

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**PROYECTO DE TELEFONÍA, MENSAJERÍA UNIFICADA Y
CALL CENTER SOBRE PLATAFORMA IP - EMPRESA
EDITORIA EL COMERCIO**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

ORLANDO ORONCOY MEDRANO

**PROMOCIÓN
2002- II**

**LIMA – PERÚ
2008**

**PROYECTO DE TELEFONÍA, MENSAJERÍA UNIFICADA Y
CALL CENTER SOBRE PLATAFORMA IP - EMPRESA
EDITORIA EL COMERCIO**

*Dedico este trabajo
A Dios,
que me da fuerzas, cuida e ilumina mis pasos,
a mis padres Dagoberto y Martha,
por brindarme su amor, sabiduría y enseñanza,
y a mis hermanos Wilmer y Rosalim,
que en todo momento me brindaron su comprensión y apoyo.*

SUMARIO

El presente trabajo explica el desarrollo del proyecto de telefonía IP implementado en la Empresa Editora el Comercio, abarcando los aspectos teóricos y técnicos de la tecnología de voz sobre una red IP, así como su integración con servicios y aplicaciones de valor agregado. Adicionalmente, se explica la metodología de diseño denominada PDIOO cuyo significado es el Planeamiento, Diseño, Implementación, Operación y Optimización, el cual se utilizó como modelo de las diversas fases dentro del proceso y ejecución del proyecto.

Teniendo como base estos temas mencionados, es mi objetivo aportar una metodología que sirva a los profesionales participantes en un proyecto de telefonía IP como manual de referencia o guía, el cual sumado a la experiencia que se brinda, se asegure el éxito del proyecto asignado.

Este documento se inicia, ofreciendo una visión general sobre la evolución de la tecnología de voz sobre plataforma IP, sus beneficios y alcances que motivaron para su implementación. Posteriormente, se ofrece un resumen teórico de las tecnología de voz, los protocolos base que lo soportan, arquitecturas, topologías y aplicaciones sobre IP. Con esta base se describe el desarrollo de la metodología de solución del proyecto, sus pormenores en cada fase desde su concepción hasta su culminación, incidiendo en los criterios de diseño utilizados. Finalmente, se muestra la solución final, resultados y análisis de costos.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	4
1.1 Evolución de las redes de voz sobre IP	4
1.2 Motivaciones para la implementación de redes de telefonía IP	8
1.3 Alcances del Proyecto	10
1.4 Objetivo del Proyecto	12
CAPITULO II	
TECNOLOGIA DE VOZ SOBRE IP	13
2.1 Fundamentos de la tecnología de voz tradicional	13
2.1.1 Redes telefónicas tradicionales	13
2.1.2 Mecanismos de señalización de la red telefónica	15
2.1.3 Tipos de interfaces telefónicas	16
2.1.4 Flujo básico para el establecimiento de una llamada	19
2.2 Fundamentos de la tecnología de voz sobre IP	21
2.2.1 Digitalización de la voz	21
2.2.2 Compresión de la voz	22
2.2.3 Análisis de calidad de la voz sobre IP	24
2.3 Señalización de voz sobre IP y protocolos de control de llamadas	29
2.3.1 El estándar H.323	29
2.3.2 El protocolo SIP	34

2.3.3	El protocolo MGCP	37
2.4	Telefonía IP	40
2.4.1	Componentes de la telefonía IP	43
2.4.1.1	Infraestructura de red	43
2.4.1.2	Procesamiento de llamada	47
2.4.1.3	Terminales de telefonía IP	51
2.4.1.4	Aplicaciones IP	56

CAPITULO III

METODOLOGIA DE SOLUCION APLICADO AL PROYECTO

DE TELEFONIA IP 60

3.1	Descripción de la metodología de solución	60
3.2	Fase de planeamiento	62
3.2.1	Análisis de la infraestructura de red	62
3.2.1.1	Infraestructura de red local	63
3.2.1.2	Infraestructura de red remota	69
3.3	Fase de diseño	71
3.3.1	Diseño de la infraestructura de red	71
3.3.2	Diseño de la calidad de servicio	78
3.3.3	Diseño del sistema de administración de llamadas	81
3.3.4	Diseño del sistema de mensajería unificada	88
3.3.5	Diseño del centro de atención de llamadas	90
3.3.5.1	Diseño del número de agentes	91
3.3.5.2	Diseño del número de puertos del sistema de respuesta automática	92
3.3.5.3	Diseño del número de troncales	94
3.4	Fase de implementación	95
3.4.1	Implementación de la solución de telefonía IP	95
3.4.2	Pruebas y documentación	97
3.5	Operación y Optimización	100
3.6	Consideraciones de seguridad	102

CAPITULO IV	
ANALISIS FINAL DEL PROYECTO DE TELEFONIA IP	104
4.1 Descripción final de la solución	104
4.2 Análisis de costos del proyecto de telefonía IP	106
CONCLUSIONES	113
ANEXO A	
PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA SOLUCION DE TELEFONIA IP	116
ANEXO B	
BROCHURES DE EQUIPOS UTILIZADOS EN LA SOLUCION DE TELEFONIA IP	123
BIBLIOGRAFIA	128

PROLOGO

En los últimos tiempos la evolución de la tecnología de voz sobre IP y su implantación como servicio se ha convertido en una alternativa de solución respecto a los sistemas de voz tradicionales, esta tecnología integrada con video y aplicaciones de valor agregado abre un mundo sin límites de desarrollo, con una clara visión hacia una convergencia total de servicios. Ante este avance tecnológico es vital la actualización constante, y contar con la experiencia necesaria para estar preparados a las nuevas tendencias emergentes, para este fin es importante partir de un punto inicial y tomar experiencias previas que instruyan al mejor conocimiento de la solución. Dado este escenario es mi propósito que este trabajo sirva como referencia o guía para futuras implementaciones de telefonía IP.

Este informe consta de cuatro capítulos desarrollados desde un ámbito conceptual, teórico y técnico con el fin de transmitir la experiencia realizada durante el proyecto de telefonía IP y su integración con aplicaciones de valor agregado implementado en la Empresa Editora El Comercio.

En el capítulo I, presentamos una visión general sobre la evolución de la tecnología de voz sobre IP, así como sus beneficios y alcances que motivaron la implementación del servicio de telefonía IP. El objetivo de este primer capítulo es el sustento del porqué se eligió esta tecnología, para luego iniciar el estudio de los conceptos y fundamentos teóricos más resaltantes utilizados en el proyecto. Estos tópicos se describen en el siguiente capítulo.

En el capítulo II, presentamos los conceptos del sistema de telefonía tradicional, ofreciendo un resumen de la infraestructura telefónica, sus componentes básicos, tipos de interfaces (analógicas y digitales), flujo de operación y arquitectura de procesamiento de llamada. Sobre esta base iniciamos la descripción de los fundamentos que soportan la tecnología de voz sobre IP, desde el proceso de digitalización y su conversión en paquetes, hasta los métodos de compresión que acondicionan su formato para su transporte en redes IP. Para que dicho transporte sea exitoso, debemos tener en cuenta diferentes factores que influyen

en este tipo de tráfico, así como sus correspondientes mecanismos de manejo de colas y congestión, dentro del ámbito de calidad de servicio. Conociendo sus fundamentos y garantizando su transporte, describimos los protocolos de control y señalización que hacen posible que servicios tales como video, telefonía y videoconferencia se desarrollen sobre redes IP. En base a todo el marco conceptual expuesto, iniciamos el desarrollo de los modelos de arquitectura del servicio telefonía IP, indicando sus componentes principales, su infraestructura de red y el flujo de procesamiento de los paquetes para el establecimiento de una llamada. Finalmente, se desarrolla los sistemas de mensajería unificada y call center, sus fundamentos y flujos de procesamiento de llamada descritos paso a paso, complementando la solución de telefonía IP propuesta. Al término de este segundo capítulo se tiene la base teórica necesaria para el inicio de este proyecto, siendo el paso siguiente el desarrollo del proyecto de acuerdo a la metodología utilizada, tema a desarrollarse en el tercer capítulo del informe.

En el capítulo III, presentamos el desarrollo del proyecto de telefonía IP utilizando la metodología de solución elegida, describiendo cada fase, desde su concepción hasta su culminación incidiendo en los criterios de diseño utilizados. En la fase inicial de planeamiento se muestra la información obtenida de la infraestructura de red local y remota, su análisis y resultados proponiendo los cambios a realizar, con el fin de preparar la plataforma para el nuevo servicio. La siguiente fase es la de diseño que constituye el núcleo de este capítulo. En esta fase se establece los criterios y fundamentos de ingeniería de los componentes de la solución a implementar. Podemos dividirlo en dos partes:

1º Parte: Se diseña la nueva infraestructura de red, proponiendo los equipos complementarios con soporte de voz para el nuevo servicio. Asimismo, se describe el nuevo esquema de direccionamiento, segmentación virtual, asignación y transferencia de parámetros IP, esquema de calidad de servicio y cálculo de capacidad para dimensionar los equipos de la infraestructura central.

2º Parte: Se diseña el sistema de administración de llamadas, mensajería unificada y call center, describiendo en cada uno de ellos el cálculo de capacidad para dimensionar sus parámetros de funcionamiento y configuración necesaria para la integración de las mismas. Luego se describe la fase de implementación donde se detalla las características de los equipos implementados, así como los criterios de verificación y documentación. Finalmente se desarrolla la fase de operación y optimización donde se define los métodos de administración, validación, monitoreo y el análisis de funcionamiento, para su

homologación o propuestas de mejoras. Al culminar este capítulo se ha descrito todo el despliegue realizado en el proyecto, para finalmente obtener la solución final completa que se describe en el siguiente y último capítulo.

En el capítulo IV, presentamos la descripción de la solución final, detalle de la topología final, el análisis de costo y el cálculo de inversión para este proyecto.

Antes de iniciar el desarrollo de este trabajo, deseo expresar mi agradecimiento a las instituciones y personas que con sus ideas, información y disponibilidad, aportaron de diversas maneras en la elaboración de este informe.

Mi gratitud a la empresa Graña y Montero Digital, en especial al equipo de Ingenieros del área de Networking, equipo al cual pertenezco, quienes tuvimos la responsabilidad de la ejecución de este proyecto. De igual manera, al Ing. Luis López (Ingeniero de Proyectos) y al Ing. Luis Zúñiga (Jefe del área de Networking) quienes lideraron el proyecto, y mostraron en todo momento capacidad, manejo y apoyo para afrontar situaciones adversas y complejas durante el proceso de implementación.

No quisiera dejar de mencionar a la Empresa Editora El Comercio, que en todo momento mostró un alto nivel de compromiso, apoyo y hospitalidad durante el período que nos albergó en sus instalaciones.

Finalmente, a mis padres, hermanos, familiares y amigos cercanos por su paciencia, comprensión y motivación durante todo el proceso de elaboración de este informe.

CAPITULO I

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

La voz sobre IP es una tecnología que usa el protocolo de Internet (IP) para poder transportar paquetes de voz entre dos o más terminales. Como toda tecnología, desde su inicio fue evolucionando hasta ser en la actualidad uno de los grandes pilares de las redes de nueva generación. En este primer capítulo mostramos un resumen de la evolución de la tecnología de voz sobre IP, sus beneficios, alcances y fundamentos que motivaron la implementación del servicio de telefonía IP.

1.1 Evolución de las redes de voz sobre IP

La integración de la voz y datos en una misma red es una idea antigua, pues desde hace tiempo han surgido soluciones de distintos fabricantes que, mediante el uso de multiplexores, permiten utilizar las redes WAN (Redes de área Amplia) de datos de las empresas (típicamente conexiones punto a punto y punto a multipunto) para la transmisión de tráfico de voz. La falta de estándares, así como el largo plazo de homologación de este tipo de soluciones no permitió inicialmente una amplia difusión.

La voz sobre redes IP inicialmente se implementó para reducir el ancho de banda mediante compresión vocal, aprovechando los procesos de compresión diseñados para sistemas celulares en la década de los años 80. En consecuencia, se logró reducir los costos en el transporte internacional. Luego tuvo aplicaciones en la red de servicios integrados sobre redes locales e Internet. Con posterioridad se migraron las aplicaciones privadas a las aplicaciones públicas vía servicio WAN. A fines de 1996, la voz sobre IP aún era considerada una especie de "radio de aficionados" en Internet, una aplicación para un pequeño grupo de entusiastas que poseían computadoras con configuraciones elaboradas

de parlantes, micrófonos y software de voz sobre IP. La calidad era terrible, no existían normas, y para poder hablar con alguien era necesario llamar primero por teléfono de la manera tradicional para averiguar si estaban conectados.

En la actualidad es innegable el crecimiento del protocolo IP (Protocolo Internet) como plataforma de comunicaciones a nivel LAN (Redes de área local), MAN (Redes de área metropolitana) y WAN, por lo tanto la aparición de estándares para la voz sobre IP, no podía hacerse esperar. Dicha aparición junto al desarrollo de componentes de hardware claves para el procesamiento de la voz, tales como el DSP (Procesamiento digital de señales) han hecho posible el despegue de esta tecnología. En la figura 1.1 se muestra un cuadro en el que se indica el tráfico global de voz sobre IP por región entre los años 1997 – 2005 (Fuente: Internacional Data Corporation). Se estima que para el año 2010 un 25% de llamadas telefónicas deben utilizar tecnologías de voz sobre IP.

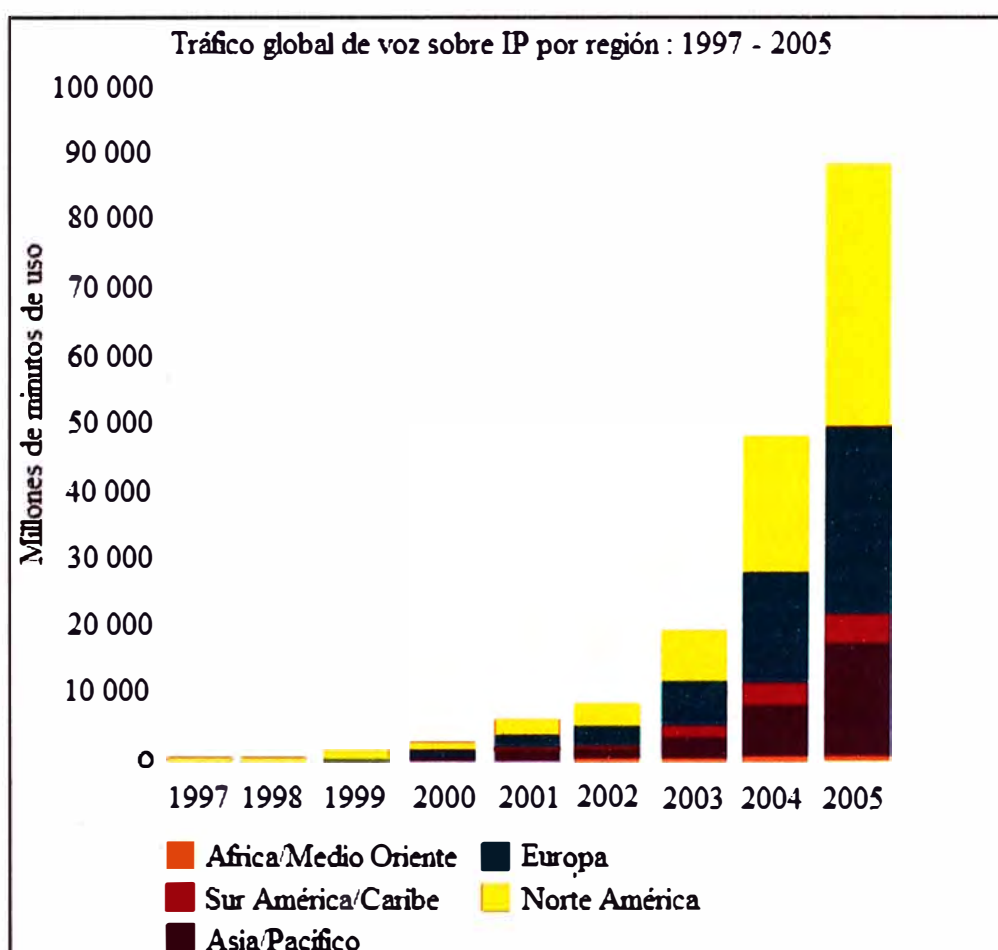


Fig. 1.1 Cuadro de tráfico de voz sobre IP por región: 1997 -2005

Para tener una idea cronológica de la evolución de la voz sobre IP, mostramos los avances y desarrollos graduales en el tiempo:

- 1995: La empresa VocalTec (Israel) lanzó el primer software de voz sobre IP, con lo cual, se hizo posible la comunicación de computadora a computadora vía Internet.
- 1998: Se crearon los primeros Adaptadores de Teléfonos Análogos (ATA) y enrutadores de voz, para permitir las primeras comunicaciones desde un computador a un teléfono convencional.
- 1999: Cisco vende sus primeras plataformas corporativas para voz sobre IP, utilizando protocolo H.323 de señalización.
- 2000: La voz sobre IP representa más del 3% del tráfico de voz. El mismo año Mark Spencer, un estudiante de la Universidad de Auburn, crea Asterik, la primera central telefónica basado en Linux en una computadora hogareña con un código fuente abierto.
- 2002: El protocolo SIP comienza a desplazar al protocolo H.323.
- 2003: Dos jóvenes universitarios, Jan Friis y Niklas Zennstrom, crean un software que emula un teléfono gratuito instalable en cualquier computadora, que puede atravesar esquemas de seguridad y enrutadores. Ese producto es Skype, y llegó en Diciembre de 2005 a contar con 50 millones de usuarios.
- 2004: A partir de esta fecha la voz sobre IP ha tenido una evolución tecnológica que está cambiando el destino y la estructura del sector de las telecomunicaciones en todo el mundo. A esta evolución se conoce como las redes de nueva generación, siendo el servicio de telefonía IP la aplicación con más desarrollo en la actualidad.

El esquema básico de funcionamiento de la voz sobre IP, nos permite utilizar un enlace normal de Internet, y convertirlo en un medio para realizar llamadas telefónicas gratis a cualquier parte del mundo (más específicamente, a cualquier lado donde haya Internet). Para esto, utiliza un software especializado, que toma la voz a través del micrófono, la convierte en señales digitales, y la manda a través de Internet, hacia la computadora de la otra persona, donde hace el proceso inverso para que pueda escucharse de nuevo la voz. En la figura 1.2 se muestra el funcionamiento básico del sistema de voz sobre IP descrito gráficamente en 5 pasos.

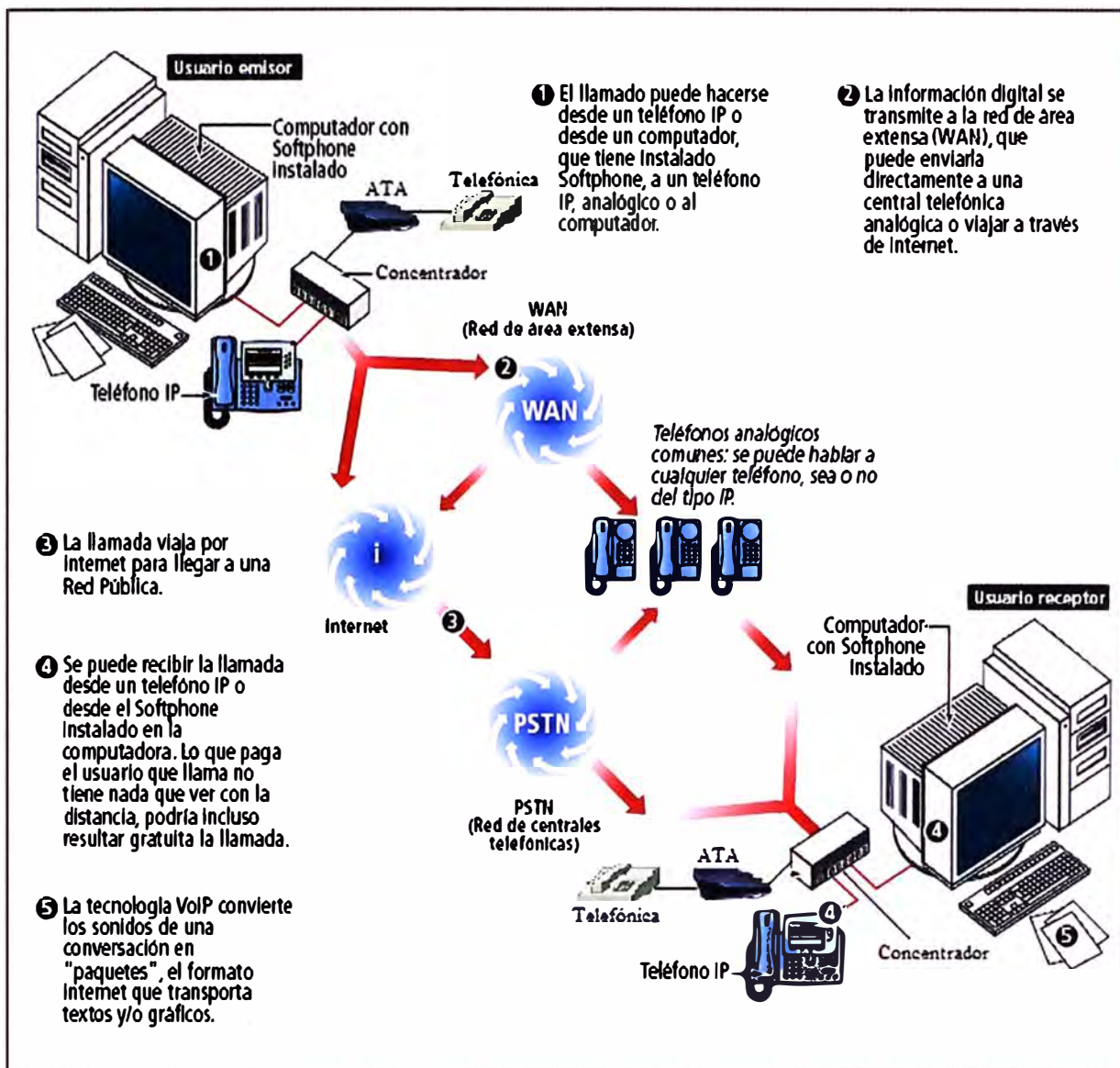


Fig. 1.2 Funcionamiento básico del sistema de voz sobre IP

En base al esquema mostrado, observamos algunos componentes, entre los cuales podemos mencionar:

- **ATA (Adaptador de Teléfono Analógico):** Este es un adaptador con dos conectores, uno que se conecta a un teléfono analógico, y el otro a un concentrador de red. Este es el que se encarga de transformar la voz analógica a paquetes digitales que pueden ser enviados a través de Internet, y viceversa.
- **Teléfonos IP:** Estos son equipos especializados, que realizan la conversión de la señal de voz. Estos equipos poseen conectores RJ-45 ethernet, y algunos no tiene conector ya que son para conectarse vía red inalámbrica. En los capítulos siguientes se desarrollan las características y modelos de estos teléfonos.

- Computadoras: Son los equipo en la cuál se instala el software que emula a un teléfono.

Actualmente existen muchos software disponibles en Internet. Entre los más comunes y fáciles de usar tenemos las marcas: Skype, Google Talk, MSN Messenger y Yahoo Messenger, los cuales son gratuitos para las llamada entre estos software y con un costo para las llamadas salientes a la red de telefonía pública.

Varios años de investigación y desarrollo intensos en todas las áreas de las industrias de las redes y las telecomunicaciones dieron lugar a un mercado en el cual las grandes empresas telefónicas tradicionales no sólo reconocen que la telefonía sobre IP es viable sino que también la están adoptando.

Al lograr normas de interoperabilidad y la existencia de enrutadores de voz disponibles, los proveedores de equipos y servicios por igual pueden concentrarse en desarrollar las aplicaciones de valor agregado que se necesitan para llevar la demanda de la telefonía sobre IP más allá de su uso inicial como una alternativa de bajo costo ante los servicios tradicionales de larga distancia.

La realidad nos indica que la telefonía IP ha alcanzado su mayor desarrollo en ambientes corporativos, donde la combinación de protocolos de voz sobre IP a nivel LAN y WAN, han logrado la homologación de la red de siguiente generación con una convergencia total de servicios.

1.2 Motivaciones para la implementación de redes de telefonía IP

Inicialmente se creía que la utilización de la redes de telefonía IP como sustituto de la telefonía convencional se debía, principalmente, a su reducido costo (escenarios toll bypass¹), sin embargo, con el tiempo se ha demostrado que el nivel de costo de los dos tipos de tecnologías, no es realmente un factor determinante ya que en un escenario real los operadores tradicionales optan por bajar los precios de forma que se llegue a un nivel de costo similar, siendo la tendencia hoy en día.

Entonces, son otros los argumentos que favorecen la utilización de las redes telefónicas de paquetes, argumentos que a continuación se desarrolla.

¹Toll bypass: Es un modelo tradicional de arquitectura de voz a través de una plataforma WAN.

- Uso más eficiente del ancho de banda, bajo costo de transmisión y equipos: La red telefónica de paquetes no usa un canal dedicado de 64 Kbps² para cada llamada de voz, estas llamadas comparten el ancho de banda con otras aplicaciones, y cada llamada pueden usar menos de 64 kbps. Asimismo estas redes no usan equipos de conmutación tales como multiplexores ayudando así a reducir equipos y costos de mantenimiento. En la figura 1.3 mostramos el esquema de una red de paquetes.

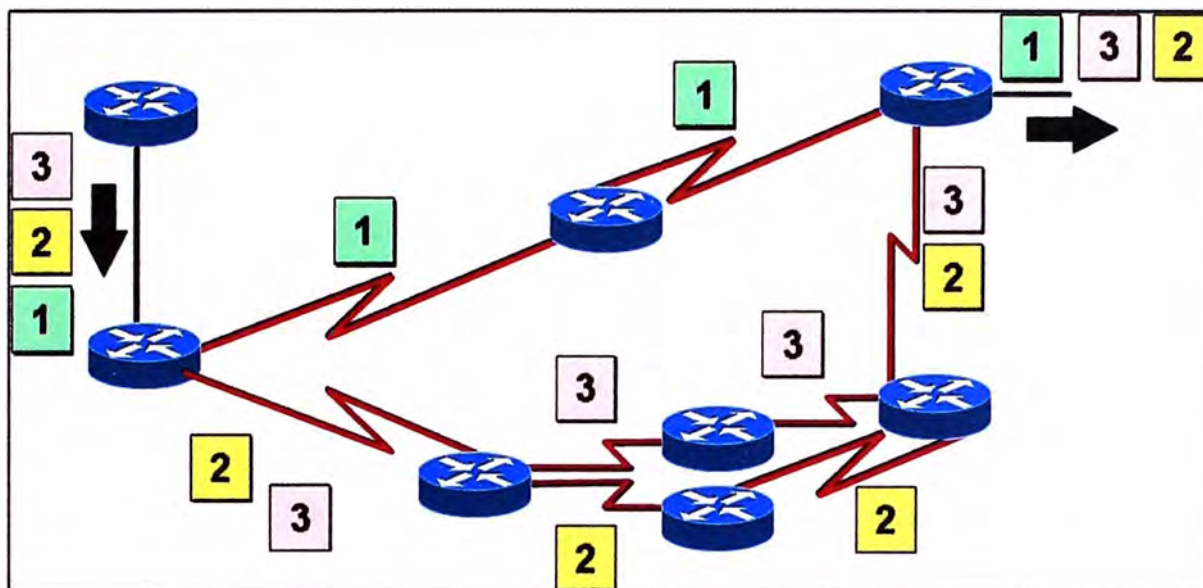


Fig. 1.3 Esquema de una red conmutada de paquetes

- Costos de red consolidados: Con una red convergente, las aplicaciones de datos, voz, video y aplicaciones de conferencias no tienen distinto hardware ni software, ellos operan sobre una misma infraestructura y pueden usar el mismo grupo de recursos para la configuración y soporte.
- Mejora la productividad del empleado: Los teléfonos IP son más que simples teléfonos, con estos dispositivos se pueden acceder al directorio corporativo, consultar información desde una base de datos, desarrollar interfaces basados en XML³, y la ejecución de una amplia gama de nuevas aplicaciones emergentes.
- Acceso a nuevos dispositivos de comunicación: A diferencia de la telefonía analógica, los teléfonos IP pueden comunicarse con dispositivos tales como computadoras, dispositivos de red, asistentes personales, entre otros.

²Kbps: Son las siglas de kilobits por segundo.

³XML: Es el acrónimo de Extensible Markup Language.

- Llamadas remotas vía Internet: La arquitectura de telefonía IP contempla la integración con soluciones de acceso remoto (red privada virtual), el cual crea un canal de acceso a la intranet local vía la red pública (Internet), permitiendo realizar llamadas remotas como si fuesen llamadas locales.
- Movilidad: La arquitectura de telefonía IP contempla la integración con soluciones inalámbricas (redes 802.11a/b/g⁴), el cual permite utilizar un computador portátil (con el software que emula a un teléfono IP), un teléfono IP Wi-Fi⁵, o un celular dual establecer llamadas independientes de la posición física.

En la figura 1.4 mostramos un ejemplo de las llamadas remotas vía Internet y la movilidad

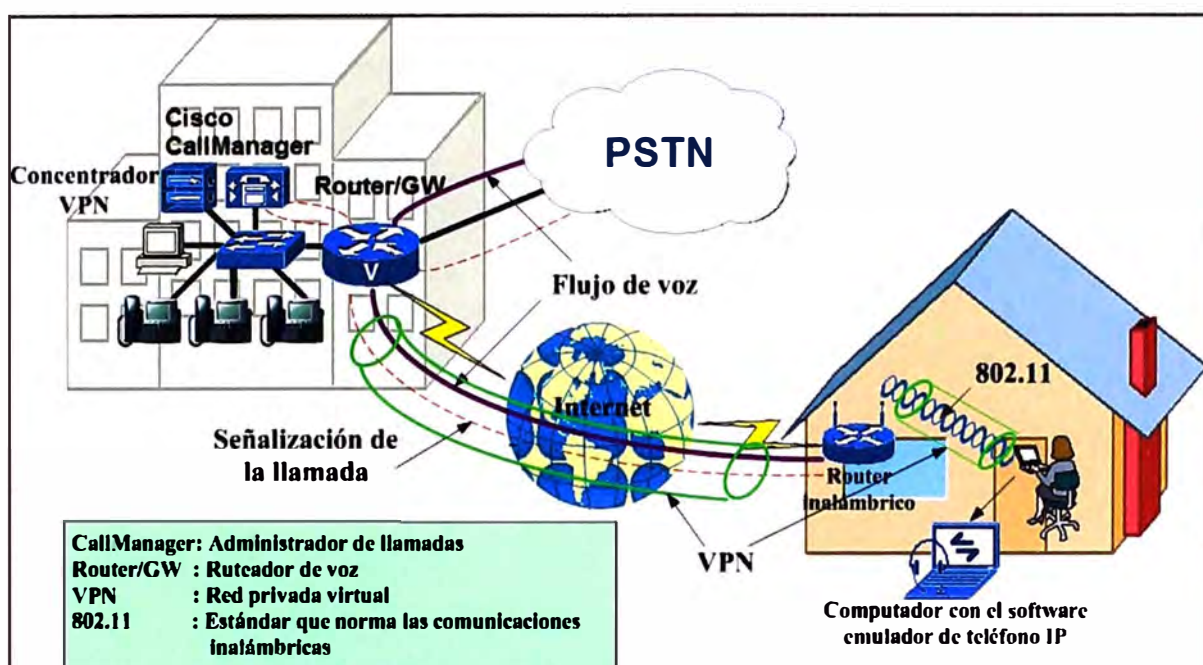


Fig. 1.4 Llamadas remotas vía Internet y movilidad

1.3 Alcances del Proyecto

Este proyecto nace por el interés de la empresa Editora el Comercio, de contar con una plataforma de comunicaciones orientada hacia una convergencia de servicios de voz y datos. Para este fin, se realizaron una serie de actividades de análisis, estudios, recopilaciones y demostraciones que validaron la tecnología a implementar.

⁴802.11a/b/g: Son los estándares que norman las comunicaciones inalámbricas.

⁵Wi-Fi: Es el acrónimo de Wireless-Fidelity.

Dicho proyecto se realizó entre los años 2005-2006, con una duración en la fase de implementación de aproximadamente 6 meses. Como paso previo, se implementó un piloto de telefonía IP, el cual se mantuvo funcionando casi 2 años coexistiendo con la infraestructura telefónica tradicional. Este piloto se utilizó como laboratorio de pruebas y demostraciones durante todo el proceso de planeamiento y diseño, con el fin de elaborar el prototipo final para la solución final de telefonía IP. En la figura 1.4 mostramos el piloto de telefonía IP instalado, previo a la implementación de la solución final.

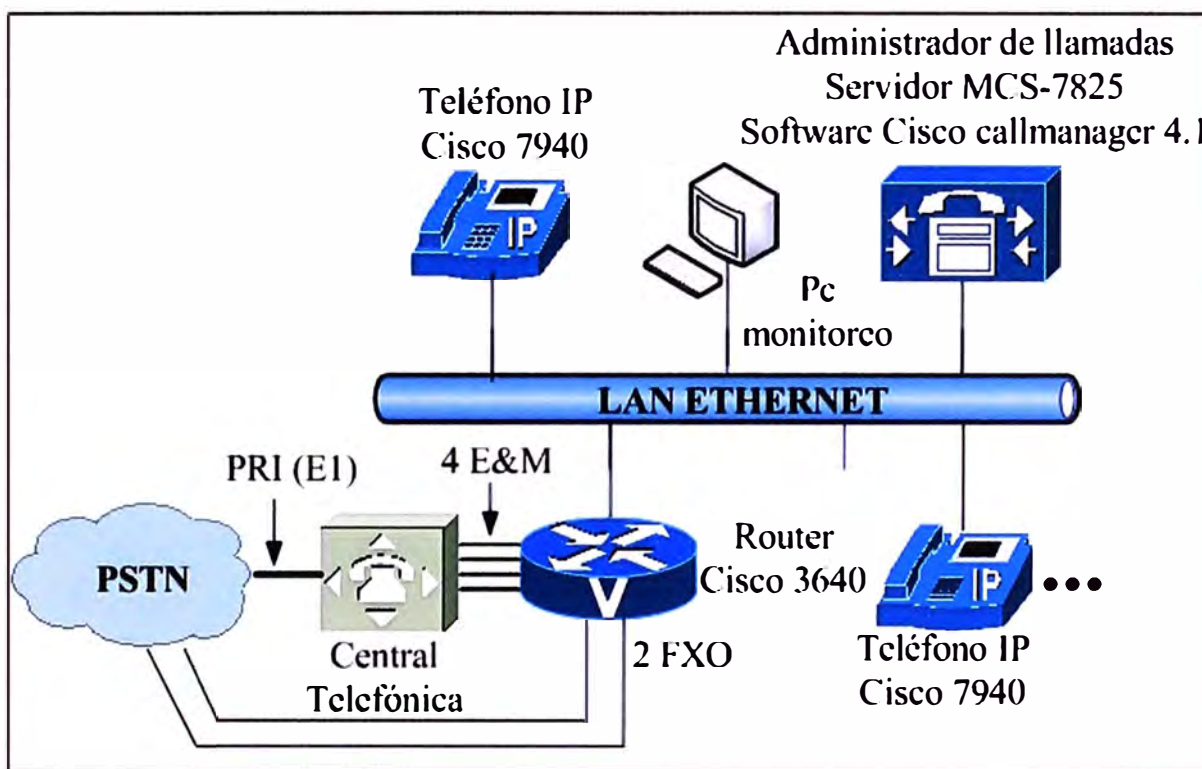


Fig. 1.4 Diagrama del piloto implementado de telefonía IP

Los componentes utilizados en este piloto se describirán al detalle en los capítulos siguientes.

La solución final es una arquitectura de procesamiento de llamada centralizada con oficinas remotas, redundante y con mecanismo de supervivencia, evitando de esta manera que a causa de fallas de enlace o hardware afecte al servicio telefónico local o remoto.

Adicionalmente se implementó la solución de mensajería unificada centralizada, el cual permite recibir los mensajes de voz, datos y fax vía correo electrónico. Por último se implementó la solución IPCC (Centro de contacto sobre IP), con el cual se conformó un call center⁶.

Durante el desarrollo de este proyecto se utilizó la metodología denominada PDIOO, cuyas siglas significa planeamiento, diseño, implementación, operación y optimización, es decir un conjunto de estados que en suma conforman un flujo de procedimientos que abarcan los ámbitos teóricos y técnicos, claves para el éxito de este proyecto. Dentro del conjunto de estados que abarca la metodología existen recomendaciones que fue necesario implementar para el soporte de los nuevos protocolos, aplicaciones y servicios.

1.4 Objetivo del Proyecto

El informe tiene por objetivo proporcionar un material detallado del desarrollo del proyecto de telefonía IP y su integración con servicios de mensajería unificada y call center. En este material se describen los fundamentos teóricos y técnicos, modelos de solución, especificaciones, características de equipos y criterios de diseño utilizados durante la ejecución del proyecto desarrollado para la Empresa Editora El Comercio.

Asimismo, se pretende aportar una metodología que sirva a los profesionales participantes en un proyecto de TI⁷ como manual de referencia o guía, el cual sumado a la experiencia que se brinda, se asegure el éxito del proyecto asignado.

Al culminar este capítulo se pretende sustentar la elección de esta tecnología como alternativa de solución. Teniendo claro estos conceptos, empezamos la descripción de los fundamentos teóricos que son la base para entender los protocolos y mecanismos del servicio de telefonía IP. Estos conceptos son desarrollados en el capítulo siguiente.

⁶Call Center: Es un centro de atención de llamadas.

⁷TI: Es el acrónimo de Tecnología de la Información.

CAPITULO II

TECNOLOGIA DE VOZ SOBRE IP

Como paso previo al desarrollo del proyecto de telefonía IP, es necesario tener una base teórica lo suficientemente clara, que nos sirva durante todo el proceso de ejecución; es por ello, que en este capítulo resumimos los conceptos más importantes de la tecnología de voz sobre IP y su aplicación como servicio de telefonía IP. Se inicia con una breve descripción del sistema tradicional de telefonía, para luego desarrollar el proceso de digitalización de la voz, su conversión en paquetes, los métodos de compresión, consideraciones de calidad de servicio y los protocolos de señalización sobre una red IP. Culminado estos conceptos, iniciamos el desarrollo de los modelos de arquitectura del servicio telefonía IP, sus componentes principales, principios básicos de funcionamiento y aplicaciones.

2.1 Fundamentos de la tecnología de voz tradicional

Para poder entender la tecnología de voz sobre IP es necesario entender las redes telefónicas tradicionales, sus componentes básicos, interfaces y equipos de voz, conceptos que desarrollamos a continuación.

2.1.1 Redes telefónicas tradicionales

La red telefónica pública conmutada es el corazón de las redes telefónicas tradicionales. Esta incluye los componentes que describimos a continuación:

- **Dispositivos terminales:** Son equipos terminales que usa el usuario para conectarse con la PSTN⁸ (ejemplo: Teléfonos analógicos y digitales).

- Lazo local: Representa el medio que interconecta el usuario con la oficina central local, por lo general son hilos de cobre.
- Oficina central telefónica: Es el ambiente donde se encuentran los conmutadores telefónicos del proveedor de servicio.
- Conmutador telefónico: Es el equipo que proporciona la interconexión de un teléfono origen a otro destino marcando un determinado plan numérico. Estos conmutadores pueden pertenecer a la compañía telefónica pública o un sistema privado.
- Central privada local: Comúnmente denominada PBX⁹.
- Troncal: Es el medio que interconecta los conmutadores telefónicos.

En la figura 2.1 mostramos los componentes básicos de la red telefónica tradicional.

