

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP
PARA EMPRESAS CORPORATIVAS EMPLEANDO
PRODUCTOS PROPIETARIOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

CARLOS FÉLIX COELLO HUAMANÍ

**PROMOCIÓN
1998 - II**

**LIMA – PERÚ
2008**

**IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP PARA EMPRESAS
CORPORATIVAS EMPLEANDO PRODUCTOS PROPIETARIOS**

***Dedico este trabajo a:
Mi Esposa, por su cariño,
paciencia y comprensión.
Mis Padres y Hermanos,
por el apoyo y aliento.***

SUMARIO

En el presente informe se describe el análisis, diseño e implementación de un Sistema de Telefonía IP para una Empresa Corporativa, utilizando productos propietarios.

El documento ofrece la base conceptual de la teoría de la Telefonía IP, resaltando la importancia de la aplicación de políticas de calidad de servicio (QoS) que permitan garantizar la calidad de los servicios de voz y demás aplicaciones de red sensibles al retardo.

En el informe se realiza el estudio del servicio de voz tradicional de una Empresa Corporativa, donde se exponen las desventajas de mantener dos infraestructuras de red independientes para los servicios de voz y datos. Luego se propone la implementación de un Sistema de Telefonía IP que permita la convergencia de los servicios de voz y datos en una única infraestructura de red basada en IP, manteniendo o mejorando la calidad de los servicios brindados.

El diseño del Sistema de Telefonía IP, se basa en la tecnología de comunicaciones unificadas proporcionada por Cisco Systems.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Objetivos del trabajo	3
1.3. Evaluación del problema	3
1.4. Limitaciones del trabajo	4
1.5. Síntesis del trabajo	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	5
2.1. Antecedentes del problema	5
2.2. Telefonía IP	6
2.2.1. Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN)	6
2.2.2. Central Secundaria Privada (Private Branch Exchange – PBX)	7
2.2.3. Cisco CallManager	8
2.3. Señalización del Cisco CallManager	9
2.4. Tecnología de la Telefonía IP de Cisco	9
2.5. Alta Disponibilidad	10
2.6. Teléfonos IP Cisco	11
2.6.1. Proceso de carga y registro del Teléfono IP Cisco	12
2.6.2. Tipos de codecs soportados por el Teléfono IP Cisco	14
2.7. Switch Cisco Catalyst	14
2.8. Gateway de Voz	16
2.8.1. Tipos de Gateway de Voz	16
a) Gateways Cisco analógicos	16
b) Gateways Cisco digitales	17
2.8.2. Protocolos de Señalización de los Gateway de Voz	17
a) H.323	17
b) Media Gateway Control Protocol (MGCP)	18
c) Skinny Client Control Protocol (SCCP)	18

2.9. Calidad de Servicio (QoS)	19
2.9.1. Criterios de Calidad de Servicio (QoS)	20

**CAPÍTULO III: METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA
IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP PARA EMPRESAS
CORPORATIVAS EMPLEANDO PRODUCTOS PROPIETARIOS** **22**

3.1. Alternativas de solución	22
3.1.1. Mantener el sistema de comunicaciones voz en forma independiente	22
3.1.2. Convergencia IP	22
3.2. Solución al problema	23
3.3. Concepción práctica del Sistema de Telefonía IP	23
3.3.1. Situación Actual	23
3.3.2. Solución Propuesta	24
3.4. Implantación del Sistema de Telefonía IP	26
3.5. Configuración del Cisco CallManager	26
3.5.1. Configuración del Servidor	26
3.5.2. Device Pool	27
3.5.3. Cisco CallManager Group	29
3.5.4. Date/Time Group	30
3.5.6. Region	31
3.5.7. Call Admission Control	33
3.6. Inscripción del Teléfono IP en el Sistema de Telefonía	34
3.7. Configuración del VG248	36
3.8. Configuración del Switch Cisco Catalyst	38
3.8.1. Configuración de Inline Power	38
3.8.2. VLANs de voz y datos	38
3.8.3. Configuración de la Clase de Servicio (CoS)	39

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **41**

ANEXO A

REFERENCIA RÁPIDA: TELÉFONO IP CISCO 7960/7940 **44**

BIBLIOGRAFÍA **47**

PRÓLOGO

La evolución de las redes IP, en temas relacionados con el control de aplicaciones de red, calidad de servicio, seguridad, redes inalámbricas y tecnología orientada a la convergencia de las redes de voz y datos, esta abriendo nuevas opciones para ofrecer mas y mejores servicios.

La Telefonía IP, permite la convergencia de las redes de voz y datos en una única infraestructura de red basada en IP. Esta convergencia trae consigo muchas ventajas como la reducción en costos operativos y de mantenimiento y la administración centralizada de los elementos de red.

El presente documento analiza el caso de una Empresa Corporativa que cuenta con una infraestructura de voz y datos trabajando en forma independiente, lo cual dificulta las labores de administración y soporte generando un alto costo operativo. Se plantea la implantación de un Sistema de Telefonía IP que integre los servicios de voz y datos en una única infraestructura de red basada en IP. El hecho de compartir la misma infraestructura de red para las comunicaciones de voz y datos, hace necesario la utilización de mecanismos de calidad de servicio (QoS) que permitan mantener o mejorar la calidad de los servicios brindados.

En el capítulo I se exponen los inconvenientes de mantener el servicio de voz tradicional basado en centrales PBX y las desventajas de contar con dos infraestructuras de red independientes para los servicios de voz y datos.

El capítulo II ofrece la base conceptual de la teoría de la Telefonía IP, resaltando la importancia de la aplicación de políticas de calidad de servicio (QoS) que permitan mantener o mejorar la calidad de los servicios brindados.

En el capítulo III se analizan las alternativas de solución al problema y se plantea la implementación de un Sistema de Telefonía IP que integre los servicios de voz y datos. Luego se describen los procedimientos de configuración de los dispositivos de Telefonía

IP involucrados en la solución, de tal forma que cumplan con las necesidades del negocio.

Finalmente se presentan algunas conclusiones y recomendaciones sobre el proceso de implementación del Sistema de Telefona IP, el mantenimiento y la incorporación de servicios complementarios.

Existen muchos proveedores de servicios de Telefonía IP, sin embargo, en el presente documento se plantea la implementación del Sistema de Telefonía IP empleando la tecnología de comunicaciones unificadas proporcionada por Cisco Systems.

Se ha recurrido a información bibliográfica existente sobre temas relacionados a la Telefonía IP de los más destacados autores, así como consultas a páginas Web en Internet de universidades extranjeras y otros centros de investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Los altos costos operativos y la dificultad en su administración, hacen que actualmente no sea rentable mantener una infraestructura de red de voz tradicional (basada en centrales PBX) trabajando en forma paralela a otra infraestructura de red de datos.

Para una Empresa Corporativa con múltiples sedes distribuidas en distintas localidades, le resulta más práctico y ventajoso contar con una única infraestructura de red basada en IP, que le permita integrar los servicios de voz y datos.

Debemos velar que la infraestructura de red garantice que los tráficos de voz y datos viajen por la red de la mejor manera posible, priorizando el transporte del tráfico de voz y demás aplicaciones sensibles al retardo.

1.2. Objetivos del trabajo

El presente informe tiene por objetivo describir los beneficios de la implantación de un Sistema de Telefonía IP en una Empresa Corporativa. Se analizara el caso de una Empresa Corporativa que cuenta con dos infraestructuras de red independientes para los servicios de voz y datos. Luego se plantea la implementación de un Sistema de Telefonía IP que permita la convergencia de los servicios de voz y datos en una única infraestructura de red basada en IP, abordando temas relacionados con el diseño y dimensionamiento del Sistema.

1.3. Evaluación del problema

Para la implantación del Sistema de Telefonía IP, se requiere realizar un análisis previo del modelo de negocio que nos permita:

- Determinar la cantidad y el tipo de equipos necesarios a ser instalados en cada localidad.
- Identificar los tipos de aplicaciones de red empleados y determinar su sensibilidad al retardo.
- Dimensionar los caudales de ancho de banda de interconexión WAN necesarios que permitan el transporte adecuado de los tráficos de voz y datos.

- Definir las políticas de calidad de servicio (QoS) que garanticen la calidad del servicio de voz y demás aplicaciones de red sensibles al retardo.

1.4. Limitaciones del trabajo

En el presente documento se plantea la implementación del Sistema de Telefonía IP haciendo uso de la tecnología de comunicaciones unificadas proporcionada por Cisco Systems y empleando la versión 4.1 del Cisco CallManager (central IP). El servicio de Cisco CallManager corre sobre una versión del sistema operativo Windows 2000 Server personalizada por Cisco y emplea como base de datos el Microsoft Structured Query Language (SQL) Server 2000.

Debido a su obsolescencia las centrales PBX empleadas en la solución inicial no fueron incluidas en la solución propuesta. Puede haber otros escenarios en que las centrales PBX se integren al Sistema de Telefonía IP a través de los gateways de voz.

