidad compleja _____	80
Figura 2.3.1.1.2 Fragmento de sip.conf para IVR _____	81

Figura 2.3.1.1.3 (a) Fragmento de extensions.conf para IVR _____	82
Figura 2.3.1.1.4 Fragmento de agents.conf _____	84
Figura 2.3.1.1.4 Fragmento de queues.conf _____	85
Figura 2.3.1.1.5 Configuración VLAN _____	86
Figura 2.3.2 Fragmento de zapata.conf _____	87
Figura 2.4.2 Número de llamadas exitosas en BOH _____	91
Figura 2.4.3 Número de llamadas exitosas en BOH _____	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.3.1 (a) Protocolos de Voz sobre IP y el modelo OSI _____	21
Tabla 1.1.3.1 (b) Comparación de protocolos para VoIP _____	24
Tabla 1.1.3.2.1 Comparación de codecs para telefonía IP _____	27
Tabla 1.2.3 Comparación de las tarjetas compatibles con Asterisk para comunicación con PSTN _____	35
Tabla 1.2.4 Comparación de posibles soluciones de telefonía IP _____	38
Tabla 2.1.2 Ancho de Banda medido en el Módulo de Distribución _____	48
Figura 2.1.2 Ancho de Banda medido en el Módulo de Distribución _____	49
Tabla 2.1.3 Llamadas ingresadas a la PBX actual por horas _____	51
Tabla 2.2.1 Proyección de llamadas telefónicas para los próximos 5 años _____	57
Tabla 2.2.1.3. Proyección de llamadas telefónicas para los próximos 5 años _____	65
Tabla 2.3.1.1.1 Gramática de archivos de configuración _____	78
Tabla 2.3.4 Análisis de tráfico de red generado _____	89