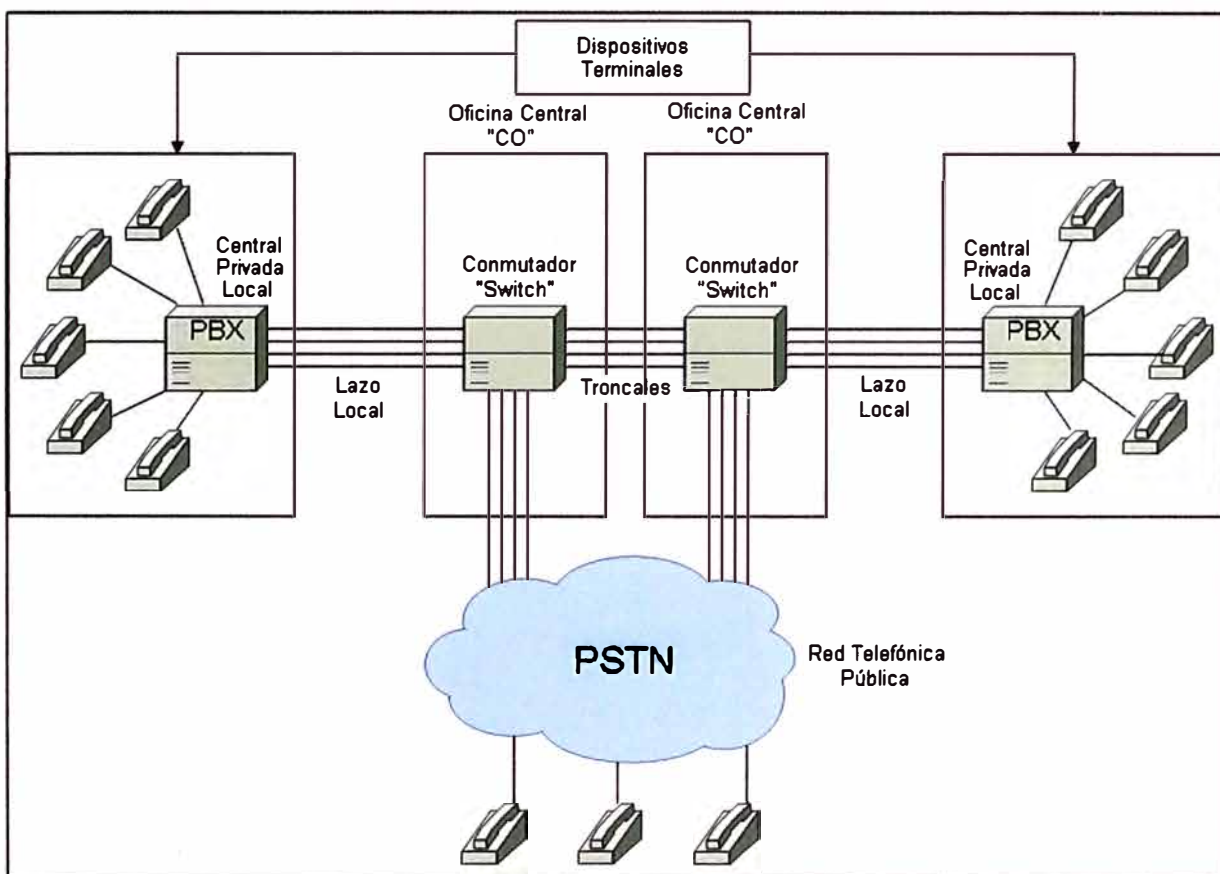


Fig. 2.1 Componentes básicos de una red telefónica tradicional

⁸PSTN: Es el acrónimo de Public Switched Telephone Network.

⁹PBX: Es el acrónimo de Private Branch Exchange.

2.1.2 Mecanismos de señalización de la red telefónica

Para que la comunicación entre dos terminales telefónicos se establezca son necesarios diversos mecanismos de señalización, que permitan el intercambio de información entre componentes de una llamada para proporcionar y mantener el servicio. Este proceso de señalización implica la detección del inicio o terminación de una llamada, el envío de la información de dígitos llamantes y llamados, códigos especiales de activación y términos del servicio.

Entre los mecanismos principales mencionamos lo siguiente:

- Señalización de supervisión: Son aquellos que determinan el estado de la línea troncal en base a los estados de colgado o descolgado del auricular.
- Señalización de direccionamiento: Son aquellos que transportan los dígitos marcados de la llamada. Entre los principales tipos de direccionamiento tenemos:
Tono de marcación de múltiples frecuencias: El cual envía tonos que están asociados a un par de altas y bajas frecuencias que representan los dígitos marcados. En la figura 2.2 se muestra la combinación de estas frecuencias.

1	2	3	A : 697 Hz
4	5	6	B : 770 Hz
7	8	9	C : 852 Hz
*	0	#	D : 941 Hz

1209	1336	1477	1633 Hz
(Tonos altos)			

Fig. 2.2 Combinación de frecuencias altas y bajas

Tono de pulso: En este caso los dígitos son producidos abriendo y cerrando el lazo local de acuerdo a los estados de colgado y descolgado del auricular.

- Señalización de información: Este tipo de señalización indica el progreso de llamadas y son usados para notificar al usuario su estado. Entre estos tipos de señalización tenemos:

Tono de marcación: Es el tono que indica que la nube PSTN está esperando recibir los dígitos desde el usuario transmisor.

Señal de ocupado: Es la señal que indica que la llamada no puede ser completada.

Timbrado de retorno: Es la señal que indica que en la nube PSTN se está intentando completar una llamada.

2.1.3 Tipos de interfaces telefónicas

En las redes telefónicas existen tipos de líneas e interfaces analógicas ó digitales que permiten interconectarse entre dispositivos que conforman el esquema de telefonía tradicional, en el caso de las analógicas tenemos los siguientes tipos:

- FXS¹⁰: Este tipo de interfase proporciona una conexión directa a un terminal telefónico, fax o dispositivo similar. Esta interfase funciona igual que un conmutador telefónico o PBX, es decir provee de energía, voltaje de timbrado y tono de marcación. Asimismo contiene el codificador y decodificador, el cual convierte la onda de voz análoga a un formato digital y viceversa.
- FXO¹¹: Este tipo de interfase permite una conexión análoga para conectarse directamente a la oficina central telefónica de la nube PSTN. El conmutador reconoce esta interfase como un teléfono debido a que es colocado directamente con la línea activa.
- E&M¹²: Este tipo de interfase proporciona señalización para troncales análogos. Estos circuitos análogos conectan la PBX y la nube PSTN.

Estas interfaces trabajan con dos tipos de señalización, que a continuación explicamos:

- Loop-start¹³: Este tipo de señalización causa que un teléfono conmute para tomar una línea cuando la corriente fluye en el lazo cerrado (On-hook¹⁴). Este es el mecanismo más utilizado. En las figuras 2.3 y 2.4 mostramos el proceso de señalización de lazo de inicio cerrado.

¹⁰FXS: Es el acrónimo de Foreign Exchange Station.

¹¹FXO: Es el acrónimo de Foreign Exchange Office.

¹²E&M: Es el acrónimo de Earth and Magneto.

¹³Loop-start: Es el tipo de señalización análoga de lazo cerrado.

¹⁴On-hook: Es el estado de lazo cerrado en una línea telefónica.

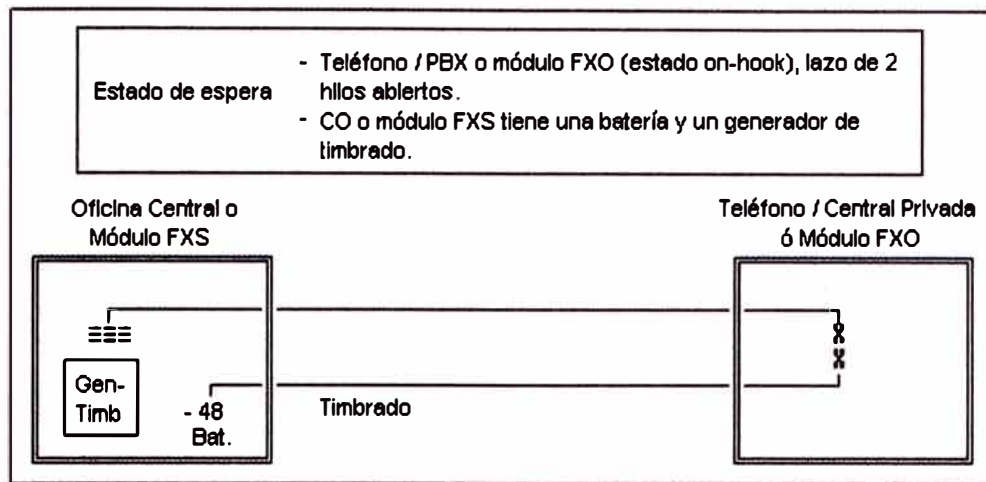


Fig. 2.3 Señalización de lazo de inicio cerrado

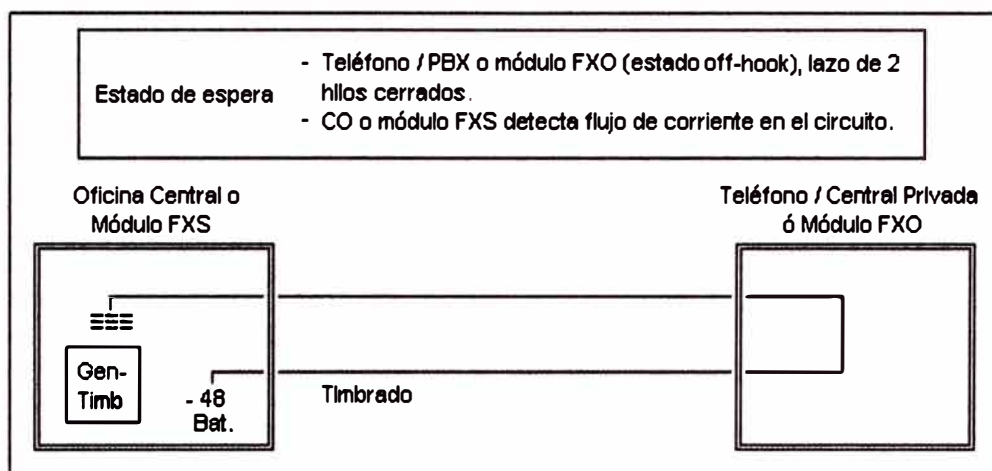


Fig. 2.4 Señalización de lazo de inicio cerrado

- Ground-start¹⁵: Este tipo de señalización causa que un teléfono conmute para tomar una línea después que de manera temporal hace tierra en el circuito. En las figuras 2.5 y 2.6 mostramos el proceso de señalización de inicio con tierra.

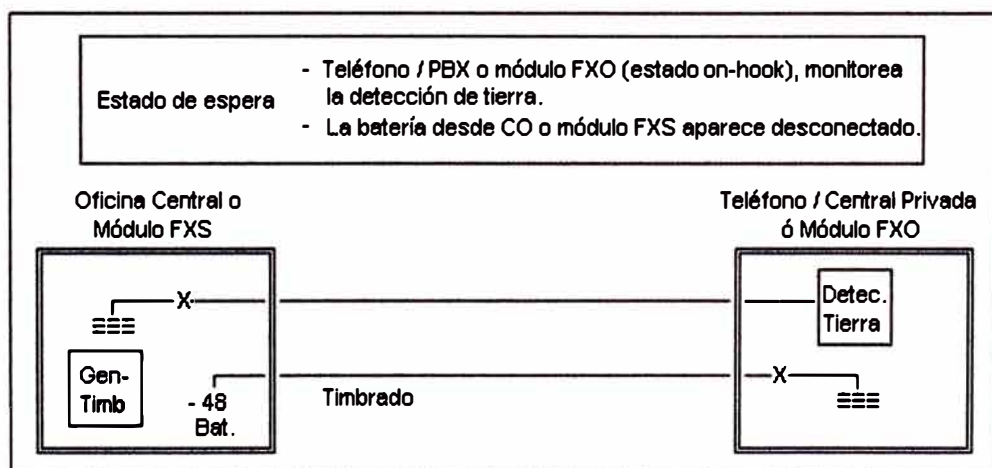


Fig. 2.5 Señalización de inicio con tierra

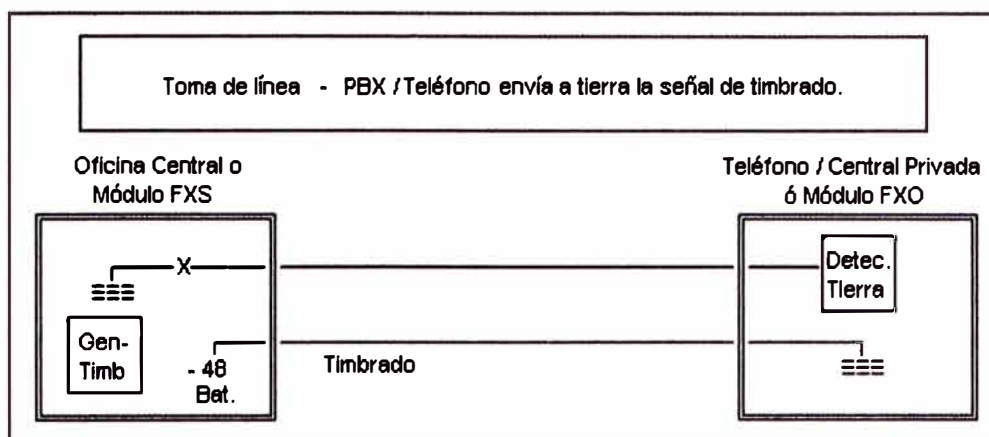


Fig. 2.6 Señalización de inicio con tierra

Adicionalmente a las interfaces análogas existen interfaces digitales, las cuales transportan señales de voz digitalizados utilizando técnicas de multiplexaje y mecanismos de señalización. Entre las técnicas de multiplexaje más conocidas tenemos:

- FDM (Multiplexaje por división de frecuencia): Es un esquema análogo de multiplexado, consiste en convertir cada fuente que originalmente ocupaba el mismo espectro de frecuencias, a una banda distinta de frecuencia y se transmite en forma simultánea por un solo medio de transmisión. Ejemplo: Banda comercial Amplitud Modulada, Frecuencia Modulada y emisoras de televisión.
- TDM (Multiplexaje por división de tiempo): Es un tipo de multiplexación utilizado especialmente en los sistemas de transmisión digital. En ella, el ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo). Ejemplo: circuitos E1/T1¹⁶.

Entre los mecanismos de señalización tenemos:

- CCS (Canal común de señalización): Este tiene un canal que es dedicado para la señalización. Ejemplo: en redes ISDN¹⁷, el canal D es dedicado para la señalización.
- CAS (Canal asociado a la señalización): Este usa bits de la trama, de alguno de los canales para servir como bits de señalización. Este método es conocido como robbed bits¹⁸.

En la tabla 2.1 mostramos un resumen de las interfaces digitales más utilizados.

¹⁵Ground-start: Es el tipo de señalización análoga de inicio con tierra.

¹⁶E1/T1: Son formatos de transmisión digital.

TABLA N° 2.1 Resumen de las interfaces digitales

Interfase	Canales de voz (64Kbps de datos)	Señalización	Cabecera de la trama	Ancho de banda total
BRI ¹⁹	2	16 Kbps (canal D)	48 Kbps	192 Kbps
T1 CAS	24	Robbed bits	8 Kbps	1544 Kbps
T1 CCS	23	64 Kbps (canal D)	8 Kbps	1544 Kbps
E1 CAS	30	64Kbps	64 Kbps	2048 Kbps
E1 CCS	30	64 Kbps (canal D)	64 Kbps	2048 Kbps

2.1.4 Flujo básico para el establecimiento de una llamada

Para el establecimiento de una llamada, se realiza una secuencia de pasos que a continuación describimos:

- Paso 1: Inicialmente el teléfono se encuentra con el auricular colgado (On-hook), es decir con los hilos abiertos.
- Paso 2: El teléfono emisor inicia la llamada descolgando el auricular (Off-hook²⁰), en ese momento se cierra los hilos, fluye corriente, el conmutador local envía el tono de invitación para marcar y se envía los dígitos destinos marcados.
- Paso 3: El conmutador telefónico local examina los dígitos marcados, toma una decisión de reenvío, y envía la información de señalización al conmutador telefónico destino.
- Paso 4: El conmutador telefónico destino envía un voltaje de timbrado al teléfono destino y comunica al conmutador telefónico local para el envío del timbrado de retorno al teléfono emisor.
- Paso 5: El receptor levanta el auricular y se establece la comunicación.

En las figuras 2.7, 2.8, 2.9 y 2.10 mostramos el proceso de señalización de establecimiento básico de una llamada.

¹⁷ISDN: Es el acrónimo de Integrated Services Digital Network.

¹⁸Robbed bits: Es el método que toma bits de la trama para la señalización.

¹⁹BRI: Es el acrónimo de Basic Rate Interface.

²⁰Off-hook: Es el estado de lazo abierto en una línea telefónica.



Fig. 2.7 Señalización básica de una llamada. Paso 1 y 2



Fig. 2.8 Señalización básica de una llamada. Paso 2

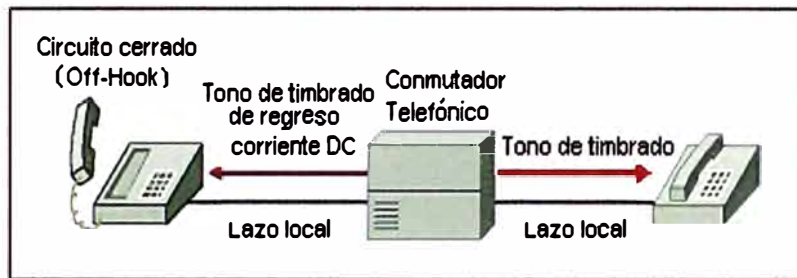


Fig. 2.9 Señalización básica de una llamada. Paso 3 y 4

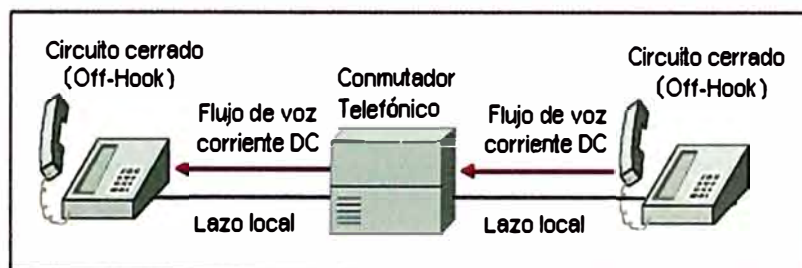


Fig. 2.10 Señalización básica de una llamada. Paso 5

Para esta sección se desarrollo en base al libro, “Authorized Self-Study Guide Cisco Voice over IP (CVoice)” de Kevin Wallace (ver Bibliografía).

2.2 Fundamentos de la tecnología de voz sobre IP

2.2.1 Digitalización de la voz

Como primer paso para transmitir voz a través de la red IP, es necesario digitalizar el patrón de voz analógico y comprimir en paquetes con el fin de conservar el ancho de banda. El método más común para digitalizar una forma de onda analógica es tomar muestras periódicas de la amplitud de la onda. El teorema de Nyquist-Shannon²¹ nos indica que necesitamos tomar una muestra por lo menos dos veces de la frecuencia más alta. Para la voz teóricamente la muestra de frecuencia más alta es de 4Khz, por consiguiente el teorema nos indica que necesitamos 8000 muestras por segundo, el cual significa que debemos tomar muestras cada 125 microsegundos. Estas muestras, corresponden a una única frecuencia, el cual tiene amplitudes igual a las amplitudes de la señal en el instante que se toma. Este tipo de muestreo es el llamado modulación de amplitud de pulso (PAM). En la figura 2.11 mostramos el espectro de la onda de voz.

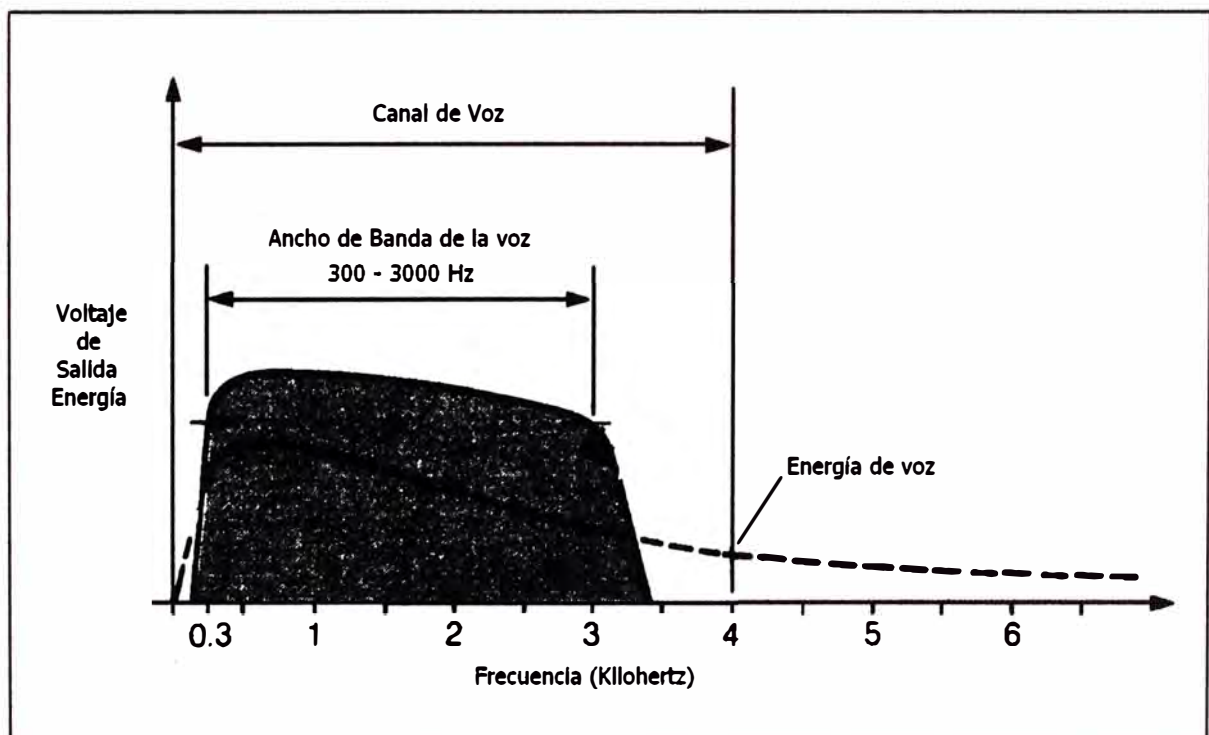


Fig. 2.11 Espectro de la onda de voz

²¹Nyquist-Shannon: Se refiere a los descubridores del teorema de muestreo, Harry Nyquist y Claude E. Shannon.

El siguiente proceso es el de cuantización, el cual asigna valores numéricos a las amplitudes de cada uno de las muestras de la señal PAM usando una escala logarítmica. Luego, estos valores son representados en un formato binario, por ejemplo, si cada muestra es expresada usando un número binario de 8 bits, obtenemos 256 valores posibles. Este paso es conocido como codificación. El método más común de conversión de señales analógicas a digitales es el denominado PCM²², el cual toma 8000 muestras por segundo y lo codifica con un número binario de 8 bits, resultando en 64Kbps. En la figura 2.12 se muestra un diagrama de bloques del proceso de digitalización de la onda de voz.

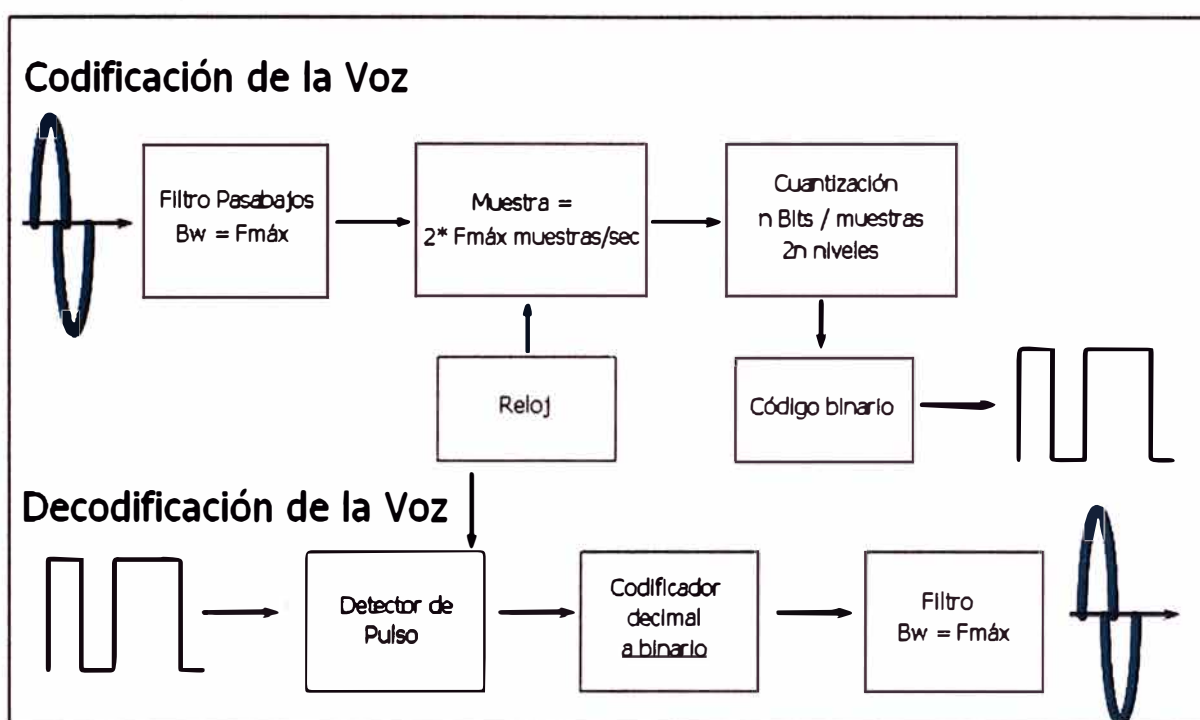


Fig. 2.12 Proceso de digitalización de la onda de voz

2.2.2 Compresión de la voz

Luego del proceso de digitalización de la onda de voz, es deseable utilizar algún mecanismo de compresión con el fin de conservar ancho de banda. ITU²³ ha definido el estándar de compresión G.7XX, en base a los requerimientos de ancho de banda, degradación, retraso y el incremento de CPU que podría causar su uso. G.7XX abarca un conjunto de protocolos, entre ellos tenemos:

²²PCM: Es el acrónimo de Pulse Code Modulation.

- G.711: Es el estándar que utiliza el método de compresión PCM, el cual realiza la digitalización, pero no comprime la onda de voz.
- G.726: Es el estándar que utiliza el método de compresión ADPCM²⁴, el cual usa una señal diferenciada, es decir en vez de codificar la señal integra, envía la diferencia de la actual muestra versus la muestra anterior.
- G.729: Es el estándar que utiliza el método de compresión CS-ACELP²⁵, el cual dinámicamente construye un código basado en el espectro patrón, para luego realizar una búsqueda con la siguiente muestra que alinee al código anterior.
- G.728: Es el estándar que utiliza el método de compresión LDCELP²⁶, el cual es similar a CS-ACELP, sin embargo requiere menos código resultando con menos retraso, pero requiere más ancho de banda.

En ambientes LAN normalmente se utiliza G.711 (64 Kbps) y en entornos WAN G.729 (8 Kbps). G.729 tiene algunas variantes sin embargo todas las formas de G.729 requieren 8Kbps de ancho de banda, siendo G729a un algoritmo menos complejo, el cual compensa menos recursos del procesador con una ligera degradación de la calidad de la voz. G.729b por su parte habilita la detección de actividad de voz, con lo cual se suprime el envío de silencio como parte de la conversación. ITU también define un estándar para medir la calidad de la voz luego de la compresión, esta técnica es el denominado MOS²⁷. MOS tiene un rango de 1 al 5, el menor indica una pobre calidad y el mayor una imperceptible degradación. En el caso de la voz un valor aceptable es 4. En la tabla 2.2 mostramos los requerimientos de los estándares de compresión.

TABLA N° 2.2 Cuadro de requerimientos de los estándares de compresión

Estándar	Método de compresión	Razón (Kbps)	Procesamiento (MIPS ²⁸)	Retraso de compresión (ms)	Puntaje MOS
G.711	PCM	64	0.34	0.75	4.1
G.726	ADPCM	32	14	1	3.85
G.728	LDCELP	16	30	2.5	3.61
G.729	CS-ACELP	8	20	10	3.92
G.729a	CS-ACELP	8	11	10	3.9

²³ITU: Es el acrónimo de International Telecommunication Union.

2.2.3 Análisis de calidad de la voz sobre IP

Un factor importante en la tecnología de la voz sobre IP es el comportamiento de la voz en una red convergente, red con aplicaciones adicionales tales como video y datos simultáneamente, las cuales tienen diferentes requerimientos. Cuando numerosos tráfico de voz y aplicaciones de datos coexisten, deben existir mecanismos que permitan que las aplicaciones críticas funcionen apropiadamente. Muchas de estas aplicaciones están basadas en el protocolo TCP. Este protocolo como parte de su funcionamiento posee un mecanismo de retransmisión, si es que la fuente no recibe una confirmación que el segmento fue recibido en un período establecido. Sin embargo para aplicaciones de voz y video este mecanismo no es aceptable puesto que es una fuente de retardo, en su lugar, la red debe tener un mecanismo de tal manera que los paquetes encapsulados reciban una prioridad y no se pierdan. Ante tales condiciones, la tecnología de voz sobre IP posee una serie de parámetros a considerar para garantizar la calidad de la voz, entre ellas tenemos:

- Retardo: Esta se define como el retardo total en una conversación debido a la suma de los retardos acumulados. Entre las causas más conocidas tenemos:

Retardo por procesamiento: Producido por los dispositivos de comunicaciones que realizan diversos procesos desde que los paquetes ingresan y egresan del dispositivo. Este tipo de retardo es considerado como variable e impredecible.

Retardo por serialización: Producido por el mecanismo que coloca todos los bits de la trama al medio físico para su transmisión. Este tipo de retardo es considerado como fijo.

Retardo por propagación: Producido por el medio físico, el cual puede variar de acuerdo al tipo de medio. Este tipo de retardo es considerado como fijo.

Retardo por encolamiento: Producido por la congestión de los acumuladores. Este tipo de retardo es considerado como variable e impredecible.

En las figuras 2.13 y 2.14 graficamos estos tipos de retardo.

²⁴ADPCM: Es el acrónimo de Adaptive Differential Pulse Code Modulation.

²⁵CS-ACELP: Es el acrónimo de Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction.

²⁶LDCELP: Es el acrónimo de Law Delay Code Excited Linear Prediction.

²⁷MOS: Es el acrónimo de Mean Opinion Score.

²⁸MIPS: Es el acrónimo de Million Instructions per Second. Los valores mostrados en la tabla 2.2 corresponden a la plataforma del fabricante Texas Instruments 54x DSPs.

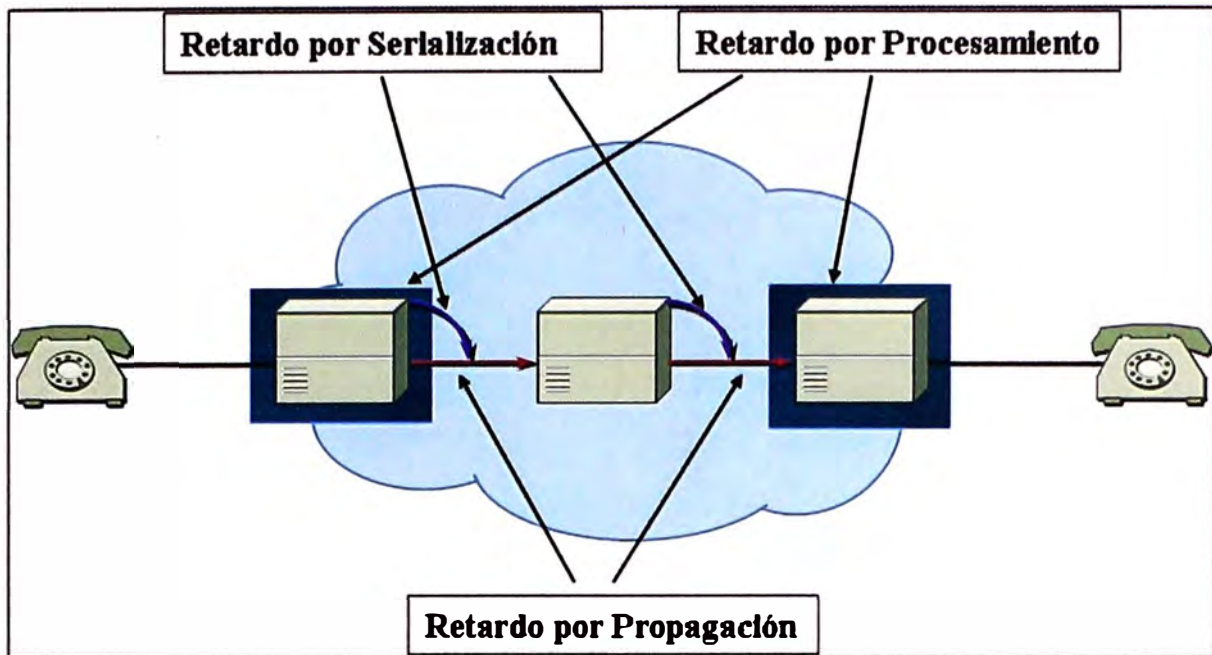


Fig. 2.13 Tipos de retardo

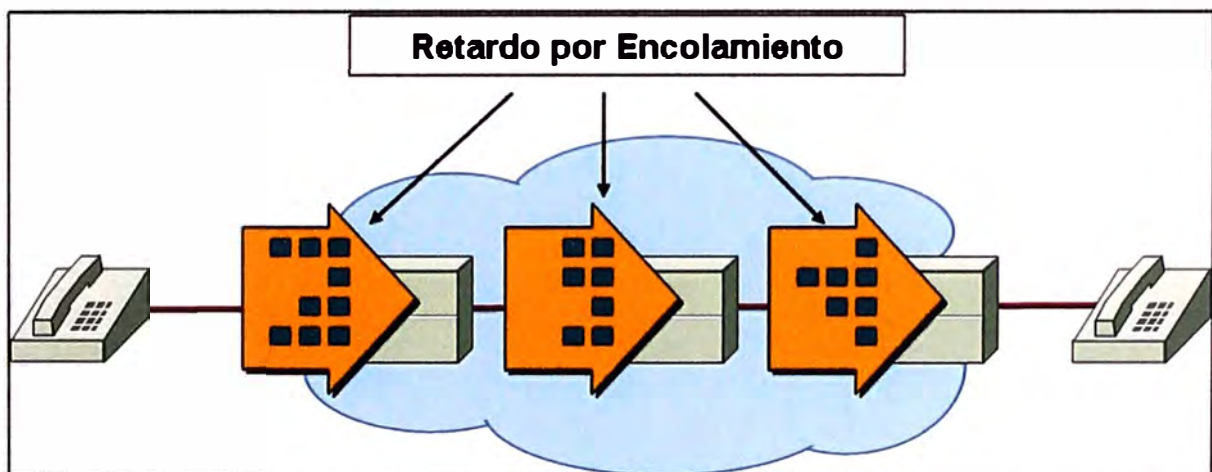


Fig. 2.14 Tipos de retardo

- Consumo real: Este parámetro mide la capacidad de un enlace de transportar información útil por unidad de tiempo. No tiene relación directa con el retardo, es decir podemos tener un enlace de alto consumo real y alto retardo o viceversa. Por ejemplo un enlace satelital de 2Mbps con 500 milisegundos de retardo.
- Variación del retardo: Es la variación del retardo experimentado por paquetes de un mismo flujo. Estos paquetes podrían no arribar al destino con la misma razón con la que fueron enviados, dado que individualmente son procesados, encolados y reenviados. En la figura 2.15 graficamos este tipo de variación del retardo.

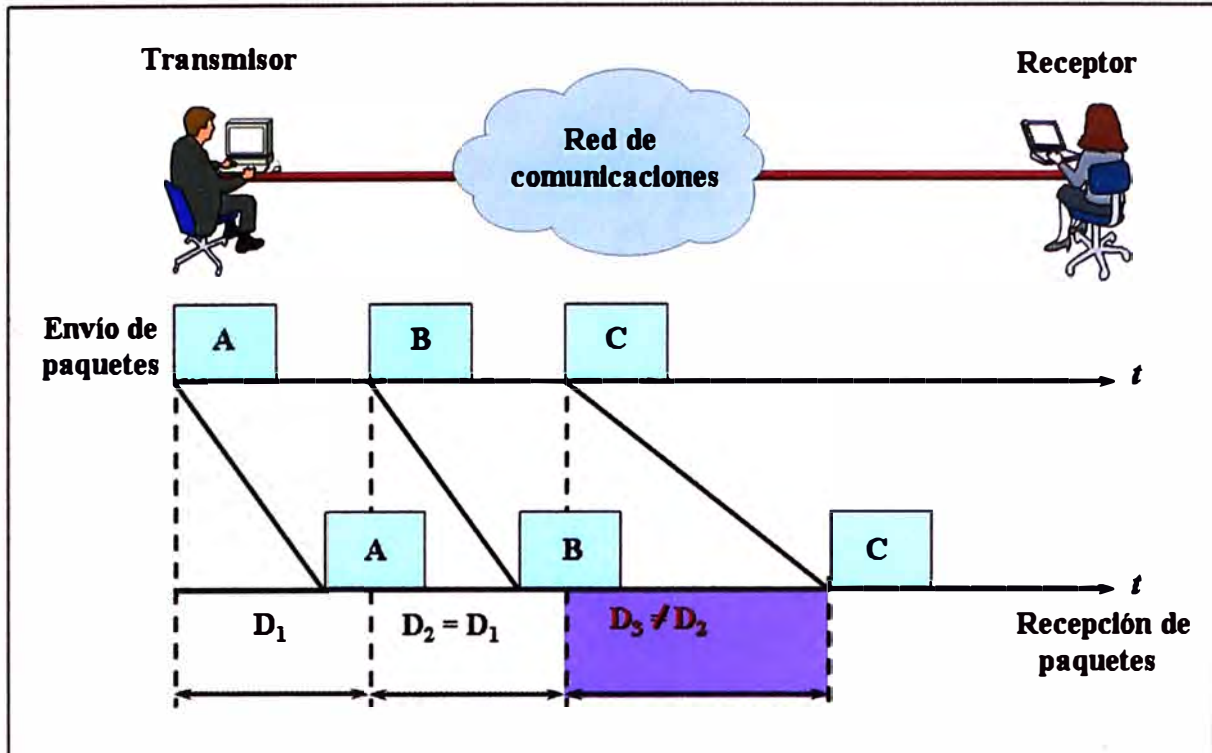


Fig. 2.15 Variación del retardo

- Pérdida de paquetes: Representa el porcentaje de paquetes transmitidos que se descartan en la red, siendo estos descartes producto de un alta tasa de error en alguno de los medios de enlace o por sobrecarga del nivel de encolamiento en una interfaz en momentos de congestión.

Hemos descrito los parámetros que afectan directamente a la calidad de la voz, en cada caso existen valores mínimos prácticos que garantizan un buen funcionamiento, con este criterio la voz tiene un retardo que debe ser menor a 150ms. En la figura 2.16 graficamos los valores estimados mínimos para diversos tipos de medios.

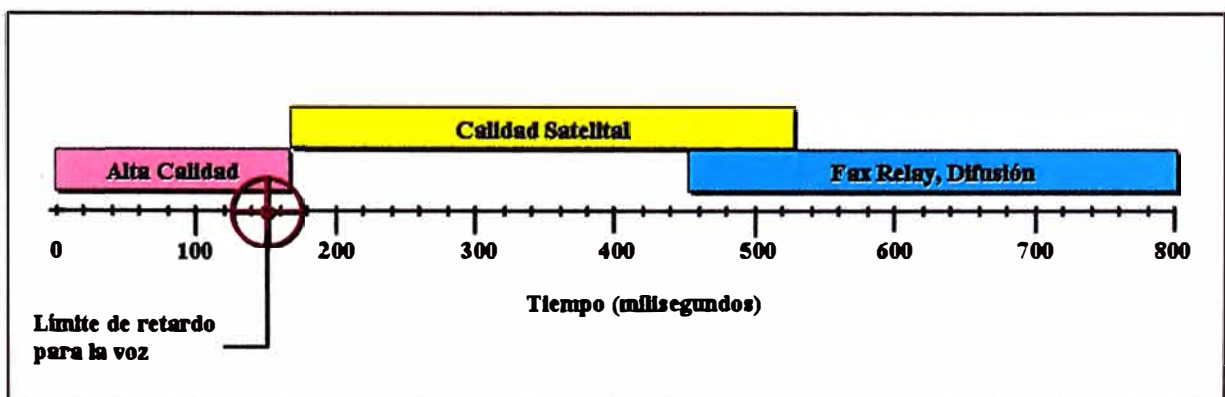


Fig. 2.16 Valores mínimos para diversos medios

Para el cumplimiento de estos requerimientos existen mecanismos de calidad de servicio que protegen la voz ante cualquier evento de congestión, el cual puede ser causado por una serie de factores, que produzcan almacenamientos de transmisión llenos y saturados.

Entre los mecanismos más usados tenemos:

- WFQ²⁹: Esta técnica es un método automatizado que provee una justa asignación de ancho de banda para todo el tráfico de la red, utilizado habitualmente para enlaces de velocidades menores a 2 Mbps. En la figura 2.17 graficamos esta técnica.