En el desarrollo del Sistema de Telefonía IP, no se ha cubierto la implementación de restricciones de llamadas entre tipos de usuario o con destino a la PSTN, tampoco se ha incluido la instalación de aplicaciones de escritorio como el Cisco CallManager Attendant Console (consola de operadora telefónica) o el Cisco IP Manager Assistant (aplicativo jefe-secretaria).

1.5. Síntesis del trabajo

En primer lugar se plantea la ingeniería del problema. Luego se ofrece la base conceptual de la teoría de la Telefonía IP resaltando la importancia de la aplicación de políticas de calidad de servicio (QoS) con el propósito de mantener o mejorar la calidad de los servicios brindados. Se analizan las alternativas de solución al problema y se plantea la implementación de un Sistema de Telefonía IP que permita ampliar el actual sistema de comunicaciones, brindando así un mayor número de servicios de alta calidad y con miras a un crecimiento y desarrollo con tecnología de punta.

Finalmente se presentan algunas conclusiones y recomendaciones sobre el proceso de implementación del Sistema de Telefonía IP, el mantenimiento y la incorporación de servicios complementarios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes del problema

Muchas Empresas Corporativas con presencia en distintas localidades, poseen y administran redes de voz y datos independientes como se muestra en la figura 2.1, lo cual dificulta su operación y mantenimiento, generando además mayores gastos.

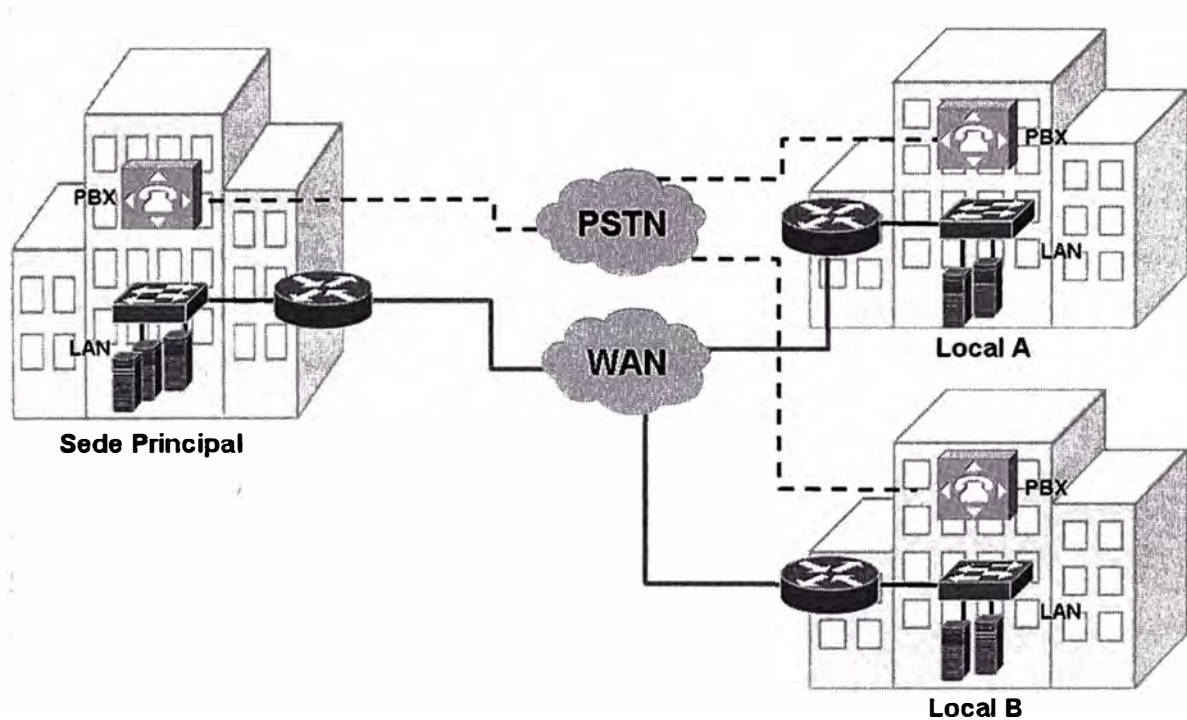


Fig. 2.1. Redes de voz y datos independientes

Las centrales de comunicación PBX (Private Branch Exchange) cubrieron en su momento las grandes necesidades de comunicaciones de voz de las Empresas Corporativas. Sin embargo, actualmente una PBX resulta costosa, de alto mantenimiento y de difícil actualización cuando la Empresa necesita cambiar.

La convergencia de los servicios de voz y datos en una misma infraestructura permite el ahorro en costos de operación y mantenimiento, facilita además una gestión centralizada de cada uno de los elementos de la red.

La convergencia de las redes de voz y datos en una misma infraestructura de red, debe realizarse de tal forma, que se garantice la calidad de los servicios brindados.

2.2. Telefonía IP

La Telefonía IP unifica los servicios de Voz, Datos y Video a través de redes TCP/IP, con el propósito de integrar y mejorar los servicios ofrecidos tradicionalmente por las centrales de comunicación PBX.

A diferencia de la PSTN, que se compone de señales analógicas y digitales a través de una red con conmutación de circuitos, la Telefonía IP emplea conmutación de paquetes. Toda la información que se va a transmitir a través de la red se divide en paquetes de datos. Cada paquete tiene un encabezado que contiene el origen y el destino, un número de secuencia, un bloque de datos y un código de comprobación de errores. Los enrutadores dirigen estos paquetes a través de la red hasta que llegan a su destino. Cuando lleguen los paquetes, se utilizará el número de secuencia para volver a juntarlos en su orden original. A diferencia de la telefonía PSTN, que dedica un circuito a una llamada de teléfono, los paquetes de datos comparten un circuito con otras transmisiones.

Las redes con conmutación de paquetes, como las redes TCP/IP, no dedican una conexión entre partes, por lo que, a diferencia de la PSTN, no pueden garantizar la calidad del servicio (QoS, Quality of Service). La calidad de servicio (QoS) es un conjunto de requisitos de servicio que la red debe cumplir para asegurar un nivel de servicio adecuado para la transmisión de los datos.

2.2.1. Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN)

La Red Telefónica Pública Conmutada (Public Switched Telephone Network - PSTN) es la tradicional red de conmutación de circuitos optimizada para las comunicaciones de voz en tiempo real, la cual permite enlazar a voluntad dos equipos terminales (teléfonos) mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma, garantizando de esta manera la calidad del servicio.

La PSTN es una red de comunicación diseñada primordialmente para la transmisión de voz, que también permite el transporte de datos, como por ejemplo en el caso del fax o de la conexión a Internet a través de un módem. Esta red consta de cuatro elementos principales para su funcionamiento: El terminal, la transmisión, la conmutación y la señalización. El primero incluye los periféricos como el identificador de llamadas, contestador automático y opciones dentro del mismo aparato. La transmisión tiene que

ver con los diversos modos de enviar la información, dependiendo si es solo voz, datos o ambos. La conmutación concierne a la manera en que están conectados los enlaces y como encontrar el camino más óptimo para la comunicación. Finalmente la señalización se encarga de controlar la red telefónica y administrar las conexiones.

2.2.2. Central Secundaria Privada (Private Branch Exchange – PBX)

La PBX es un dispositivo de telefonía que se conecta directamente a la PSTN a través de líneas troncales, para gestionar autónomamente las llamadas internas, entrantes y salientes de una Empresa Corporativa, es decir actúa como una ramificación de la PSTN. Los usuarios o abonados no se comunican al exterior mediante líneas telefónicas convencionales, sino a través de la PBX, que enruta la llamada hasta su destino final, empleando para ello un número limitado de líneas externas de transporte de voz llamadas líneas troncales. La figura 2.2.2 muestra los componentes de la PBX.

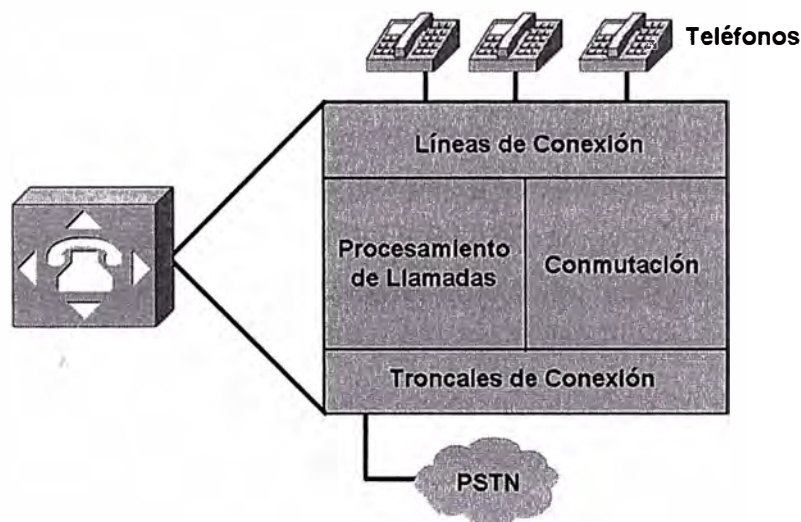


Fig. 2.2.2. Central Secundaria Privada (PBX)

La PBX puede dividirse en los siguientes componentes:

- **Líneas de Conexión:** La constituyen las tarjetas instaladas en la PBX que proporcionan puertos de conexión para los teléfonos de usuarios finales. Estos puertos brindan tono de marcado a los dispositivos finales.
- **Procesamiento de Llamada:** Este componente es el motor de la PBX. Proporciona la tabla de enrutamiento de llamadas, reconocimiento de dispositivos y funciones adicionales.
- **Conmutación:** Proporciona el circuito de comunicación entre dispositivos que se están comunicando a través de la PBX.