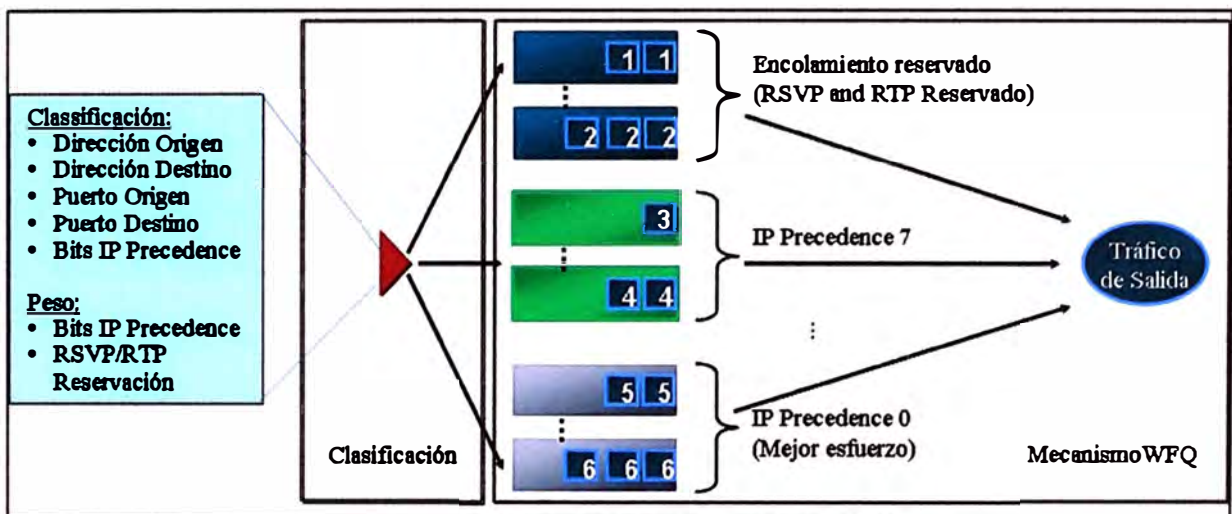


Fig. 2.17 Mecanismo de congestión WFQ

- CBWFQ³⁰: Esta técnica posee mayor escalamiento que WFQ, permitiendo la creación de clases definidas por el usuario, que permiten un mayor control sobre las colas tráfico y asignación del ancho de banda.
- LLQ³¹: Es una mezcla entre PQ³² y CBWFQ. Es actualmente el método de encolamiento recomendado para la voz sobre IP y telefonía IP. LLQ consta de colas de prioridad personalizadas basadas en clases de tráfico en conjunto con una cola de prioridad, la cual tiene preferencia absoluta sobre las otras colas. Si existe tráfico en la cola de prioridad, ésta es atendida antes que las otras colas de prioridad personalizadas. Si la cola de prioridad no está encolando paquetes, se procede a atender las otras colas según su prioridad. Adicionalmente es necesario configurar un ancho de banda límite reservado para la cola de prioridad, evitando la inanición del resto de las colas.

En la figura 2.18 y 2.19 graficamos las técnicas CBWFQ y LLQ respectivamente.

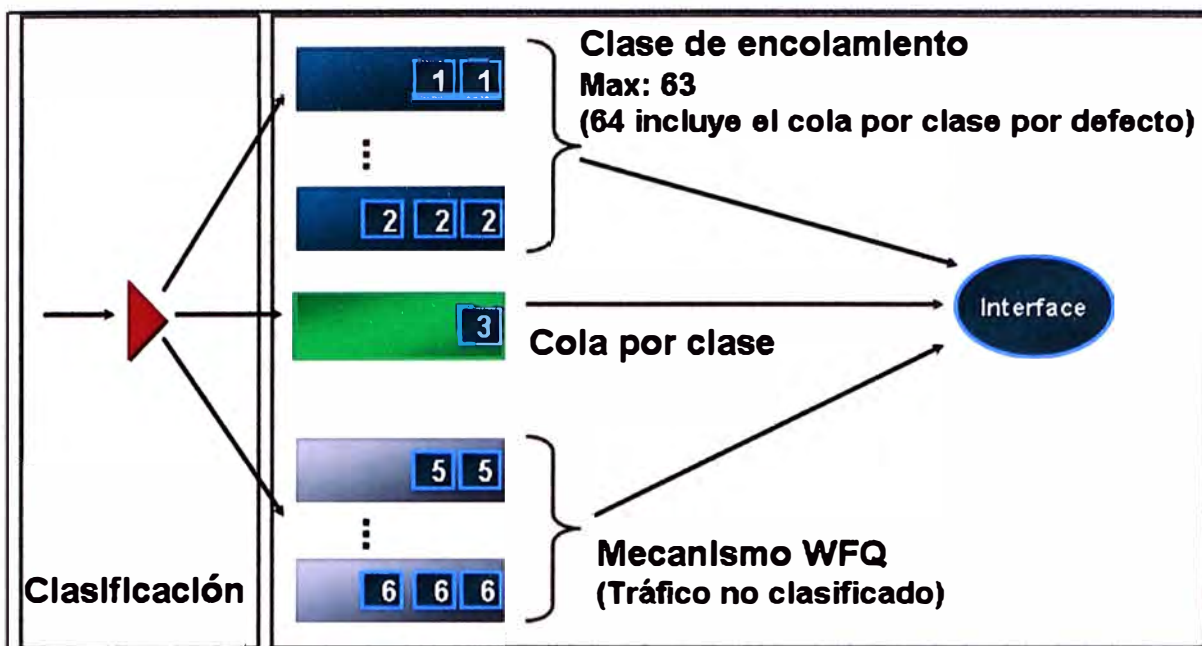


Fig. 2.18 Mecanismo de congestión CBWFQ

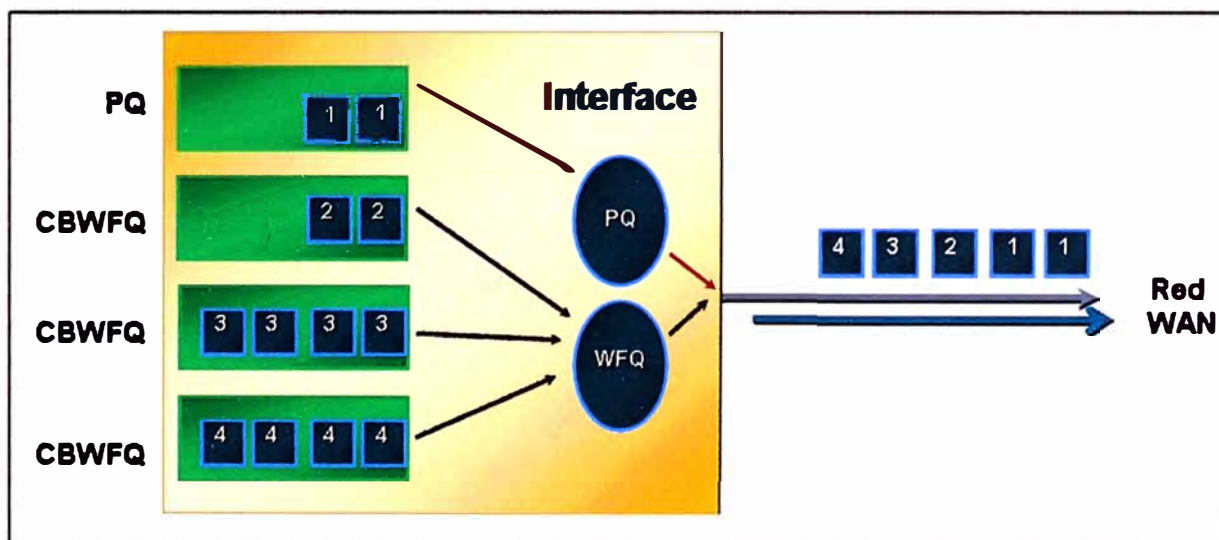


Fig. 2.19 Mecanismo de congestión LLQ

La principal fuente de esta sección es el libro “CCNP ONT Official Exam Certification Guide” de Amir S. Ranjar (ver Bibliografía).

²⁹WFQ: Es el acrónimo de Weighted Fair Queuing.

³⁰CBWFQ: Es el acrónimo de Class Based Weighted Fair Queuing.

³¹LLQ: Es el acrónimo de Low Latency Queuing.

³²PQ: Es el acrónimo de Priority Queueing.

2.3 Señalización de voz sobre IP y protocolos de control de llamadas

La señalización y control de llamadas son fundamentales para el establecimiento, monitoreo y administración de la comunicación de voz en una red IP. Estas siguen la misma estructura que una red telefónica tradicional, es decir poseen un portador para el transporte de la voz y una señalización que transporte la información de control. Bajo este esquema se han desarrollado modelos sobre IP que cumplen las funciones básicas de procesamiento de la llamada, siendo los principales: H.323, SIP, MGCP.

2.3.1 El estándar H.323

Este estándar es una recomendación de ITU-T, inicialmente diseñado para sistemas de comunicación multimedia sobre redes IP. En la versión 1 el protocolo H.323v1 se disponía de un servicio con calidad de servicio no garantizada sobre redes LAN. En la versión 2 se definió la aplicación voz sobre IP independiente de la multimedia. Una posterior versión 3 incluye el servicio de fax sobre IP, conexiones rápidas entre otros. El protocolo H.323 usa UDP/IP³³ para el transporte de la voz. La codificación de audio puede ser G.711, con una velocidad de 64 Kbps ó G.729 a 8Kbps, los cuales son las más utilizadas para las aplicaciones de voz sobre IP, con soporte del protocolo de tiempo real RTP³⁴. En la figura 2.20 graficamos la familia de protocolos que conforman el estándar H.323.

A continuación describiremos los principales campos:

- RTP/RTCP³⁵: Son protocolos de transporte en tiempo real que proporciona servicios de entrega punto a punto de datos. Estos usan UDP/IP para la identificación de carga útil, numeración secuencial y monitoreo.
- H.261, H263: Son los codec de video que propone la recomendación H.323.
- G.7XX: Son los codec de audio con recomienda H.323.
- H.245: Es el protocolo de control usado en el establecimiento y control de una llamada. Entre sus principales funciones son los de intercambio de capacidades, apertura y cierre de canales lógicos y control de flujo cuando ocurre algún tipo de problema.

³³UDP/IP: Es el acrónimo User Datagram Protocol/Internet Protocol.

³⁴RTP: Es el acrónimo de Real Time Transport Protocol.

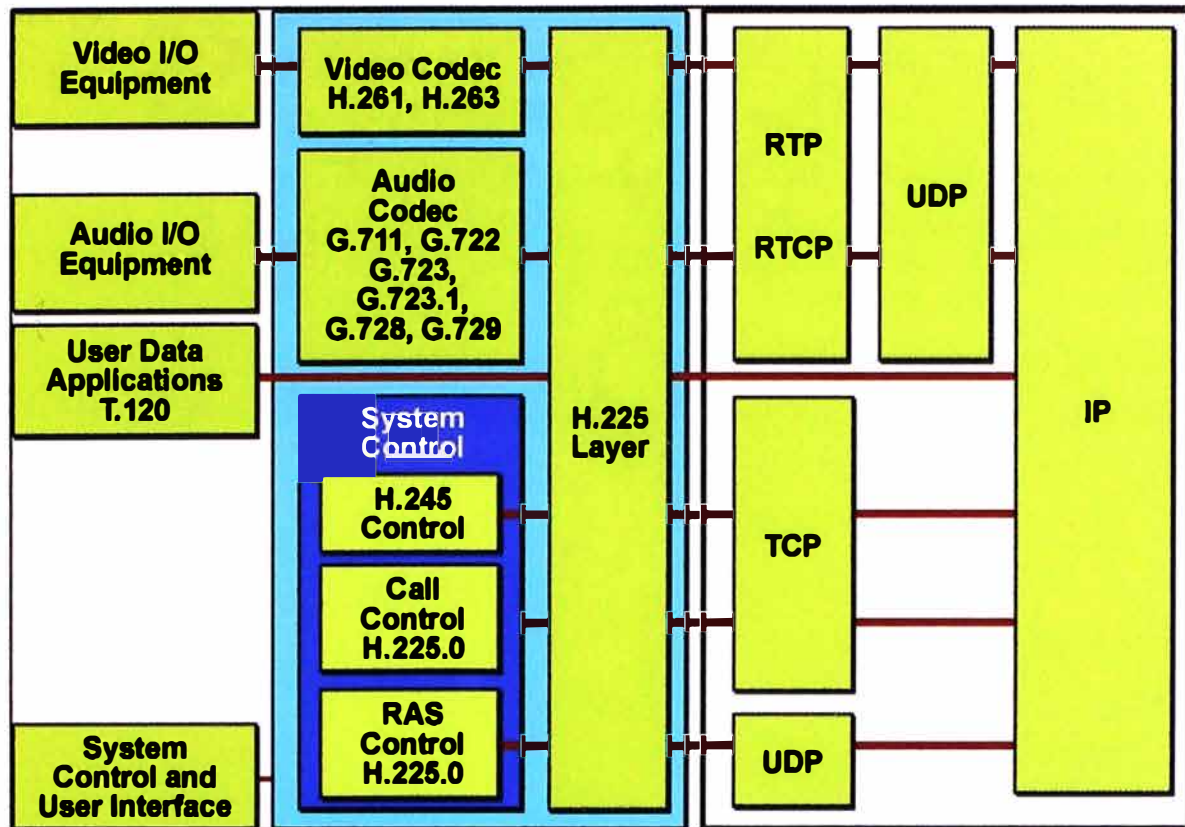


Fig. 2.20 Protocolos que conforman el estándar H.323

- H.225.0: Es el protocolo utilizado para describir la señal de la llamada, el medio (audio y video), la encapsulación de las tramas, la sincronización de las tramas y los formatos de los mensajes de control. En resumen permite establecer una conexión y una desconexión de una llamada.
- RAS³⁶: Sirve para el registro, control de admisión, control de ancho de banda, estado y desconexión de los participantes de la comunicación.
- T.120: Es un recomendación que define un conjunto de protocolos para transmisión, recepción y conferencia de datos. Este estándar abarca un conjunto de componentes, siendo los más utilizados T.124, T125 y T.126.

H.323 define un conjunto de componentes, entre los principales tenemos:

- Terminales: Un terminal H.323 es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otro terminal H.323, gateway o unidad de control multipunto (MCU).

³⁵RTCP: Es el acrónimo Real-time Transport Control Protocol.

³⁶RAS: Es el acrónimo de Registration, Admission, and Status.

- **Gateway:** Un gateway H.323 es un extremo que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales H.323 en la red IP y otros terminales o gateway en una red conmutada.
- **Gatekeeper:** Es una entidad que proporciona la traducción de direcciones y control de acceso a la red de los terminales H.323, gateway y MCU, también realiza funciones de gestión de ancho de banda y localización de los gateway.
- **Unidad de Control Multipunto:** Esta diseñada para soportar la conferencia entre tres o más terminales bajo el estándar H.323, llevando la negociación entre terminales para determinar las capacidades comunes para el proceso de audio y video, controlando la multidifusión.

En la figura 2.21 graficamos los componentes principales del estándar H.323.

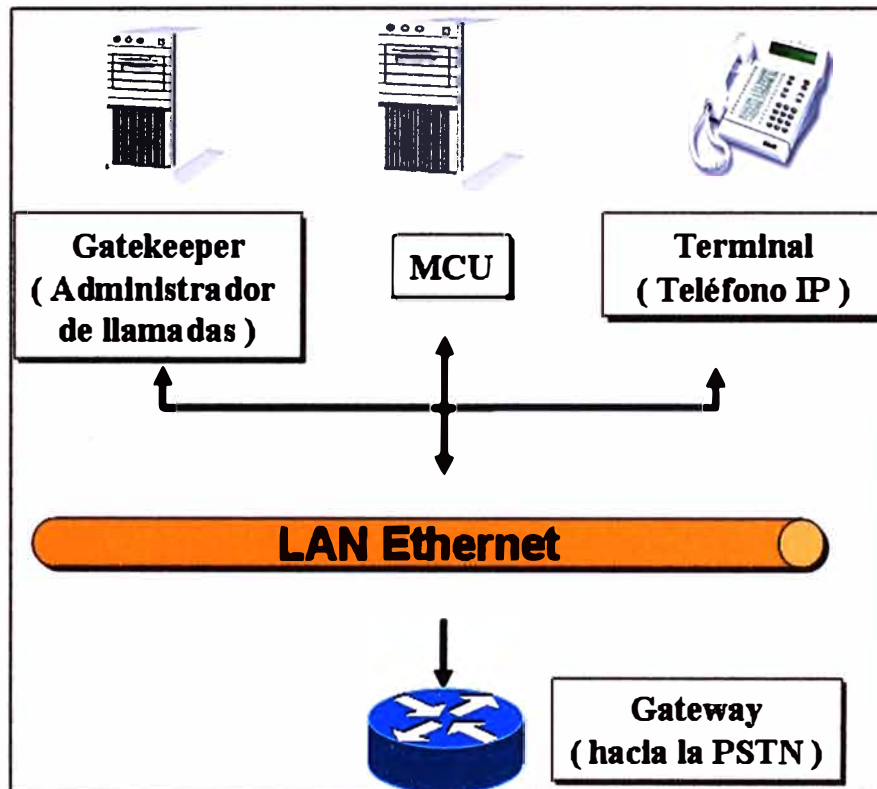


Fig. 2.21 Componentes principales del estándar H.323

Otro aspecto importante es el flujo de llamada entre dos terminales H.323, ya que se muestra el intercambio de mensajes para el establecimiento de la comunicación.

En la figura 2.22 graficamos la secuencia de flujo de llamada con el estándar H.323.

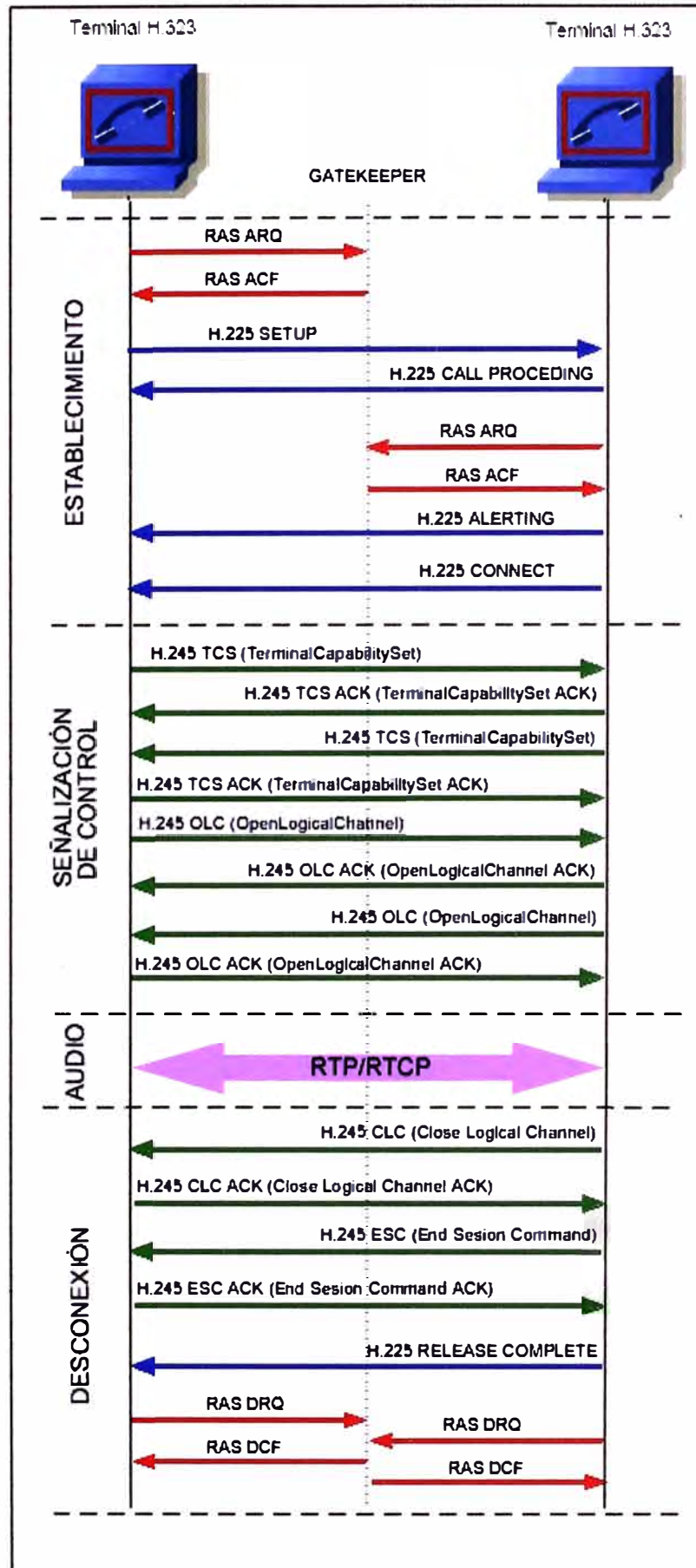


Fig. 2.22 Flujo de llamada con el estándar H.323

- **Establecimiento:** En esta fase lo primero que se observa es que uno de los terminales se registra en el gatekeeper utilizando el protocolo RAS (Registro, admisión y estado) con los mensajes ARQ³⁷ y ACF³⁸. Posteriormente utilizando el protocolo H.225 se manda un mensaje de setup para iniciar una llamada H.323. Entre la información que contiene el mensaje se encuentra la dirección IP, puerto y alias del llamante o la dirección IP y puerto del llamado. El terminal llamado contesta con un call proceeding advirtiendo del intento de establecer una llamada. En este momento el segundo terminal tiene que registrarse con el gatekeeper utilizando el protocolo RAS de manera similar al primer terminal. El mensaje alerting indica el inicio de la fase de generación de tono. Por último connect indica el comienzo de la conexión.
- **Señalización de Control:** En esta fase se abre una negociación mediante el protocolo H.245 (control de conferencia), intercambiando mensajes (petición y respuesta) entre los dos terminales para establecer quién será maestro y quién esclavo, así como las capacidades de los participantes y codecs de audio y video a utilizar. Como punto final de esta negociación se abre el canal de comunicación (direcciones IP, puerto). Los principales mensajes H.245 utilizados son:
 - TCS (TerminalCapabilitySet): Mensaje de intercambio de capacidades soportadas por los terminales que intervienen en una llamada.
 - OLC (OpenLogicalChannel): Mensaje para abrir el canal lógico de información que contiene información para permitir la recepción y codificación de los datos. Contiene la información del tipo de datos que será transportado.
- **Audio:** Los terminales inician la comunicación y el intercambio de audio (o video) mediante el protocolo RTP/RTCP.
- **Desconexión:** En esta fase cualquiera de los participantes activos en la comunicación puede iniciar el proceso de finalización de llamada mediante mensajes Close Logical Channel y End Session Command de H.245. Posteriormente utilizando H.225 se cierra la conexión con el mensaje release complete. Por último se liberan los registros con el gatekeeper utilizando mensajes del protocolo RAS.

³⁷ARQ: Es el acrónimo Admission Request.

³⁸ACF: Es el acrónimo Admission Confirm.

2.3.2 El protocolo SIP

El protocolo SIP³⁹ fue desarrollado por el IETF⁴⁰ definiendo una arquitectura de señalización y control para voz sobre IP. El propósito de SIP es la comunicación entre dispositivos multimedia. SIP hace posible esta comunicación gracias a dos protocolos que son RTP/RTCP y SDP⁴¹. El protocolo RTP se usa para transportar la voz en tiempo real, mientras que el protocolo SDP se usa para la negociación de las capacidades de los participantes tipo de codificación.

SIP fue diseñado de acuerdo al modelo de Internet. Es un protocolo de señalización extremo a extremo que implica que toda la lógica es almacenada en los dispositivos finales. El estado de la conexión es también almacenado en los dispositivos finales. El precio a pagar por esta capacidad de distribución y su gran escalabilidad es una sobrecarga en la cabecera de los mensajes SIP, producto de tener que mandar toda la información entre los dispositivos finales.

SIP es un protocolo de señalización a nivel de aplicación para establecimiento y gestión de sesiones con múltiples participantes. Se basa en mensajes de petición y respuesta y reutiliza muchos conceptos de estándares anteriores como HTTP⁴² y SMTP⁴³.

SIP soporta funcionalidades para el establecimiento y finalización de las sesiones multimedia: localización, disponibilidad, utilización de recursos, y características de negociación. Para implementar estas funcionalidades, existen varios componentes distintos en SIP, entre los principales tenemos:

- **Agentes de usuario (UA):** Consistente en dos partes distintas, el agente de usuario cliente (UAC) y el agente de usuario servidor (UAS). Un UAC es una entidad lógica que genera peticiones SIP y recibe respuestas a esas peticiones. Un UAS es una entidad lógica que genera respuestas a las peticiones SIP. Ambos se encuentran en todos los agentes de usuario, así permiten la comunicación entre diferentes agentes mediante comunicaciones de tipo cliente-servidor.

³⁹SIP: Es el acrónimo de Session Intitation Protocol.

⁴⁰IETF: Es el acrónimo de Internet Engineering Task Force.

⁴¹SDP: Es el acrónimo de Session Description Protocol.

⁴²HTTP: Es el acrónimo de Hypertext Transfer Protocol.

⁴³SMTP: Es el acrónimo de Simple Mail Transfer Protocol.

- **Servidor SIP:** Los servidores SIP pueden ser de tres tipos:

Servidor Proxy: Estos retransmiten solicitudes y deciden a qué otro servidor debe solicitar, alterando los campos de la solicitud en caso necesario. Es una entidad intermedia que actúa como cliente y servidor con el propósito de establecer llamadas entre los usuarios. Este servidor tiene una funcionalidad semejante a la de un proxy HTTP que tiene una tarea de encaminar las peticiones.

Servidor de registro: Es un servidor que acepta peticiones de registro de los usuarios y guarda la información de estas peticiones para suministrar un servicio de localización y traducción de direcciones en el dominio que controla.

Servidor de redirección: Es un servidor que genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe. Este servidor reencamina las peticiones hacia el próximo servidor.

En la figura 2.23 graficamos los componentes del protocolo SIP.

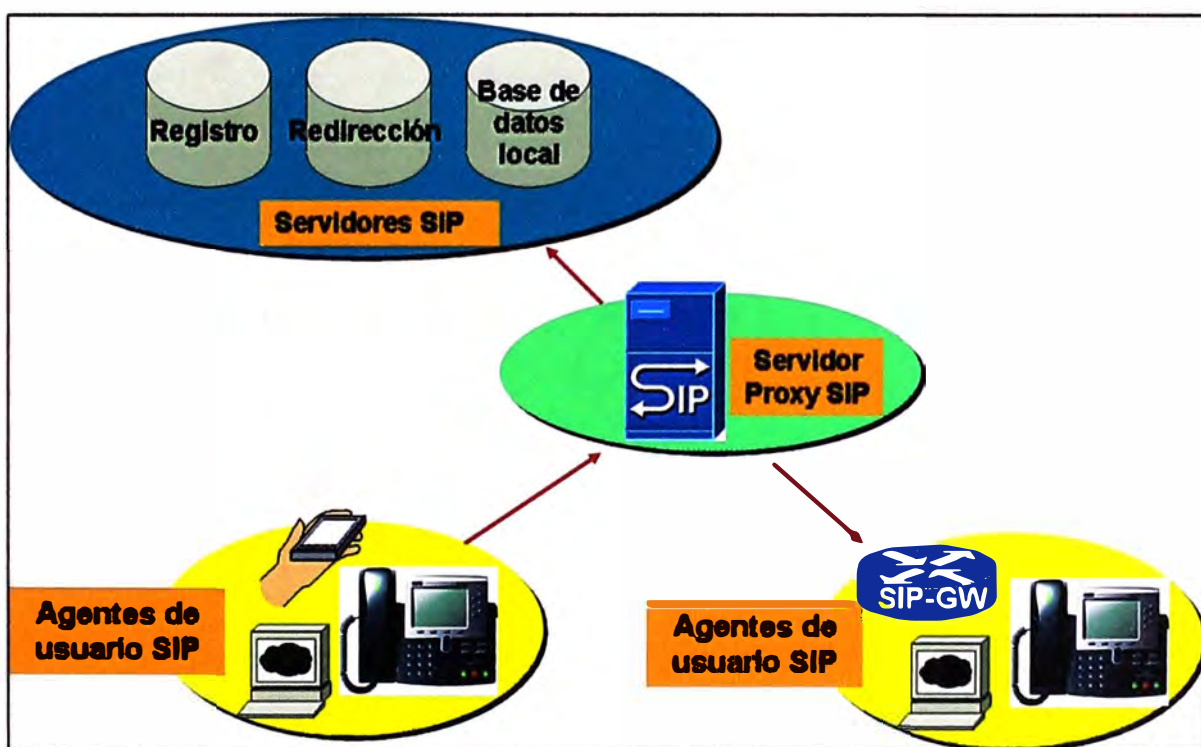


Fig. 2.23 Componentes del protocolo SIP

La división de estos servidores es conceptual, cualquiera de ellos puede estar físicamente en una única máquina, la división de éstos puede ser por motivos de escalabilidad y rendimiento. Seguidamente describimos el flujo de llamada para el protocolo SIP

En la figura 2.24 graficamos el flujo de llamada con el protocolo SIP.

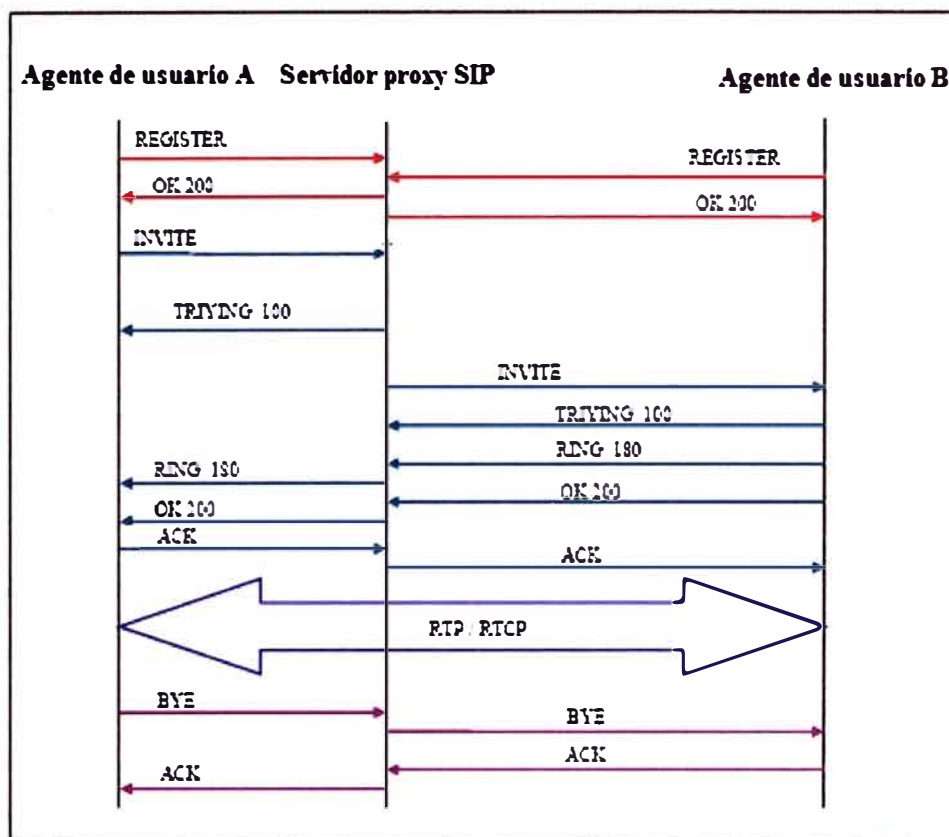


Fig. 2.24 Flujo de llamada con el protocolo SIP

Las dos primeras transacciones corresponden al registro de los agentes de usuarios A y B. Estos agentes deben registrarse para poder ser encontrados por otros agentes. En este caso, los terminales envían una petición register. En este caso el servidor proxy, actúa como register, consultando si el usuario puede ser autenticado y enviando un mensaje de OK en caso sea positivo.

La siguiente transacción corresponde a un establecimiento de sesión. Esta sesión consiste en una petición invite del usuario al proxy. Inmediatamente, el proxy envía un trying 100 para parar las retransmisiones y reenvía la petición al agente de usuario B. El usuario B envía un Ringing 180 cuando el teléfono empieza a sonar y también es reenviado por el proxy hacia el agente de usuario A. Por ultimo, el OK 200 corresponde a aceptar la llamada (el usuario B descuelga).

En este momento la llamada está establecida, y pasa a funcionar el protocolo de transporte RTP con los parámetros (puertos, direcciones, codecs, etc.) establecidos en la negociación mediante el protocolo SDP.

La última transacción corresponde a una finalización de sesión. Esta finalización se lleva a cabo con una única petición bye enviada al proxy, y posteriormente reenviada al agente de usuario B. Este usuario contesta con un OK 200 para confirmar que se ha recibido el mensaje final correctamente.

2.3.3 El protocolo MGCP

MGCP⁴⁴ es un protocolo interno de voz sobre IP, cuya arquitectura se diferencia del resto de los protocolos por ser del tipo cliente - servidor. MGCP está definido informalmente en la RFC3435, y aunque no ostenta el rango de estándar, su sucesor, Megaco está aceptado y definido como una recomendación en la RFC3015⁴⁵. Este protocolo está compuesto de las siguientes partes:

- Puntos terminales: Representa el punto de interconexión entre la red de paquetes y la red de telefonía tradicional. Estos terminales pueden ser físicos o lógicos.
- Gateway: También denominado MG (media gateway), es una agrupación de puntos terminales, estos maniobran la traslación de audio entre la red conmutada de circuitos y la red de paquetes.
- Agente de llamada: También denominado MGC (controlador de medios gateway), el cual ejerce control sobre la operación del gateway y sus puntos terminales asociados.

Un gateway tradicional, cumple con la función de ofrecer conectividad y traducción entre dos redes diferentes e incompatibles como lo son las de conmutación de paquetes y las de conmutación de circuitos. En esta función, el gateway realiza la conversión del flujo de datos, y la conversión de la señalización de manera bidireccional.

MGCP separa conceptualmente estas funciones, por lo tanto, la conversión del contenido multimedia es realizada por el MG y el control de la señalización del lado IP es realizada por el MGC. MGCP introduce esta división en los roles con la intención de aliviar a la entidad encargada de transformar el audio para ambos lados, las tareas de señalización, concentrando en el MGC el procesamiento de la señalización. En la figura 2.25 graficamos los componentes del protocolo MGCP.

⁴⁴MGCP: Es el acrónimo de Media Gateway Control Protocol.

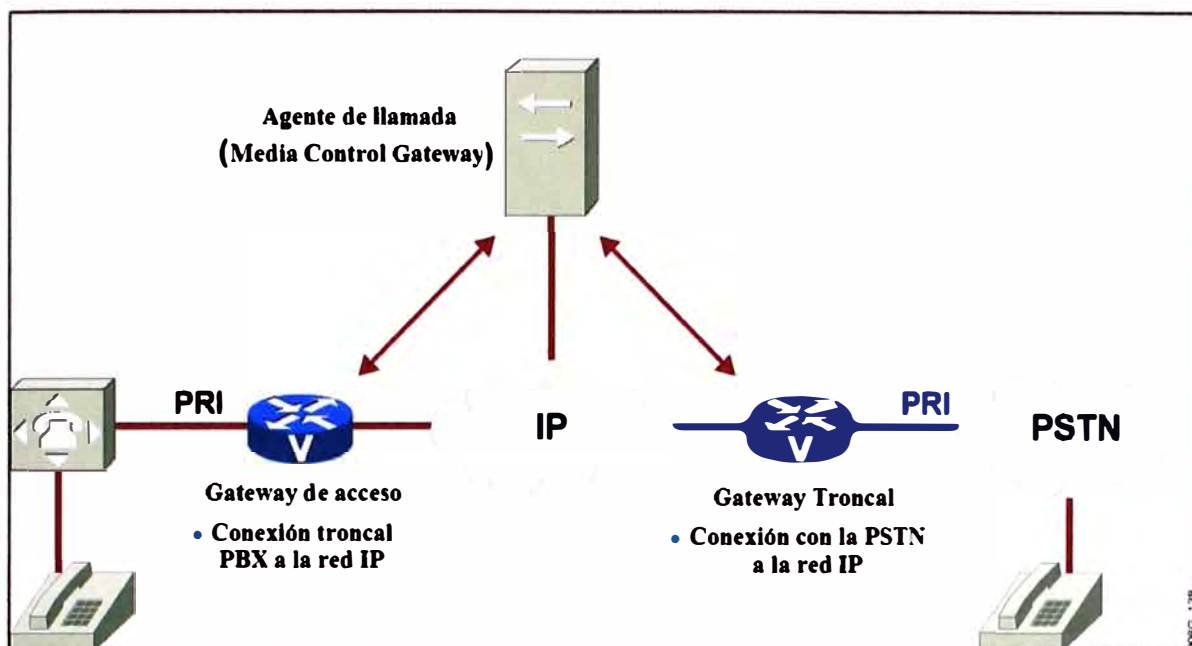


Fig. 2.25 Componentes del protocolo MGCP

A continuación describimos la secuencia de flujo de llamada con el protocolo MGCP. En la figura 2.26 graficamos el flujo de llamada con el protocolo MGCP.

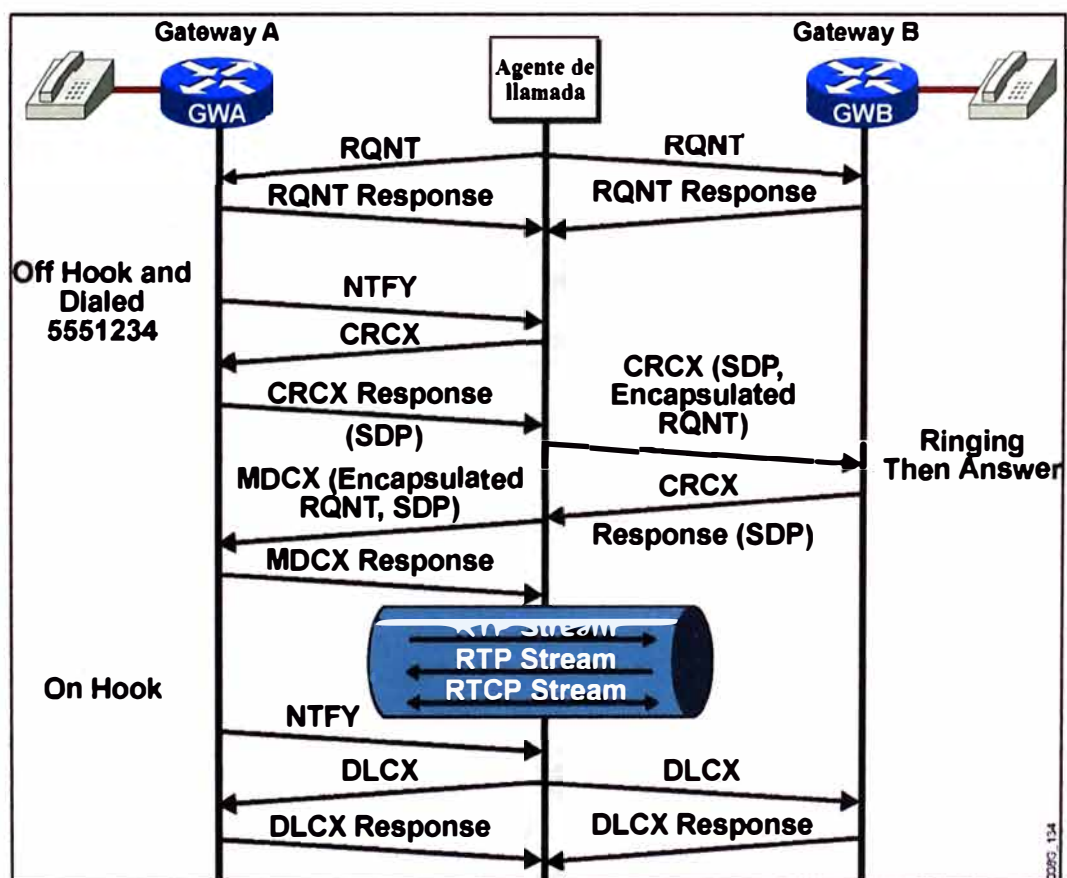


Fig. 2.26 Flujo de llamada con el protocolo MGCP

- El agente de llamada (MCG) envía una notificación de requerimiento (RQNT⁴⁶) a cada gateway.
- El gateway responde al requerimiento.
- El usuario en el gateway A descuelga el auricular (off hook). El agente de llamadas instruye al gateway a enviar el tono de marcación. Debido a que el gateway contiene un mapeo de dígitos, este inicia la alineación de los dígitos marcados con los dígitos de mapeo configurados. En este caso asumiremos que los dígitos marcados se alinean al mapeo del gateway.
- El gateway A envía una notificación (NTFY⁴⁷) al agente de llamada para indicarle el evento de requerimiento observado. El mensaje de notificación contiene la identificación del punto terminal, el evento y los dígitos marcados.
- Luego de confirmar que la llamada es posible basado en los dígitos marcados, el agente instruye al gateway A a crear una conexión (CRCX⁴⁸) con el punto terminal.
- El gateway responde con un SDP y está habilitado para establecer una conexión. El SDP contiene la dirección IP y el puerto UDP para su uso, en un posible establecimiento de sesión RTP.
- El agente de llamada prepara y envía un requerimiento de conexión al gateway B. En el requerimiento, el agente de llamada envía el SDP obtenido del gateway A.
- El gateway B responde el requerimiento con su SDP.
- El agente de llamada retransmite el SDP del gateway A en un requerimiento de conexión modificado (MDCX⁴⁹). Ahora el gateway A y el gateway B tienen el requerimiento SDP para establecer la sesión RTP.
- Para el término de la comunicación, uno de los puntos terminales debe reconocer un estado de colgado (on-hook). En nuestro ejemplo, el usuario del gateway A cuelga la llamada y este a su vez notifica al agente de llamada (NTFY).
- El agente de llamada envía el requerimiento de desconexión (DLCX⁵⁰) a cada gateway.
- El gateway desconecta la conexión y confirma al agente con una respuesta DLCX.

⁴⁵RFC: Es el acrónimo de Request For Comments.