- **Troncales de Conexión:** La constituyen las tarjetas instaladas en la PBX que brindan enlaces de conexión hacia otras PBX o hacia la PSTN.

2.2.3. Cisco CallManager

El Cisco CallManager, cuyos modelos se muestran en la figura 2.2.3, es el componente principal de la Telefonía IP de Cisco Systems, es un software base para el procesamiento de llamadas que extiende las funcionalidades y capacidades de la telefonía tradicional hacia dispositivos de telefonía en una red de paquetes tales como Teléfonos IP, Gateways de Voz sobre IP y aplicaciones multimedia.

Entre las funciones del Cisco CallManager se encuentran el procesamiento de llamadas, la señalización y el control de dispositivos, la administración del plan de numeración, la administración de las funcionalidades de los Teléfonos IP, brindar el servicio de directorio corporativo y servir de interfaz de programación para aplicaciones externas como por ejemplo el Cisco SoftPhone, Cisco IP IVR, Cisco Personal Assistant y Cisco CallManager Attendant Console.

El servicio de Cisco CallManager corre sobre una versión del sistema operativo Windows 2000 Server personalizada por Cisco y emplea como base de datos el Microsoft Structured Query Language (SQL) Server 2000 para el almacenamiento de todos los dispositivos de la Telefonía IP. El manejo del directorio corporativo lo realiza a través del Data Connection Directory (DC-Directory).

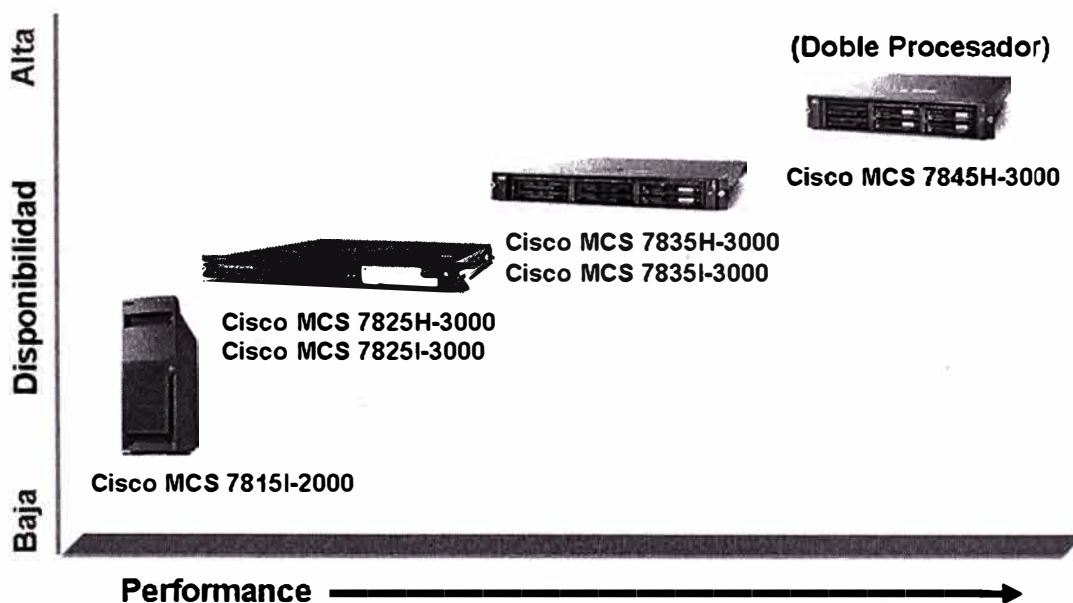


Fig. 2.2.3. Modelos de Servidores Cisco CallManager
Fuente: (2)

2.3. Señalización del Cisco CallManager

El Cisco CallManager emplea el protocolo propietario de señalización Skinny para comunicarse con los Teléfonos IP, manejar las llamadas y realizar las tareas de mantenimiento. Luego del establecimiento de la llamada, los Teléfonos IP se comunican directamente entre si empleando el Protocolo de Transporte en Tiempo Real (Real-Time Transport Protocol - RTP) para el intercambio de trafico de voz. Esto se puede apreciar en la figura 2.3.

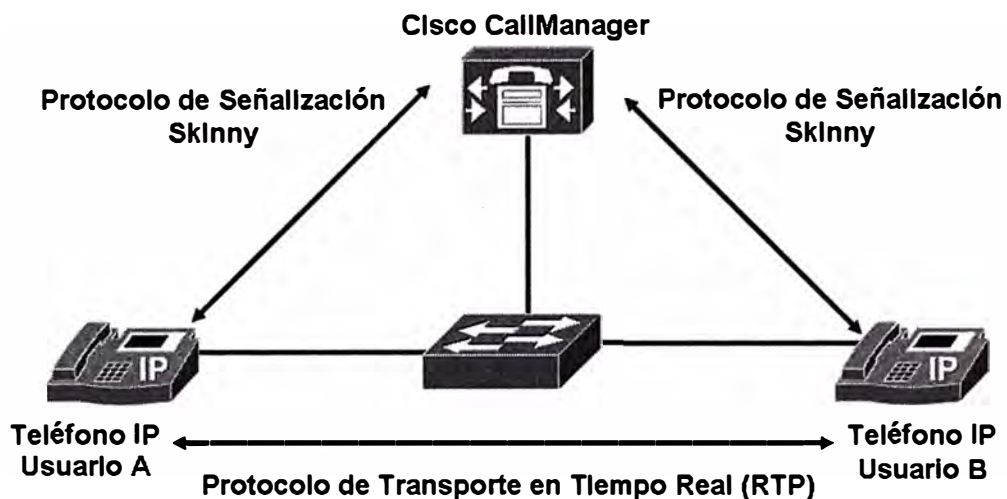


Fig. 2.3. Señalización del Cisco CallManager

2.4. Tecnología de la Telefonía IP de Cisco

El diseño de la Telefonía IP de Cisco, envuelve una reingeniería de las funcionalidades de la PBX, reemplazando equipos específicamente de telefonía con equipos de procesamiento y enrutamiento de datos.

Las funciones del sistema centralizado de la PBX, se distribuyeron a equipos de datos en un diseño descentralizado como se muestra en la figura 2.4. Esta distribución, facilita las labores de mantenimiento y cableado. Adicionalmente este diseño elimina el punto único de falla de un solo servidor.

Actualmente la función de procesamiento de llamadas del sistema de telefonía se realiza en servidores de aplicaciones independientes, esta característica facilita la introducción de nuevas funcionalidades en la red a través de la instalación de múltiples aplicaciones. Por ejemplo, para agregar el servicio de mensajería unificada en la red, debemos instalar el servidor de mensajería unificada Cisco Unity. Alternativamente, si deseamos integrar una consola de recepcionista debemos instalar el Cisco CallManager Attendant Console en una computadora personal (PC) cliente.

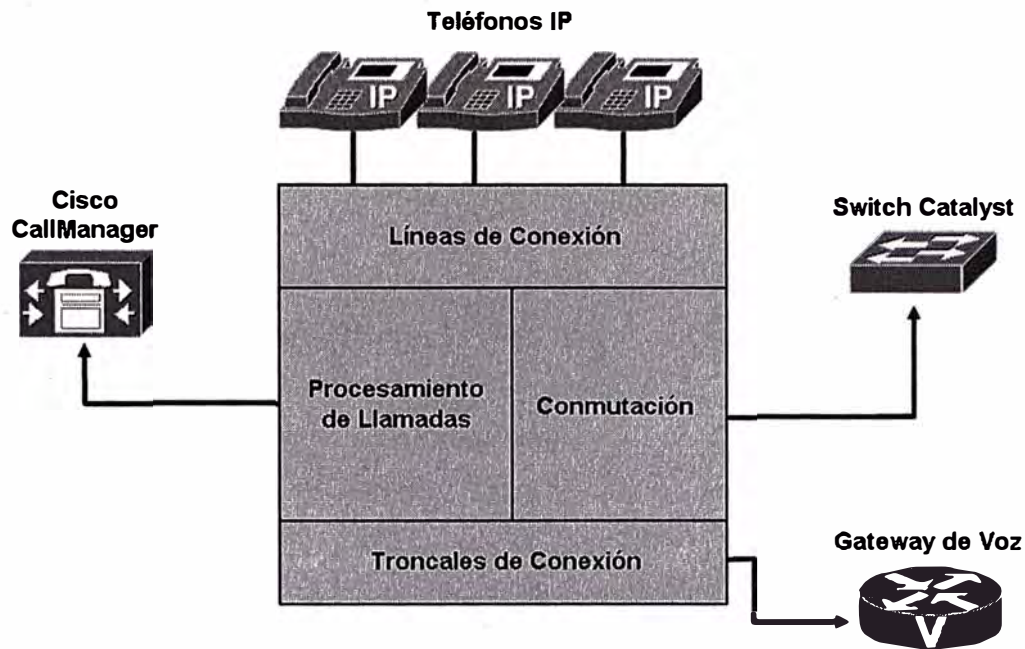


Fig. 2.4. Diseño descentralizado de la Telefonía IP

2.5. Alta Disponibilidad

La red de voz es una de las redes de negocios más confiables, puesto que fueron diseñadas para ofrecer el 99.999 % de disponibilidad. Para brindar el mismo nivel de disponibilidad los servidores CallManager deben agruparse en clusters de dos o más servidores, de tal manera que compartan la misma base de datos y trabajen en forma conjunta para atender a un grupo común de dispositivos de Telefonía IP.

El agrupamiento de los servidores CallManager proporciona dos importantes funciones: elimina el punto de falla de tener un único servidor y permite que múltiples dispositivos trabajen en una sola unidad o grupo de procesamiento de llamadas. La capacidad de replicación de la base de datos Microsoft SQL Server permite la formación del cluster, debido a que hace posible que la misma base de datos se replique en múltiples servidores. La replicación de la base de datos hace parecer que el procesamiento de llamadas y demás funciones está siendo realizado por un solo servidor y asegura que los servidores que se encuentran en espera asuman las funciones del servidor primario si este falla.

Para lograr una alta disponibilidad, un cluster de CallManager debe estar compuesto al menos por dos servidores: Publisher y el Subscriber, como se aprecia en la figura 2.5. El Publisher administra la base de datos Microsoft SQL Server 2000 en modo escritura y el Subscriber mantiene una copia de la base de datos en solo modo lectura. El modo de operación del servidor (Publisher o Subscriber) se determina en el proceso de instalación.

En un cluster se puede tener tan solo un servidor Publisher y hasta ocho servidores Subscriber, debido a la restricción de operación del Microsoft SQL.

Cuando se realiza un cambio en la configuración del Cisco CallManager, estos cambios se guardan directamente en el Publisher. El Publisher luego replica estos cambios hacia el Subscriber. Cuando el Publisher esta fuera de línea, la base de datos Microsoft SQL Server 2000 se bloquea automáticamente previniendo así futuros cambios en la base de datos. La red de Telefonía IP continúa operando, pero no se permite adicionar o configurar algún dispositivo que esta siendo controlado por el Cisco CallManager.

Cuando el Publisher esta caído, el Subscriber almacena los registros de llamadas (Call Detail Records - CDRs) hasta que el Publisher se levante y entonces actualiza al Publisher con los registros de llamadas que almaceno.

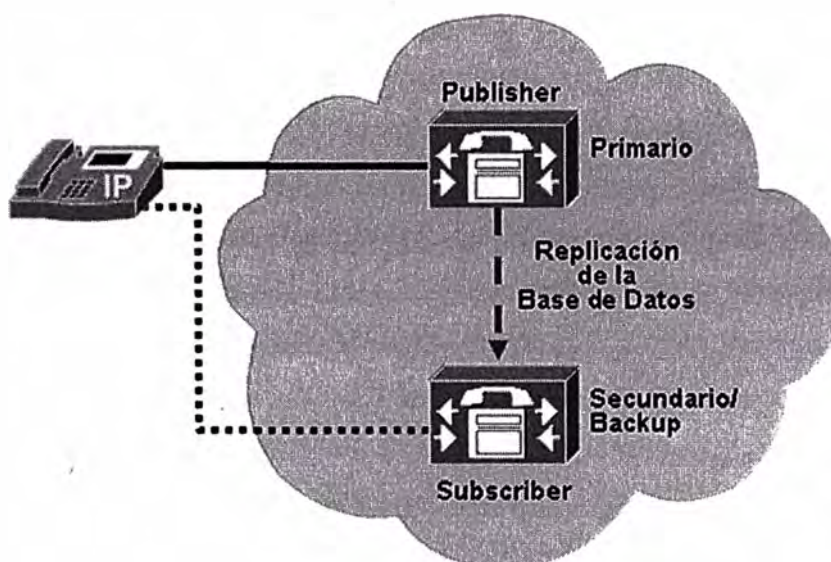


Fig. 2.5. Grupo de CallManagers y Alta Disponibilidad

2.6. Teléfonos IP Cisco

Los Teléfonos IP Cisco, tienen todas las funciones de un teléfono convencional, tales como desviación de llamadas, transferencia, parqueo y otras funcionalidades como el acceso a sitios web y aplicaciones basadas en XML (Extensible Markup Language). La principal ventaja del Teléfono IP es la movilidad, es decir, podemos desplazar el equipo hacia cualquier punto de la red manteniendo el mismo número de extensión.

La mayoría de los Teléfonos IP Cisco tienen las siguientes características: poseen un display para interfaz de usuario, son fáciles de personalizar, el puerto Ethernet de conexión a la red permite el suministro de energía y soportan los codecs de voz G.711 y G.729. En la figura 2.6.a se muestran algunos modelos de Teléfonos IP Cisco.



Fig. 2.6.a. Modelos de Teléfonos IP Cisco
Fuente: (2)

Los usuarios pueden conectar un computador personal (PC) al Teléfono IP Cisco, de esta manera, el Teléfono IP y la PC compartirán el mismo puerto Ethernet de conexión a la red, como se aprecia en la figura 2.6.b.



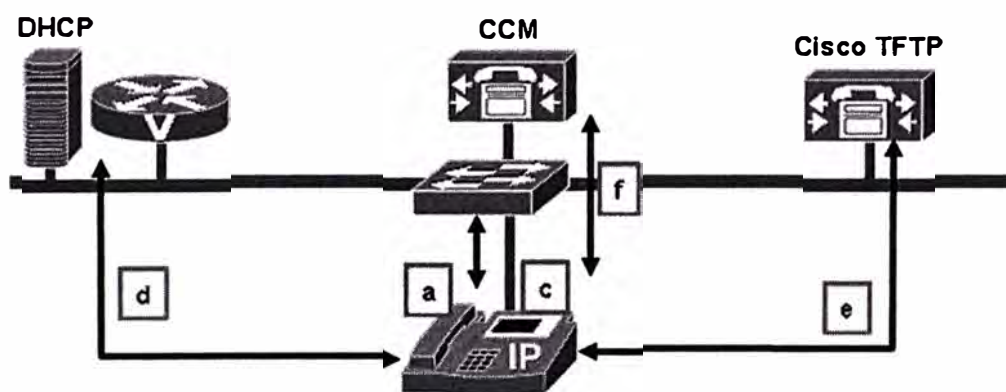
Fig. 2.6.b. PC conectada al Teléfono IP Cisco

2.6.1. Proceso de carga y registro del Teléfono IP Cisco

El proceso de carga y registro de un Teléfono IP en el Cisco CallManager, como se describe en la figura 2.6.1, consta de las siguientes etapas:

- a) **Obteniendo energía del switch:** El switch Cisco con la funcionalidad "inline power" (capacidad de proveer energía a través de sus puertos Ethernet), envía una señal (Fast Link Pulse - FLP) al dispositivo que tiene conectado a uno de sus puertos, para poder identificar si este dispositivo se trata de un Teléfono IP Cisco sin energía, el Teléfono IP Cisco devuelve la señal FLP al switch, indicándole de esta manera que entregue una corriente continua de -48 Voltios.
- b) **Carga y almacenamiento de la imagen:** El Teléfono IP Cisco cuenta con una memoria Flash no volátil que almacena la imagen de firmware y las preferencias definidas por el usuario. Al empezar el proceso de arranque, el Teléfono IP carga la imagen almacenada, para inicializar su software y hardware.

- c) **Configuración de las VLANs:** Luego que el Teléfono IP recibe energía y arranca, El switch envía al Teléfono IP un paquete CDP (Cisco Discovery Protocol) con la información de la VLAN de voz (si esta ha sido configurada)
- d) **Obteniendo una dirección IP y la dirección IP del servidor TFTP:** El Teléfono IP lanza por la red un mensaje de difusión (broadcast), solicitando una dirección IP. El servidor DHCP responde como mínimo con la dirección IP, la máscara de subred y la dirección IP del servidor Cisco TFTP.
- e) **Descargando la configuración:** El Teléfono IP contacta al servidor TFTP para descargar el archivo de configuración que contiene los parámetros para conectarse al Cisco CallManager. La información enviada por el servidor TFTP contiene una lista ordenada de hasta tres Cisco CallManager (para casos de redundancia). Si el Cisco CallManager tiene habilitada la auto-registración, los Teléfonos IP descargan un archivo de configuración por defecto. En el caso que los Teléfonos IP se ingresen manualmente en la base de datos del Cisco CallManager, los Teléfonos IP descargan un archivo de configuración particular para cada dispositivo.
- f) **Registro contra el CallManager:** Después que el Teléfono IP descarga del servidor TFTP su archivo de configuración, intenta realizar una conexión TCP hacia los servidores CallManager que tiene en su lista.