⁴⁶RQNT, ⁴⁷NTFY, ⁴⁸CRCX, ⁴⁹MDCX, ⁵⁰DLCX: Son mensajes de control de notificación, información, creación, modificación y borrado de entre el agente de llamada los puntos terminales.

2.4 Telefonía IP

La telefonía IP es un servicio aplicado de la tecnología de voz sobre IP. Para iniciar su estudio nos basamos en un modelo de referencia que divide en capas las principales funciones, con lo cual se logra independencia y flexibilidad para el desarrollo de las infraestructuras de voz. En la figura 2.27 mostramos el modelo de referencia de infraestructura de voz.



Fig. 2.27 Modelo de infraestructura de voz

A continuación describimos las capas de acuerdo al gráfico mostrado.

- **Capa de infraestructura:** La infraestructura transporta los datos entre los dispositivos de red y las aplicaciones. Esta conformado por routers, conmutadores y enrutadores de voz, entre otros.
- **Capa de procesamiento de llamada:** Procesa y controla el establecimiento de la llamada. Esta capa es físicamente independiente de la infraestructura.
- **Capa de aplicaciones:** Son desarrollos que dan valor agregado a la telefonía IP. Esta capa son físicamente independientes del procesamiento de llamadas y la infraestructura.
- **Capa Cliente:** Esta capa hace posible que las aplicaciones pueden ser accedidos por los usuarios.

La arquitectura de telefonía IP tuvo su evolución en base a diversos esquemas cuyo fin era la convergencia de los servicios de voz y datos. A continuación describimos los esquemas mencionados.

Arquitectura tradicional: Es el modelo original con infraestructuras separadas para voz y datos. En la figura 2.28 mostramos este modelo.

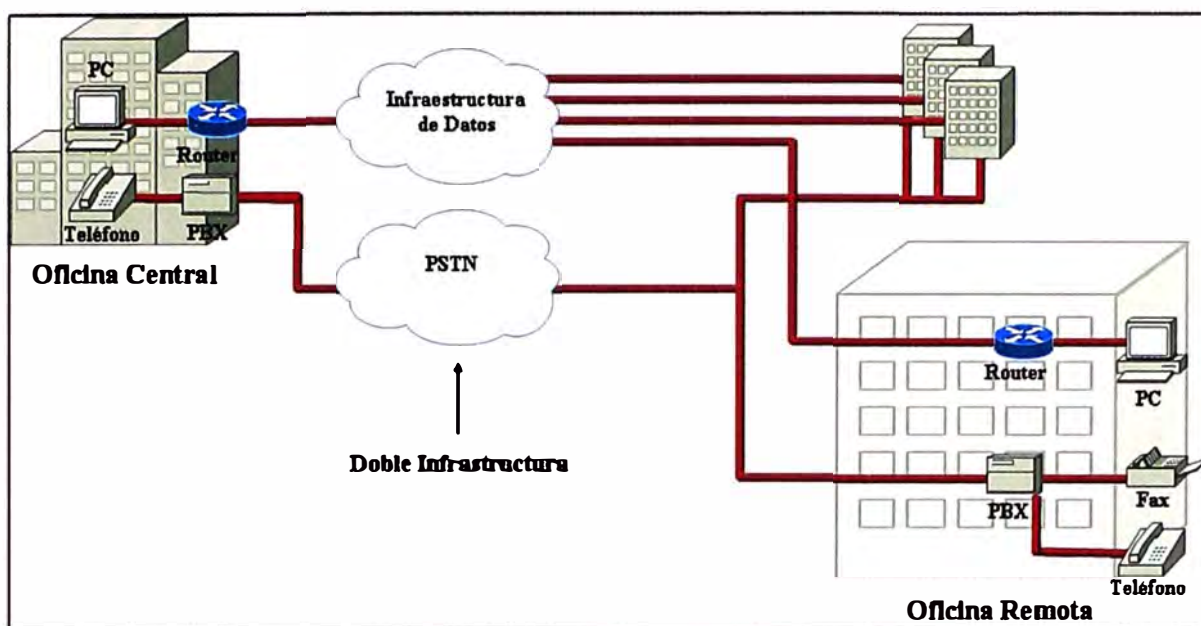


Fig. 2.28 Arquitectura tradicional de voz y datos

- **Arquitectura híbrida:** Comúnmente denominado toll bypass. En este modelo observamos el movimiento de las líneas de voz y la habilitación de tráfico sobre el enlace WAN a través del ruteador de voz. Es el inicio de la utilización de ruteadores de voz como punto de convergencia entre la telefonía tradicional (PBX, teléfonos análogos) y la red de paquetes IP. En la figura 2.29 mostramos este modelo.
- **Arquitectura integrada:** Estos dos escenarios anteriores abren paso al objetivo final, una arquitectura de telefonía IP integral, en la cual la convergencia de voz y datos en una única infraestructura de red conlleva al reemplazo de los sistemas de voz tradicionales. En la figura 2.30 mostramos este modelo.

La descripción del modelo de infraestructura de voz se basa en el libro “Designing Cisco Network Service Architectures (ARCH) v1.1”, de Jhonathan Davison (ver Bibliografía).

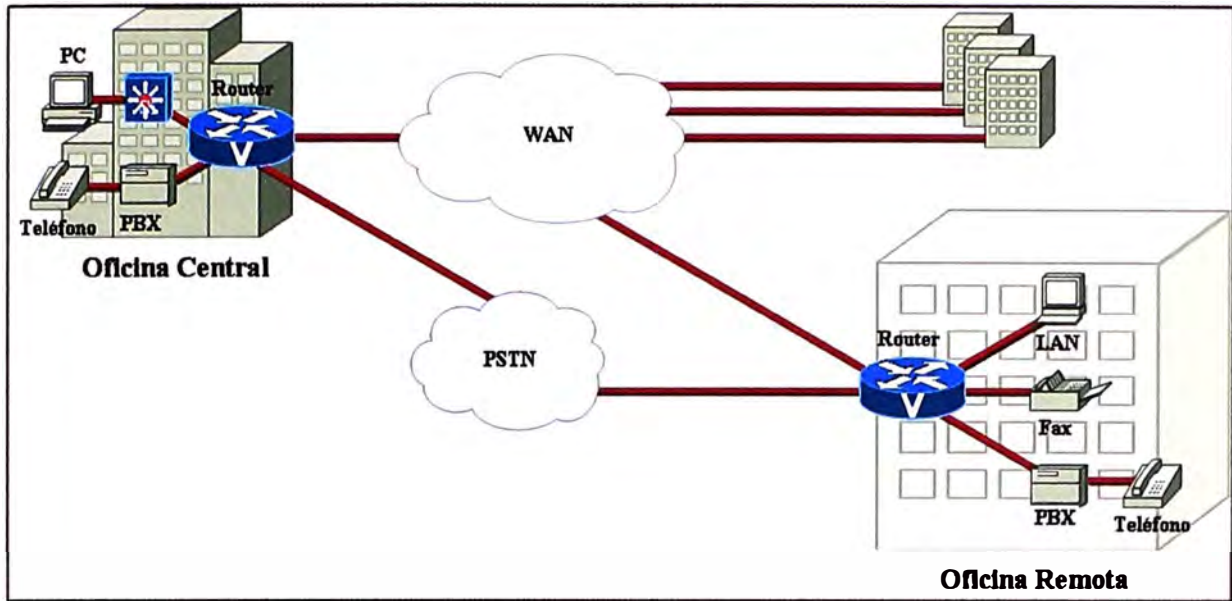


Fig. 2.29 Arquitectura híbrida de voz y datos

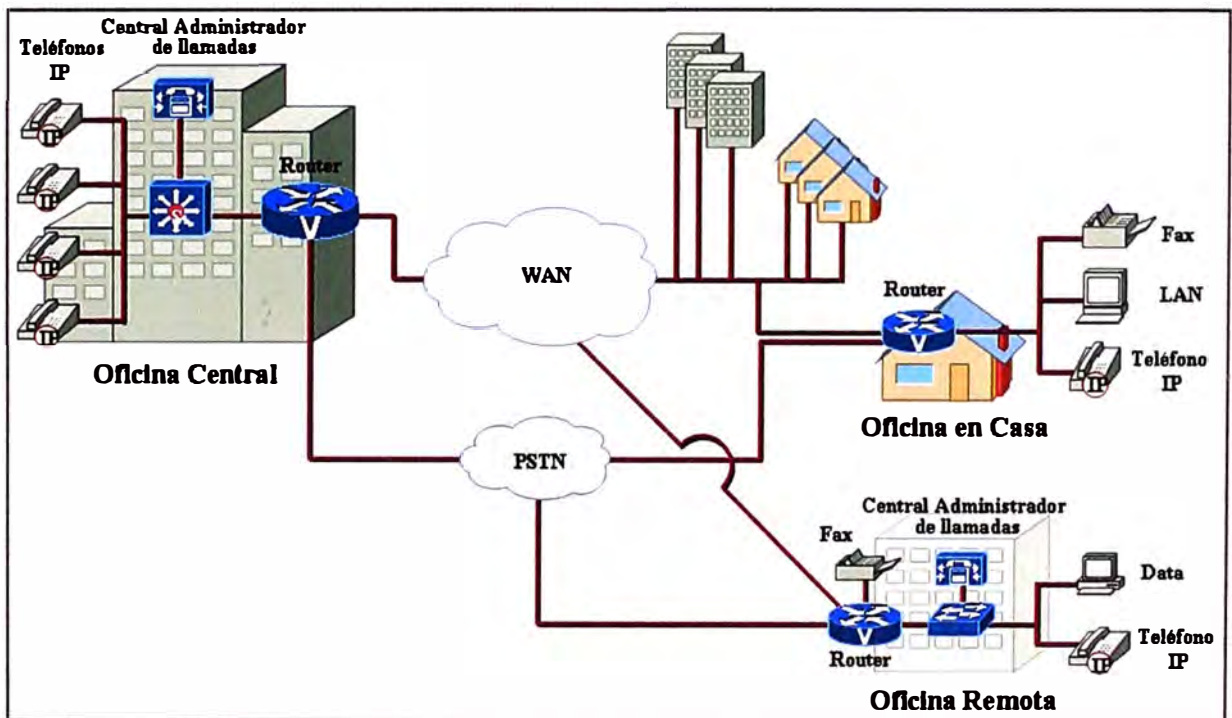


Fig. 2.30 Arquitectura integrada de voz y datos

2.4.1. Componentes de la telefonía IP

En base al modelo de referencia de la figura 2.27 iniciamos la descripción de los principales componentes de este esquema, abarcando los conceptos claves para el desarrollo de la solución de telefonía IP.

2.4.1.1 Infraestructura de red

La infraestructura de red juega un papel importante en las redes multiservicio. La integración de voz y datos implica cumplir con una serie de requerimientos que garanticen un servicio de telefonía IP confiable.

Como base, las redes deben seguir un modelo que asegure la flexibilidad necesaria para la implementación de servicios adicionales, en la actualidad el modelo de red más usado es el de 3 capas. En la figura 2.31 graficamos el modelo de red en capas.

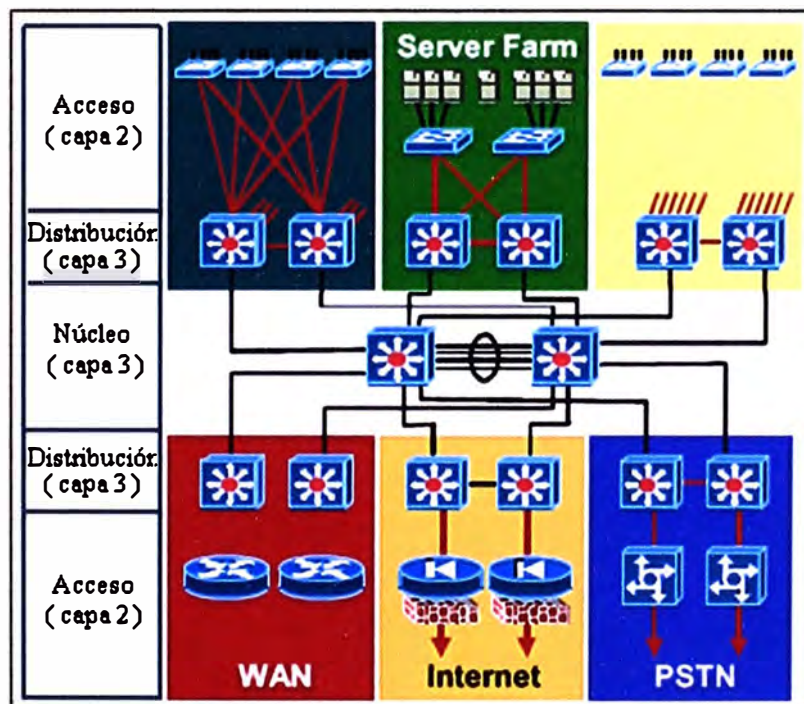


Fig. 2.31 Modelo de red en capas

A continuación describimos las capas mostradas en el gráfico:

- Capa de Acceso: En esta capa se ubican equipos que proveen funciones de capa 2 (modelo OSI⁵¹), este incluye bloque de servidores y dispositivos de usuario final.

- Capa de Distribución: Esta capa comprende equipos que proveen funciones de capa 3 (modelo OSI), aquí se encuentran equipos multicapa⁵² con características de ruteo.
- Capa Núcleo: Esta capa por lo general funciona como camino principal. La función principal es conmutar la información lo más rápido posible así como de maniobrar el mayor volumen de tráfico de la información.

Esta es una consideración básica a tomar en cuenta, pero no es la única, como mencionamos anteriormente, existe toda una serie de requisitos necesarios para este nuevo servicio de telefonía IP, entre las cuales podemos mencionar:

- Segmentación de red (VLAN⁵³)
- Implementación de calidad de servicio a nivel LAN y WAN
- Servicios de DHCP⁵⁴ y TFTP⁵⁵ para los teléfonos IP

Como concepto las VLAN son segmentaciones lógicas en dominios de difusión, permitiendo agrupar servicios comunes o aplicaciones críticas. Estas VLAN deben ser transportados entre conmutadores, para esto se utiliza protocolos que se configuran en un enlace punto a punto denominado troncal⁵⁶. Estos protocolos pueden ser: 802.1Q⁵⁷ y ISL⁵⁸, siendo el protocolo 802.1Q el más utilizado ya que es un estándar (en el caso de ISL es propietario de Cisco). Este protocolo inserta un campo de 4 byte dentro del formato 802.3⁵⁹ Ethernet, y recalcula el campo FCS⁶⁰. Los 4 byte está compuesto de 2 campos de 2 byte cada uno. El primer campo es el denominado TPID⁶¹ y el segundo TCI⁶². Dentro del campo TCI, existen 3 bits que indican prioridad de la trama. Estos bits son los más significativos y son conocidos como IEEE 802.1P⁶³ o también llamado CoS⁶⁴. El fin de implementar VLAN con 802.1Q/P, es la de segmentar la voz de cualquier otro tipo de tráfico y poder maniobrar la prioridad, seguridad y otros mecanismos que garanticen la calidad de la voz. En la figura 2.32 graficamos el formato 802.1Q/P

⁵¹OSI: Es el acrónimo de Open System Interconnection.

⁵²Multicapa: Este término se utiliza para indicar funciones de múltiples capas de OSI.

⁵³VLAN: Es el acrónimo de Virtual Lan Area Network.

⁵⁴DHCP: Es el acrónimo de Dynamic Host Configuration Protocol.

⁵⁵TFTP: Es el acrónimo de Trivial File Transfer Protocol.

⁵⁶Troncal: Es el término usado para enlaces que transportan formatos 802.1Q.

⁵⁷802.1Q: Es el protocolo que encapsula las tramas insertando la información de vlan.

⁵⁸ISL: Es el acrónimo de Inter Switch Link.

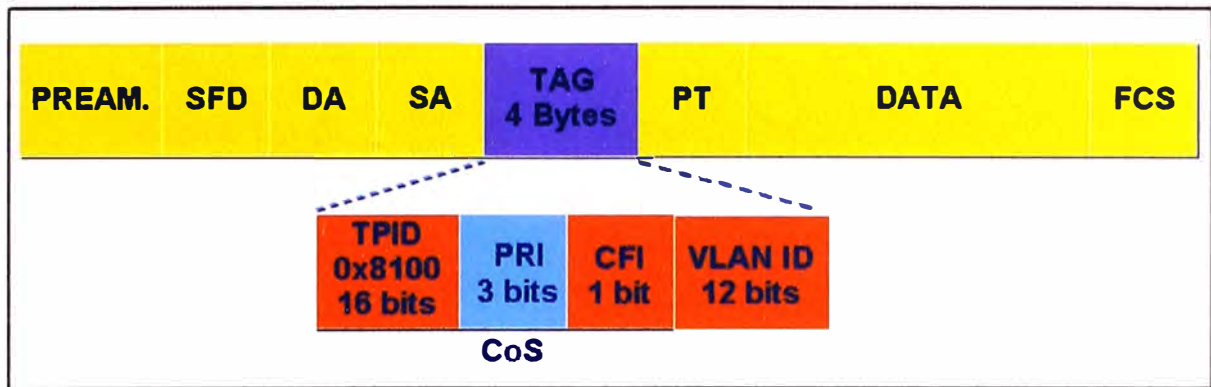


Fig. 2.32 Formato 802.1Q/P

La utilización de mecanismos de calidad de servicio asegura la calidad de voz, ante alteraciones y problemas de red. Estos deben ser implementados dentro de la infraestructura de red, tanto a nivel LAN como WAN. A nivel LAN, van de la mano con la implementación de la VLAN de voz, dado que esto permite priorizar los paquetes identificados con una etiqueta. A nivel WAN, va de la mano de los servicios arrendados y de la priorización que se realiza en los paquetes IP. En este caso, los paquetes IPv4 tiene un campo denominado ToS⁶⁵ de 1 byte, de los cuales, los 3 bits mas significativos son los llamados bits de IP Precedence. Adicionalmente, existe una redefinición del campo ToS, es base al esquema de servicios diferenciados, definiendo los 6 bits más significativos como bits DSCP⁶⁶, el cual proporciona mucha mayor flexibilidad y capacidad para los nuevos mecanismos de calidad de servicio. En la figura 2.33 graficamos los bits de IP Precedence y DSCP en el formato IPv4

DSCP es compatible con IP Precedence. Los valores DSCP se definen en 4 PHB⁶⁷:

- **Class selector PHB:** Este valor fija los 3 bits menos significativos del campo DSCP a 000, por lo cual proporciona compatibilidad con los bits del IP Precedence.

⁵⁹802.3: Es el estándar definido para formato Ethernet.

⁶⁰FCS: Es el acrónimo de Frame Check Sequence.

⁶¹TPID: Es el acrónimo de Tag Protocol Identifier.

⁶²TCI: Es el acrónimo de Tag Control Information.

⁶³802.1P: Es un estándar que describe el mecanismo de priorización en capa 2.

⁶⁴CoS: Es el acrónimo de Class of Service.

⁶⁵ToS: Es el acrónimo de Type of Service.

⁶⁶DSCP: Es el acrónimo de Differentiated Services Code Point.

⁶⁷PHB: Es el acrónimo de Per-Hop Behavior.

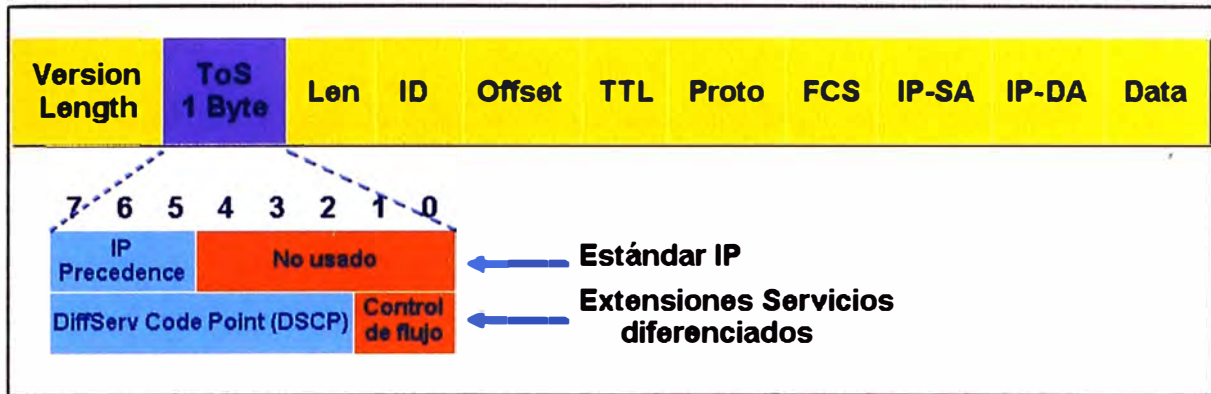


Fig. 2.33 Bits de IP Precedence y DSCP en el formato IPv4

- Assured forwarding (AF) PHB: Este valor fija los 3 bits más significativos del campo DSCP a 001, 010, 011 o 100, (también denominado AF1, AF2, AF3 y AF4). Este es usado para garantizar servicio de ancho de banda.
- Expedited Forwarding (EF) PHB: Este valor fija los 3 bits más significativos del campo DSCP a 101, (el campo DSCP es fijado en 101110, 46 en decimal). Este es usado para proporcionar bajo servicio de retraso.

En la figura 2.34 graficamos los valores de DSCP en el paquete IP.

6 bits DSCP						Valores
-	-	-	0	0	0	} Class Selector PHB
0	0	0	-	-	0	
0	0	1	-	-	0	} Assured Forwarding (AF) PHB
0	1	0	-	-	0	
0	1	1	-	-	0	
1	0	0	-	-	0	} Expedited Forwarding (EF) PHB
1	0	1	1	1	0	

Fig. 2.34 Valores de los bits DSCP en el paquete IP

Los servicios de DHCP y TFTP son componentes adicionales para las funciones de los teléfonos IP y demás aplicaciones que requieran parámetros de conectividad.

La descripción de la calidad de servicio es un extracto del libro “CCNP ONT Official Exam Certification Guide”, de Amir S. Ranjar (ver Bibliografía).

2.4.1.2 Procesamiento de llamada

El procesamiento de llamada es realizado por el administrador de llamadas, que es el componente principal de la solución de telefonía IP. El administrador de llamadas maniobra los requerimientos de procesamiento de llamada de los clientes en una red de telefonía IP. Entre los principales servicios y funciones que proporciona tenemos:

- **Procesamiento de llamadas:** El administrador de llamadas desempeña enrutamiento, señalización y seguimiento de llamadas.
- **Administración del plan de marcación:** El administrador de llamadas actúa como agente de llamadas para el gateway MGCP y teléfonos; por consiguiente el plan de marcación es administrado e implementado en el administrador, y los terminales registrados no necesitan tener esta información o capacidad.
- **Señalización y control de dispositivo:** Actúa como un agente de llamadas para gateway MGCP y teléfonos, el administrador de llamadas realiza señalización para estos dispositivos y un control total sobre su configuración.
- **Administración de las características del teléfono:** Los archivos de configuración de los teléfonos IP son almacenados en la plataforma del administrador de llamadas.
- **Servicios y directorios XML:** Puede existir servicios de directorio que estén habilitados en el administrador de llamadas, por lo cual los teléfonos IP pueden realizar búsquedas de los directorios habilitados.
- **Aplicaciones externas:** Existe una serie de programas de aplicación de interfase (API) para que el software de aplicación pueda ser desarrollada para trabajar y comunicarse con el administrador de llamadas. Ejemplo: software IP Comunicator, IVR⁶⁸, IPCC⁶⁹ entre otros.

Existe una variedad de productos de acuerdo a cada fabricante, en nuestro caso la solución utilizada consta de un software administrador de llamadas que se ejecuta en un sistema operativo Microsoft Windows 2000/2003 Server. Este software es instalado en un servidor denominado Media Convergence Server (MCS). La selección de la plataforma de hardware depende del tamaño de la red en la cual va ser implementado, incluyendo los requerimientos de alta disponibilidad y rendimiento.

⁶⁸IVR: Es el acrónimo de Interactive Voice Response.

⁶⁹IPCC: Es el acrónimo de Cisco IP Contact Center.

En la tabla 2.3 mostramos las diversas plataformas de hardware que pueden albergar al software administrador de llamadas, asimismo se indica el máximo número de dispositivos terminales que soporta.

TABLA N° 2.3 Cuadro de plataforma de hardware del administrador de llamadas

Plataforma de servidor	Número máximo de dispositivos por servidor
MCS -7845	7500
MCS -7835	2500
MCS -7825	1000
MCS -7815	300

El cuadro mostrado se basa en información de las especificaciones técnicas del fabricante Cisco System.

Los servidores pueden asociarse para formar grupos, con el fin de soportar más dispositivos terminales. En esta estructura existen dos clasificaciones para los servidores:

- Servidor editor: Este servidor tiene la base de datos de lectura y escritura (Microsoft SQL⁷⁰) que almacena la información de configuración del administrador de llamadas. En un grupo solo puede existir un servidor editor.
- Servidor suscriptor: Este servidor tiene una base de datos de solo lectura. Estos actualizan su información del servidor editor. En un grupo pueden existir varios servidores suscriptores.

Durante una operación normal, cuando el servidor editor esta operativo, la base de datos suscriptor no es usado. Si el servidor editor no esta operativo, no se puede actualizar información tales como adherir nuevos dispositivos, cambios de usuario y otras características que requieran grabar en la base de datos. Sin embargo, el teléfono IP y otros dispositivos continúan funcionando normalmente.

En la figura 2.35 graficamos los esquemas de operación de los servidores editor y suscriptor durante el proceso de escritura, lectura y replicación.

⁷⁰SQL: Es el acrónimo de Structured Query Language.

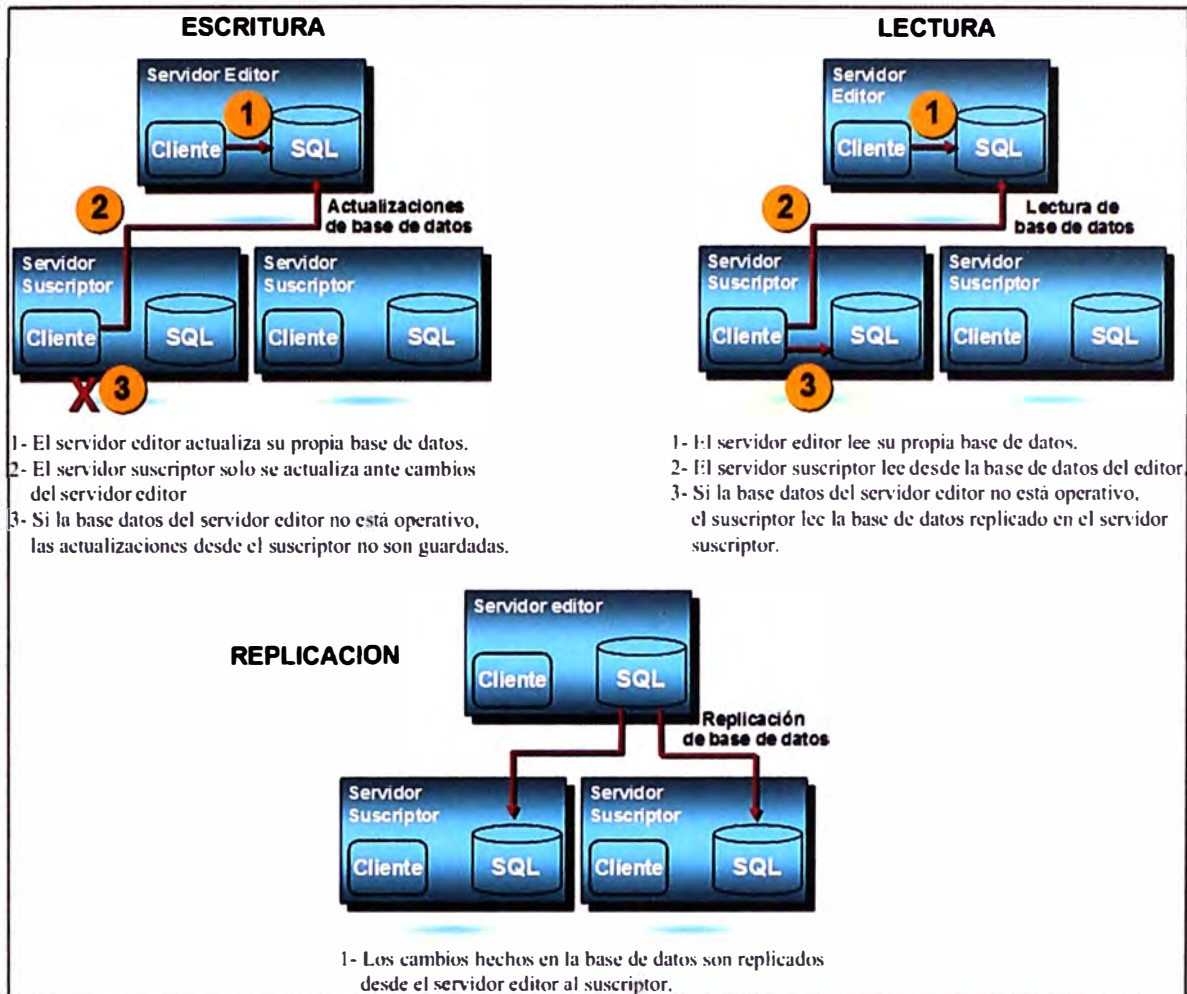


Fig. 2.35 Proceso de operación de los servidores editor y suscriptor

Conociendo la operación del administrador de llamadas, sus principales funciones y esquemas de operación podemos describir el flujo básico de establecimiento de la llamada, en ella participan sus componentes y mecanismos de señalización. En la figura 2.36 mostramos el proceso básico de una llamada.

El escenario nos muestra a ambos teléfonos IP registrados en el administrador de llamadas, y el protocolo de señalización es el SCCP. La secuencia de pasos es el siguiente:

- Paso 1: El teléfono llamante inicia la llamada descolgando el auricular, este es detectado por el administrador de llamadas instruyendo al teléfono a colocar un tono de marcación que indica al usuario que marque la extensión destino del segundo teléfono. En el instante que el usuario marca el primer dígito, el teléfono emisor deja de enviar el tono de marcación y los mensajes SCCP transportan la información desde el teléfono al administrador de llamadas.



Fig. 2.36 Proceso básico para el establecimiento de la llamada

- Paso 2: Luego que el usuario completa la marcación de la extensión destino, el administrador de llamadas busca en su base de datos si la extensión marcada existe.
- Paso 3: Luego que el administrador de llamadas encuentra el destino de la extensión marcada, este envía la información de establecimiento de llamada al segundo teléfono.
- Paso 4: El administrador de llamadas instruye al segundo teléfono para que emita la señal de timbrado y al mismo tiempo genere la señal de retorno de timbrado o tono de alerta al teléfono emisor.
- Paso 5: El segundo teléfono responde a la señal de timbrado levantando el auricular, entonces el administrador de llamadas envía a cada teléfono un requerimiento para la dirección IP y puerto UDP que esta escuchando. Esta información es requerida para establecer la media sesión entre teléfonos. En este paso el administrador de llamadas también verifica la capacidad de los teléfonos, tales como el codificador y decodificador, y el convertidor de medios si ambos dispositivos utilizan diferentes codificaciones.
- Paso 6: Los teléfonos responden con la información de dirección IP y puerto UDP al administrador de llamadas, y a su vez este comunica a cada teléfono acerca de dirección IP y puerto UDP del otro teléfono. Luego que ambos teléfonos reciben los parámetros de su par, ellos inician la comunicación final.

- Paso 7: Después que la llamada es terminada por cualquier de los dos teléfonos, el administrador de llamadas instruye al teléfono a terminar la sesión del canal RTP y actualiza el estado de llamada de los teléfonos, fecha y hora.

2.4.1.3 Terminales de telefonía IP

En una red de telefonía IP, los terminales son dispositivos que aceptan o inician una sesión de voz sobre IP. Entre los principales podemos mencionar: Teléfonos IP, enrutadores de voz y el sistema de telefonía IP de supervivencia remota.

A continuación desarrollaremos cada uno de estos terminales de telefonía IP.

- Teléfonos IP: Los teléfonos IP son dispositivos de red con capacidad de procesamiento de voz. Estos terminales requieren de una dirección IP, máscara de subred, puerta de acceso y servicio TFTP para comunicarse con el administrador de llamadas. Por defecto los teléfonos están configurados para obtener dirección IP de un servidor DHCP, y se establece todo un proceso desde que el teléfono IP es conectado al conmutador, tales como el descubrimiento (utilizando el protocolo CDP⁷¹), el requerimiento DHCP, la descarga de su configuración del servidor TFTP y su registro en el administrador de llamadas vía el protocolo SCCP. Entre las características principales presentan, una interfaz de usuario visual, fácil personalización, alimentación con energía sobre Ethernet (PoE⁷²) y soporte de codec de audio G.711 y G.729. Existe una extensión de teléfonos IP, los cuales son aplicaciones basados en software que emulan las funciones de un teléfono IP, permite colocar, recibir y maniobrar llamadas. Estos tipos de aplicaciones se instalan en un computador y son usados por usuarios que no tiene una posición fija. La integración con soluciones inalámbricas hacen que un computador portátil tenga una movilidad total en voz y datos. Como parte del desarrollo de integración de soluciones IP, existen teléfonos inalámbricos que poseen soporte de estándares 802.11a/b/g, y sus correspondientes mecanismos de seguridad (TKIP/MIC⁷³, WPA⁷⁴, LEAP⁷⁵), estos presentan la misma función que los teléfonos IP fijos.

En la figura 2.37 mostramos los modelos de teléfonos IP descritos.

⁷¹CDP: Es el acrónimo de Cisco Discovery Protocol.

⁷²PoE: Es el acrónimo de Power over Ethernet.



Fig. 2.37 Modelos de teléfonos IP

- **Enrutadores de voz:** Los enrutadores de voz conectan las redes de telefonía IP con la PSTN o PBX tradicional. La selección de los enrutadores depende de los requerimientos de la topología a implementar. El administrador de llamadas con el enrutador de voz usan para su comunicación protocolos de señalización tales como: MGCP, H.323 ó SIP. Lo podemos clasificar en 3 categorías:
 - Enrutadores de acceso analógico:** Estos enrutadores poseen puertos FXS y pueden conectar dispositivos analógicos tales como teléfonos y faxes.
 - Enrutadores troncales de acceso analógico:** Estos enrutadores poseen puertos FXO para acceso a la PSTN y puertos E&M para conexiones analógicas troncales a la PBX tradicional.
 - Enrutadores de acceso digital:** Estos enrutadores permiten múltiples llamadas en un solo puerto, utilizando enlaces digitales PRI (CCS), BRI, T1 o E1.

⁷³TKIP/MIC: Es el acrónimo de Temporal Key Integrity Protocol/Message Integrity Check.

⁷⁴WPA: Es el acrónimo de Wi-Fi Protected Access.

⁷⁵LEAP: Es el acrónimo de Lightweight Extensible Authentication Protocol.

Las tarjetas de voz FXS, FXO y E&M tienen la misma definición y función que lo expuesto en el capítulo II, sección 2.1.3.

En la figura 2.38 graficamos las tarjetas de voz E&M, FXO y FXS utilizados en los enrutadores de voz.

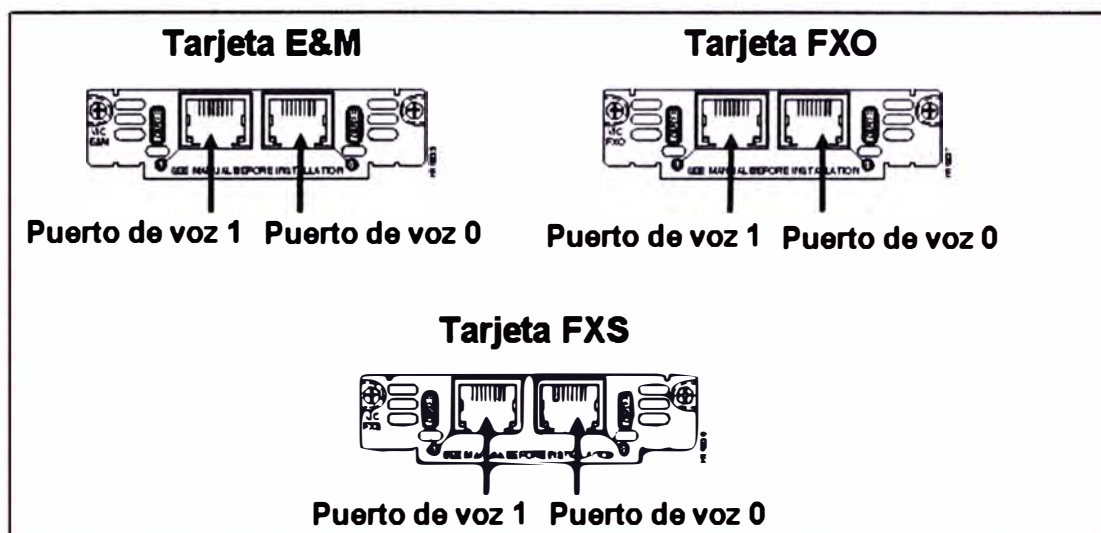


Fig. 2.38 Tarjetas de voz análogas utilizadas en los enrutadores de voz

Un componente importante en los enrutadores de voz es el llamado DSP⁷⁶. Los DSP usualmente son empaquetados en módulos denominados PVDM⁷⁷. Existen diferentes tipos de PVDM que tiene diferentes cantidades de DSP, y cada DSP manobra cierto número de terminaciones de voz. Las principales funciones que proporcionan los DSP son los siguientes:

Terminación de voz: Las llamadas hacia o desde interfaces de un enrutador de voz son terminados por el DSP. DSP desempeña conversión analógica a digital y digital a analógica. Adicionalmente puede desempeñar compresión, cancelación de eco, detección de actividad de voz, y algunas otras funciones.

Traductor de codificación: Cuando dos topología utilizan diferentes codificación para las llamadas de audio, es necesario realizar la conversión entre codificaciones, tarea realizado por el DSP. Un ejemplo son los escenarios con oficinas remotas que se comunican con la oficina principal vía una red de paquetes, que por lo general utilizan dos codificaciones: El estándar G.729 para el flujo de voz en la WAN y el

⁷⁶DSP: Es el acrónimo de Digital Signal Processor.

⁷⁷PVDM: Es el acrónimo de Packet Voice Data Module.

estándar G.711 para el flujo de voz en la LAN. DSP realiza la conversión en ambos sentidos del flujo de voz.

Conferencia: En una conferencia DSP puede recibir flujos de audio de los participantes, mezclar los flujos y enviar una mezcla de flujos de retorno.

En la figura 2.39 se muestra los módulos PVDM insertados en un módulo de voz HDV⁷⁸.

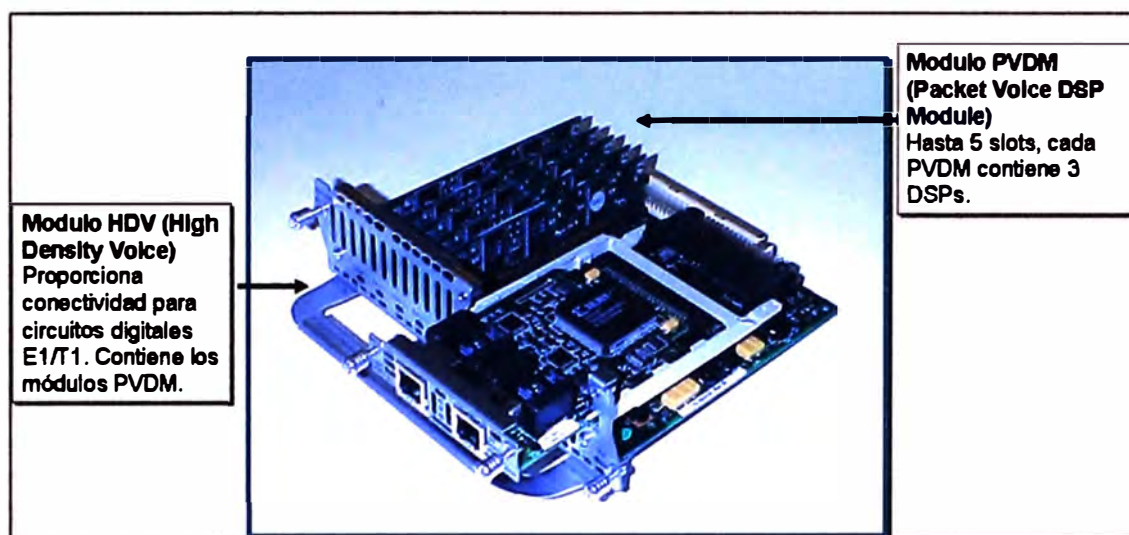


Fig. 2.39 Módulos PVDM en un módulo de voz HDV

Sistema de telefonía IP de supervivencia remota (SRST⁷⁹): Esta solución proporciona un soporte a los teléfonos IP ubicados en una oficina remota con un modelo de procesamiento de llamada centralizado. En operación normal, cuando el administrador de llamada central se encuentra activo y el enlace WAN está operativo, los teléfonos IP se registran y señalizan normalmente como si estuviesen en la oficina central. La característica SRST se activa cuando los teléfonos IP detectan una falla en el enlace WAN que conecta a la oficina principal. Los teléfonos IP intentan registrarse en el administrador de llamadas central, al fallar este proceso el router SRST toma la posición del administrador de llamada y proporciona una señalización básica para llamadas con las mínimas características de funcionamiento mientras la WAN falla. Cuando el enlace WAN vuelve a estar operativo, los teléfonos lo detectan e intentan registrarse nuevamente con el administrador de llamadas central. Entre las características que SRST asume tenemos: llamadas locales de teléfono a teléfono IP, llamadas salientes de teléfonos IP hacia la PSTN, líneas múltiples en el teléfono IP, transferencia de llamadas

locales, llamada en espera, música en espera, parámetros de calidad de servicio, entre otros.