- | | |
|----|--|
| a. | El Switch Cisco con la funcionalidad "inline power" envía una señal FLP |
| b. | El Teléfono IP carga la Imagen almacenada |
| c. | El Switch proporciona al Teléfono IP la información de las VLANs |
| d. | El Teléfono IP envía un requerimiento al servidor DHCP; obteniendo su dirección IP y la dirección IP del servidor TFTP |
| e. | El Teléfono IP descarga su archivo de configuración desde el servidor TFTP |
| f. | El Teléfono IP se registra contra el CallManager |

Fig. 2.6.1. Proceso de carga y registro del Teléfono IP Cisco

2.6.2. Tipos de codecs soportados por el Teléfono IP Cisco

Los dispositivos de VoIP (Voz sobre IP) deben convertir la señal de audio en un formato digital genérico, antes que el flujo de datos (stream) de audio pueda ser transportado. Para este propósito, el comité de estandarización UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) creó múltiples codecs (Codificador-Decodificador) de audio. Un codec de audio es un tipo de codec específicamente diseñado para la compresión y descompresión de señales de sonido audible para el ser humano. Por ejemplo, la voz y la música. La función principal del codec de audio es convertir la señal de voz en un formato digital estándar que cualquier dispositivo H.323 compatible pueda entender. Muchos codecs de audio brindan un nivel de compresión, debido a que el proceso de digitalizar la señal de voz puede consumir una significativa cantidad de ancho de banda. Sin embargo, la compresión puede causar la degradación de la calidad de la voz, razón por la que diferentes codecs de audio ofrecen diferentes niveles de compresión.

Los Teléfonos IP Cisco soportan los codecs: G.711 (64 Kbps) y G.729a (8 Kbps) en forma nativa. Cisco recomienda que emplear estos dos codecs en el diseño de una red del Voz sobre IP. Los codecs G.711 y G.729a brindan relativamente la misma calidad de sonido. En la escala de MOS (Mean Opinion Score) el codec G.711 tiene un puntaje ligeramente mayor que el codec G.729a (G.729 Annex A).

En la práctica el consumo de ancho de banda total de los codecs G.711 y G.729a es de 86.94 Kbps y 28.14 Kbps respectivamente, por esta razón, el codec G.711 se emplea en las conexiones LAN y el codec G.729a se emplea en los enlaces WAN.

2.7. Switch Cisco Catalyst

El Switch Cisco Catalyst con su capacidad de manejar el tráfico de voz y datos de manera diferenciada, cuenta con tres principales funcionalidades que contribuyen con el despliegue de la Telefonía IP. Estas funcionalidades son:

- a) **Inline power:** Esta funcionalidad permite que el switch Cisco Catalyst, provea energía a los Teléfonos IP (u otros dispositivos inline-power compatibles) a través de sus puertos Ethernet de cobre, sin la necesidad de una fuente de energía externa. Inline power es también conocido como Power over Ethernet (PoE).
- b) **Soporte de VLAN auxiliar:** El soporte de VLAN auxiliar permite que el switch maneje múltiples VLANs en un mismo puerto. Podemos conectar uno o más dispositivos de red al Teléfono IP Cisco, debido a que, algunos Teléfonos IP Cisco cuentan con un switch incorporado. Además, las VLANs auxiliares permiten tener el Teléfono IP y el dispositivo conectado a él, en VLANs independientes.

c) **Marca de Clase de Servicio (CoS):** La Clase de Servicio (CoS) es una marca a nivel de la capa de enlace de datos (Layer 2), que se emplea para clasificar el tráfico que esta pasando a través de un switch y de esta manera garantizar que el transporte del trafico de voz (que es sensible al retardo) tenga prioridad sobre el resto de trafico. Por defecto, los Teléfonos IP Cisco, envían todos los paquetes de voz marcados con un valor de CoS igual a 5, que es el valor de CoS recomendado para el tráfico de voz.

En la figura 2.7.a se muestran las funcionalidades del Switch Cisco Catalyst y en la figura 2.7.b algunos modelos de Switch Cisco Catalyst.

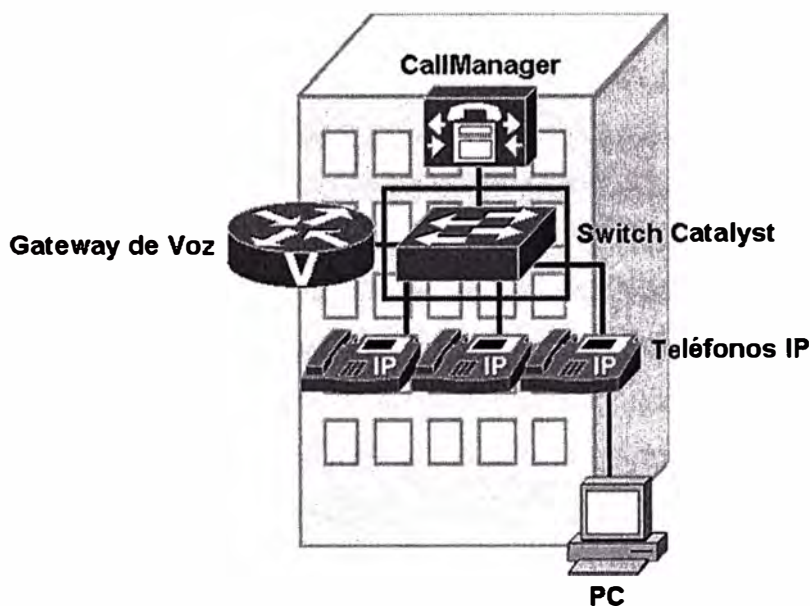


Fig. 2.7.a. Funcionalidades del Switch Cisco Catalyst

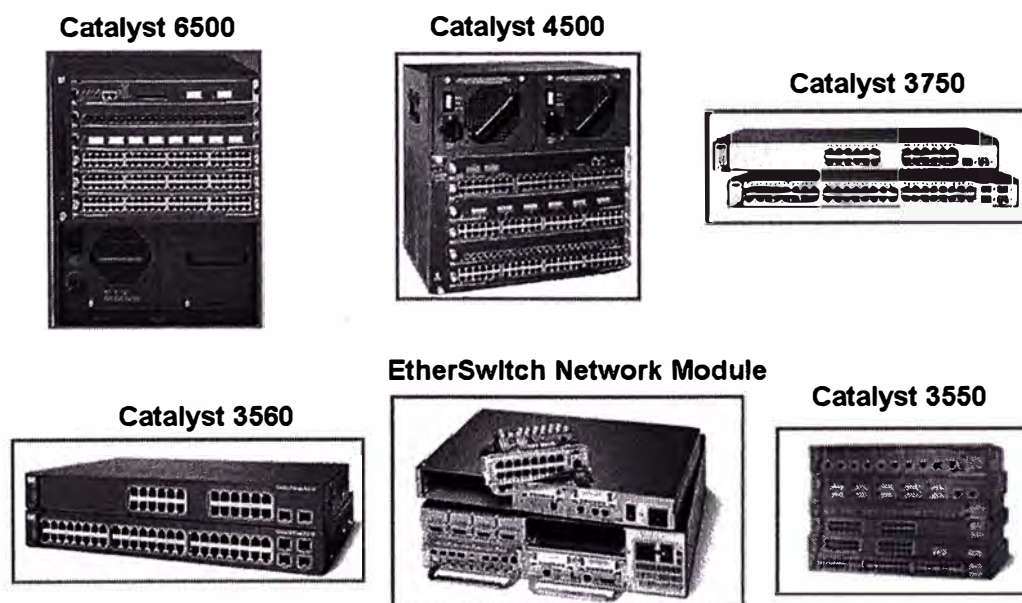


Fig. 2.7.b. Modelos de Cisco Switch Catalyst PoE
Fuente: (1)

2.8. Gateway de Voz

Un Gateway es un dispositivo que traslada un tipo de señal en otro tipo de señal, el Gateway de Voz es un tipo de Gateway.

El Gateway de Voz puede ser un router o switch que convierte los paquetes IP de voz en señales análogas o digitales, que son entendidas por las tróncas o terminales de voz. Los Gateway de voz son empleados en varias situaciones, como por ejemplo, en conexiones a la PSTN o PBX, o cuando se requiere conectar un teléfono análogo o fax. La figura 2.8 muestra el rol que tiene el Gateway de Voz en la Telefonía IP.