En la figura 2.40 y 2.41 mostramos los gráficos del sistema de supervivencia remota en modo de operación normal y cuando SRST se activa.

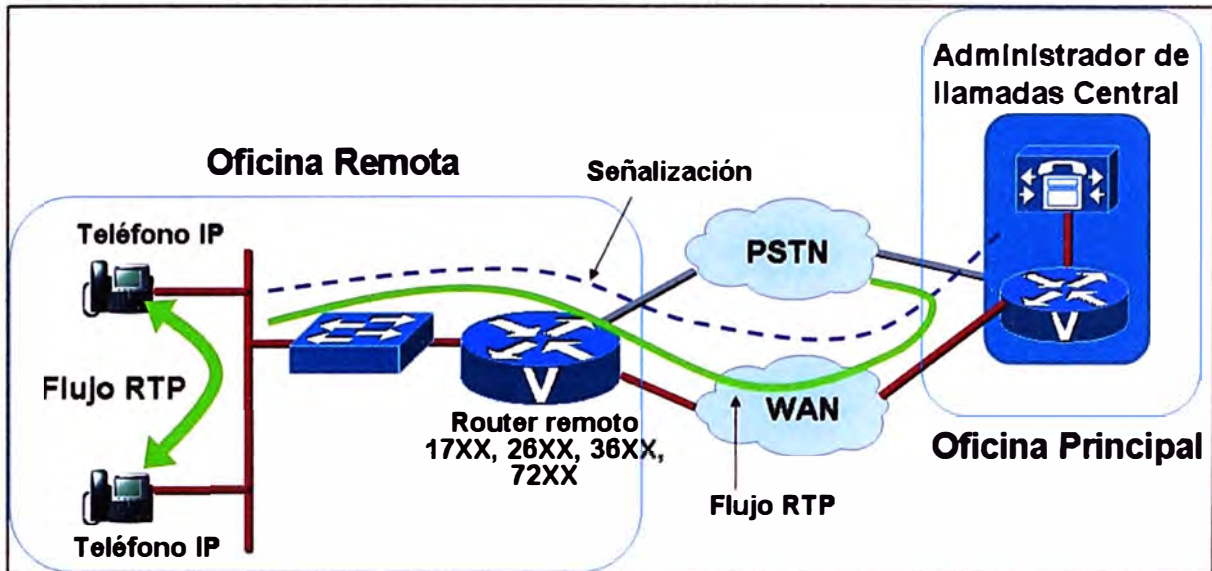


Fig. 2.40 Modo de operación normal. SRST inactivo

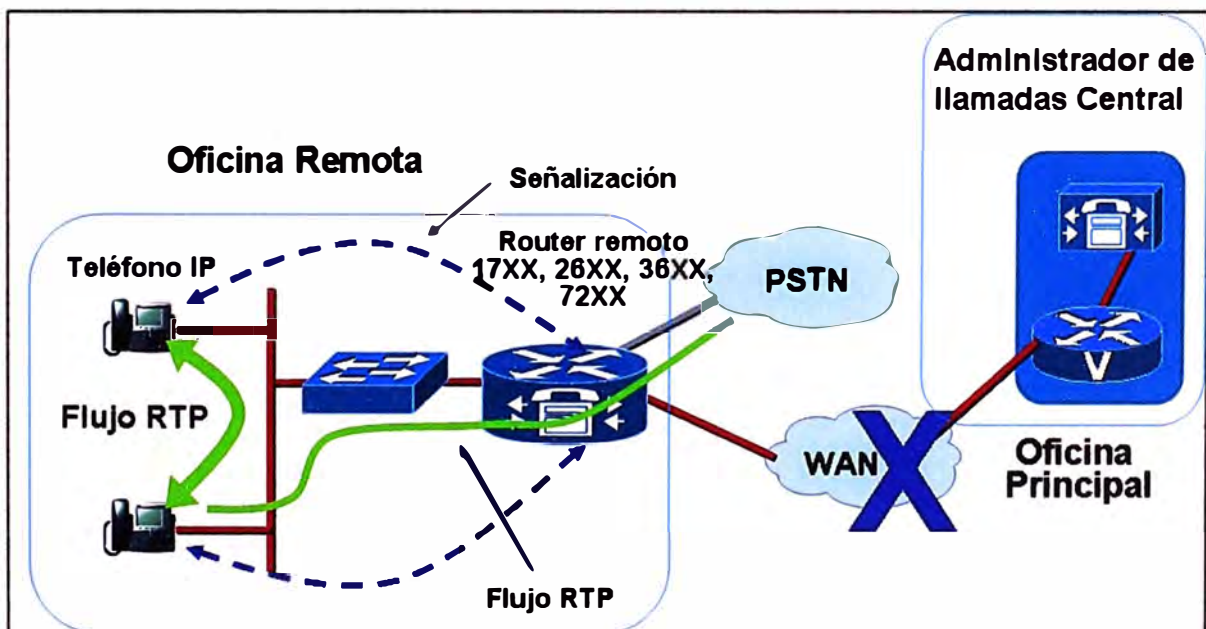


Fig. 2.41 Modo de operación anormal: SRST se activa en el router remoto

⁷⁸HDV: Es el acrónimo de High Density Voice.

⁷⁹SRST: Es el acrónimo de Survivable Remote Site Telephony.

2.4.1.4 Aplicaciones IP

Paralelamente al creciente desarrollo de la telefonía IP se ha ido desarrollando un rango de aplicaciones que adicionan mayores características y capacidades a esta tecnología. Entre las principales podemos mencionar la mensajería unificada y el call center⁸⁰.

- Mensajería unificada: Es el sistema de siguiente generación en mensajería de voz, mediante este sistema se puede escuchar el correo electrónico por el teléfono, escuchar los mensajes de voz desde Internet, reenviar faxes y abre un mundo creciente en aplicaciones integradas sin límites.

En la figura 2.42 se muestra los componentes involucrados en un escenario con mensajería unificada, siendo el componente principal el servidor cisco Unity⁸¹.

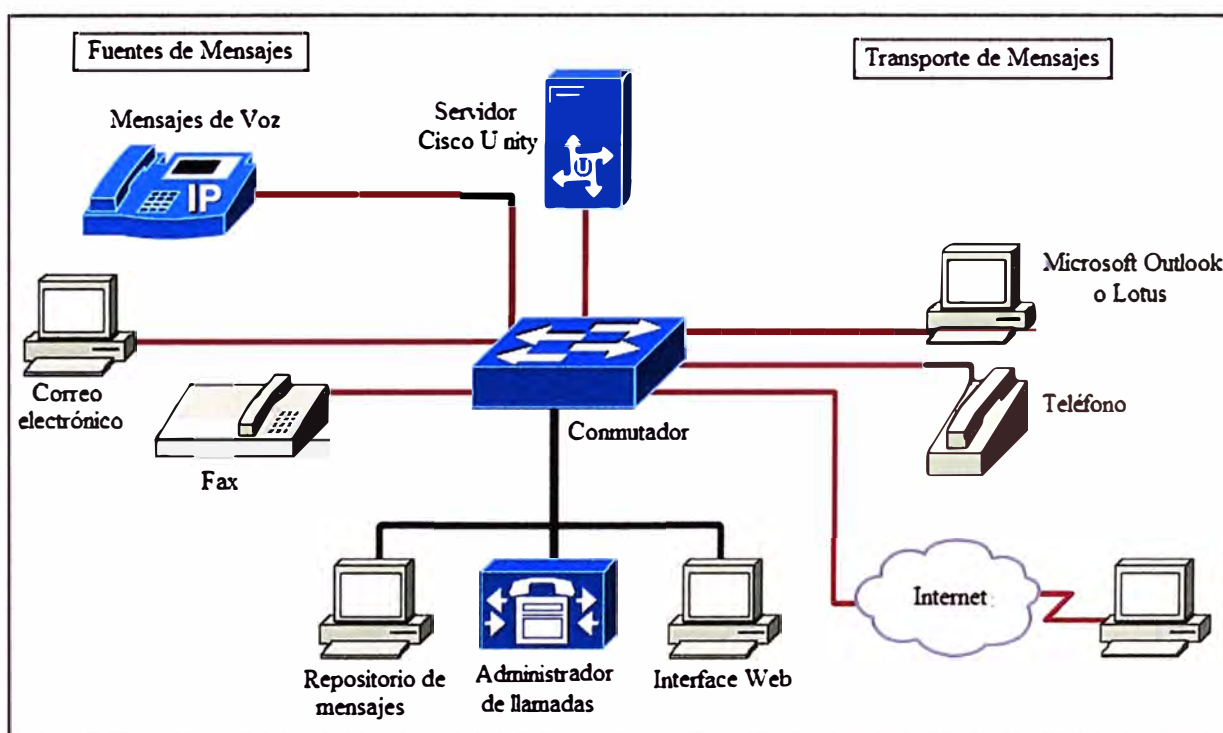


Fig. 2.42 Componentes de mensajería unificada

Esta solución requiere una serie de pasos como flujo de operación. Normalmente ésta se inicia cuando el llamante intenta llamar a un suscriptor.

⁸⁰Call center: Es un centro de atención a llamantes.

⁸¹Unity: Es el nombre del software desarrollado por Cisco System que provee mensajería de voz sobre IP.

Paso 1: El llamante marca la extensión del suscriptor. Si el teléfono suscriptor está ocupado o el suscriptor no responde, el sistema telefónico transporta la llamada con toda su información, incluyendo la extensión del suscriptor al sistema Unity.

Paso 2: El sistema Unity responde la llamada, busca la extensión del suscriptor en su base de datos, lo encuentra y reproduce el saludo del suscriptor, permitiendo que el llamante pueda dejar un mensaje.

Paso 3: Cuando el llamante termina la llamada, el mensaje es temporalmente almacenado en el disco duro del sistema Unity.

Paso 4: El sistema Unity transfiere el mensaje al dominio o sistema Exchange, el cual transporta el mensaje al servidor local y lo almacena en el buzón de mensajes del suscriptor.

Paso 5: El sistema Unity informa al suscriptor en una de las siguientes maneras:

Si el suscriptor tiene un teléfono conectado al sistema telefónico, el sistema Unity activa el indicador de mensajes en espera (MWI⁸²).

Si el suscriptor tiene configurado la opción de notificación personal, en el Asistente de configuración del Unity, el sistema puede llamar a uno o más teléfonos previamente configurados a enviar un correo electrónico o mensaje de texto.

En la figura 2.43 mostramos el flujo básico de procesamiento de la mensajería unificada.

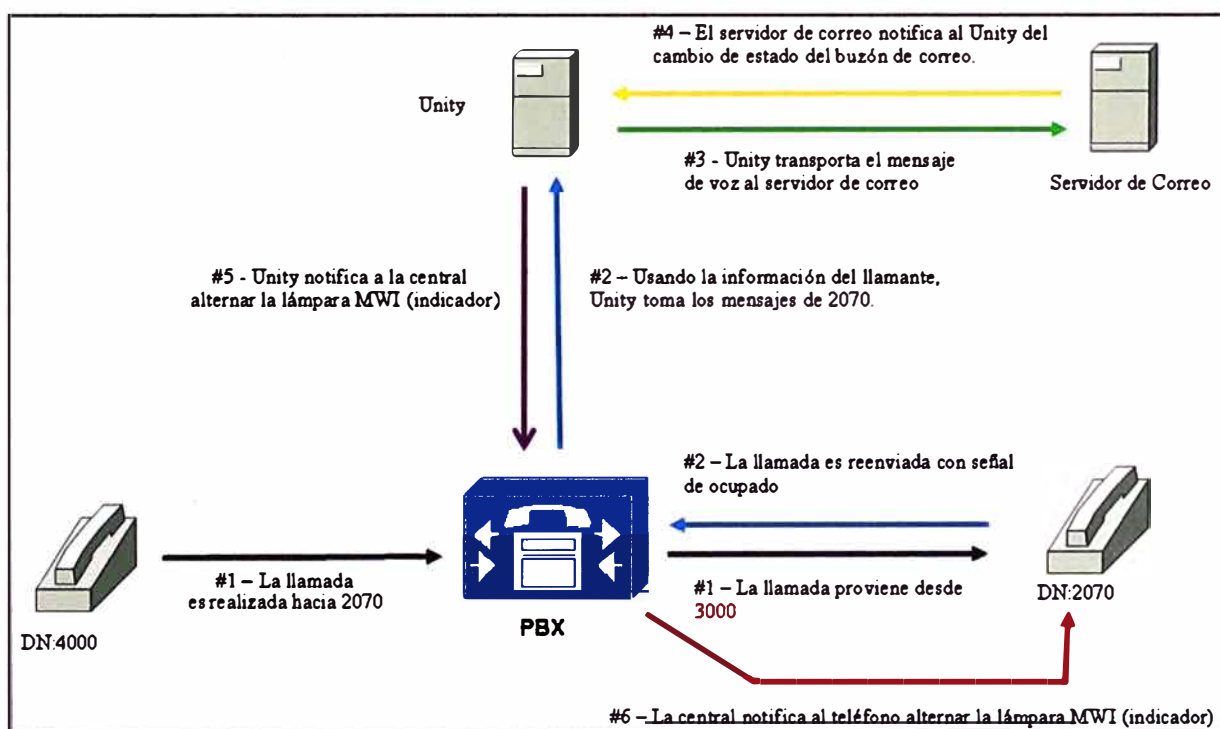


Fig. 2.43 Flujo básico de procesamiento de mensajería unificada

- Centro de atención de llamada: Es la solución que proporciona una administración de manejos de contactos, que es ideal para implementar sistemas contact center⁸³ o call center. Existen 4 componentes principales para esta solución:

El administrador de llamadas.

La respuesta de voz interactiva sobre IP. (IP IVR⁸⁴)

El administrador inteligente de llamadas (ICM⁸⁵)

Los agentes terminales

El administrador de llamadas combinado con una infraestructura WAN/LAN, ruteadores de voz, y teléfonos IP, proporciona los fundamentos para la solución de telefonía IP, este soporta los agentes de acuerdo a la capacidad de llamadas y recursos de hardware. Por su parte la respuesta interactiva de voz proporciona el audio, colecciona y realiza el encolamiento de la llamada bajo el control del software ICM vía una interfase de control de servicio. Cuando un agente está habilitado, el software ICM instruye al IVR IP a transferir la llamada a un agente seleccionado. El IP IVR se comunica con el administrador de llamadas vía el programa de interfase de aplicación telefónico (JTAPI⁸⁶) y el IP IVR comunica con el ICM vía la interfase de control de servicios. Por su lado el ICM provee características de centro de contacto junto con el administrador de llamadas. Estos son: la administración de estado de los agentes, selección de agentes, direccionamiento de llamadas, control de encolamiento, control de IVR y reportes. Esta solución requiere una serie de pasos como flujo de operación, las cuales describiremos a continuación:

Paso 1: La llamada es transportada desde la red de telefonía pública hacia el ruteador de voz.

Paso 2: El ruteador usa los protocolos MGCP o H.323 para enviar al administrador de llamadas.

Paso 3: La ruta JTAPI es enviado al ICM.

Esta descripción es un extracto del libro “Cisco IP Telephony” de Ramesh Kaza.

⁸²MWI: Es el acrónimo de Message Waiting Indicator.

⁸³Contact center: Es un centro de contacto a usuarios finales.

⁸⁴IVR: Es el acrónimo de Integrated Voice Response.

⁸⁵ICM: Es un acrónimo de Intelligent Contact Management.

⁸⁶JTAPI: Es el acrónimo de Java Telephony Application Programming Interface.

Paso 4: ICM ejecuta el programa de asignación hacia los agentes. Si no existe ningún agente disponible el programa retorna y comunica al administrador de llamadas.

Paso 5: ICM instruye al administrador de llamadas para que transfiera la llamada al IP IVR, esta acción es ejecutada.

Paso 6: IP IVR notifica al ICM que la llamada ha sido recibida.

Paso 7: ICM instruye al IP IVR a reproducir el anuncio de encolamiento.

Paso 8: El agente se encuentra en estado disponible para recibir llamadas.

Paso 9: ICM envía los datos de la llamada con la instrucción de alerta a un agente, luego IP IVR transfiere la llamada al agente.

Paso 10: IP IVR transfiere la voz al agente seleccionado.

Paso 11: La llamada es respondida por el agente.

En la figura 2.44 mostramos la secuencia de flujo básico de procesamiento del centro de contacto.

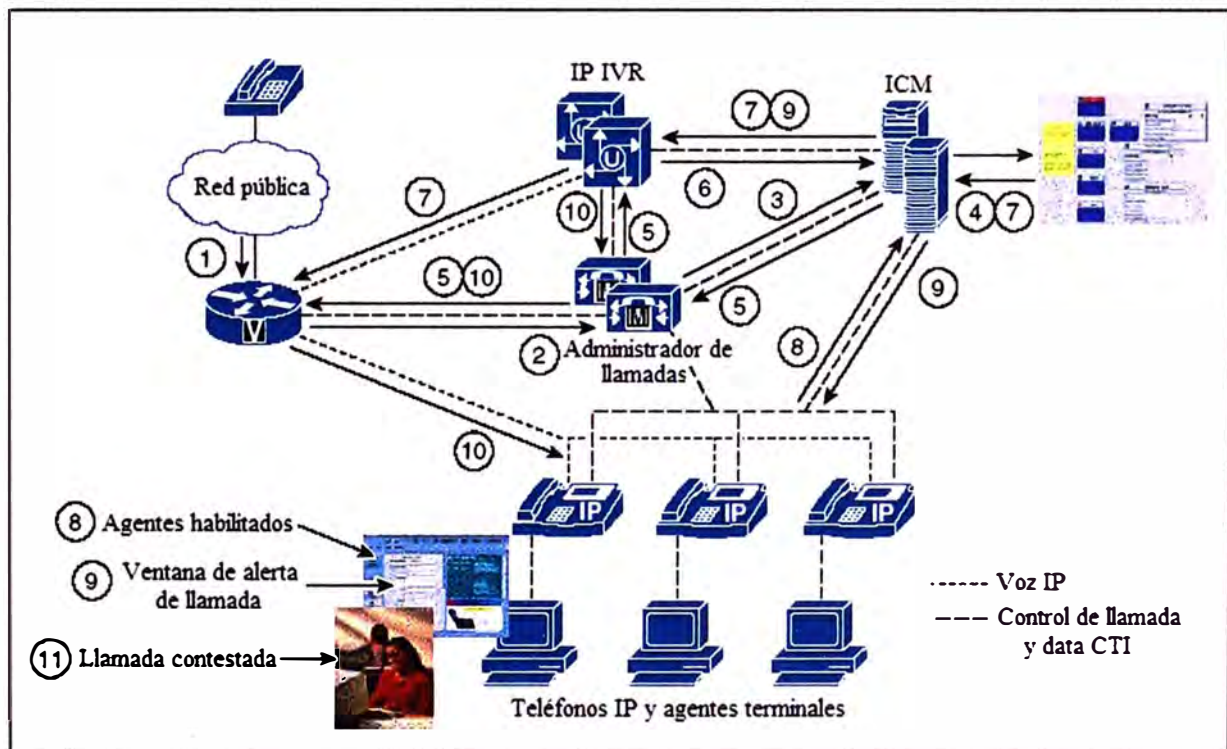


Fig. 2.44 Flujo básico de procesamiento del centro de atención de llamadas.

Al culminar este segundo capítulo se ha descrito la base teórica necesaria para el inicio de la ejecución del proyecto, siendo el paso siguiente el desarrollo del proyecto de acuerdo a la metodología utilizada, tema a desarrollarse en el tercer capítulo del informe.

CAPITULO III

METODOLOGIA DE SOLUCION APLICADO

AL PROYECTO DE TELEFONIA IP

En este capítulo iniciamos la descripción del proyecto de telefonía IP implementado en la Empresa Editora El Comercio. Esta descripción se desarrolla describiendo cada fase de la metodología de solución propuesta. Se inicia con la fase de planeamiento, en donde se muestra la información obtenida de la infraestructura de red del cliente, su análisis y resultados. En base a esta información y con los conceptos desarrollados en el capítulo anterior, se procede al diseño de la infraestructura de red, el esquema de calidad de servicio, el cálculo de capacidad e infraestructura central de la plataforma necesaria para el servicio de telefonía IP. Asimismo, se diseña los sistemas de administración de llamadas, mensajería unificada y call center; describiendo en cada uno de ellos, el cálculo de capacidad y su configuración necesaria para la integración de las mismas. Posteriormente, en la fase de implementación se detalla las características de los equipos implementados y los criterios de verificación y documentación. Finalmente, se desarrolla la fase de operación y optimización donde se define los métodos de administración, validación, monitoreo y análisis del funcionamiento para su homologación o propuestas de mejoras.

3.1 Descripción de la metodología de solución

La metodología de solución utilizada en el proyecto de telefonía IP es el denominado PDIOO cuyas siglas significan planeamiento, diseño, implementación, operación y optimización, los cuales son una serie de estados en la cual se establecen criterios y recomendaciones para el desarrollo exitoso de un proyecto, en nuestro caso conducir el

proceso de migración de la telefonía tradicional a la telefonía IP. En la figura 3.1 mostramos el flujo de estados de esta metodología.

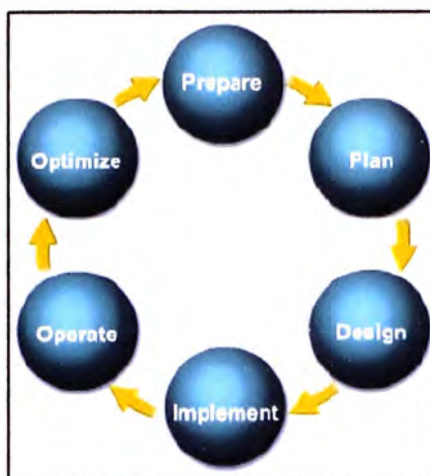


Fig. 3.1 Flujo de estados de la metodología PDIOO

A continuación procederemos a resumir las fases del PDIOO involucradas en el desarrollo de nuestro proyecto de telefonía IP.

- Fase de preparación y planeamiento: En esta primera fase se establece los requerimientos de negocio y de red, caracterizando y auditando en busca del mejor ambiente operacional. Se establece el primer plan del proyecto para administrar las tareas, responsabilidades y recursos para el diseño e implementación.
- Fase de Diseño: En esta fase se diseña la red basado en los requerimientos de las fases previas. El diseño incluye diagramas y lista de equipos. El plan del proyecto se actualiza con información más detallada para su implementación.
- Fase de Implementación: En esta fase los equipos son instalados y configurados. Cada paso en la implementación incluye una descripción, guía de implementación detallada, tiempo estimado de implementación, pasos de contingencia en caso de falla e información adicional de referencia.
- Fase de Operación: En la fase operación entra en producción la solución implementada. Esto incluye la administración y monitoreo de los componentes de red, mantenimientos de rutas, actualización y medición de rendimiento, identificando y corrigiendo fallas. Esta fase es la prueba final del diseño.
- Fase de Optimización: La fase de optimización envuelve una administración analítica en identificar, mejorar y resolver problemas antes que afecten a la red. Esta fase puede crear o modificar el diseño de la red para mejorar el rendimiento.

Para el desarrollo de nuestro proyecto nos evocaremos a los criterios en cada una de las fases para luego presentar los resultados, así de esta manera iremos de manera incremental desarrollando cada fase hasta lograr el objetivo de la convergencia total de la red.

3.2 Fase de planeamiento

El primer paso en la fase de planeamiento es entender las expectativas técnicas y de negocio, así como los requerimientos futuros, bajo este criterio podemos mencionar:

- Visión de la compañía, fin y proyección de crecimiento
- Perspectivas de la red de voz y datos en los siguientes 5 años
- Expectativas de la solución
- Desarrollo y tiempos

Luego de la obtención de esta información, el siguiente paso son las reuniones con el equipo de ingenieros de red, telefonía y de aplicaciones, de tal manera de poder elaborar el diseño de alto nivel. Analizando esta información podemos identificar las deficiencias de la infraestructura que deben ser cubiertos para soportar el tráfico convergente.

La empresa editora El Comercio se encontró en un proceso de actualización y modernización de su infraestructura de TI, por lo cual las expectativas fueron positivas, comprometidos en lograr la migración total de su infraestructura de telefonía. Los tiempos se definieron en base a la proyección de entrega de equipos, instalación y configuración, puesta en marcha, período de prueba y validación de la solución. Adicionalmente se realizó un estudio del impacto económico que implicaría la nueva solución a implementar, elaborándose un cuadro comparativo con los costos actuales de servicios, la proyección y lo real terminada la solución.

3.2.1 Análisis de la infraestructura de red

Luego de establecer los lineamientos y expectativas del proyecto se realizó el estudio de la plataforma de red, realizándose un reconocimiento de la topología actual identificando los puntos a favor o en contra de la solución. Entre los puntos revisados podemos mencionar:

- Infraestructura LAN: Topología, equipamiento y políticas de calidad de servicio.
- Infraestructura WAN: Arquitectura, equipos, flujos de tráfico, asignación de anchos de banda y utilización de enlace.

- Esquema de direccionamiento IP: DHCP y TFTP
- Protocolos de capa 3.
- Arquitectura de mensajes y directorio.
- Telefonía tradicional e infraestructura de mensajería de voz.
- Configuración de dial plan.
- Infraestructura de administración.

La infraestructura de red de la Empresa Editora El Comercio consta de 3 sedes:

- La sede de Lima: Sede principal, donde converge los servicios de datos y voz,
- La sede de Pando: Sucursal donde se ubica los agentes del sistema de call center.
- La sede de San Isidro: Sede remota administrativa.

La interconexión entre estas sedes es de la siguiente manera:

Sede Lima – Sede Pando: Se interconecta con una de fibra óptica monomodo a 1 Gbps.

Sede Lima – Sede San Isidro: Se interconecta con un enlace ATM de 34 Mbps con el proveedor Telefónica del Perú S.A.A.

Sede Pando – Sede San Isidro: Se interconecta a través de la sede principal Lima.

Mostrado este escenario, consideramos la sede Lima y Pando parte de la misma LAN para temas de diseño y configuración.

3.2.1.1 Infraestructura de red local

La plataforma de red local (Sede Lima y Pando) estaba conformada por equipos basados en hardware denominados conmutadores, estos se encontraron distribuidos en cada área como acceso a la red, conectado directamente con el conmutador principal el cual cumple la función de distribución y núcleo como parte del modelo de capas.

El tipo de conexión física utilizado está basado en cobre y fibra, cobre para el acceso y fibra para la interconexión entre equipos. Existe además, un cableado estructurado de cobre UTP categoría 5e, fibra multimodo (conexión local) y monomodo (conexión remota). La velocidad de acceso es de 10/100 Mbps en modo full-duplex⁸⁷ y 1 Gbps⁸⁸ para interconexión entre conmutadores. El protocolo utilizado a nivel LAN son 802.3u⁸⁹, 802.3ab⁹⁰ y 802.3z⁹¹. Adicionalmente, se ubicó el equipo que proporciona la conectividad WAN con la sede remota de San Isidro. Este es un ruteador que presta el servicio ATM (34 Mbps) con el proveedor Telefónica del Perú S.A.A. En la tabla 3.1 mostramos los equipos encontrados en la infraestructura local, su distribución por sede y función que desempeña.

TABLA N° 3.1 Descripción de equipos en la infraestructura local

Cantidad	Modelo de equipo	Distribución por sede	Función
31	Cisco WS-C2950G-24	Lima(21) / Pando(10)	Conmutador de borde y distribución
7	Cisco WS-C2960-24TC	Lima(6) / Pando(1)	
1	Cisco WS-C3550-12G	Pando(1)	Conmutador principal - Sede Pando
1	Cisco WS-C6500	Lima(1)	Conmutador principal - Sede Lima
1	WS-X6K-S2-MSFC2		
1	WS-X6408A-GBIC		
1	WS-X6548-RJ-45		
1	Cisco Router 7206VXR Procesador NPE-400	Lima (1)	Ruteador que enlaza a la sede de San Isidro

A continuación desarrollamos la descripción de los modelos de equipos mostrados en la tabla 3.1 y sus especificaciones técnicas más resaltantes.

En la tabla 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6 mostramos las especificaciones técnicas de los equipo Cisco WS-C2950G-24, WS-C2960-24TC, WS-C3550-12G, WS-C6500 (con el módulo supervisor y módulos Ethernet) y Cisco 7206VXR respectivamente. En dicha tablas se detalla su descripción, parámetros de capacidad y los estándares habilitados. (Datos obtenidos del portal Web del fabricante, www.cisco.com)

TABLA N° 3.2 Especificaciones técnicas del equipo Cisco WS-C2950

WS-C2950G-24	<ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos 10/100 Mbps con dos puertos GBIC 1000BASE-SX • 1-RU (unidad de rack)
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • 8.8 Gbps máximo ancho de banda de conmutación. • 8.8 Gbps switching fabric (Arquitectura interna- Bus principal). • Memoria de 16 MByte DRAM y 8 MByte Flash • Configurable hasta 8000 direcciones MAC.

⁸⁷full-duplex: Es un modo de transmisión en ambos sentidos.

⁸⁸1 Gbps: Son las siglas de 1000 millones de bits por segundo.

⁸⁹802.3u: Es el estándar definido para velocidades de 100 millones de bits por segundo.

⁹⁰802.3ab/ 802.3z⁹¹: Es el estándar definido para 1Gbps sobre UTP y fibra óptica respectivamente.

Estándar	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1x • IEEE 802.3x full duplex (10BASE-T, 100BASE-TX) • IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol • IEEE 802.1p class-of-service (CoS) priorización • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.3ad • IEEE 802.3 10BASE-T especificación • IEEE 802.3u 100BASE-TX especificación • IEEE 802.3z 1000BASE-X especificación
----------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

TABLA Nº 3.3 Especificaciones técnicas del equipo Cisco WS-C2960

WS-C2960-24TC	<ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos 10/100 Mbps con dos puertos dual 10/100/1000 Base T ó SFP Gigabit Ethernet. • 1-RU (unidad de rack)
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • 16 Gbps switching fabric (Arquitectura interna- Bus principal). • 6.5 Mpps (Razón de conmutación de paquetes de 64byte) • Memoria de 64 MByte DRAM y 32 MByte Flash • Configurable hasta 8000 direcciones MAC.
Estándar	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1x • IEEE 802.3x full duplex (10BASE-T y 100BASE-TX) • IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol • IEEE 802.1p class-of-service (CoS) priorización • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3af • IEEE 802.3 10BASE-T especificación • IEEE 802.3u 100BASE-TX especificación • IEEE 802.3ab 1000BASE-T especificación • IEEE 802.3z 1000BASE-X especificación • SNMPv1, SNMPv2c, and SNMPv3

TABLA N° 3.4 Especificaciones técnicas del equipo Cisco WS-C3550

WS-C3550-12G	<ul style="list-style-type: none"> • 10 puertos 1000Base-X con 2 puertos 10/100/1000 Base T. • 1.5-RU (unidad de rack) • Switch Multicapa.
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Gbps switching fabric (Arquitectura interna- Bus principal). • 17 Mpps (Razón de conmutación de paquetes de 64byte) • Memoria de 64 MByte DRAM y 16 MByte Flash • Configurable hasta 12000 direcciones MAC.
Estándar	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1x • IEEE 802.3x full duplex (10BASE-T y 100BASE-TX) • IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol • IEEE 802.1p class-of-service (CoS) priorización • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3af • IEEE 802.3 10BASE-T especificación • IEEE 802.3u 100BASE-TX especificación • IEEE 802.3ab 1000BASE-T especificación • IEEE 802.3z 1000BASE-X especificación • 1000BASE-X (GBIC) • SNMPv1, SNMPv2c, and SNMPv3

TABLA N° 3.5 Especificaciones técnicas del equipo Cisco WS-C6500

WS-C6500 WS-X6K-S2-MSFC2	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Catalyst Supervisor Engine 2, 2 GE, con MSFC2 / PFC 2. Switch Multicapa (capa 3 y capa 4)
WS-X6408A-GBIC	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo Cisco Catalyst de 8 puertos Gigabit Ethernet, 1000BASE-SX, -LX/LH, -ZX, -T; 1000BASE-CWDM, -DWDM.
WS-X6548-RJ-45	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo Cisco Catalyst de 48 puertos, 10/100 RJ-45
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • 256 Gbps switching fabric. Arquitectura interna- Bus principal. (WS-X6K-S2-MSFC2) • 32 Gbps switching fabric (WS-X6408A-GBIC). Bus

	<p>compartido con el supervisor WS-X6K-S2-MSFC2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 32 Gbps switching fabric (WS-X6548-RJ-45). Bus compartido con el supervisor WS-X6K-S2-MSFC2. • 30 Mpps (Razón de conmutación de paquetes de 64byte) (WS-X6K-S2-MSFC2) • 15 Mpps (WS-X6408A-GBIC) • 15 Mpps (WS-X6548-RJ-45) • Memoria de 128 MByte DRAM y 64 MByte Flash • Configurable hasta 128000 direcciones MAC. (WS-X6K-S2-MSFC2)
Estándar	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1x • IEEE 802.3x (10BASE-T y 100BASE-TX) • IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol • IEEE 802.1p class-of-service (CoS) priorización • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.1s, IEEE 802.1w • IEEE 802.3 10BASE-T especificación • IEEE 802.3u 100BASE-TX especificación • IEEE 802.3ad • IEEE 802.3af • IEEE 802.3ab 1000BASE-T especificación • IEEE 802.3z 1000BASE-X especificación • 1000BASE-X (GBIC) • SNMPv1, SNMPv2c, and SNMPv3

TABLA N° 3.6 Especificaciones técnicas del equipos Cisco 7206

Cisco 7206VXR NPE-400	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Router 7206 VXR, chasis con 6-slot y procesador NPE-400.
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • 350 Mhz RM7000A RISC (procesador) • 400 Kpps (Razón de procesamiento de paquetes) • Memoria de 128 MByte DRAM y 32 MByte Flash

Protocolos	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolos de capa 2 y 3: ARP, IPCP, IP Forwarding, IP Multicast, ATM, TCP, TFTP, UDP, VLAN, MPLS, IPv6, entre otros. • Protocolos de ruteo: EIGRP, IGRP, IS-IS, OSPF, BGP, PIM y RP • Administración y seguridad: AAA, CHAP, RADIUS, SNMP, PAP, TACACS. • HSRP • DHCP • CEF • QoS
------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A continuación presentamos los diagramas topológicos de las sedes locales. En la figura 3.2 y 3.3 graficamos las topologías de la sede Lima y Pando.

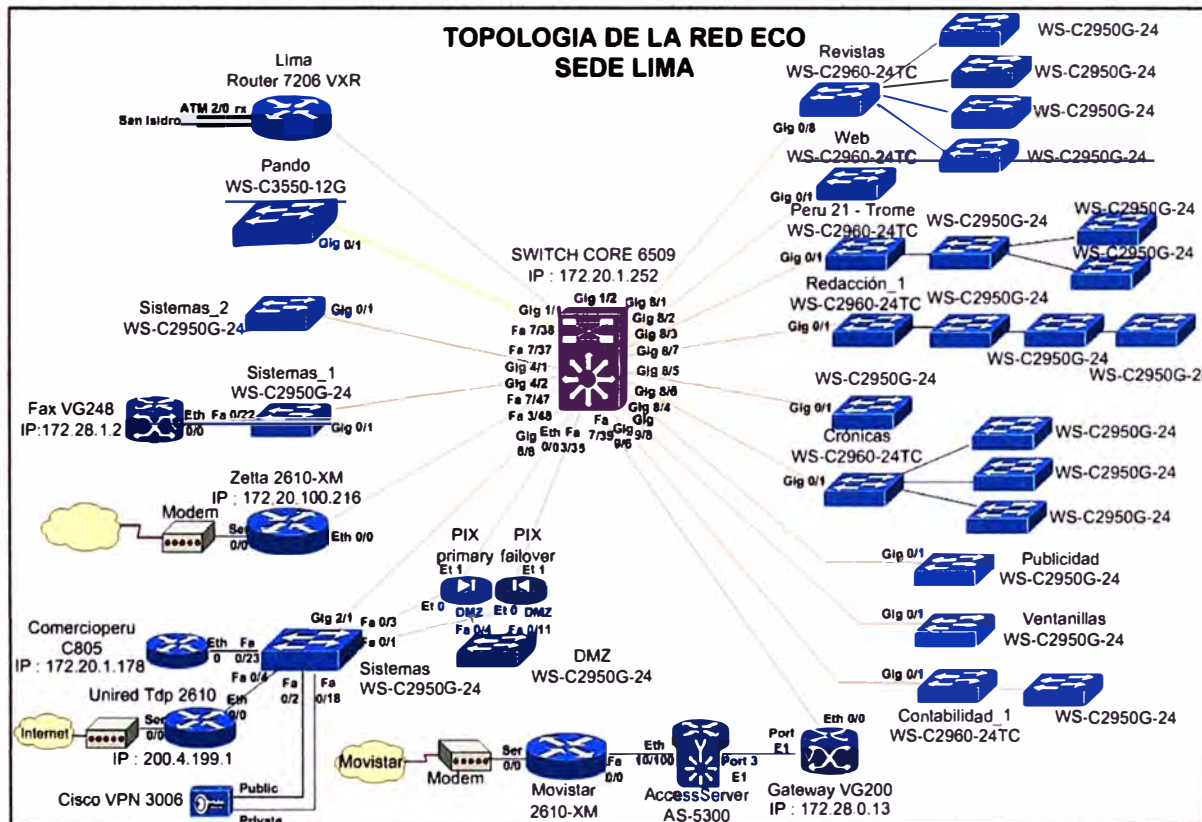
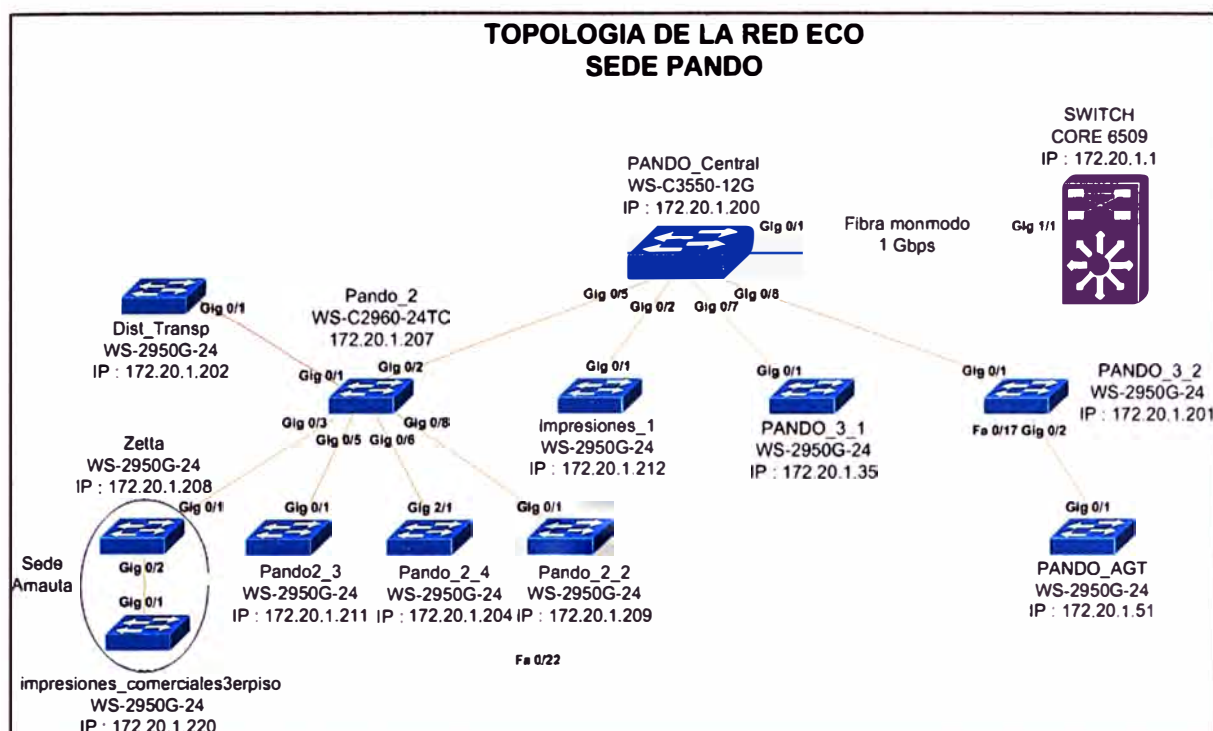


Fig. 3.2 Diagrama topológico de red de la sede Lima



3.2.1.2 Infraestructura de red remota

La plataforma de red remota (Sede San Isidro) estaba conformada por enrutador que presta el servicio ATM⁹⁷ (34 Mbps) con el proveedor Telefónica del Perú S.A.A. El protocolo utilizado a nivel de capas 2 es ATM y de capa 3 es IP, utilizando RIP⁹⁸ como protocolo de enrutamiento. Los equipos a nivel LAN constan de un conmutador principal del cual se enlazan todos los conmutadores de borde distribuidos en todas las áreas. En la tabla 3.7 mostramos los equipos encontrados en la infraestructura remota y la función que desempeña.

TABLA N° 3.7 Descripción de equipos en la infraestructura remota

Cantidad	Modelo de equipo	Distribución por sede	Función
4	Cisco WS-C2950G-24	San Isidro (4)	Conmutadores de borde
1	Cisco WS-C2960-24TC	San Isidro (1)	Conmutador de distribución
1	Cisco Router 3640	San Isidro (1)	Equipo que enlaza con la sede de Lima

A continuación desarrollamos la descripción del equipo que enlaza a la sede de Lima mostrado en la tabla 3.7 y sus especificaciones técnicas más resaltantes. Los modelos de conmutadores WS-C2950 y WS-C2960 ya fueron descritos en la sección anterior (TABLA 3.2 y 3.3).

En la tabla 3.8 mostramos las especificaciones técnicas del equipo Cisco 3640. Seguidamente en la figura 3.4 se grafica la topología de la sede de San Isidro.

TABLA N° 3.8 Especificaciones técnicas del equipo Cisco 3640

Cisco 3640	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Router 3640, Multifuncional con chasis de 4-slot.
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • 100 Mhz IDT R4700 RISC (procesador) • 70 Kpps (Razón de procesamiento de paquetes) • Memoria de 64 MByte DRAM y 32 MByte Flash
Protocolos	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolos de capa 2 y 3: ARP, IPCP, IP Multicast, ATM, TCP, TFTP, UDP, VLAN, IPv6, entre otros. • Protocolos de ruteo: EIGRP, IGRP, IS-IS, OSPF, BGP. • Administración y seguridad: AAA, CHAP, RADIUS, SNMP, PAP, TACACS. • HSRP, DHCP, QoS

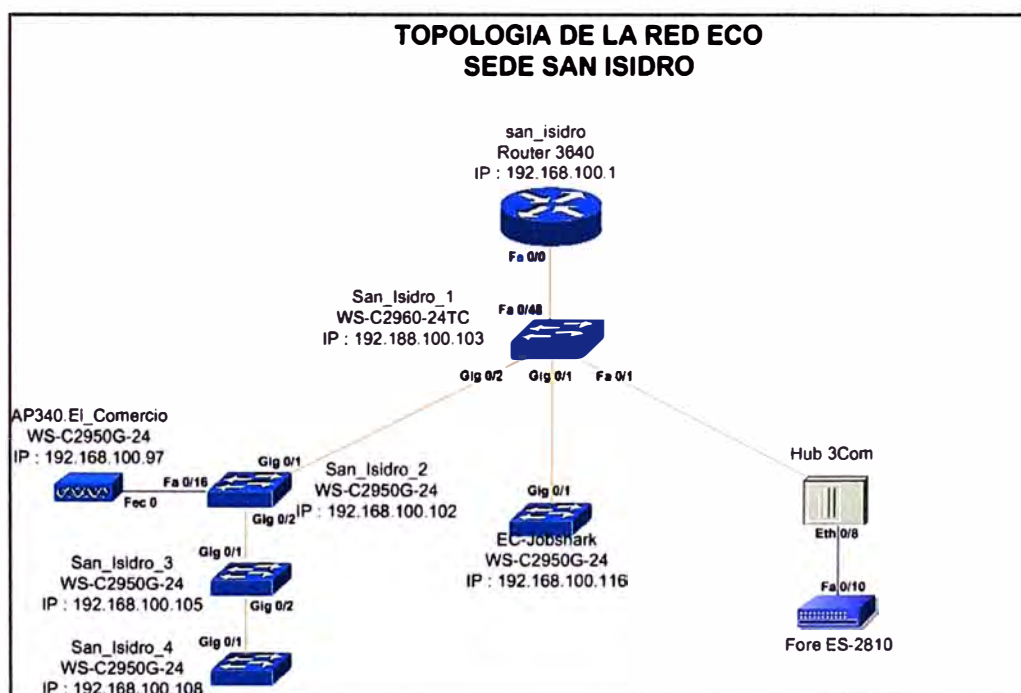


Fig. 3.4 Diagrama topológico de red de la sede San Isidro

Como resultado del análisis realizado se concluye en lo siguiente:

- No se dispone de equipo principal redundante, por el cual no hay alta disponibilidad.
- No se encontró segmentación virtual entre diversos patrones de tráfico.
- No se encontró calidad de servicio a nivel capa 2 y 3.
- No se cuenta con el servicio DHCP.
- No se tiene un directorio actualizado.
- No se tiene un plan de numeración actualizado.
- No se tiene habilitado una administración remota de los equipos.
- Se requerirá equipos adicionales en la infraestructura de red como parte de la solución a implementar.

Culminado esta primera inspección se elaboró el reporte preliminar con los resultados, observaciones y conclusiones de lo encontrado, siendo presentado al cliente, mostrando las deficiencias a completar y subsanar para una exitosa implementación de esta solución.

Se acordaron las acciones inmediatas a realizar y se dividieron las tareas de actualización de información, como previo para el diseño a detalle realizado en la siguiente fase.

3.3 Fase de diseño

En esta segunda fase de la metodología se diseña la plataforma de solución, en base a la información obtenidos del estudio realizado en la fase de planeamiento.

3.3.1 Diseño de la infraestructura de red

La arquitectura escogida para esta solución es el esquema de procesamiento de llamadas centralizadas con oficinas remotas, esquema en la cual existe un nodo que centraliza toda la operación de señalización y control de las llamadas. Paralelamente se establece la solución de mensajería unificada centralizada, el cual se integra con servicios ya establecidos. Asimismo se contempla reservar los servicios de la PSTN como conexión de contingencia entre las sedes en caso la conexión WAN falle o no haya suficiente ancho de banda para trasportar las llamadas de voz. Basado en este criterio se elaboró el diagrama topológicos de acuerdo a los servicios a implementar de cada sede: telefonía IP y

mensajería unificada en la sede de Lima; telefonía IP y call center en la sede Pando y telefonía IP en la sede San Isidro.

Para el soporte de todo el esquema de telefonía proyectado es necesario agregar algunos equipos que soporten los nuevos requerimientos. Este requerimiento se traduce en la necesidad de enrutadores de voz. Con la nueva solución a implementar se requiere que el enrutador de voz realice la conversión entre la red IP y la PSTN. El diseño distribuye estos equipos de la siguiente manera.

En la sede Lima, se requiere un enrutador de voz principal para las llamadas salientes y entrantes al mundo exterior (PSTN). Dado la infraestructura de telefonía IP centralizada a implementar, las sedes de Pando y San Isidro realizarán las llamadas externas por la sede central. El modelo de equipo escogido para esta función es el módulo WS-SVC-CMM con la tarjeta WS-SVC-CMM-6E1, el cual tiene una capacidad de 6 primarios (E1) y es instalado en el conmutador principal WS-C6500. Adicionalmente se requiere un enrutador de voz para la conexión con las liceas (equipos que proveen servicio de llamadas celulares), para esto se proyecta utilizar dos equipos del modelo Cisco router 1760-V con 2 tarjetas VIC-2FXO y 2 VIC-4FXO cada uno, lo cual nos dará 24 puertos FXO en total, disponibles para las liceas de los diferentes proveedores de telefonía móvil.

En la sede de San Isidro, de la misma manera, se requiere un enrutador de voz para la conexión con las liceas (equipos que proveen servicio de llamadas celulares), para esto se proyecta utilizar el equipo modelo Cisco Router 3725 con 4 tarjetas VIC-2FXO, lo cual nos dará 8 puertos FXO en total, disponibles para las liceas de los diferentes proveedores de telefonía móvil. Este equipo también funcionará como enrutador por defecto para el nuevo segmento VLAN a ser creado para la voz.

En la tabla 3.9 mostramos los equipos adicionales recomendados para la solución de telefonía IP a implementar.

Posteriormente, desarrollamos la descripción de los equipos recomendados mostrado en la tabla 3.9 y sus especificaciones técnicas más resaltantes.

En la tabla 3.10, 3.11 y 3.12, mostramos las especificaciones técnicas de los equipo Cisco Router 1760-V, WS-SVC-CMM y Cisco Router 3725. En dicha tabla se detalla su descripción, parámetros de capacidad y los estándares habilitados.

TABLA N° 3.9 Equipos adicionales recomendados para la solución de telefonía IP

Cantidad	Modelo de equipo	Sede	Función
2	Cisco Router 1760-V	Sede Lima	Enrutador de voz
4	Tarjetas VIC-2FXO		
4	Tarjetas VIC-4FXO		
1	WS-SVC-CMM	Sede Lima	Enrutador de voz
1	WS-SVC-CMM-6E1		
1	Cisco Router 3725	San Isidro	Enrutador de voz
2	NM-2V		
4	Tarjetas VIC-2FXO		

TABLA N° 3.10 Especificaciones técnicas del equipo Cisco 1760-V

Cisco 1760-V	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100 router modular con soporte para voz, IP/VOICE Plus. • 1.5-RU (unidad de rack)
VIC-2FXO VIC-4FXO	<ul style="list-style-type: none"> • Tarjeta de voz con 2 puertos análogos para voz/fax. • Tarjeta de voz con 4 puertos análogos para voz/fax.
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • Memoria de 96 MByte DRAM y 32 MByte Flash • Dos módulos PVDM-256K-12 (3 DSP cada módulo)
Protocolos	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolos de capa 2 y 3: ARP, IPCP, IP Forwarding, ATM, TCP, TFTP, UDP, VLAN, entre otros. • Protocolos de señalización: H.323, SIP, MGCP • VoIP, VoFR • SRST • G.711, G.723, G726, G.729 • Administración y seguridad: AAA, CHAP, RADIUS, SNMP, PAP, TACACS. • DHCP • QoS

En esta tabla 3.10 observamos la existencia del módulo de voz PVDM. PVDM se desarrolló en la sección 2.4.1.3, figura 2.34.

De acuerdo a las especificaciones del fabricante, cada DSP soporta 2 puertos análogos del módulo VIC, por lo cual para cada Cisco Router 1760-V con 2 módulos VIC-2FXO, se necesitará 2 DSP y con los otros 2 módulos VIC-4FXO se necesitará 4 DSP. En total son 6 DSP los requeridos para el hardware mencionado.

En la tabla 3.10 se hace referencia al módulo PVDM-256K-12, el cuál contiene 3 DSP, dado nuestro requerimiento, se estima que con 2 módulos PVDM-256K-12 (6 DSP) se cubre nuestra necesidad.

La cantidad de canales de voz soportados por cada DSP depende del nivel de complejidad del codificador-decodificador a utilizar. De acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante, en nuestro caso se utiliza los estándares G.711 y G.729 por lo cual la cantidad de canales por DSP son 2. En total tenemos 12 (2 canales/DSP x 6 DSP) canales de voz disponibles por cada enrutador de voz Cisco Router 1760-V.

TABLA N° 3.11 Especificaciones técnicas del equipo Cisco WS-SVC-CMM

WS-SVC-CMM	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo Cisco de Comunicación de Medios para SW-C6500 con 3 slot para soportar módulos adaptadores.
WS-SVC-CMM-6E1	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo adaptador con 6 puertos E1
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • R7000 RISC (procesador) • Memoria de 512 MByte DRAM y 64 MByte Flash
Protocolos	<ul style="list-style-type: none"> • H.323, SIP, MGCP • SRST • 180 canales disponibles a G.711 y G.729

TABLA N° 3.12 Especificaciones técnicas del equipo Cisco 3725

Cisco 3725	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Router 3640, Multifuncional con chasis de 4-slot.
NM-2V	<ul style="list-style-type: none"> • Modulo de red con dos slot para tarjetas de voz • DSPs incorporados en el módulo para soporte de hasta 4 canales de voz.
VIC-2FXO	<ul style="list-style-type: none"> • Tarjeta de voz de 2 puertos análogos para voz/fax.
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • 100 Mhz IDT R4700 RISC (procesador) • 70 Kpps (Razón de procesamiento de paquetes) • Memoria de 64 MByte DRAM y 32 MByte Flash

Protocolos	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolos de capa 2 y 3: ARP, IPCP, IP Multicast, ATM, TCP, TFTP, UDP, VLAN, IPv6, entre otros. • Protocolos de ruteo: EIGRP, IGRP, IS-IS, OSPF, BGP. • Administración y seguridad: AAA, CHAP, RADIUS, SNMP, PAP, TACACS. • HSRP • DHCP • QoS
------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

En la figura 3.5 mostramos los gráficos de los enrutadores de voz descritos.

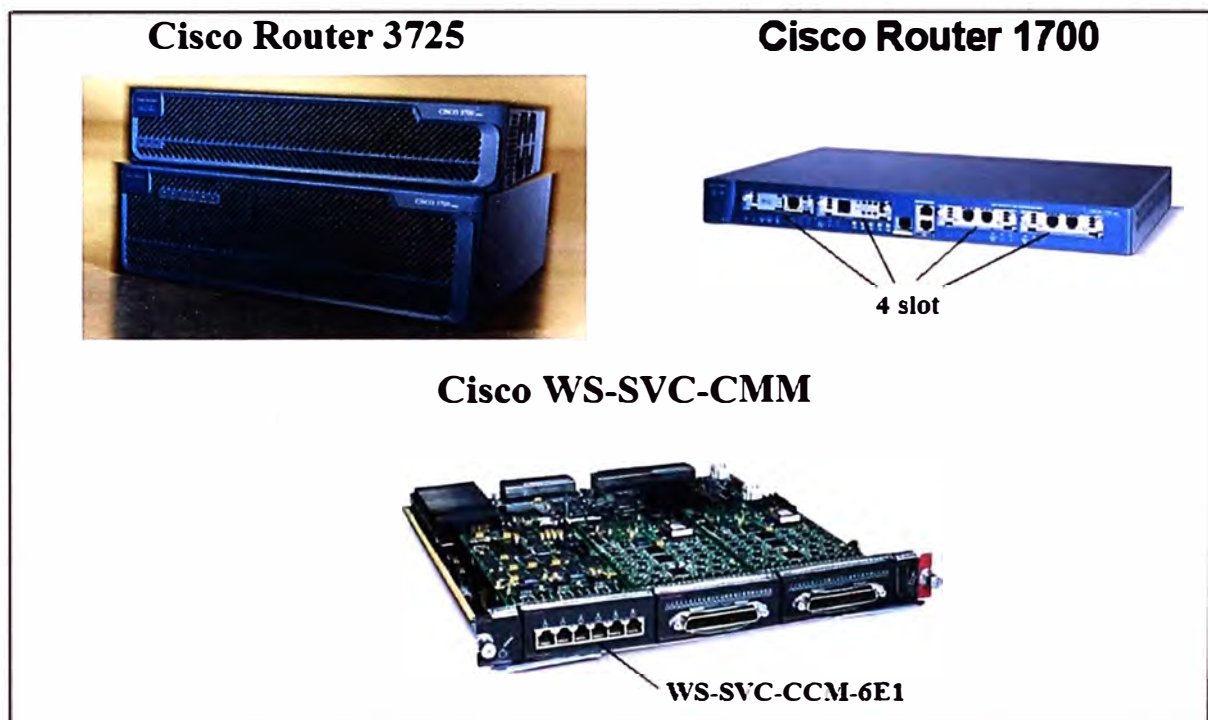


Fig. 3.5 Enrutadores de voz propuestos para la solución de telefonía IP

Continuando con el diseño de la infraestructura de red para soportar el nuevo servicio de telefonía IP, se realizó las siguientes acciones:

Segmentación de la red de datos en una VLAN separada para voz y datos, con la premisa que los servidores de procesamiento de llamadas y de aplicaciones deben pertenecer a distintas VLANs.

Reservación de un rango de direccionamiento para los dispositivos de la telefonía IP
Definición de una convención de nombres estándar para la asignación de VLAN que facilite la detección y resolución de problemas.

En la tabla 3.13 mostramos el esquema de direccionamiento diseñado por sede.

TABLA N° 3.13 Esquema de direccionamiento y asignación de VLAN

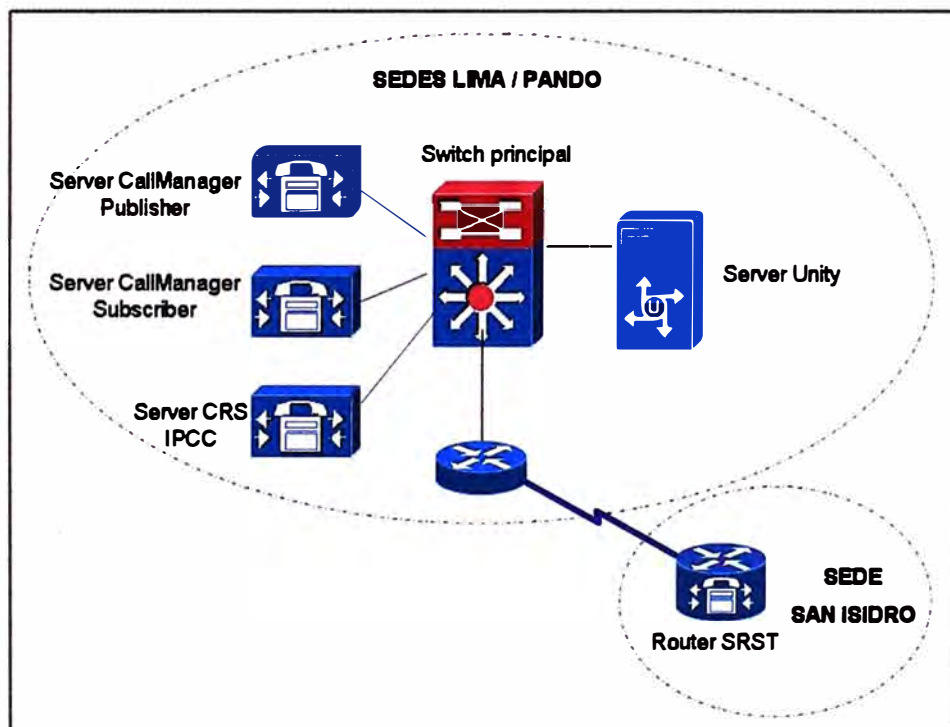
Sede	Vlan ID	Nombre Vlan	Red Vlan	Descripción
Sede Lima	10	LI_VOICE	172.28.0.0 / 16 DGW : 172.28.0.1	Administrador de llamadas, mensajería unificada y teléfonos IP
	2	LI_DATA	172.20.0.0 / 16 DGW : 172.20.0.1	Servidores y estaciones de usuarios
Sede Pando	10	PA_VOICE	172.28.0.0 / 16 DGW : 172.28.0.1	Teléfonos IP
	2	PA_DATA	172.20.0.0 / 16 DGW : 172.20.0.1	Servidores y estaciones de usuarios
Sede San Isidro	11	IS_VOICE	192.168.99.0 / 24 DGW : 192.168.99.1	Ruteadores de voz, teléfonos IP
	1	IS_DATA	192.168.100.0 / 24 DGW : 192.168.100.1	Servidores y estaciones de usuarios

Creado el nuevo segmento de voz, es recomendable habilitar un servicio de direccionamiento dinámico para la asignación de parámetros de red, ya que cada teléfono requiere de estos parámetros tan igual que una estación de trabajo. Adicionalmente, los teléfonos IP requieren la dirección de red de un servidor TFTP (comúnmente el servidor de administración de llamadas) esto se logra habilitando la opción 150 del servicio DHCP. En la tabla 3.14 mostramos los parámetros del servicio DHCP diseñados.

Como lo mencionamos al inicio de esta sección, el esquema a implementar sigue un modelo centralizado, es decir que en la infraestructura central (Sede Lima) se ubican los servidores de administración de llamadas, mensajería unificada y centro de atención de llamadas. Estos servidores proporcionan lo servicios de telefonía a las sedes Pando y San Isidro. En la figura 3.6 mostramos el esquema de la infraestructura de red centralizada.

TABLA N° 3.14 Parámetros de DHCP y TFTP

Sede	Nombre Vlan	Descripción
Sede Lima y Pando	ECODHCP IP : 172.20.2.5	<p>Dominio DNS: comercio.com</p> <p>Intervalo de asignación: 10 horas</p> <p>Servidor DNS: 172.20.2.1</p> <p>Opción 150: 172.28.0.10, 172.28.0.11</p> <p>Rango de direcciones: 172.28.0.50 – 172.28.16.254</p> <p>Máscara de red: 255.255.240.0</p> <p>Puerta de enlace: 172.28.0.1</p>
Sede San Isidro	RSIGWT IP : 192.168.99.2	<p>Dominio DNS: comercio.com</p> <p>Intervalo de asignación: 10 horas</p> <p>Servidor DNS: 172.20.2.1</p> <p>Opción 150: 172.28.0.10, 172.28.0.11</p> <p>Rango de direcciones: 192.168.99.3 – 192.168.99.254</p> <p>Máscara de red: 255.255.255.0</p> <p>Puerta de enlace: 192.168.99.1</p>

**Fig. 3.6** Esquema de infraestructura centralizada

En base a cada uno de las consideraciones mencionadas en esta sección, podemos elaborar un esquema final de diseño para la infraestructura de red. En la figura 3.7 graficamos el diseño de infraestructura de red propuesta.

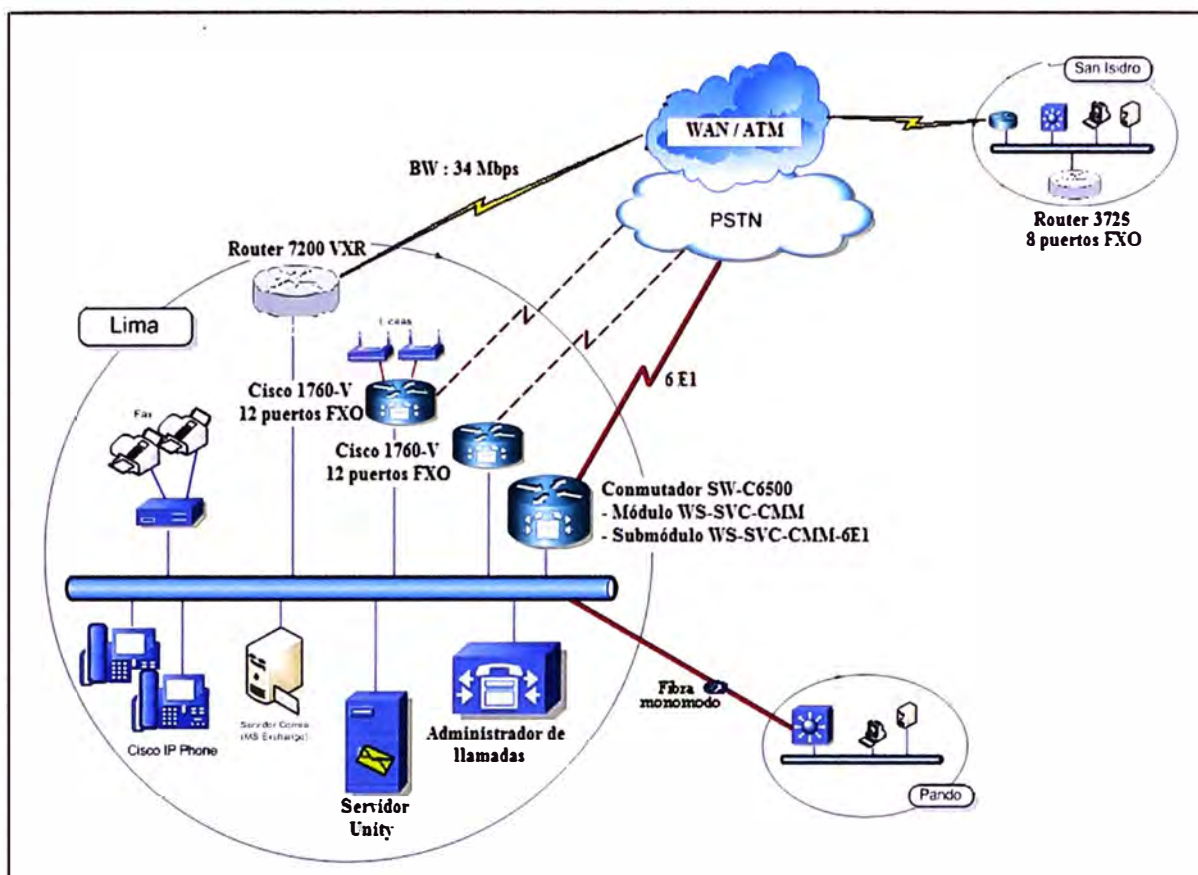


Fig. 3.7 Diagrama del diseño de la infraestructura de red

3.3.2 Diseño de la calidad de Servicio

Como parte del proceso de adaptación de la red para la telefonía IP se contempló el diseño de la calidad de servicio a nivel LAN y WAN, en ambos casos se asegura que la voz sea priorizada sobre los datos y así poder garantizar el servicio de telefonía. Para conseguir este fin nos basamos en las conclusiones obtenidas del análisis de la información en la fase de planeamiento. La política de calidad de servicio verifica la apropiada clasificación con los valores de CoS, ToS, y DSCP. Los conmutadores LAN pueden verificar los valores de CoS entrantes, permitiendo que se encole en los almacenadores de las interfaces de acuerdo a los valores de CoS, asimismo estos dispositivos maniobran los bits de IP Precedente para que el dispositivo WAN clasifique los diferentes tipos de tráfico. Para este escenario existe una clasificación recomendada por el IETF⁹² que permite identificar los

distintos tipos de tráfico que existen en la red. En la tabla 3.15 mostramos los valores recomendados para el diseño de la calidad de servicio.

TABLA N° 3.15 Valores recomendados para la calidad de servicio

Tipos de tráficos	Capa 2 CoS	Capa 3 Precedencia IP	Capa 3 DSCP
Tráfico de voz RTP ⁶¹	5	5	46 (EF)
Tráfico de control de voz SCCP, H323, MGCP	3	3	26 (AF31)
Tráfico de Datos	0 - 2	0 - 2	10 – 22 (0 - AF23)
Tráfico de Video	4	4	34

Los componentes de voz más importantes son el tráfico de voz, el control de llamadas y señalización. El tráfico de control de llamadas transporta la configuración de llamada, mecanismo de establecimiento, desconexión y el tráfico de voz, es el flujo de voz propiamente dicho.

En la sección 2.4.1.1 del capítulo anterior se explica los conceptos y fundamentos de la calidad de servicio en redes LAN y WAN. En ella podemos verificar los bits del campo CoS (Figura 2.32) y los bits del campo IP Precedence y DSCP (Figura 2.33). Los valores de CoS y IP Precedence son iguales, pero en el caso de los DSCP adopta distintos valores. Tomando como referencia la figura 2.31 del capítulo anterior, podemos obtener los valores que pueden tomar los bits DSCP.

Para un valor de CoS = 101 (5) -> bits DSCP = 101110 (46).

Para un valor de CoS = 100 (4) -> bits DSCP = 100010 (34), 100100 (36) ó 100110 (38).

Para un valor de CoS = 011 (3) -> bits DSCP = 011010 (26), 011100 (28) ó 011110 (30).

Para un valor de CoS = 010 (2) -> bits DSCP = 010010 (18), 010100 (20) ó 010110 (22).

Para un valor de CoS = 001 (1) -> bits DSCP = 001010 (10), 001100 (12) ó 001110 (14).

Adicionalmente debido a que cada tráfico de voz sobre IP requiere un tratamiento diferente, los elementos de red a nivel WAN deben tener un método que identifique y separe los flujos, siendo la manera más eficiente el combinar el uso de los esquemas de encolamiento PQ y CBWFQ, conocido también como LLQ.

⁹²IETF: Es el acrónimo de Internet Engineering Task Force.

Para este mecanismo se debió diseñar los valores de ancho de banda requeridos de acuerdo a nuestra plataforma y requerimientos de diseño. En la tabla 3.16 mostramos los valores de ancho de banda diseñados para la sede remota San Isidro en base a los criterios de utilización de las llamadas. (Referencia en el libro “Cisco IP Telephony” de Ramesh Kaza)

TABLA N° 3.16 Ancho de banda diseñados para la sede remota de San Isidro

Criterio	Sede San Isidro
Número de teléfonos proyectados	116
Ancho de Banda	34 Mbps ATM
Número de llamadas de voz simultáneas	50
Número de llamadas de fax	3
Codificador usado para las llamadas de voz	G.729
Codificador usado para las llamadas de fax	G.711
Ancho de banda para las llamadas de voz (llamadas de voz simultáneas x 30 kbps por llamada)	1500 kbps
Ancho de banda para las llamadas de fax (una llamada de fax x 90 kbps por llamada)	180 kbps
Ancho de banda total de voz y fax	1680 kbps

De acuerdo a esta tabla 3.16 el ancho de banda requerido para el tráfico de voz es de 1.6 Mbps. Bajo condiciones extremas, si el número de llamadas simultaneas es igual al número de teléfonos IP habilitados, el ancho de banda total requerido sería de 3.6 Mbps. Actualmente el ancho de banda total del enlace entre la sede principal (Lima) y la sede remota (San Isidro) es de 34 Mbps con un servicio ATM, por lo cual se considera aceptable las condiciones actuales en cuanto a capacidad. Sin embargo, se requerirá configurar la calidad de servicio en los equipos terminales del enlace y en la nube WAN del proveedor de acuerdo a los valores de las tablas 3.15 y 3.16.

En el caso de la sede de Pando, el enlace de comunicación es a través de una fibra monomodo de 1 Gbps, interconectado en capa 2 con el conmutador principal de la sede Lima. Este enlace está configurado en modo troncal, es decir se encapsula las tramas del estándar 802.3 (Ethernet) en el formato estándar 802.1q. Con estas consideraciones el segmento de voz creado es priorizado utilizando los bits de CoS, de acuerdo a las recomendaciones de la tabla 3.15. No se considera necesario realizar el cálculo de la tabla

3.16 para esta sede ya que es parte de la infraestructura LAN (banda ancha) de la sede principal.

3.3.3 Diseño del sistema de administración de llamadas

El sistema de administrador de llamadas es el componente principal de la solución de telefonía IP, es por esto la importancia del diseño elaborado cuya solución sea confiable que garantice el buen funcionamiento. El diseño abarca el conjunto de tareas que nos permitan dimensionar los equipos adecuados para los requerimientos de procesamiento, y capacidad de la solución a implementar. El administrador de llamadas es un software comúnmente denominado callmanager, término definido por el fabricante Cisco System con el cual se desarrolló el proyecto.

Los dispositivos en una red de telefonía IP consumen diferentes cantidades de memoria y recursos de procesamiento en el servidor de administración de llamadas. Estos dispositivos consumen recursos adicionales durante las transacciones, (llamadas telefónicas, procesamiento de la voz). Estos recursos incluyen memoria, procesador e I/O. Con el fin de dimensionar estas transacciones, se ha establecido una referencia en base a los números de intentos de llamadas hechas en una hora de congestión en el día de un dispositivo. Dicha referencia se denomina BHCA⁹³. Este parámetro es variable y depende del tipo de negocio de la organización.

Como parte del diseño se realizó el cálculo del parámetro BHCA, en base a valores históricos proporcionado por personal de soporte de telefonía. Los valores utilizados fueron los siguientes:

- Duración promedio de una llamada (Dp): 160 seg
- Tiempo promedio que un usuario habla en un día (Tpd): 35 min
- Tiempo promedio que un usuario habla en un mes (Tpm): 1050 min (Tpd x 30)

Para el cálculo de los intentos de llamada en hora punta (BHCA) se supone que un 60% del tráfico total se crea en días laborables y que un 20% del tráfico total se cursa en la hora punta. Como días laborales se toma 21 días. A partir de esto realizamos los siguientes cálculos:

En primer lugar calculamos el uso en hora punta por usuario, este parámetro es calculado con la siguiente fórmula 3.1:

$$\text{Uso en hora punta por usuario} = (\text{Tpm} \times 60\% \times 20\%) / 21 \quad (3.1)$$

Reemplazando el valor de Tpm se obtiene que el uso en la hora punta por un usuario es de 6 min. Luego para calcular los intentos de llamadas en hora punta por usuario, se tienen en cuenta el uso que realiza cada usuario en hora punta y la duración media de la llamada. El valor final BHCA se obtiene de la siguiente fórmula 3.2:

$$\text{BHCA} \times \text{usuario} = (\text{Uso en hora punta por usuario} \times 60\text{seg}) / \text{Dp} \quad (3.2)$$

De este cálculo obtenemos finalmente el número de intentos de llamada en hora punta por usuario, el cual es 2.25.

Debemos tomar en cuenta lo siguiente: Este cálculo está en base al tráfico promedio de un llamante estándar. De acuerdo al tipo de función de los llamantes los parámetros pueden variar. Se escoge entre los diversos valores de BHCA dado por el fabricante, el más cercano.

Finalmente de acuerdo al estándar del fabricante el valor recomendado es 6 para tomar como base que un dispositivo realiza solamente 6 llamadas por hora durante el BHCA.

De acuerdo al valor de BHCA adoptado (6), el fabricante asigna un peso a cada dispositivo que se registra en el servidor administrador de llamadas. Estos valores están basados en el nivel de consumo de memoria y recursos de procesamiento (CPU)

En la tabla 3.17 se muestra los pesos por sesión asignados por el fabricante a cada tipo de dispositivos utilizados en el proyecto. Asimismo se muestra los pesos por dispositivos, es decir el número de veces que puede ser requerido el dispositivo simultáneamente, luego se muestra la cantidad total de dispositivos implementados para esta solución.

Finalmente se calcula los pesos acumulados por dispositivo y luego la suma total de todos ellos. Este último valor nos servirá para elegir la plataforma de hardware adecuado. Existen una serie de plataformas que tienen asignados una cantidad máxima de pesos que soportan. En la figura 3.8 se muestra los modelos de servidores, la cantidad máximo de dispositivos que soportan y los pesos asignados.

Este diseño está basado en el modelo utilizado en el libro “Cisco IP Telephony” de Ramesh Kaza. (Ver Bibliografía).

⁹³BHCA: Es el acrónimo de Busy Hour Call Attempts.

TABLA N° 3.17 Cálculo de pesos acumulados por dispositivos

Tipos de dispositivos	Peso por sesión / canal de voz	Sesión / DS0 por dispositivo	Total de dispositivos	Peso acumulado de dispositivos
Teléfono IP	1	1	956	956
VG248 ⁹⁴	1	48	3	144
FXO	3	1	30	90
CTI ⁹⁵	2	1	30	60
MGCP (E1)	3	30	6	540
Conferencia	3	96	1	288
Decodificador	3	32	1	96
Total				2174

De la tabla 3.17 obtenemos que el valor total de pesos acumulados es 2174.

Server Platform Characteristics	Maximum IP Phones per Server ¹	Maximum Device Weight Units per Server	High Availability Platform ²	High Performance Server
Cisco MCS-7845 (All models)	7500	10.000	Yes	Yes
Hewlett-Packard/Compaq DL380, Dual CPU All Cisco approved models	7500	10.000	Yes	Yes
Cisco MCS-7835 (All models) Pentium III (733-1266MHz), 1-2GB RAM	2500	5000	Yes	No
Cisco MCS-7830 Pentium III (500MHz), 1GB RAM	1500	3000	Yes	No
Cisco MCS-7830 Pentium III (500MHz), 512MB RAM	500	1000	Yes	No

Fig. 3.8 Capacidad de plataformas de administración de llamadas

Del valor obtenido en la tabla 3.17 y de la figura 3.8 observamos que la plataforma adecuada es el modelo Cisco MCS-7835, el cuál tiene soporte hasta 2500 teléfonos IP y con un peso máximo de 5000.

En la tabla 3.18 mostramos las especificaciones técnicas más importantes de la plataforma MCS-7835.

⁹⁴VG248: Es un equipo convertidor de señales analógicas a formato IP.

⁹⁵CTI: Es el acrónimo de Computer Telephony Intergartion, son puertos virtuales de integración telefónica.

TABLA N° 3.17 Especificaciones técnicas de la plataforma MCS-7835

MCS 7835-I2	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor de convergencia de medios.
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • Intel 5140 Xeon (Procesador) • 2.33-GHz processor (Procesamiento interno) • 4 MB de nivel 2 de memoria cache • Capacidad hasta 2 procesadores • 2 GB de memoria (2 de 1-DIMM) • 667 Mhz de bus de memoria • Dos interfaces Ethernet 10/100/1000
Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Unified Communications Manager • Cisco Unified Contact Center Express • Cisco Unified IP Interactive Voice Response (IP IVR) • Cisco Unity Connection • Cisco Unified Presence

La versión utilizada del sistema fue el software 4.1, el cual a continuación presentamos su configuración básica.

- Grupo de redundancia del administrador de llamadas: Son los equipos inscritos como primario y secundario. En la tabla 3.18 mostramos el nombre del grupo y los equipos inscritos.

TABLA N° 3.18 Grupo redundante creado en el administrador de llamadas

Nombre de grupo	Dirección IP	Puerta de acceso	Rol de base datos
Default	172.20.2.91	172.20.0.1	Suscriptor (Primario)
Default	172.20.2.92	172.20.0.1	Editor (Secundario)

- Regiones: Con esta configuración se define sectores con iguales niveles de compresión y su comunicación con otras regiones diferentes. Usualmente la compresión en ambientes LAN utilizan G.711 y en entorno remoto G.729 o una de sus variantes. En la tabla 3.19 mostramos la matriz de combinación de regiones y sus compresiones definidas en cada una de ellas.

TABLA N° 3.19 Tabla de regiones

Nombre de región	Compresión	Compresión dentro de la región	Compresión fuera de la región
Default	G.711	G.711	G.729
R_Conference	G.711	G.711	G.729
R_IPC	G.729	G.729	G.729
R_SIsidro	G.729	G.729	G.729

- Punto de rutas: Con esta configuración se define los puertos lógicos de configuración que asocian los sistemas telefónicos, estas funcionan como puertas de enlace entre sistemas. En la tabla 3.20 mostramos los puntos de rutas

TABLA N° 3.20 Tabla de puntos de rutas

Punto de rutas	Descripción
CTRP_ 8100	Punto de rutas para mensajes de voz
CTRP_ 8200	Punto de rutas para mensajes de voz
CTRP_ 8300	Centro de contacto
CTRP_ 8400	Centro de contacto
CTRP_ 8500	Centro de contacto
CTRP_ 8700	Atención de consola
IPMA_RP	Punto de rutas para mensajes de voz

- Particiones: Con esta configuración los grupos de accesos se asocian con el plan de marcación. En la tabla 3.21 mostramos los nombres de las particiones y los grupos de marcación asociados.

TABLA N° 3.21 Tabla de particiones

Nombre de partición	Descripción
Celulares	Llamadas a Números Celulares
Celulares_SI	Llamadas a Números Celulares San Isidro
Intercom	Cisco IPMA Intercom
Internos	Llamadas a Números Internos

IPMA	Llamadas a Números IPMA
LDINT	Llamadas a Números Internacionales
LDINT_SI	Llamadas a Números Internacionales San Isidro
LDNAC	Llamadas a Números Nacionales
LDNAC_SI	Llamadas a Números Nacionales San Isidro
Locales	Llamadas a Números Locales
Locales_SI	Llamadas a Números Locales San Isidro
Manager	Cisco IPMA Manager
Privado	Partición para llamadas privadas
RPM	Llamadas a Números RMP
RPM_SI	Llamadas a Números RMP San Isidro
VMPilotNumberPT	Partición para la mensajería de voz
VMRestrictedPT	Partición para la mensajería de voz

- **Dominio de llamadas:** Con esta configuración se asocian las particiones de acuerdo a las políticas de acceso y privilegios definidos por usuario. En la tabla 3.22 mostramos los dominios y su accionar de acuerdo a los privilegios definidos.

TABLA N° 3.22 Tabla de dominios

Nombre de dominio	Descripción
LI_CSS1_I_E	Restricción 1 – I
LI_CSS10_IM	Restricción 10 - Anexos de Privados
LI_CSS11_I_E	Restricción 6 – I-L-R-C-NAC-INT
LI_CSS2_I_E	Restricción 2 – I-L
LI_CSS3_I_E	Restricción 3 - I-L-R
LI_CSS4_I_E	Restricción 4 - I-L-R-C
LI_CSS5_I_E	Restricción 5 - I-L-R-C-NAC
LI_CSS6_I_E	Restricción 6 - I-L-R-C-NAC-INT
LI_CSS7_M_E	Restricción 7 - IPMA-Internos-All
LI_CSS8_I_M_INT	Restricción 8 - IPMA-Manager-Intercom
LI_CSS9_UM	Restricción 8 – Mensajes unificado
SI_CSS10_IM	Restricción 10 - Anexos de Privados

SI_CSS11_I_E	Restricción 6 - I-L-R-C-NAC-INT
SI_CSS2_I_E	Restricción 2 - I-L
SI_CSS3_I_E	Restricción 3 - I-L-R
SI_CSS4_I_E	Restricción 4 - I-L-R-C
SI_CSS5_I_E	Restricción 5 - I-L-R-C-NAC
SI_CSS6_I_E	Restricción 6 - I-L-R-C-NAC-INT
SI_CSS7_M_E	Restricción 7 - IPMA-Internos-All

- Patrón de rutas: En esta configuración se define el plan numérico, se asocia con la partición y se asigna la puerta de enlace para la salida de la voz. En la tabla 3.23 mostramos los patrones de rutas diseñados.