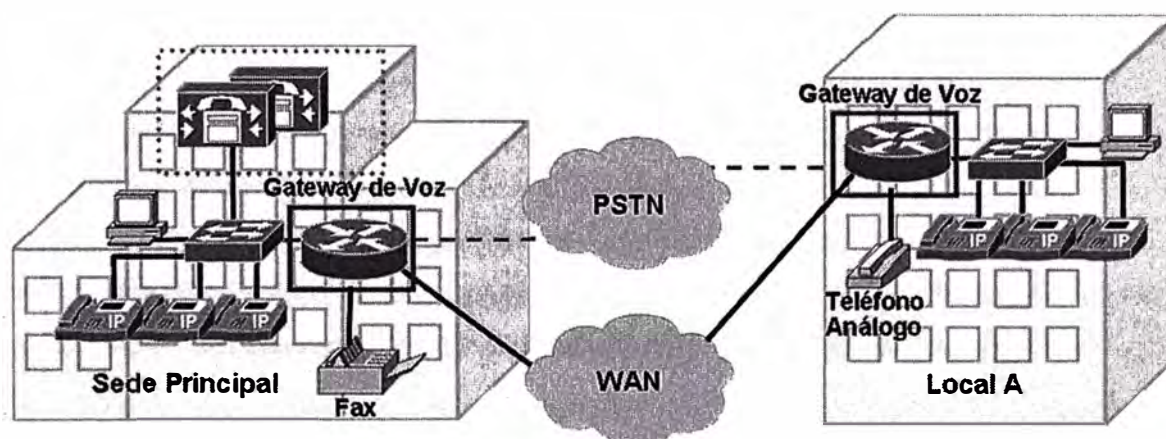


Fig. 2.8. Rol del Gateway de Voz en la Telefonía IP

2.8.1. Tipos de Gateway de Voz

Existen dos tipos de Gateways de Voz Cisco: analógicos y digitales como se puede apreciar en la figura 2.8.1. A continuación se describe cada uno de ellos:

a) **Gateways Cisco analógicos:** Existen dos categorías de Gateways Cisco analógicos (Cisco Access Analog Gateways):

- **Access Analog Station Gateways:** El Cisco Access Analog Station Gateway permite la conexión del Cisco CallManager con dispositivos analógicos, tales como, teléfonos análogos del Servicio Telefónico Tradicional (Plain Old Telephone Service - POTS), sistemas interactivos de respuesta de voz (IVR), faxes, y sistemas de mensajería de voz. El Station Gateway proporciona puertos FXS (Foreign Exchange Station) para la conexión de dispositivos analógicos como teléfonos y faxes.
- **Access Analog Trunk Gateways:** El Cisco Access Analog Trunk Gateway permite la conexión del Cisco CallManager con la PSTN o PBX. El Trunk Gateway proporciona puertos FXO (Foreign Exchange Office) para la conexión con la PSTN o PBX y puertos E&M (Ear and Mouth) para las troncales analógicas de

conexión con PBX antiguos. Se recomienda emplear gateways digitales, para minimizar los problemas relacionados con la supervisión de la respuesta y desconexión

- b) Gateways Cisco digitales:** Los Gateways Cisco digitales (Cisco Access Digital Trunk Gateways) permiten la conexión del Cisco CallManager con la PSTN o PBX a través de troncales digitales como PRI CCS, BRI, T1 CAS o E1. El troncal digital T1 PRI permite además conectar ciertos sistemas antiguos de mensajería de voz.

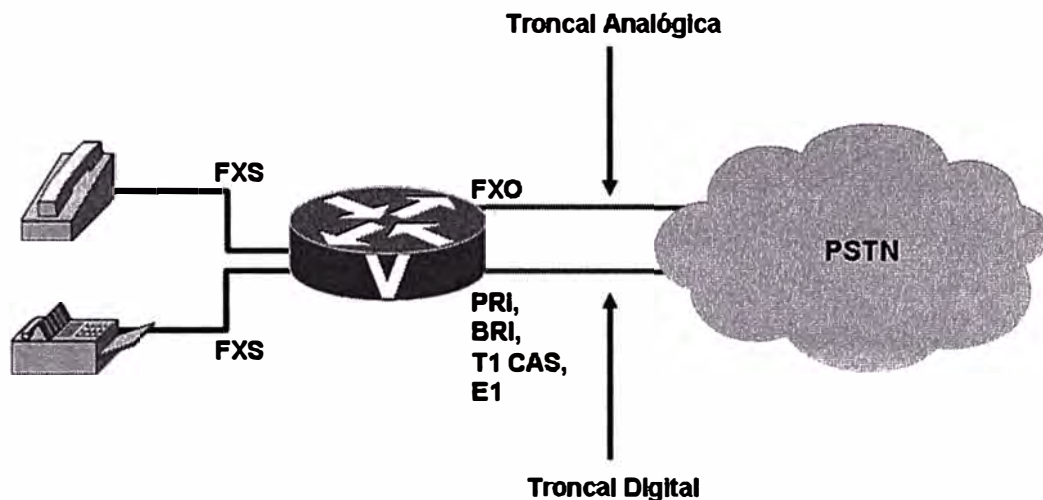


Fig. 2.8.1. Gateway de Voz Cisco Analógico y Digital

2.8.2. Protocolos de Señalización de los Gateway de Voz

El Cisco CallManager soporta los siguientes protocolos de señalización para Gateways de Voz:

- a) H.323:** El H.323 emplea el modelo de red peer-to-peer para hacer más eficiente la transmisión de datos en tiempo real y para lograr una mejor distribución del tráfico de voz. La mayor parte de la configuración del protocolo se realiza en el software IOS Cisco del Gateway de Voz. En el modelo peer-to-peer el Cisco CallManager no tiene control sobre el Gateway, lo que limita el soporte de las funcionalidades del Cisco CallManager en los Gateways H.323. Por ejemplo, el Gateway H.323 no soporta survivability (capacidad de preservar la conversación de voz entre dos terminales IP, cuando el Cisco CallManager donde el terminal está registrado, se vuelve inalcanzable) y solo los dispositivos que soportan el H.323 version 2 (H.323v2) pueden tomar ventaja de los servicios suplementarios del Cisco CallManager, como llamadas en espera, transferencias, y conferencias. Sin embargo, los Gateways H.323 soportan funcionalidades propias del software IOS Cisco (independientes del Cisco CallManager) como el control de admisión de llamada (Call Admission Control –

CAC).y el Cisco Survivable Remote Site Telephony – SRST (el cual provee soporte de manejo de llamadas para Teléfonos IP Cisco, cuando estos pierden conexión con el Cisco CallManager remoto).

- b) Media Gateway Control Protocol (MGCP):** El Media Gateway Control Protocol emplea el modelo de red maestro-esclavo (cliente/servidor), en donde el gateway esclavo (MG, Media Gateway) es controlado por un maestro (MGC, Media Gateway Controller), también llamado Call Agent (Cisco CallManager). Debido a su arquitectura centralizada, el MGCP simplifica la configuración de los gateways de voz (el gateway no requiere la configuración de dial-peer) y soporta multiples (redundantes) Call Agent en la red. Los gateways MGCP proporcionan Call Survivability (el gateway conserva las llamadas activas durante fallas y contingencia). Si el Gateway MGCP pierde contacto con el Cisco CallManager, empleara el protocolo H.323 para soportar de manera básica, el manejo de llamadas de interfaces FXS, FXO, T1 CAS, T1 PRI y E1 PRI.
- c) Skinny Client Control Protocol (SCCP):** El Skinny Client Control Protocol (SCCP) o “Skinny”, emplea mensajes propietarios Cisco, para la comunicación entre los dispositivos IP y el Cisco CallManager. Por ejemplo, el Telefono IP Cisco es un dispositivo que se registra y comunica con el CallManager como un cliente SCCP. En el proceso de registración, el Telefono IP Cisco recibe su número de anexo y demás configuraciones del Cisco CallManager. Una vez registrado se encuentra listo para recibir y realizar llamadas. El protocolo Skinny es empleado para la señalización de las llamadas de Voz sobre IP y funcionalidades como indicacion de mensaje en espera (Message Waiting Indication - MWI).
- El Cisco VG248 Analog Phone Gateway, emplea Skinny para registrarse y comunicarse con el Cisco CallManager. El Cisco VG248 soporta 48 líneas telefónicas analógicas para ser usadas como una extensión el Cisco CallManager.

La figura 2.8.2 muestra los distintos tipos de señalización manejados por el Cisco CallManager.