TABLA N° 3.23 Tabla de patrones de rutas

Patrón de rutas	Partición	Puerta de enlace
0.[2-7]XXXXXX	none	S1/DS1-2@WSC6503E1
0.[2-7]XXXXXX	Locales	RH_LIST_ECO
0.[2-7]XXXXXX	SI_Locales	S0/DS1-0@RSIGWT
0.0[1-9][1-9]9XXXXXX	Celulares	172.20.150.4
0.0[1-9][1-9]XXXXXX	LDNAC	RH_LIST_ECO
0.00!#	LDNAC	RH_LIST_ECO
0.00XXXXXXXXXX	LDINT	RH_LIST_ECO
0.1XX	Locales	RH_LIST_ECO
0.XXXXX	RPM	172.20.150.4
2.9[5-9]XXXXXX	none	S1/DS1-2@WSC6503E1
2.9[5-9]XXXXXX	Celulares	172.20.150.4
2.9[5-9]XXXXXX	SI_Locales	S0/DS1-0@RSIGWT
2.XXXXX	none	172.20.150.4
2.XXXXX	RPM	172.20.150.4
2.XXXXXXX	none	RH_ECO_LIST_CEL_RPM
2.XXXXXXX	RPM	RH_ECO_LIST_CEL_RPM
7[1-8]XX	Internos	172.20.150.4
7300	VMPilotNumberPT	Cisco Unity Answer

3.3.4 Diseño del sistema de mensajería unificada

Para el diseño del sistema de mensajería unificada fue necesario integrar el sistema tradicional de voz con el administrador de llamadas IP. El modelo escogido para el proyecto, es un esquema de mensajería centralizado con los aplicativos Cisco Unity, Microsoft Exchange⁹⁶ y controlador de domino en un mismo ambiente LAN, estos proveen de mensajería unificada a la sede local y sede remota. En la figura 3.8 mostramos la topología diseñada para nuestro proyecto.

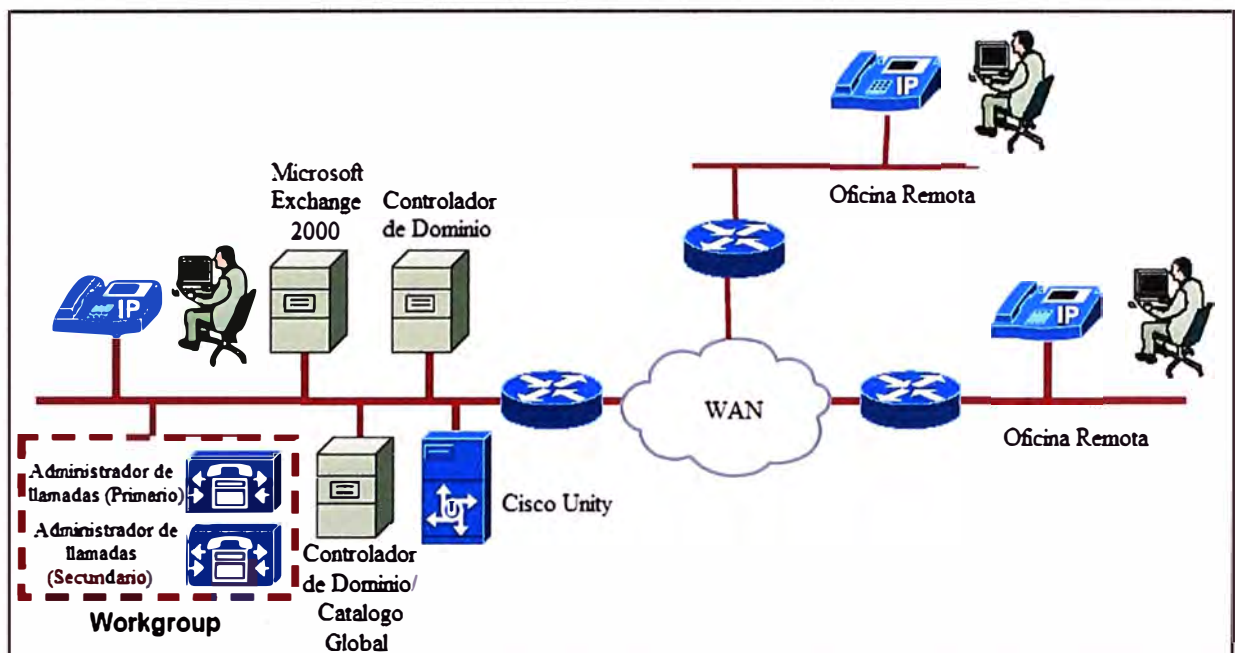


Fig. 3.8 Topología de mensajería unificada

El equipo Unity puede almacenar mensajes en formatos G.711 o G.729a, la selección de formatos depende de la disponibilidad de recursos de hardware (discos duros y codificadores), en nuestro caso el formato G.711 es el codificador escogido. Para el cálculo de la capacidad en ambos formatos se toma como referencia la capacidad promedio en byte x seg: G.711 a 8Kbps y G.729 a 1Kbps. En la tabla 3.24 mostramos algunos valores típicos de capacidad de almacenamiento.

Un factor importante como parte del diseño del sistema unificado de mensajes es el proceso de integración con el administrador de llamadas usando el protocolo SCCP⁹⁷, para lograr esto se requiere una serie de configuraciones de tal manera que la integración sea exitosa. Este diseño está basado en el modelo utilizado en el libro "Cisco IP Telephony" de Ramesh Kaza. (Ver Bibliografía).

TABLA N° 3.24 Tabla de capacidad de los equipos Unity

Usuarios	N° de Mensajes	Tipo de codificación y razón de muestreo	Promedio de mensajes (seg)	Capacidad de almacenamiento (Byt)
1	15	G.711@8Kbps	40	4800000
10	15	G.711@8Kbps	40	48000000
100	15	G.711@8Kbps	40	480000000
500	15	G.711@8Kbps	40	2400000000
1	15	G.729@1Kbps	40	600000
10	15	G.729@1Kbps	40	6000000
100	15	G.729@1Kbps	40	60000000
500	15	G.729@1Kbps	40	300000000

Entre los parámetros principales para la configuración básica tenemos:

- Particiones y dominios de llamada: Existen 2 particiones y 1 dominio de llamada para puertos de mensajes de voz, números de MWI⁹⁸, y número de piloto de mensajería de voz. Estos puertos se utilizan para encendido y apagado de lámparas MWI y el envío de notificaciones de llamadas. En la tabla 3.25 y 3.26 mostramos las particiones y dominios de llamadas diseñadas para la integración.

TABLA N° 3.25 Tabla de particiones

Nombre de partición	Descripción
VMPilotNumberPT	Partición para la mensajería de voz
VMRestrictedPT	Partición para la mensajería de voz

TABLA N° 3.26 Tabla de dominios

Dominio	Número de piloto	Descripción
LI_CSS9_UM	7000	Restricción 8 – Mensajes unificado

⁹⁶Microsoft Exchange: Es una solución de correo electrónico de la marca Microsoft.

⁹⁷SCCP: Es el acrónimo de Skinny Client Control Protocol, protocolo propietario de señalización de llamadas

⁹⁸MWI: Es el acrónimo de Message Waiting Indicador.

- Los números MWI y de directorio: Estos son anexos en el administrador de llamadas que el Unity invoca, en el caso de MWI, la lámpara cambia de estado a encendida cuando el teléfono IP indica que existe un nuevo mensaje de voz y se está en espera de ser revisado en el buzón de correo. En el caso del anexo de directorio, es invocada cada vez que se comunican ambos sistemas, en este caso tenemos 16 puertos habilitados con la extensión diseñada. En la tabla 3.27 y 3.28 mostramos los anexos MWI y de directorio.

TABLA N° 3.27 Tabla de anexos MWI

Número de MWI	Descripción
7398	MWI extensión de encendido
7399	MWI extensión de apagado

TABLA N° 3.28 Tabla de anexos de directorio

Puerto de mensajes de voz	Numero de directorio	Número de puertos
CiscoUM1-V1	8000	16

3.3.5 Diseño del centro de atención de llamadas

Para la elaboración del diseño se tuvo que dimensionar la solución tomando en consideración lo siguiente:

- Número de agentes: Agentes son los que maniobran las llamadas entrantes.
- Número de puertos IVR⁹⁹: IVR maniobra las sesiones tales como el mensaje de bienvenida y colecciona información de la llamada.
- Número de ruteadores de voz y troncales de la PSTN: Estos puertos maniobran las llamadas originadas desde y hacia la PSTN.

Para el diseño se utilizó el modelo de tipos de tráfico Erlang-C¹⁰⁰, con el fin de dimensionar los parámetros del call center. Este modelo usa el número de agentes en el call center en la cual las llamadas son encoladas antes de ser presentadas a los agentes. Este modelo asume que las llamadas son presentadas aleatoriamente al servidor y que si encuentran a los agentes ocupados son colocados en cola sin ser bloqueados.

3.3.5.1 Diseño del número de agentes

El primer paso para diseñar un call center es determinar el número de agentes usando el modelo de tráfico Erlang-C, para esto se requieren los siguientes parámetros:

- BHCA: Es el número de llamadas recibidas en una hora congestionada.
- AHT¹⁰¹: Es el tiempo promedio de duración de la llamada.
- AWT¹⁰²: Es el tiempo promedio en el que el agente se encuentra disponible después que la llamada ha concluido.
- Nivel de servicio: Es el porcentaje de llamadas a ser respondidas dentro de un cierto número de segundos.

Los valores escogidos se basaron del análisis de los reportes obtenidos del call center tradicional. En la tabla 3.29 mostramos los valores de los parámetros del modelo Erlang-C

TABLA N° 3.29 Valores del modelo Erlang-C

Parámetros	Valores
BHCA	200
AHT	180 seg
AWT	30 seg
Nivel de servicio	90% de llamadas respondidas dentro de 15 seg.

Para el cálculo se utilizó la herramienta de call center disponible gratis en el portal <http://www.erlang.co.uk/ccc.htm>. En la figura 3.9 mostramos el cálculo de este modelo.

De acuerdo a los resultados mostrados en el gráfico, la cantidad de agentes proyectado es 17 para obtener un 93% de nivel de servicio, ya que es el más cercano a 90% que es lo requerido, finalmente se decidió por 20 agentes para cubrir lo proyectado.

Este diseño está basado en el modelo utilizado en el libro “Cisco IP Telephony” de Ramesh Kaza. (Ver Bibliografía).

⁹⁹IVR: Es el acrónimo de Interactive Voice Response, que significa respuesta de voz interactiva.

¹⁰⁰Erlang-C: Es un modelo de cálculo para call center.

¹⁰¹AHT: Es el acrónimo de Average Handling Time.

¹⁰²AWT: Es un modelo de Average Work Time.

Call Centre Calculator - [New Agents]

File Window Help

Enter the total number of calls received

Service level goal: 90 % in 15 secs Call talk time (mm:ss): 03:00
 Number of calls: 200 After call work time: 00:30
 Arrival time (hh:mm): 10:00 to 11:00 Wait before abandon: 01:00
 Total time: 01:00 Time slots: 30 min 60 min

Agents	Srv Lvl	Queued	Abndon	Usage	Ave Ans	Q Time	Avq Q	Trunks
12	13%	89%	81%	97%	09:21	10:30	31	61
13	44%	62%	39%	90%	01:37	02:38	5	29
14	65%	42%	14%	83%	00:37	01:30	2	24
15	79%	27%	2%	78%	00:17	01:03	1	23
16	87%	17%	0%	73%	00:08	00:48	0	22
17	93%	10%	0%	69%	00:04	00:39	0	22
18	96%	6%	0%	65%	00:02	00:33	0	22
19	98%	3%	0%	61%	00:01	00:29	0	21
20	99%	2%	0%	58%	00:00	00:25	0	21
21	100%	1%	0%	56%	00:00	00:23	0	21
22	100%	0%	0%	53%	00:00	00:20	0	22
23	100%	0%	0%	51%	00:00	00:19	0	23
24	100%	0%	0%	49%	00:00	00:17	0	24

Agents Schedule

Fig. 3.9 Modelo de cálculo Erlang-C

3.3.5.2 Diseño del número de puertos del sistema de respuesta automática

Para este diseño se utilizó el modelo Erlang-B¹⁰³, el cual utiliza los siguientes parámetros:

- BHCA: Es el número de llamadas recibidas en una hora congestionada.
- AHT: Es el tiempo promedio de duración de la llamada para los servicios de las aplicaciones, este incluye el tratamiento inicial y el tiempo de encolamiento.

En el caso del período inicial de espera, se refiere a cuando el llamante alcanza el sistema, considerado desde que ingresa a la aplicación. El valor estándar es 15 seg. Para el caso del tiempo de espera en el encolamiento del IVR, se refiere a los segundos que el usuario tiene que esperar en el encolamiento. El valor promedio es obtenido del cálculo realizado con el modelo Erlang-C. Según el cuadro el valor (Q Time) es de 39 seg.

- BHT: Es el tráfico de horas ocupadas en Erlangs. Para cada subcategoría de AHT, BHT es calculado con la siguiente fórmula 3.3:

$$\text{BHT} = (\text{BHCA} \times \text{AHTseg}) / 3600 \quad (3.3)$$

En el caso de BHT para el tiempo de encolamiento en el IVR, el valor de BHCA es de 20, debido a que según el cuadro de cálculo de Erlang-C para 17 agentes el encolamiento es de 10% del total (200 BHCA).

- Bloqueo - grado de servicio: Es el porcentaje de llamadas que es bloqueado debido a que los puertos IVR no están habilitados.

En la tabla 3.30 mostramos los valores de los parámetros para este modelo.

Para calcular el número de puertos IVR se utilizó la herramienta disponible gratis en el portal <http://www.erlang.com/calculator/erlb/>. En la figura 3.10 mostramos el cálculo de este modelo. Del gráfico mostrado podemos concluir que la cantidad de puertos IVR es 6.

TABLA N° 3.30 Valores del modelo Erlang-B - IVR

Parámetros	Valores
BHCA	200 Queued BHCA: 20 (10% del total)
IVR AHT	Llamada tratada: 15 seg Tiempo promedio de encolamiento: 39 seg
BHT en Erlangs	BHT1 = $200 \times 15 / 3600 = 0.833$ BHT2 = $20 \times 39 / 3600 = 0.216$ Total IVR BHT = 1.049
Bloqueo	0.1%

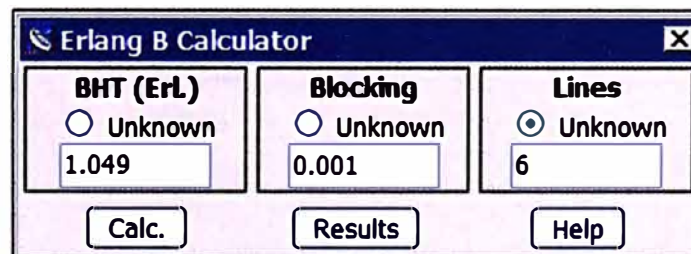


Fig. 3.10 Modelo de cálculo Erlang-B

¹⁰³Erlang-B: Es un modelo de cálculo para puertos IVR y troncales.

3.3.5.3 Diseño del número de troncales

Para este diseño se utilizó el modelo Erlang-B, los parámetros requeridos fueron:

- BHCA: Es el número de llamadas recibidas en una hora congestionada.
- AHT: Es el tiempo promedio de duración de la llamada para el tratamiento del IVR, encolamiento y tiempo de conversación con el agente.
- BHT: Es el tráfico de horas ocupadas en Erlangs, calculado con la fórmula 3.4:

$$BHT = (BHCA \times AHT_{\text{seg}}) / 3600 \quad (3.4)$$

- Bloqueo - grado de servicio: Es el porcentaje de llamadas que consiguen un tono de ocupado (debido a que no hay troncales habilitados) fuera del total BHCA.

En la tabla 3.31 mostramos los valores de los parámetros para este modelo.

TABLA N° 3.31 Valores del modelo Erlang-B - troncales

Parámetros	Valores
BHCA	200
AHT	180 seg
BHT en Erlangs	$BHT3 = 200 \times 180 / 3600 = 10$ $BHT = IVR \text{ BHT} + BHT3 = 11.049$
Bloqueo	1%

Para calcular el número de troncales con la PSTN se utilizó la herramienta disponible gratis en el portal <http://www.erlang.com/calculator/erlb/>. En la figura 3.11 mostramos el cálculo de este modelo con los valores dados.

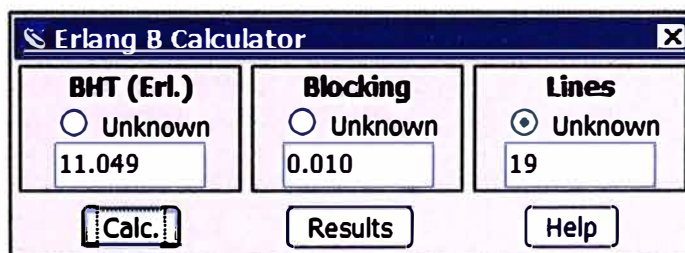


Fig. 3.11 Modelo de cálculo Erlang-B

De acuerdo a los resultados mostrados en el gráfico, el número de troncales necesarios para el call center son 19.

3.4 Fase de implementación

En esta fase de implementación se ejecutan tareas de acuerdo al planeamiento y diseño establecido.

3.4.1 Implementación de la solución de telefonía IP

Durante este proceso se instalaron los equipos y aplicativos de la solución. Uno de los componentes más numerosos y de mayor despliegue fueron los teléfonos IP, ya que éstos deben reemplazar a los teléfonos tradicionales, sin afectar la operación normal de la corporación. El criterio de asignación de los modelos se definió de la siguiente manera:

- Teléfono IP Cisco 7960G: Este es el modelo para jefaturas y gerencia.
- Teléfono IP Cisco 7940G: Este es el modelo para las áreas de nivel intermedio.
- Teléfono IP Cisco 7912G: Este es el modelo estándar para las áreas restantes.
- Cisco IP SoftPhone¹⁰⁴: Este es un aplicativo que emula a un teléfono IP sobre una PC.

Asimismo entre sus principales características podemos mencionar:

- Disponibilidad de hasta 6 (7960), 2 (7940) y 1 (7912) líneas o anexos.
- Soporte de aplicaciones XML.
- Múltiples conferencias.
- Llamadas en espera, transferencia de llamadas, parqueo de llamadas, manos libres, control de volumen y botón de mensajes.
- Conmutador interno con puerto 10/100Mbps para la conexión de una PC. (solo teléfonos 79XX)
- Para el caso del Softphone permite realizar comunicaciones remotas VPN.

En la tabla 3.32 mostramos la distribución final por sede de los teléfonos instalados.

¹⁰⁴Softphone: Es un software que emula a un teléfono IP sobre un ordenador.

TABLA N° 3.32 Distribución por sede de teléfonos instalados

Sede	Modelo	Cantidad
Sede Lima	Teléfono IP Cisco 7960G	25
	Teléfono IP Cisco 7940G	30
	Teléfono IP Cisco 7912G	600
Sede Pando	Teléfono IP Cisco 7960G	15
	Teléfono IP Cisco 7940G	10
	Teléfono IP Cisco 7912G	150
	Teléfono IP Cisco Softphone	10
Sede San Isidro	Teléfono IP Cisco 7960G	10
	Teléfono IP Cisco 7940G	6
	Teléfono IP Cisco 7912G	100

En la sede principal se instaló la central de administración de llamadas IP primario y secundario (Cisco callmanager), la solución de mensajería unificada (Cisco unity) y solución de call center (Cisco IPCC¹⁰⁵). En la tabla 3.33 mostramos los equipos que administran la telefonía en hardware y software instalados.

TABLA N° 3.33 Equipos de administración de la telefonía IP instalados

Sede	Hardware	Software
Sede Lima	2 Cisco Media Convergente Server 7835H	Cisco Call Manager 4.0 con licencia para 2500 usuarios
	1 Cisco Media Convergente Server 7835H	Software Cisco Unity 4.0 con Licencia para 100 usuarios
	1 Cisco Media Convergente Server 7835H	Software Cisco IPCC 3.0 con Licencia para 20 agentes

Los equipos de comunicaciones y de voz fueron distribuidos a las diversas sedes de acuerdo a la solución implementada. En la tabla 3.34 mostramos los equipos distribuidos por sede.

¹⁰⁵IPCC: Es la solución de centro de contacto sobre IP desarrollado por el fabricante Cisco System.

TABLA N° 3.34 Equipos de voz sobre IP instalados

Sede	Hardware	Puerto y tipo de Señalización
Sede Lima/ Sede Pando	1 Módulo WS-SVCCMM-6E1 Cisco VG-248 Cisco ATA	E1 PRI FXS
Sede Lima/ Sede Pando	2 Router Cisco 1760-V	Puerto análogo FXO
Sede San Isidro	1 Router Cisco 3645 con módulo análogo NM-HDV	Puerto análogo FXO

3.4.2 Pruebas y documentación

Durante el avance de la instalación fue importante verificar la funcionalidad de los equipos. Esta aceptación se da mediante una medición o prueba para validar el buen funcionamiento de la solución en general. Adicionalmente, se debe llevar una documentación post-implementación en la cual se establezca lo siguiente:

- Diagrama topológico final o parcial.
- Variaciones de la solución respecto al diseño original.
- Número seriales de todos los dispositivos de la solución.
- Configuración del administrador de llamadas, accesos y usuarios, copias de respaldo.
- Configuración de los equipos de comunicaciones.
- Plan de direccionamiento y asignación de VLAN.

Las pruebas de aceptación lo podemos separar en 4 categorías:

- Pruebas del administrador de llamadas (callmanager)
- Pruebas de las características de los teléfonos IP.
- Procesamiento de procesamiento de llamadas centralizadas
- Pruebas avanzadas
- Pruebas del plan de marcación

Para cada una de ellas se describen diversos criterios de verificación que dependen del diseño de telefonía IP a implementar. Para nuestro proyecto se desarrollaron los criterios

que se muestran la tabla adjunta. Este cuadro es un extracto del libro “Cisco IP Telephony” de Ramesh Kaza. (Ver Bibliografía).

En la tabla 3.35 mostramos el conjunto de pruebas de aceptación para la solución de telefonía IP implementado.

TABLA N° 3.35 Pruebas de aceptación para la solución implementada

Categorías de pruebas: Administrador de llamadas (callmanager)		
N°	Caso	Acción recomendada
1	Estatus de los servicios del callmanager	Usar la herramienta RTMT para revisar el estado de los servicios habilitados.
2	Configuración del callmanager	Revisar si el plan de marcación está configurado de acuerdo al diseño elaborado.
3	Configuración por defecto de los dispositivos IP	Verificar que los teléfonos IP descarguen su configuración del callmanager.
4	Enrutador de voz	Verificar que las llamadas salientes, entrantes y el ruteo de llamadas sean exitosos.
5	Integración con el sistema de voice mail	Acceder al sistema de voice mail y verificar si reconoce las extensiones de los teléfonos.
Categorías de pruebas: Características de los teléfonos IP.		
1	Llamada básica	Verificar el establecimiento de la llamada entre dos teléfonos IP.
2	Llamada en espera	Verificar que el teléfono IP pueda colocar una llamada en espera. Si el servicio MoH está habilitado, se debe escuchar la música de espera.
3	Parqueo de llamadas	Hacer una llamada desde un teléfono A a otro B. Parquear la llamada aun número diferente e intentar recibir la llamada marcando el número parqueado.
4	Grupo de colección	Hacer una llamada desde un teléfono A a otro B. Colecciona la llamada desde un teléfono C marcando el número del grupo de colección. Verificar el establecimiento de la comunicación.

5	Transferencia de llamadas externa	Hacer una llamada desde un teléfono A a otro B. Presionar la tecla “transfer” y marcar un número externo de la PSTN. Verificar el establecimiento de la comunicación.
6	Transferencia de llamadas interna	Hacer una llamada desde un teléfono A a otro B. Presionar la tecla “transfer” y marcar un anexo interno de un teléfono C. Verificar el establecimiento de la comunicación
7	Reenvío de llamadas externa	Desde el teléfono A, presionar la tecla “CFwALL” y marcar un número externo de la PSTN. Verificar el establecimiento de la comunicación.
8	Reenvío de llamadas interna	Desde el teléfono A, presionar la tecla “CFwALL” y marcar un anexo interno de un teléfono C. Verificar el establecimiento de la comunicación
9	Conferencia	Hacer una llamada desde un teléfono A a otro B. Presionar la tecla “Confrn” y del teléfono A hacer una llamada au teléfono C. Cuando la llamada con C se establece. Se presiona la tecla “Confrn” nuevamente y se establece la conferencia.
Categorías de pruebas: Procesamiento de llamadas centralizado		
1	Llamadas a una sede remota	Hacer una llamada desde el teléfono A ubicado en la sede central a un teléfono B de la sede remota. Verificar el establecimiento de la comunicación
2	Transferencia de llamadas a un teléfono en la sede remota	Hacer una llamada desde un teléfono A a otro B. Presionar la tecla “transfer” y marcar una extensión de la sede remota. Verificar el establecimiento de la comunicación
3	Reenvío de llamadas a un teléfono en la sede remota	Desde el teléfono A, presionar la tecla “CFwALL” e ingresar un anexo de la sede remota. Verificar el establecimiento de la comunicación

Categorías de pruebas: Pruebas avanzadas		
1	Redundancia de callmanager	Parar el servicio del servidor primario y verificar que los teléfonos IP se registren el servidor secundario
Categorías de pruebas: Pruebas del plan de marcación		
1	Enrutamiento de llamada local	Hacer una llamada local y verificar el anexo mostrado en el teléfono.
2	Enrutamiento de llamada a larga distancia	Hacer una llamada de larga distancia y verificar que el trayecto de voz saliente cruza por el enrutador de voz. Verificar el establecimiento de la comunicación
3	Enrutamiento de llamada interna	Hacer una llamada interna a otras áreas. Verificar el establecimiento de la comunicación
4	Enrutamiento de llamada externa	Hacer una llamada externa a la PSTN. Verificar el establecimiento de la comunicación

En el anexo A se muestra el formato de pruebas realizadas al administrador de llamadas, sistema de mensajería unificada y call center.

3.5 Operación y Optimización

En esta fase se verificó la correcta operación de la solución implementada, adicionalmente se desarrollaron mejores prácticas que permita a los administradores locales verificar monitorear y si se diese el caso, proponer mejoras que optimicen el rendimiento de la solución. Entre los aspecto más resaltantes a tomar en cuenta podemos mencionar.

- **Actualización de software:** Durante la fase de implementación se validó que todas las imágenes sean las versiones actuales publicadas por el fabricante, encontrándose dos casos en la cual si fue necesario realizar la actualización. Partiendo de esa premisa el procedimiento elaborado debe acompañarse con la verificación previa de las versiones a actualizar, dado que debemos pensar que son equipos que ahora están en producción y deben validarse las nuevas actualizaciones. En la solución implementada el sistema operativo de los servidores, las aplicaciones cisco Callmanager, el cisco Unity y el cisco IPCC, son los software más críticos que deben cumplir estos requerimientos previos.

- Actualización de hardware: Durante la fase de implementación se validó el diseño elaborado en cuanto a la cantidad de recursos que demandaron los nuevos procesos y se observó un buen rendimiento ante la carga incremental de usuarios. Por lo general una actualización en hardware implica actualizar memorias DRAM, procesador, disco duro en los servidores, DRAM y FLASH en los equipos de comunicaciones o DSP para equipos con soporte de voz. En la fase de diseño se realizó un cálculo con las recomendaciones de fabricante sobre los recursos necesarios para soportar las imágenes, sin embargo puesto en producción la solución debemos validar que parámetros como procesamiento de equipo, uso de memoria, no deben pasar del 50% en condiciones normales y debe llegar hasta un 70% en condiciones extremas.
- Herramientas de administración y monitoreo: En esta fase de operación es importante realizar un monitoreo permanente sobre la solución implementada, para este requerimiento el software administrador de llamadas posee herramientas en tiempo real y de elaboración de reportes, entre estas tenemos:

QRT¹⁰⁶: Esta herramienta monitorea las llamadas de baja calidad de voz, eventos anómalos tales como reseteo imprevisto y problemas de llamada saliente.

RTMT¹⁰⁷: Esta herramienta monitorea la información en tiempo real, tales como procesamiento por llamadas, servicios habilitados y uso de recursos de hardware.

En la figura 3.12 mostramos la herramienta RTMT.



Fig. 3.12 Monitoreo en tiempo real utilizando RTMT

3.6 Consideraciones de seguridad

Existe una serie de mecanismos y esquemas de seguridad que resguardan la confidencia, autenticidad e integridad de la información ante eventos e incidentes que conduzcan a un comportamiento anormal, contribuyendo de esta manera a la falta de confiabilidad y disponibilidad de una solución. Es por ello que en el proyecto desarrollado se tomaron las consideraciones necesarias que aseguren la solución en todos sus ámbitos. Bajo esta perspectiva describimos los aspectos más importantes considerados en el proyecto:

- **Aislamiento del segmento de VLAN de voz:** Este nuevo dominio debe ser aislado de los flujos de tráfico y servicios que no interactúen con la voz. Los terminales IP deben interactuar solo con los componentes de la arquitectura de telefonía IP instalados.
- **Mecanismo de seguridad para usuarios móviles:** Una de las bondades de la telefonía IP es la movilidad de los terminales IP, basándose en la integración con soluciones de acceso remoto e inalámbrico, sin embargo a la vez crea una brecha potencial de vulnerabilidad que pueden ser blanco de ataques. Ante esto se utilizó mecanismos de seguridad tales como VPN¹⁰⁸ y EAP¹⁰⁹ para terminales móviles con el software IP Softphone que emula a un teléfono IP instalado en una portátil.
- **Parches y actualizaciones en el sistema de procesamiento de llamadas:** Las aplicaciones y sistemas operativos en general requieren de una permanente actualización que garanticen la protección contra virus y ataques que lo afecten. En el caso del sistema de procesamiento de llamada sobre IP implementado, también fue necesario utilizar herramientas de software tales como antivirus y parches publicados por el fabricante.
- **Certificación de los medios de transporte de voz:** La integración de voz y datos conduce a utilizar una sola infraestructura para ambos servicios, de tal manera que las condiciones eléctricas, mecánicas y funcionales del medio físico que se conecta al usuario final deben ser confiables. En nuestro caso como parte del proceso de

¹⁰⁶QRT: Es el acrónimo de Quality Reporting Tool

¹⁰⁷RTMT: Es un acrónimo Real Time Monitoring Tool

¹⁰⁸VPN: Es el acrónimo de Virtual Private Network

¹⁰⁹EAP: Es el acrónimo de Extensible Authentication Protocol

despliegue de teléfonos IP se reemplazaron todos los cables finales y se certificó los ambientes más críticos de la empresa.

Al culminar este capítulo hemos abarcado todo el despliegue de ejecución realizado en este proyecto de telefonía IP. Hemos desarrollado diversos criterios de diseño necesarios para garantizar un buen funcionamiento. El resultado final se analiza en el siguiente capítulo mostrando la topología final implementada, así como un análisis de costos.

CAPITULO IV

ANALISIS FINAL DEL PROYECTO DE TELEFONIA IP

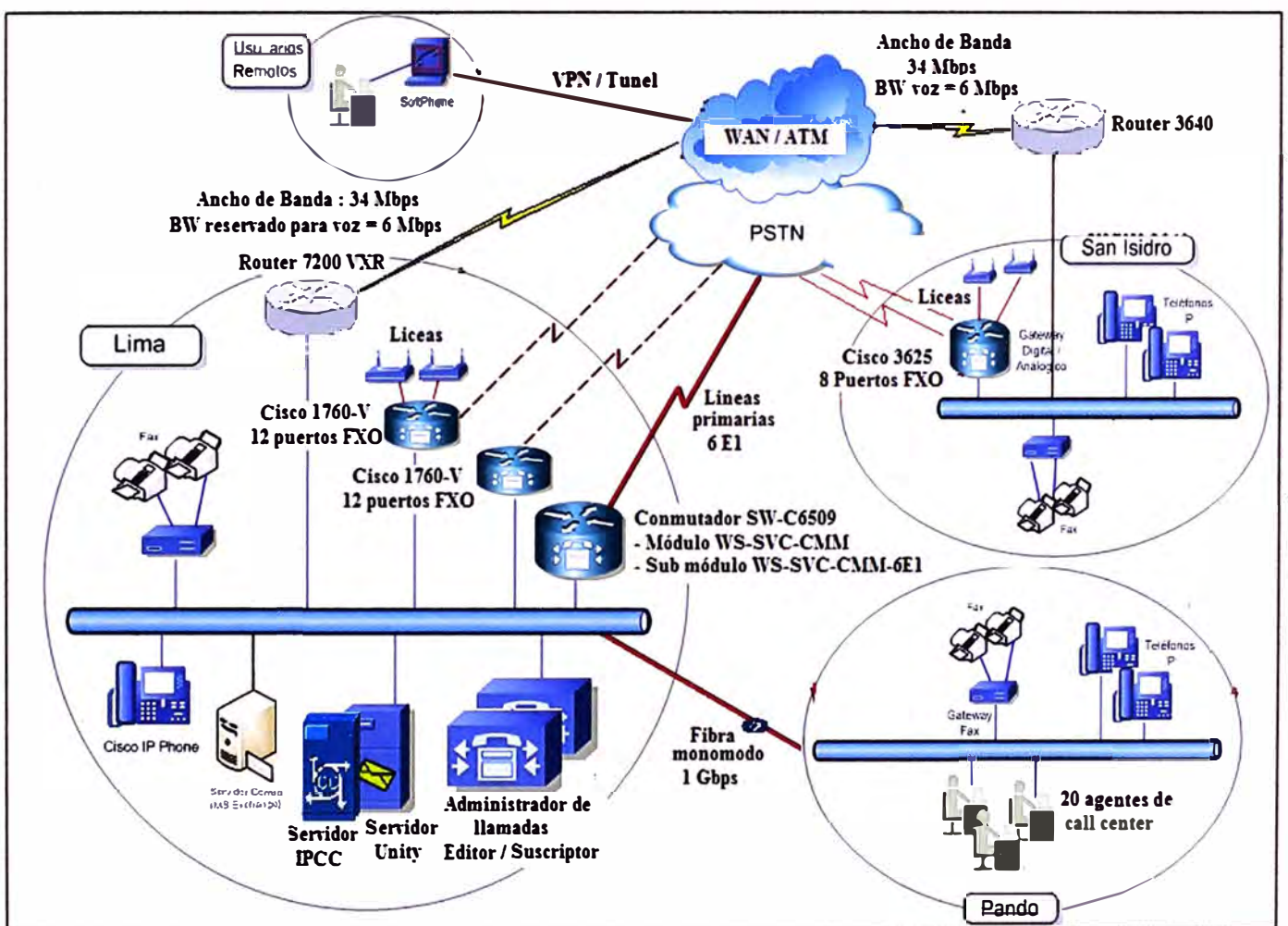
Finalmente llegamos al capítulo final, donde se describe la solución final implementada, el análisis de costo y el cálculo de inversión para este proyecto. Los fundamentos teóricos y las consideraciones de diseño expuestos en los capítulos I y II respectivamente, fueron claves para lograr la implementación de la topología final presentada en este capítulo. Asimismo con una adecuada metodología se puede desarrollar el proyecto con la garantía de no incurrir en gastos no previstos que sobrepasen los costos proyectados.

4.1 Descripción final de la solución

Culminado el proceso de migración de la red de telefonía tradicional a la telefonía IP, se elaboró el diagrama topológico final que muestra los equipos instalados y los nuevos servicios puestos en producción, dentro de este esquema se estableció al servidor primario y secundario como los administradores de llamadas de toda la solución, componente principal que reemplaza a la central telefónica tradicional, adicionalmente estos servidores se encuentran en una configuración de arreglos, con lo cual se consigue la replicación de su base de datos. Esta base de datos se encuentra en el servidor primario y se replica en el secundario, y este último asume la carga de procesamiento de los teléfonos, es decir todos los requerimientos hechos por los teléfonos serán realizados por el servidor secundario, en caso este falle debe tomar la posta el servidor primario con la cual nos garantizan redundancia y alta disponibilidad. Los ruteadores de voz se encuentran inscritos en el administrador de llamadas utilizando protocolos MGCP y H.323. Los servicios de valor agregado tales como Unity, IPCC se instalaron e integraron con el administrador de llamadas el servidor de correo. Para el caso del IPCC se implementó el servicio de call

center, y este integrado con el administrador de llamada proporciona funciones de IVR y disparador de llamadas (ACD) que coloca las llamadas entrantes en una cola haciendo de ello una decisión inteligente en base a algoritmo para la colocación de llamadas a los agentes. La solución de telefonía IP se siguió un modelo centralizado, implementando en las sedes remotas la solución de contingencia en caso se presentase problemas de conectividad central. En la figura 4.1 mostramos el diagrama final de solución implementada.

Fig. 4.1 Diagrama final de solución de telefonía IP, mensajería unificada y call center.



4.2 Análisis de costos del proyecto de telefonía IP

Dentro del proceso de análisis de la solución de telefonía IP se establecieron estudios de los beneficios de esta solución. Definitivamente una de los factores fue el nuevo circuito de trayecto de las llamadas con la cual se hace uso de un servicio contractual reduciendo así los costos de la trayectoria tradicional. En la figura 4.2 y 4.3 mostramos estos escenarios.

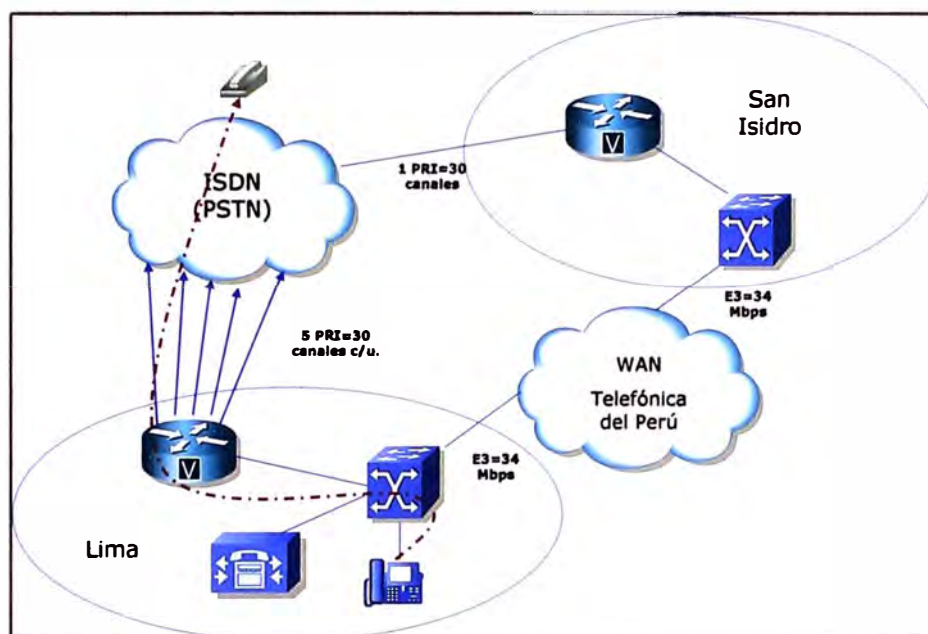


Fig. 4.2 Trayectoria tradicional de las llamadas entre sedes remotas.

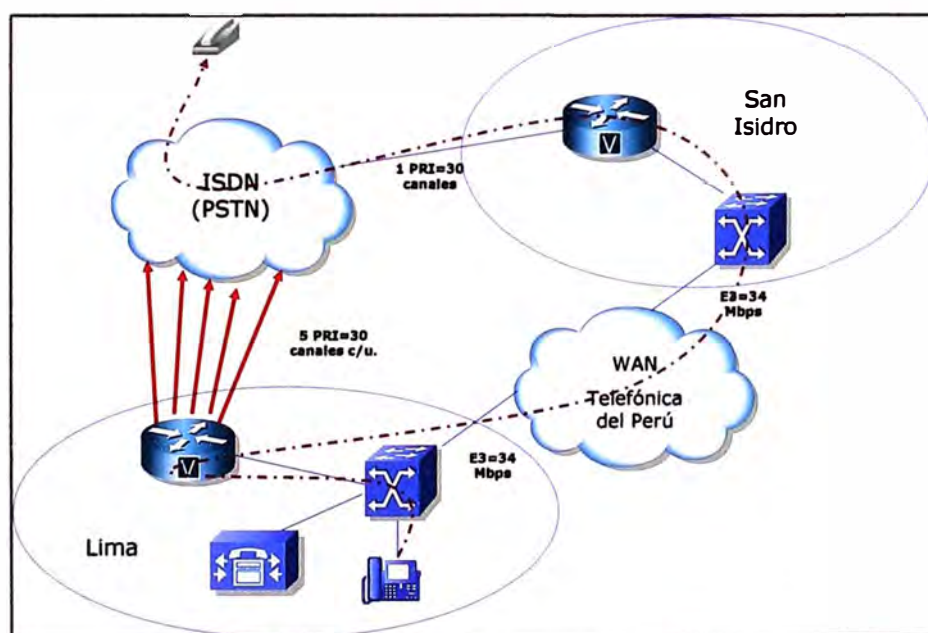


Fig. 4.3 Nueva trayectoria de las llamadas con la solución implementada.