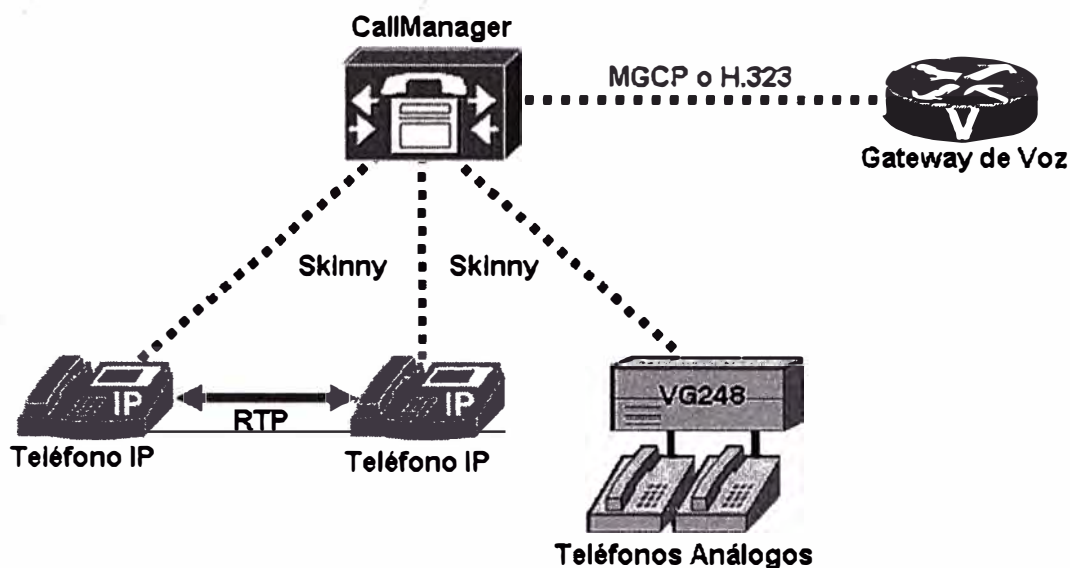


Fig. 2.8.2. Señalización del Cisco CallManager

2.9. Calidad de Servicio (QoS)

Tradicionalmente, las redes de voz, video y datos fueron independientes. Para aprovechar la inversión realizada en los enlaces WAN de datos, las Empresas Corporativas están migrando a redes convergentes, donde los tráficos de voz, video y datos comparten un mismo ancho de banda. Debido a que ahora múltiples aplicaciones comparten la misma red, las aplicaciones que son sensibles al retardo necesitan un tratamiento preferencial.

Las redes de conmutación de paquetes, como las redes IP, no dedican una conexión entre partes, por lo que, a diferencia de la PSTN, no pueden garantizar la calidad del servicio. La Calidad de Servicio (QoS), es la capacidad que tiene la red para ofrecer un tratamiento especial o preferencial a determinados usuarios o aplicaciones en perjuicio de otros usuarios o aplicaciones.

El software IOS Cisco, permite a los administradores de red controlar y priorizar una gran cantidad de aplicaciones de red y tipos de tráfico, para tomar ventaja de las nuevas aplicaciones de misión crítica.

Los principales problemas de cara a la convergencia de las redes son los siguientes: capacidad limitada de ancho de banda, retardo (delay), variación del retardo (Jitter) y pérdida de paquetes, como se puede apreciar en la figura 2.9.

El uso de archivos gráficos de gran tamaño, aplicaciones multimedia y el aumento en el uso de aplicaciones de voz y video, ocasionan problemas de capacidad de ancho de banda en la red de datos.

El delay es el tiempo que le toma a un paquete en alcanzar el endpoint receptor después de haber sido transmitido por el endpoint emisor. Se debe considerar el delay sobre toda

la vía de comunicación entre emisor y receptor. Los paquetes deben atravesar múltiples dispositivos y enlaces de red, por lo que, el “end-to-end delay” es la suma total de todos los retardos experimentados sobre la vía de comunicación entre emisor y receptor. El Jitter es el delta o diferencia del retardo total de dos paquetes de voz en el flujo de voz. La pérdida de paquetes es causada generalmente por congestión en los enlaces WAN, ocasionando entrecortes y vacíos en las comunicaciones de voz.

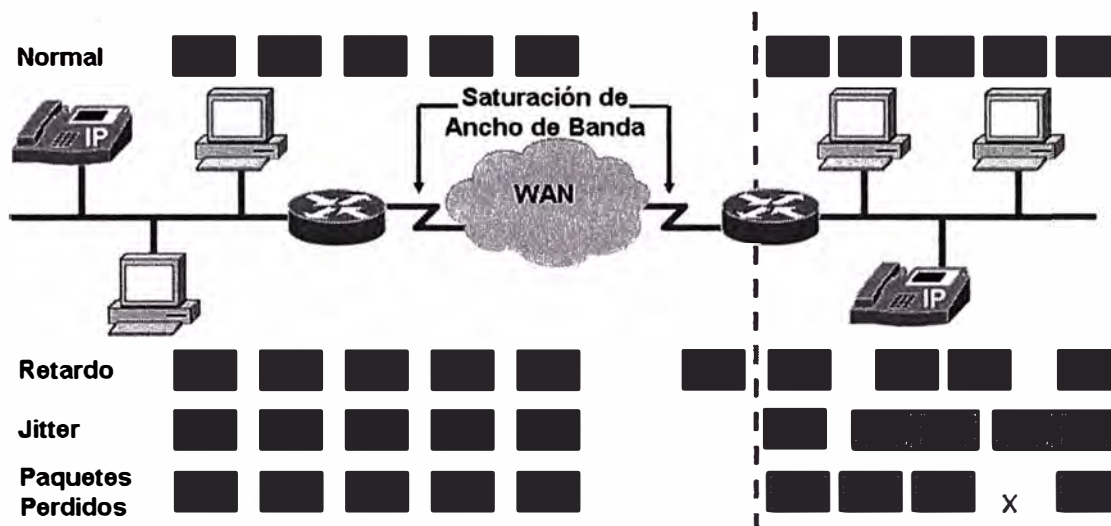


Fig. 2.9. Principales problemas de cara a la convergencia de las redes.

2.9.1. Criterios de Calidad de Servicio (QoS)

Podemos considerar tres pasos a seguir en la implementación de la Calidad de Servicio en redes convergentes:

a) Identificación del tipo de tráfico y sus requerimientos: El primer paso en la implementación de la QoS, consiste en identificar el tipo de tráfico en la red y determinar los requerimientos de QoS.

Determinar que usuarios perciben los problemas de QoS y medir el tráfico de red en los periodos de congestión.

Determinar el modelo del negocio y obtener una lista de los requerimientos del negocio. Esto ayudara a definir el número de clases de tráfico y determinar los requerimientos para cada tipo de tráfico.

Determinar los niveles de servicio requeridos para cada clase de tráfico en términos del tiempo de respuesta y disponibilidad.

b) Dividir el tráfico en clases de servicio: Una vez que la mayor parte del tráfico de red, ha sido identificado y medido, debemos emplear los requerimientos del negocio para definir las clases de tráfico. De manera similar a lo apreciado en la figura 2.9.1.b.

El tráfico de voz, debido a sus estrictos requerimientos de QoS (delay ≤ 150 ms, Jitter ≤ 30 ms, Loss $\leq 1\%$) pertenece a una clase de tráfico independiente. Cisco System desarrollo específicamente un mecanismo de QoS para manejar el tráfico de voz, llamado Low Latency Queuing (LLQ), que asegura que el tráfico de voz reciba un tratamiento prioritario sobre el resto de tráfico.

Una vez que la aplicación, con más altos requerimientos, ha sido definida, el resto de clases de tráfico serán definidas considerando los requerimientos del negocio.

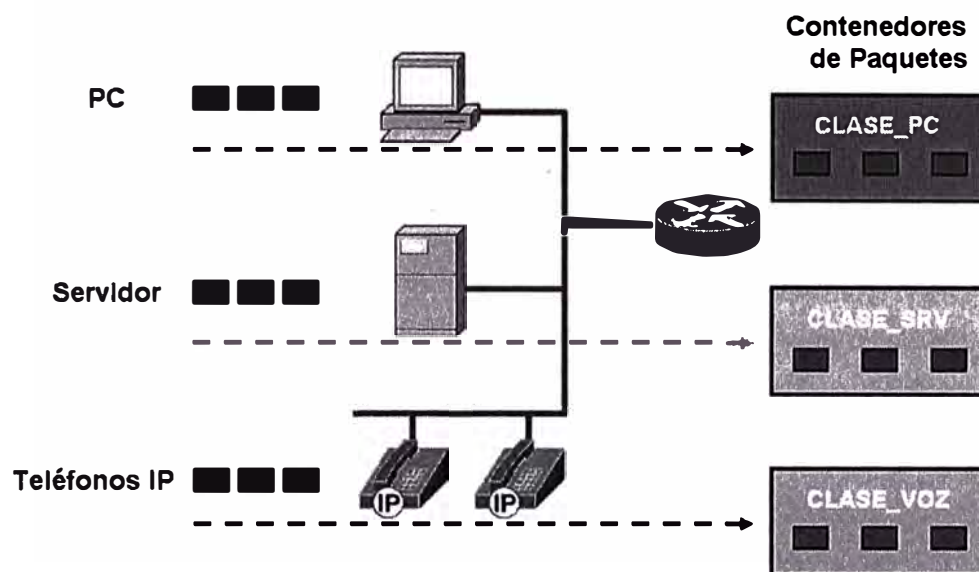


Fig. 2.9.1.b. Definición de Clases de Servicio.

c) Definir políticas para cada clase de servicio: Finalmente, debemos definir políticas de QoS para cada clase de servicio (CoS) definido. La definición de las políticas de QoS envuelven lo siguiente:

- Garantizar un mínimo ancho de banda disponible.
- Establecer el máximo ancho de banda a ser empleado.
- Asignar prioridades a cada clase. Podemos lograr, una priorización de extremo a extremo, del tráfico de voz, haciendo uso de las marcas de CoS a nivel de la capa de enlace (Layer 2), junto las marcas de tipo de servicio (ToS, Type of Service) a nivel de la capa de red (Layer 3).
- Emplear mecanismos de QoS para la administración de colas, como por ejemplo WRED (Weighted Random Early Detection), para el manejo de congestión en la red.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA: IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP PARA EMPRESAS CORPORATIVAS EMPLEANDO PRODUCTOS PROPIETARIOS

3.1. Alternativas de solución

Teniendo presente el escenario de una Empresa Corporativa con varias sedes distribuidas en distintas localidades, que cuenta con una infraestructura de comunicaciones de voz tradicional basada en centrales PBX trabajando en forma independiente a otra infraestructura de red de datos, podemos considerar las siguientes alternativas de solución, para los servicios de voz y datos:

3.1.1. Mantener el sistema de comunicaciones voz en forma independiente

Actualmente, debido a la complejidad en su administración y mantenimiento, no resulta eficiente contar con dos infraestructuras de red para los servicios de voz y datos trabajando en forma independiente. Los elevados costos operativos la convierten además en una solución no rentable. Además, tampoco resulta conveniente, seguir invirtiendo en una tecnología que en un futuro próximo quedara obsoleta.