A continuación se establece los cuadros comparativos con referencia a las facturaciones reportados los 3 primeros meses de implementada la solución IP respecto a los últimos 3 meses con la infraestructura analógica. Dichas facturaciones de los proveedores de telefonía corresponden a los primeros meses del año 2006 y están expresados en nuevos soles (moneda nacional). En la tabla 4.1 mostramos este cuadro comparativo.

TABLA N° 4.1 Cuadro comparativo de costos

Tipo de llamada	Enero PBX	Febrero PBX	Marzo PBX	Abril Central IP	Mayo Central IP	Junio Central IP
Telef. fija	79,739.69	76,053.53	73,372.67	63,311.27	65,293.14	64,991.08
LDN	5,085.89	3,762.72	3,273.54	4,008.00	3,934.03	2,908.1
LDI	14,907.21	14,877.71	18,114.44	15,577.79	14,391.31	16,121.8
Movistar-L	7,510.44	6,529.35	5,829.31	2,246.06	2,612.4	3,104.8
Movistar-N	4,984.76	3,536.46	4,276.16	2,049,60	2,473,6	4,132,5
Claro-L	3,577.86	4,178.97	4,538.21	2,064.03	1,831.2	2,682.9
Claro-N	1,104.92	1,031.21	1,389.67	1,116.56	1,091.3	1,598.6
Nextel-L	1,511.36	1,210.56	1,312.87	590.39	619.4	721.33
Consumo Total	118,422.1	111,180.5	112,106.8	88,914.10	89,772.78	92,128.61
Manten.	12,210	10,210	8,666	2,850	2,850	2,850
TOTAL	130,632.1	121,390.5	120,772.8	91,764.1	92,622.78	94,978.61

Del cuadro adjunto claramente podemos observar una disminución del costo de facturación de los proveedores a partir del mes de Abril, mes en el que se inició el servicio de telefonía IP. Sin embargo, debemos mencionar que a raíz de la implementación de este nuevo esquema de telefonía se implementaron nuevos servicios (call center, entre otros) para el aprovechamiento de esta infraestructura, pero que a su vez involucra un mayor tráfico de llamadas, por lo que comparativamente hablando en el tiempo las diferencias se acortaran o por lo contrario los costos pueden ser mayores.

Otro factor importante son los costos de mantenimiento y soporte que el personal de telefonía IP implicaba, a raíz de la migración estos costos disminuyeron ya que de manera gradual se prescindió del personal y equipos de la solución de telefonía antigua. En contraste existe un costo asumido por la empresa cliente, de servicio de mantenimiento y

soporte 24x7 con el proveedor encargado de la implementación, ya que por ser un servicio crítico y con una tecnología nueva se requiere del respaldo técnico especializado para la solución de los problemas. En la tabla 4.1 se visualiza este costo a partir del mes de abril.

A continuación mostramos la inversión realizada por la Empresa Editora el Comercio en la adquisición de equipos y servicios de implementación de la solución de telefonía IP.

En la tabla 4.2 se detalla los precios finales involucrados en el equipamiento de esta solución, los servicios de implementación y los servicios de mantenimiento y soporte.

TABLA N° 4.2 Cotización final de la solución de telefonía IP

ITEM	CAN TI DAD	PN	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT. US\$	PRECIO TOTAL US\$
<u>SEDE: LIMA</u>					
<u>CENTRAL TELEFONICA PRINCIPAL</u>					
I			Cisco CallManager 4.0 + MCS-7835 + 2500 Licencias		
I.1	1	CALLMANAGER-4.0	CallManager 4.0 Top Level Part Number	0.00	
I.2	1	MCS-7835H-3.0-IPCI	HW Only MCS 7835H-3000 With Xeon 3.06, 1GB RAM,2-36GB SCSI	1,495.00	1,495.00
I.3	2	CAB-AC	Power Cord,110V	0.00	0.00
I.4	1	CM4.0-K9-7835=	SW CallMgr 4.0, MCS-7835, 2500 Svr Usr Lic	7,995.00	7,995.00
<u>CENTRAL TELEFONICA SECUNDARIA</u>					
VI			Cisco CallManager 4.0 + MCS-7835 + 2500 Licencias		0.00
VI.1	1	CALLMANAGER-4.0	CallManager 4.0 Top Level Part Number	0.00	0.00
VI.2	1	MCS-7835I-3.0-IPCI	HW Only MCS 7835I-3000 With Xeon 3.06, 1GB RAM,2-36GB SCSI	1,495.00	1,495.00
VI.3	2	CAB-AC	Power Cord,110V	0.00	0.00
VI.4	1	CM4.0-K9-7835=	SW CallMgr 4.0, MCS-7835, 2500 Svr Usr Lic	7,995.00	7,995.00
<u>MENSAJERIA UNIFICADA</u>					
II			Cisco Unity 4.0 + MCS-7835 + 100 Licencias		
II.1	1	UNITY-4.0	Unity 4.0	0.00	0.00
II.2	1	UNITY-IP	Unity for CallManager, IP Only Integrations	0.00	0.00
II.3	1	UNITY-EXCHANGE	Unity for Exchange	0.00	0.00
II.4	1	UNITY-DS-ENG	Unity Data Store - in English	0.00	0.00
II.5	1	UNITY-MS-ENG	Unity Message Store in English. Not required for Domino.	0.00	0.00
II.6	1	UNITYU4-100USR-E	Unity UM Exchg, 100 users, 16 session, 2 TTS	15,500.00	15,500.00
II.7	10	UNITY-VMI-USER	One Unity Inbox (VMI) user license (reqd for each VMI user).	25.00	250.00
II.8	1	UNITY-LIC-POOL	Unity Pooled License (lets multiple servers share users)	0.00	0.00
II.9	1	UNITY-MSG-STR5.5	Unity Message Store 5.5	0.00	0.00
II.10	1	UNITY-RS2	Unity, 2-session TTS	0.00	0.00
II.11	1	MCS-7835H-3.0-ECS1	MCS 7835-HP; Unity; 512MB; RAID 1; Win2K	1,495.00	1,495.00

II.12	1	UNITY-PWR-EUR	Power Cord - Fr, Ger, Neth, Nor, Sp, Swe, Aus, Belg, Peru	0.00	0.00
II.13	1	UNITY-WIN2K-ENG	Cisco Unity Operating System 2000 - English	0.00	0.00
			CALL CENTER - ICD - IVR		
XIII			Cisco IPCC Express Premium - 20 Agentes, 2 Supervisores, 20 Ports IVR, 1 Historical Report, 2 port TTS - MCS-7835		
XIII.1	1	IPCX-3.Y-PREMIUM	IPCX 3.5 or later 3.Y Premium All-in-One (Servers and SW)	9,995.00	9,995.00
XIII.2	1	IPCX-3YPRE-SVRI	IPCX 3.5 or later 3.Y Pre Server (SW only)	9,995.00	9,995.00
XIII.3	1	CCBU-W2K-EX7825-35	Win 2K for MCS7825 or 7835 for IPCC Express and IP-IVR	40.00	40.00
XIII.4	2	IPCX-3YPRE-SEATI	IPCX 3.5 or later 3.Y Pre Seat Qty 1 (agent or supervisor)	1,495.00	2,990.00
XIII.5	2	IPCX-3YPRE-SEAT10	IPCX 3.5 or later 3.Y Pre Seat Qty 10 (agent or supervisor)	14,950.00	29,900.00
XIII.6	1	IPCX-VER-3.5	Media Kit For IPCC Express Version 3.5	0.00	0.00
XIII.7	1	MCS-7835H-3.0-CCI	MCS 7835H-3000 With Xeon 3.06, 1GB RAM,2-36GB SCSI	1,495.00	1,495.00
XIII.8	1	CAB-AC	Power Cord,110V	0.00	0.00
XIII.9	1	NTTS-3.0=	Nuance 3.X Text-to-Speech SW for Cisco Approved Platforms	800.00	800.00
XIII.10	2	NTTS-3.X-SL-1	1 Single Language Nuance 3.X TTS Port		2.00
			GATEWAY DE VOZ - LINEAS DIGITALES		
III			Módulo Conferencia para swith 6500 - 6E1		
III.4	1	WS-SVC-CMM	COMMUNICATION MEDIA MODULE	9,995.00	9,995.00
III.5	1	WS-SVC-CMM-6E1	6-PORT E1 INTERFACE PORT ADAPTER	12,995.00	12,995.00
III.13	1	WS-G5484	1000BASE-SX Short Wavelength GBIC (Multimode only)	500.00	500.00
III.14	6	CAB-E1-RJ45BNC=	E1 Cable RJ45 to dual BNC (unbalanced), Spare	100.00	600.00
ITEM	CAN	PN	DESCRIPCIÓN		
			GATEWAY DE VOZ - LINEAS ANALOGICAS Y CELULARES		
IV			Cisco 1760-V - 16 FXO		
IV.1	1	CISCO1760-V	10/100 Modular Router w/Voice,19-in Chassis,32MB FL/96MB DR	2,595.00	2,595.00
IV.2	1	PVDM-256K-4U16	Cisco 1760-V 4-Channel to 16-Channel PVDM Factory Upgrade	2,600.00	2,600.00
IV.3	4	VIC2-4FXO	Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	800.00	3,200.00
IV.4	1	CAB-AC	Power Cord,110V	0.00	0.00
IV.5	1	S17IPV-12309	Cisco 1700 IOS IP VOICE	400.00	400.00
IV.6	1	ROUTER-SDM	Device manager for routers	0.00	0.00
IV.7	1	MEM1700-64U96D	Cisco 1700 64MB to 96MB DRAM Factory Upgrade	950.00	950.00
V			Cisco 1760-V - 12 FXO		
V.1	1	CISCO1760-V	10/100 Modular Router w/Voice,19-in Chassis,32MB FL/96MB DR	2,595.00	2,595.00
V.2	1	PVDM-256K-4U16	Cisco 1760-V 4-Channel to 16-Channel PVDM Factory Upgrade	2,600.00	2,600.00
V.3	3	VIC2-4FXO	Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	800.00	2,400.00
V.4	1	CAB-AC	Power Cord,110V	0.00	0.00
V.5	1	S17IPV-12309	Cisco 1700 IOS IP VOICE	400.00	400.00

V.6	1	ROUTER-SDM	Device manager for routers	0.00	0.00
V.7	1	MEM1700-64U96D	Cisco 1700 64MB to 96MB DRAM Factory Upgrade	950.00	950.00
SEDE: SAN ISIDRO					
GATEWAY DE VOZ - LINEAS DIGITAL, ANALOGICAS Y CELULARES					
Cisco 3725 - IEI - 12 FXO					
VII					
VII.1	1	CISCO3725	3700 Series, 2-Slot, Dual FE, Multiservice Access Router	8,500.00	8,500.00
VII.2	1	S372IPV-12308T	Cisco 3725 Ser IOS IP VOICE	700.00	700.00
VII.3	2	NM-HD-2V	Two-slot IP Communications Voice/Fax Network Module	1,000.00	2,000.00
VII.4	3	VIC2-4FXO	Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	800.00	2,400.00
VII.5	1	VWIC-1MFT-EI	1-Port RJ-48 Multiflex Trunk - EI	1,300.00	1,300.00
VII.6	1	AIM-VOICE-30	30 Channel Voice/Fax AIM	4,000.00	4,000.00
VII.7	1	CAB-AC	Power Cord,110V	0.00	0.00
VII.8	1	ROUTER-SDM	Device manager for routers	0.00	0.00
VII.9	1	CAB-E1-RJ45BNC=	E1 Cable RJ45 to dual BNC (unbalanced), Spare	100.00	100.00
ITEM	CAN	PN	DESCRIPCIÓN		
	T.				
TELEFONOS IP Y GATEWAY FAX					
VIII					
Cisco 7960G - Fuentes de Poder					
VIII.1	35	CP-7960G	Cisco IP Phone 7960G, Global	365.00	12,775.00
VIII.2	35	SW-CCM-UL-7960	CallManager Unit license for single 7960 IP phone	200.00	7,000.00
VIII.3	35	CP-PWR-CUBE-2=	Spare IP Phone power transformer for the 7970 phone	45.00	1,575.00
VIII.4	35	CP-PWR-CORD-NA=	7900 Series Transformer Power Cord, North America	10.00	350.00
Cisco 7940G - Fuentes de Poder					
IX					
IX.1	40	CP-7940G	Cisco IP Phone 7940G, Global	265.00	10,600.00
IX.2	40	SW-CCM-UL-7940	CallManager Unit license for single 7940 IP phone	200.00	8,000.00
IX.3	40	CP-PWR-CUBE-2=	Spare IP Phone power transformer for the 7970 phone	45.00	1,800.00
IX.4	40	CP-PWR-CORD-NA=	7900 Series Transformer Power Cord, North America	10.00	400.00
Cisco 7912G - Fuentes de Poder					
X					
X.1	700	CP-7912G	Cisco IP Phone 7912G	175.00	122,500.00
X.2	700	SW-CCM-UL-7912	CallManager Unit license for single 7912 IP phone	150.00	105,000.00
X.3	700	CP-PWR-CUBE-2=	Spare IP Phone power transformer for the 7970 phone	45.00	31,500.00
X.4	700	CP-PWR-CORD-NA=	7900 Series Transformer Power Cord, North America	10.00	7,000.00
Cisco SoftPhone e IP Communicator					
XI					
XI.2	5	SW-IPCOMM-EI	Cisco IP Communicator - Communications Client	90.00	450.00
XI.3	5	SW-CCM-UL-IPCOMM-E	Single CallManager Unit License for IP Communicator	150.00	750.00
Cisco ATA 186					
XII					
XII.1	16	ATA186-I1-A	Cisco ATA 186 2-Port Adaptor, 600 Ohm	150.00	2,400.00

			Impedance		
XII.2	16	ATACAB-NA	ATA Power Supply Cable for North America	0.00	0.00
XII.3	16	SW-CCM-UL-ANA	CallManager Unit license for single SCCP analog port	100.00	1,600.00
			Sub total		466,922.00
XIII			SERVICIOS		
XIII.1	1	SP-IIRED01	Servicio de Instalación y Configuración	15,879.00	15,879.00
XIII.2	1	SP-SCMEGA03	Servicio de Mantenimiento y Soporte Técnico 24x7 Anual	5,496.00	5,496.00
XIII.3	1	SP-SCMEGA03	Capacitación en nivel básico y avanzado de la gestión, configuración y soporte técnico para un mínimo de 5 personas	0.00	0.00
XIII.4	1		Servicio Shared Support 24x7x4 Anual	20,805.00	20,805.00
			Sub total		42,180.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO TELEFONIA IP US\$ (sin IGV)					509,102.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO TELEFONIA IP US\$ (con IGV)					605,831.38

Dentro del concepto de servicios existen dos tipos: El servicio proporcionado por la empresa integradora y el proporcionado por el fabricante (vía el integrador). En ambos casos el tiempo de contrato es anual, siendo la elección del cliente su extensión o su fraccionamiento. En el proyecto desarrollado, el servicio de mantenimiento y/o soporte técnico (integrador) se contrató por el lapso de 6 meses (es decir, el costo mostrado en la tabla 4.2 es por el primer trimestre) y el servicio de soporte de equipo (fabricante) se contrató por el lapso de 1 año, garantizando el respaldo operativo y correctivo de la nueva solución implementada.

El cambio de tecnología se realizó sobre la infraestructura de red en operación. Los cambios y recomendaciones realizados luego de la inspección de red (fase de planeamiento) se realizaron vía configuración de los equipos y habilitación de nuevos servicios. Debemos mencionar que anterior a la fecha de iniciado el proyecto ya se había realizado el cambio tecnológico de equipos LAN y WAN, así como la recertificación de su cableado estructurado en todas las sedes, razón por lo cuál no tuvo un impacto drástico durante la migración a este nuevo servicio.

Los equipos principales se instalaron en la sala de cómputo de la sede principal, dicho centro de cómputo ya contaba con la suficiente infraestructura física, eléctrica y ambiental para albergar los nuevos equipos de la solución de telefonía IP.

En ambos casos podemos afirmar que la implementación de este proyecto no significó mayor costo en estos factores mencionados.

CONCLUSIONES

1. Después de la experiencia adquirida, podemos decir que el proyecto ha cumplido con el objetivo de implementar el servicio de telefonía IP, logrando integrarlo con soluciones complementarias tales como mensajería unificada y un call center. Dicho proyecto ha logrado que se establezcan nuevos trayectos de tráfico de voz, aprovechando la infraestructura de comunicaciones de datos que conlleva a una convergencia de servicios.
2. Una infraestructura de datos no garantiza el transporte confiable de la voz, a menos que sea acondicionada ó reemplazada según sea el caso. Los requerimientos para datos y voz son diferentes, por lo cual se debe realizar los cambios necesarios para cumplir estos requisitos. Estos cambios van desde la habilitación de protocolos, configuración, actualización o adquisición de nuevos equipos.
3. Si no se dimensiona adecuadamente la plataforma de la nueva central IP, se pueden presentar problemas de rendimiento y saturación. Existen criterios de diseño para calcular la plataforma adecuada que cumpla con los requerimientos en hardware de la solución de telefonía IP. Para este proyecto se utilizó el criterio de pesos acumulados asignado por el fabricante a cada componente de la solución.
4. Los DSPs (Procesamiento digital de señales) son los componentes en hardware principales de los equipos que manejan tráfico de voz. Cada DSP maneja un determinado número de canales de voz, dependiendo del formato y complejidad que soporta. Es necesario dimensionar adecuadamente la cantidad de DSP o módulos PVDM que se requerirá de acuerdo al diseño de solución de telefonía IP.

5. La solución de supervivencia remota de telefonía IP es adecuado solo de manera temporal, no debe considerarse una solución permanente. Esta solución mantiene el servicio de telefonía de manera limitada cuando se pierde conectividad con el servicio central de telefonía. Estas limitaciones pueden crear corte de servicios centrales e incremento de procesamiento del equipo de voz remoto que tiene habilitado SRST.

6. Se comprobó la disminución de costos en mantenimiento de servicio de voz, esto es más notorio en la comunicación entre sedes remotas, aprovechando la integración con los datos en la nube WAN. Sin embargo dado que es una tecnología nueva se requiere de un monitoreo y administración permanente, esto implica recursos que se evalúa dentro de la fase de planeamiento como parte de la proyección futura de la empresa.

ANEXO A
PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA SOLUCION DE TELEFONIA IP

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA SOLUCION DE TELEFONIA IP

Se elaboraron un conjunto de protocolos de pruebas que permitieron validar el funcionamiento de la solución, tal como lo mostramos en la TABLA A.1:

TABLA A.1 Pruebas realizadas a la solución de telefonía IP

Prueba No.	Descripción de la prueba	Resultado : Pass/Fail
Procesamiento básico de llamada		
1	Called Party Release	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>
2	Called Party Release	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>
3	Busy Line	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>
4	Called Party Release	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>
5	Called Party Release	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>
6	Busy Line	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>
7	IP to IP Call Admission Control Call to the remote site	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>
Redundancia de Cisco Call Manager		
8	CCM Fail-over and fall-back	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>
Mensajería Unificada		
9	Voicemail deposit and retrieval	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>
Solución de respuesta al cliente (Call Center)		
10	CRS Platform Ready for use by applications on CRS	Pass <input checked="" type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/>

A continuación presentamos el detalle de las pruebas 8, 9 y 10 en las TABLAS A.2, A.3, A.4 respectivamente.

TABLA A.2 Pruebas de redundancia en el callmanager

Test No.	8	Revision:	<No.>	Author:		Date:	
Test Category:	Verificación de redundancia			Standard/Optional:	Estándar		
Product Chassis ID:	MCS7845			Product Card ID:			
Technology:	VOIP		Standard:	N/A			
Hostname:	N/A						
Test Title:	Redundancia entre servidores primario y secundario.						
Test Purpose:	Verificar que cuando el servidor primario falla, el servidor secundario debe asumir sus funciones, sin que existan pérdidas de llamadas.						
Test Setup:	El servidor primario tiene registrado todos los teléfonos IP.						
Procedure:	<p>Realizar una llamada desde el teléfono IP A hacia el teléfono IP B. El teléfono IP B responde la llamada. Se establece una comunicación continua entre el teléfono A y B. Desconectar el cable Ethernet del servidor primario. Verificar si las llamadas aun están activas. Desconecta la llamada, colgando el auricular en cada teléfono. El teléfono IP A y el teléfono IP B se resetean y se auto registran en el servidor secundario Verifica en los parámetros de red de los teléfonos IP que se encuentren registrados en el servidor secundario. Realizar llamadas telefónicas entre los teléfonos IP. Reconectar el cable Ethernet del servidor primario. Verificar que los teléfonos IP vuelven a auto registrarse en el servidor primario.</p>						
Checks:							
Verificar que las llamadas entre el teléfono IP A y B no se pierden Verificar que los teléfonos IP se registren en el servidor secundario después que la llamada se ha desconectado. Verificar que la nueva llamada ha sido completada en el servidor secundario. Verificar que los teléfonos IP vuelven a auto registrarse con el servidor primario, luego de reconectarse su cable ethernet.						Pass: <input checked="" type="checkbox"/> Fail: <input type="checkbox"/>	
Expected Results:	Verificar que ante una falla del servidor primario, el servidor secundario asume sus funciones, sin ocasionar pérdidas en las llamadas existentes.						
Passed: (initial)							
Failed: (initial)							
Reason for Failure:							
Remarks:							

TABLA A.3 Pruebas de verificación en el sistema de mensajería unificada

Test No.	9	Revision:	<No.>	Author:		Date:	
Test Category:	Verificación de características			Standard/Optional:	Estándar		
Product Chassis:	MCS7845			Product Card ID:			
Technology:	Unity		(Conformance Tests) Standard:		N/A		
Hostname:	N/A						
Test Title:	Reenvío de llamadas al sistema voicemail.						
Test Purpose:	Verificar que el depósito de llamadas del sistema voicemail este trabajando apropiadamente.						
Test Setup:	Servidor callmanager donde se registran los teléfonos IP. Servidor Unity con suscriptores configurados.						
Procedure:	<p>El teléfono IP B, que tiene una cuenta en el Unity, reenvía todas las llamadas al sistema de voicemail, esta característica es configurando en el teléfono.</p> <p>Realizar una llamada desde el teléfono IP A hacia el teléfono IP B.</p> <p>El teléfono IP A es reenviado inmediatamente al mensaje de saludo del sistema voicemail.</p> <p>El teléfono IP A coloca un mensaje de voz en el teléfono IP B.</p> <p>El teléfono IP A termina la llamada.</p> <p>El teléfono IP B recibe el indicador de mensajes (MWI) con el Led encendido en el teléfono.</p> <p>El teléfono IP B levanta el auricular y presiona la opción mensaje.</p> <p>El teléfono IP B se conecta al sistema voice-mail para el ingreso de su usuario y password.</p> <p>El teléfono IP B ingresa el password _____</p> <p>Unity informa al teléfono IP B cuantos mensajes nuevos hay.</p> <p>El teléfono IP B presiona "1" y nuevamente "1" para escuchar los mensajes.</p> <p>El teléfono IP B escucha los nuevos mensajes y presiona la opción "3" para borrar los mensajes.</p> <p>El teléfono IP B termina la llamada.</p>						
Checks:							
<p>Verificar que luego de presionar la opción <i>CFwdAll</i> , y presionar la opción <i>Messages</i> , el teléfono debe mostrar el mensaje "Forwarded to VoiceMail".</p> <p>Verificar que la lámpara MWI enciende luego que el teléfono A coloca el mensaje de voz.</p> <p>Verificar que el teléfono IP B solicite el usuario y password para escuchar el nuevo mensaje de voz.</p> <p>Verificar que el teléfono IP B puede navegar a través de las opciones, "1" y luego "1" para escuchar los nuevos mensajes y "3" para borrarlos.</p> <p>Verificar que la lámpara MWI en el teléfono IP B se apaga luego que el mensaje es borrado.</p>						Pass: <input checked="" type="checkbox"/> Fail: <input type="checkbox"/>	

Expected Results:	El depósito del sistema de voicemail del servidor Unity está trabajando apropiadamente, los mensajes de voz pueden grabarse o borrarse.
Passed: (initial)	
Failed: (initial)	
Reason for Failure:	
Remarks:	

TABLA A.4 Pruebas de verificación en el sistema de call center (CRS)

Test No.	10	Revision:	<No.>	Author:		Date:	
Test Category: APP	CRS			Standard/Optional:	Estándar		
Product Chassis ID:	CRS MCS			Product Card ID:			
Technology:	CRS		(Conformance Tests) Standard:		STANDARD		
Hostname:							
Test Title:	La plataforma CRS esta listo para iniciar la aplicación.						
Test Purpose:	Verificar que la plataforma CRS esta operando y listo para su uso.						
Test Setup:	Instalar el software CRS, y verificar que existe la conectividad de red con el servidor call manager.						
Procedure:	<p>Iniciar el explorador de internet.</p> <p>Ingresar la dirección para iniciar la aplicación CRS Administrator (http://<dirección ip del servidor CRA>/ AppAdmin/).</p> <p>Ingrese el usuario y password.</p> <p>Seleccionar el Engine apropiado.</p> <p>Verificar que los siguientes servicios se encuentren operativos:</p> <p>A: Engine = Running</p> <p>B: JTAPI Subsystem = In_Service</p> <p>C: HTTP Subsystem = In_Service</p> <p>D: RM-CM Subsystem = In_Service</p> <p>E: Application Subsystem = In_Service</p> <p>F: Database Subsystem=In Service</p>						
Checks:							
1. Ingreso de la dirección del CRS y se produce el cuadro de ingreso de usuario y password.						Pass:	<input checked="" type="checkbox"/>
						Fail:	<input type="checkbox"/>
2. Seleccionar el Engine y sus subsistemas.						Pass:	<input checked="" type="checkbox"/>
						Fail:	<input type="checkbox"/>
4. Verificar que los sistemas desde el sistema A hasta el F se encuentren operativos						Pass:	<input checked="" type="checkbox"/>
						Fail:	<input type="checkbox"/>
Expected Results:	<p>Ingresando la dirección de la aplicación CRS causa que se inicie la página principal, solicitándonos el ingreso del usuario y password.</p> <p>Ingresando el usuario y password causa que la página de administración principal del CRS se inicie.</p> <p>Seleccionando el Engine causa que la página de estado de los subsistemas aparezca.</p> <p>Todos los subsistema desde la A hasta la F deben estar en modo operativo</p>						
Passed: (initial)							
Failed: (initial)							

Reason for Failure:	
Remarks:	

ANEXO B
BROCHURES DE EQUIPOS UTILIZADOS
EN LA SOLUCION DE TELEFONIA IP

BROCHURES DE EQUIPOS UTILIZADOS EN LA SOLUCION DE TELEFONIA IP

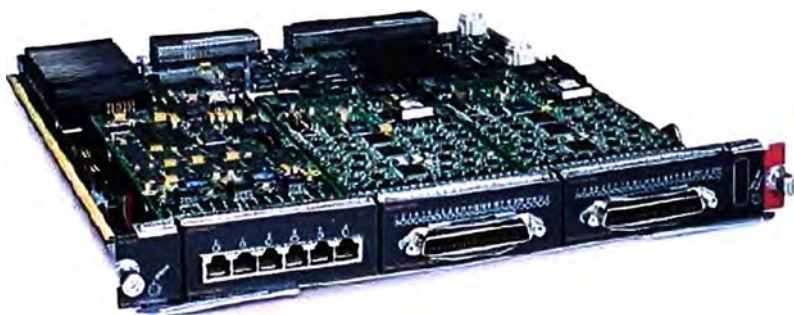
Cisco Catalyst 6500 Series and Cisco 7600 Series Communication Media Module

Product Overview

Cisco® Unified Communications is a comprehensive IP communications system of voice, video, data, and mobility products and applications. It enables more effective, more secure, more personal communications that directly affect both sales and profitability. It brings people together by enabling a new way of communicating—where your business moves with you, security is everywhere, and information is always available...whenever and wherever it is needed. Cisco Unified Communications is part of an integrated solution that includes network infrastructure, security, mobility, network management products, lifecycle services, flexible deployment and outsourced management options, end-user and partner financing packages, and third-party communications applications.

The Cisco Communication Media Module (CMM) is a line card for the Cisco Catalyst® 6500 Series Switch and Cisco 7600 Series Router that provides high-performance and high-density voice-over-IP (VoIP) gateways and media services. The Cisco CMM (Figure 1) allows organizations to connect their existing time-division multiplexing (TDM) network to their IP communications network, provide connectivity to the public switched telephone network (PSTN), and enable conferencing, transcoding, and media termination services for their IP communications networks.

Figure 1. Cisco Communication Media Module

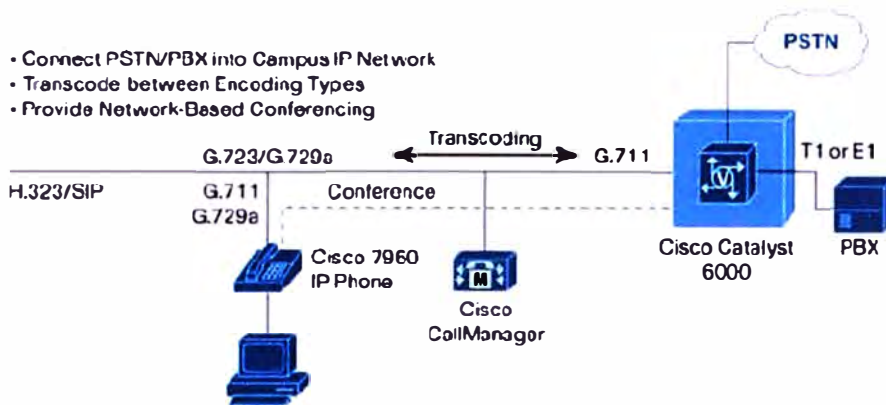


The Cisco CMM is a modular line card that supports four different types of port adapters, including 6-port T1, 6-port E1, 24-port foreign exchange station (FXS), and 128-port conferencing and transcoding port adapters. Up to four port adapters can be installed in a single Cisco CMM Line Card. Customers have the flexibility of mixing any of the four types of port adapters in a single Cisco CMM (Note: Mixed E1 and T1 port adapters on the same CMM are not allowed).

Key Features and Benefits

A critical component of the Cisco Unified Communications solution, the Cisco CMM allows businesses to extend a cost-effective, transparent network infrastructure to all locations within their network.

Figure 2. Cisco Unified Communication Network Deployment



The Cisco CMM provides a value-added, end-to-end networking solution with the following benefits:

- **Modularity:**
 - **Lowers cost of ownership**—The modular architecture helps customers achieve higher port capacity in a single Cisco Catalyst 6500 Series or Cisco 7600 Series slot. Integrating the functions of VoIP gateways, analog and digital, and conferencing and transcoding in a single module provides a space-saving solution. The Cisco CMM can be managed remotely along with other modules and line cards in the Cisco Catalyst 6500 and Cisco 7600 Series chassis.
 - **Offers investment protection**—The Cisco CMM supports field-upgradable modular components, allowing customers to easily add, replace, or change interface port adapters without upgrading or replacing the entire module.
- **Hot-swappable module:**
 - **Delivers business resilience**—The hot-swappable capability on the Cisco CMM allows hardware maintenance to be performed on an active Cisco Catalyst 6500 or Cisco 7600 Series with little or no service interruption. During a hot-swap, the Cisco CMM can be removed, inserted, or replaced, and only the calls on the card being removed are affected.
- **Cisco Unified Communications Manager redundancy:**
 - **Provides robust, fault-tolerant architecture**—The Cisco Unified Communications solution design takes advantage of the robust, fault-tolerant architecture of clustered Cisco Unified CallManager systems. The Cisco CMM works transparently in this environment. Even in its most simple form (such as a two-system cluster), a secondary Cisco Unified Communications Manager can take control of the Cisco CMM initially managed by the primary Cisco Unified Communications Manager.

Table 1 lists platform requirements for the Cisco Catalyst 6500 and Cisco 7600 Series platforms, and Table 2 provides the software compatibility requirements.

Table 1. Cisco Catalyst 6500 and Cisco 7600 Series Platform Requirements

Features	Cisco Catalyst 6500 Series Switch	Cisco 7600 Series Router
Chassis operating system	Cisco Catalyst OS, Cisco Catalyst Switch with Cisco IOS Software	Catalyst IOS Software
Supervisor engines supported	Cisco Catalyst 6500 Series Supervisor Engine 2, Supervisor Engine 32, and Supervisor Engine 720	Cisco Catalyst 6500 Series Supervisor Engine 720
Maximum line card density and chassis	<ul style="list-style-type: none"> • 12 ports (13-slot) • 8 ports (9-slot) • 5 ports (6-slot) • 2 ports (3-slot) 	<ul style="list-style-type: none"> • 12 ports (13-slot) • 8 ports (9-slot) • 5 ports (6-slot) • 2 ports (3-slot)
Port adapters and slots	4 port adapters per Cisco CMM (3 accessible from front)	4-port adapters per CMM (3 accessible from front)
Part numbers of supported port adapters	WS-SVC-CMM-6T1, WS-SVC-CMM-6E1, WS-SVC-CMM-24FXS, and WS-SVC-CMM-ACT	WS-SVC-CMM-6T1, WS-SVC-CMM-6E1, WS-SVC-CMM-24FXS, and WS-SVC-CMM-ACT
Slot requirement	Can occupy any slot in any chassis	Can occupy any slot in any chassis
Switch fabric connectivity	Yes	Yes
Online insertion and removal (OIR) of module	Yes	Yes

Table 2. Software Compatibility Requirements

Requirements (Minimum)	Cisco CMM
Cisco Catalyst OS	Release 8.4(1) or later
Native Cisco IOS Software	Release 12.2(18)SXF3 or later
Cisco Unified CallManager	Release 4.1(2) or later

Table 4. 6-Port E1 Port Adapter

	6-Port 180-Channel E1 Voice Port Adapter
Interface type	Channelized E1
Voice ports	180 channels of G.711 and G.729 codecs
Number of connectors per port adapter	6
Physical interface specification	G.703, G.704, and G.706
Physical connector	RJ-48
Cisco part number	WS-SVC-CMM-6E1
Spare part number	WS-SVC-CMM-6E1=
Maximum number of port adapters per Cisco CMM	3
Cisco IOS Software (minimum) on Cisco CMM	12.4(8a) or later
Cisco Catalyst OS (minimum)	8.4(1) or later
Native Cisco IOS Software (minimum)	12.2(18)SXF3 or later
Regulatory	IEC/EN 60950, AS/NZS 3260, TS001, EN 55022, and EN 55024 CE Marking
Line bit rate	E1, 2048 Mbps
Line code	HDB3
Framing format	CRC4 and non-CRC4
LED Indicators	Link status

Cisco 1760 Modular Access Router

Introduction

The Cisco 1760 Modular Access Router offers small and medium-sized businesses and enterprise small branch offices a 19-inch rack-mount access solution designed to enable them to grow their e-business capabilities. The two different versions of the Cisco 1760 Modular Access Router, the base version Cisco 1760 router and the preconfigured multiservice-ready Cisco 1760-V router, address the needs of customers who want to deploy e-business applications—now or in the future.

The Cisco 1760 router, as a modular platform in a 19-inch rack-mount form factor, offers customers secure Internet and intranet access, as well as the capability to implement a variety of e-business and

voice applications. This includes voice over IP (VoIP), virtual private network (VPN) access, and business-class digital subscriber line (DSL) as required (refer to Figure 1).

The Cisco 1760 router is part of a broad portfolio of access routers optimized to deliver intelligent services such as quality of service (QoS), manageability, availability, and security.

The two different versions of the Cisco 1760 Modular Access Router, the base version Cisco 1760 router and the Cisco 1760-V router, address the needs of customers who want to deploy transformation technologies such as converged voice and data, IP telephony, or videoconferencing.

Figure 1
Cisco 1760 Modular
Access Router



Cisco 1700 Series Routers

The Cisco 1700 Series routers enable a cost-effective, seamless network infrastructure for the small and medium-sized business and small enterprise branch office.

The Cisco 1700 Series of access routers includes the Cisco 1710, 1721, 1751 (includes a base model, the Cisco 1751, and a multiservice-ready model, the Cisco 1751-V), and Cisco 1760 (includes the base version, Cisco 1760, and the multiservice-ready version, Cisco 1760-V). Table 2 compares the Cisco 1760 and Cisco 1760-V routers.

The Cisco 1710 Security Access Router features comprehensive security with VPNs, a Cisco IOS Firewall, and advanced routing functionality in an all-in-one device.

The Cisco 1721 router is a modular device optimized for data-only connections. The Cisco 1751 and Cisco 1760 modular access routers are optimized for multiservice data and voice solutions.

The Cisco 1760 router is the preferred multiservice data and voice solution when a 19-inch rack-mount form factor is required. Compared to the Cisco 1751 router, it offers an additional VIC slot.

Benefits	Features
Cisco IOS Software support	
<ul style="list-style-type: none"> • Provides the industry's most robust, scalable, and feature-rich Internetworking software support • Uses the industry-accepted standard networking software for the Internet and private WANs • Improves network reliability and enables scalability to large networks • Offers part of the Cisco end-to-end network solution 	<ul style="list-style-type: none"> • Offers multiprotocol routing (IP, IPX, AppleTalk, IBM/SNA) and bridging • Dial-on-demand routing • Dual-bank Flash memory • Scalable routing protocols such as OSPF¹, EIGRP², and HSRP³
Voice	
Integrated voice and data networking	
<ul style="list-style-type: none"> • Reduces long-distance toll charges because data network carries interoffice voice and fax traffic • Provides easy deployment of IP telephony solutions • Eliminates the need for costly phone-equipment upgrade • Allows expandability to support additional voice channels • Enables unified messaging 	<ul style="list-style-type: none"> • Offers integrated voice and data networking • Cisco 1760 Router chassis accepts both WICs and VICs • Supports IP telephony • Works with existing handsets, key units, and PBXs • Provides dual DSP slots
Voice support	
<ul style="list-style-type: none"> • Transmits data, voice, and video across a single IP network 	<ul style="list-style-type: none"> • Supports VoIP and VoFR⁴ (FRF.11) • Supports SRST⁵
Gateway signaling	
<ul style="list-style-type: none"> • Connects to H.323 networks and devices • Provides open standards-based voice signaling 	<ul style="list-style-type: none"> • Supports H.323 Versions 1 and 2 • Supports SIP⁶ version 2.0 and MGCP⁷ version 1.0
Codec⁸ support	
<ul style="list-style-type: none"> • Interoperates with a range of CPE⁹ • Supports various compression algorithms 	<ul style="list-style-type: none"> • Supports G.711 • Supports G.723 • Supports G.726 • Supports G.728 • Supports G.729 (Interoperates with G.729a) • Supports G.729.b (Interoperates with G.729ab)

Benefits	Features
Security	
Cisco IOS Software security	
<ul style="list-style-type: none"> • Enables secure access to the Internet with per-application-based, dynamic access control • Prevents unauthorized access to the internal LAN • Enables creation of VPNs by providing industry-standard data privacy, integrity, and authenticity as data traverses the Internet or a shared public network • Supports up to 168-bit encryption • Simplifies router and security configuration through smart wizards, enabling customers to quickly and easily deploy, configure, and monitor a Cisco access router without requiring knowledge of IOS Command Line Interface (CLI). 	<ul style="list-style-type: none"> • Simplifies VPN deployment through elimination of complex remote-side configurations • Accepts VPN connections from Cisco VPN Software clients and Cisco Easy VPN Remote devices • Provides Cisco IOS Firewall feature set context-based access control for dynamic firewall filtering, denial-of-service detection and prevention, Java blocking, real-time alerts, IDS¹⁰, and encryption • Offers IPSec¹¹ DES, and 3DES support • Offers Cisco Easy VPN Remote support • Offers Cisco Easy VPN Server support as of Q2 CY '02 • Offers Cisco Security Device Manager (SDM) support
Hardware-accelerated VPN encryption	
<ul style="list-style-type: none"> • Supports wire-speed encryption up to T1/E1 speeds 	<ul style="list-style-type: none"> • Offers hardware-based encryption using optional VPN module
Device authentication and key management	
<ul style="list-style-type: none"> • Ensures proper identity and authenticity of devices and data • Enables scalability to very large IPSec networks through automated key management 	<ul style="list-style-type: none"> • Supports IKE¹², X.509v3 digital certification, and CEP¹³ with certification authorities such as VeriSign and Entrust

BIBLIOGRAFIA

1. Kevin Wallace, "Authorized Self-Study Guide Cisco Voice over IP (CVoice)", Cisco Press-USA, 2006.
2. Jonathan Davidson, James Peters, "Voice over IP Fundamentals, Second Edition", McGraw-Hill, 2005.
3. Cisco Student Guide, "Enterprise Voice over Data Design, version 3.3", Cisco Press-USA, 2006.
4. Cisco Student Guide, "Designing Cisco Network Service Architectures (ARCH) v1.1", Cisco Press-USA, 2006.
5. A. Anthony Bruno, Jacqueline Kim, "CCDA Exam Certification Guide Second Edition", Cisco Press-USA, 2005.
6. Ramesh Kaza and Salman Asadullah, "Cisco IP Telephony", Cisco Press-USA, 2005.
7. Amir S. Ranjar, "CCNP ONT Official Exam Certification Guide", Cisco Press-USA, 2007.