3.1.2. Convergencia IP

La simplificación e integración de toda la infraestructura de comunicaciones en una única red, convierte a la convergencia de las redes de voz y datos en la solución más óptima.

La Telefonía IP ofrece una arquitectura flexible y escalable que facilitara futuros crecimientos y expansiones de la Empresa. El objetivo es aprovechar la inversión ya realizada en el despliegue de la infraestructura de la red de datos, para transportar adicionalmente el tráfico de voz, manteniendo o mejorando la calidad de los servicios brindados.

La convergencia de las redes de voz y datos en una única infraestructura de red basada en IP, permitirá centralizar la administración de los elementos de red. Además, el empleo de la Telefonía IP contribuirá a la reducción de los gastos asociados a la instalación y mantenimiento de tener dos infraestructuras de red para los servicios de voz y datos trabajando en forma independiente.

3.2. Solución al problema

La implantación del nuevo sistema de Telefonía IP, proporcionara comunicaciones de voz en toda la Empresa a través de una única red de voz y datos. Esta convergencia de servicios de voz y datos en una única infraestructura, implica ventajas como un menor costo operativo, procedimientos simplificados de soporte y una mayor integración de las sucursales o sedes remotas en la red corporativa. El hecho de compartir los recursos para las comunicaciones de voz y datos hace necesario la utilización de mecanismos de calidad de servicio (QoS) que permitan llevar a cabo las comunicaciones de voz en tiempo real.

Para mantener los altos niveles de disponibilidad de la solución tradicional, se plantea un cluster de CallManagers, compuesto por dos servidores y la habilitación del SRST (Survivable Remote Site Telephony) en los routers de interconexión WAN.

3.3. Concepción práctica del Sistema de Telefonía IP

La implantación del nuevo Sistema de Telefonía IP, conlleva a un análisis previo de las infraestructuras y características de las redes de voz y datos que actualmente se encuentran en producción, para luego, plantear una propuesta que permita mejorar o mantener la calidad de los servicios brindados antes de la convergencia de redes.

3.3.1 Situación Actual

El diseño del sistema de Telefonía IP, contempla el escenario inicial de una Empresa Corporativa con una infraestructura de voz y datos trabajando de manera independiente, como se puede apreciar en la figura 3.3.1.

El servicio de datos se brinda a través de enlaces WAN dedicados, dichos enlaces tienen un porcentaje promedio de ocupación menor al 50%. Además, la Empresa cuenta con un aplicativo cliente-servidor (Oracle Database, TCP Port 1521) cuyo tráfico debe ser priorizado.

El servicio de voz es atendido por centrales PBX instaladas en cada una de las sedes de la Empresa, estas centrales cuentan con conexiones a la PSTN para permitir las comunicaciones de voz entre sedes remotas y de las sedes hacia su misma localidad.

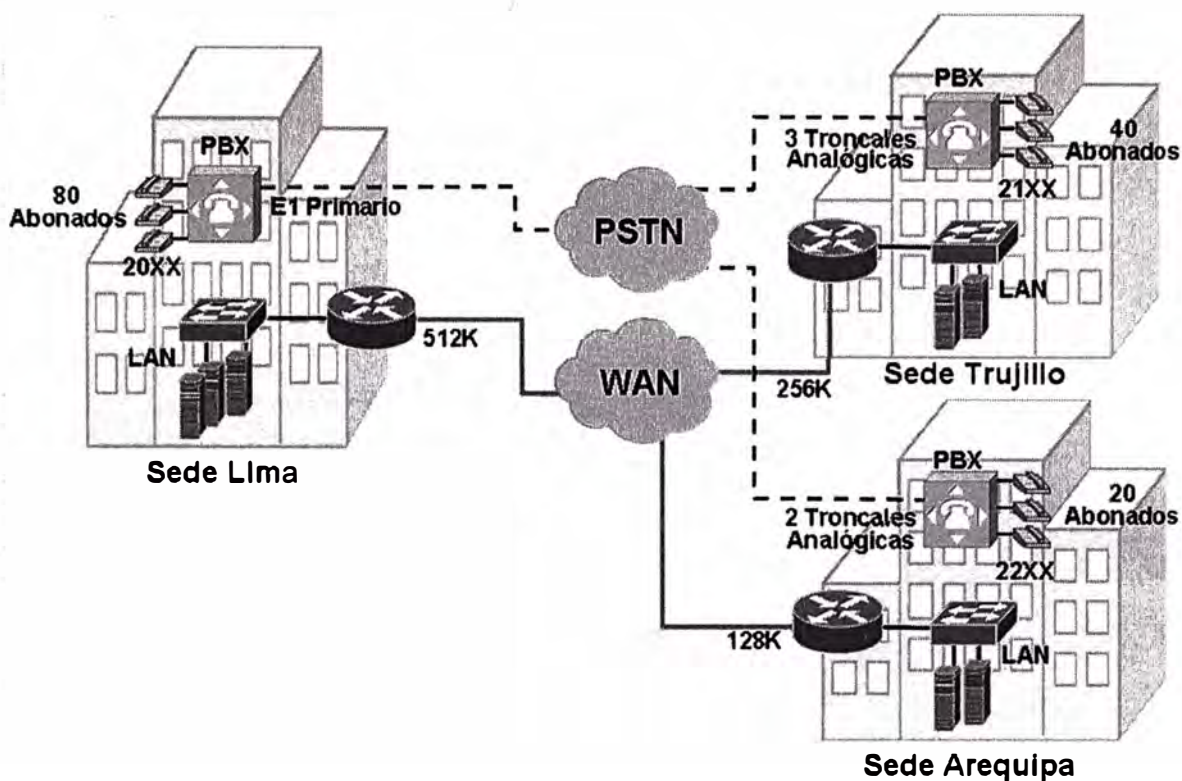


Fig. 3.3.1. Situación Actual

3.3.2 Solución Propuesta

La solución propuesta implica la implantación de un Sistema de Telefonía IP, basada en la tecnología de comunicaciones unificadas de Cisco Systems. Esta solución presenta las siguientes características:

- Proveer una única plataforma de red basada en IP para los servicios de voz y datos, mediante un Sistema de Telefonía IP que ofrezca una arquitectura flexible y escalable.
- Garantizar la alta disponibilidad del servicio, empleando un cluster de CallManagers compuesto por dos servidores trabajando en redundancia.
- En la Sede Principal (Lima) se emplearan 3 Switches y un Gateway de Voz VG248 para la instalación de 60 Teléfonos IP y 20 teléfonos análogos que serán reutilizados de la solución inicial.
- En la Sede Trujillo se emplearan 2 Switches para la instalación de 40 Teléfonos IP.
- En la Sede Arequipa se empleara 1 Switch para la instalación de 20 Teléfonos IP.
- Todos los Switches a ser instalados tendrán la facilidad Inline Power y los Switches o Hub que actualmente se encuentran en producción serán conectados a los nuevos Switches.
- Se empleara el codec G.711 para las llamadas locales y el codec G.729a para las llamadas cursadas a través de los enlaces WAN. Debemos tener presente que en la

práctica los codecs G.711 y G.729a ocupan un ancho de banda de 86.94 Kbps y 28.14 Kbps respectivamente.

- Para no saturar el ancho de banda de los enlaces de interconexión WAN, se limitará la cantidad de llamadas simultáneas cursadas a través de estos enlaces. Las Sedes Lima, Trujillo y Arequipa podrán cursar a través de sus enlaces WAN, hasta un máximo de 6, 4 y 2 llamadas simultáneas respectivamente.
- Se prescindirán de las centrales PBX en todas las sedes.
- Los routers de interconexión WAN trabajarán en la modalidad de Gateway de Voz para las conexiones a la PSTN. Las troncales de voz anteriormente empleadas por las centrales PBX serán conectadas a estos Gateways de Voz.
- Se habilitará la funcionalidad de SRST (Survivable Remote Site Telephony) en los routers de interconexión WAN de las sedes remotas (Trujillo y Arequipa). Cuando los Teléfonos IP de las sedes remotas pierdan conectividad con el cluster de CallManagers de la Sede Principal, los Gateways de Voz (routers) remotos asumirán el control de las llamadas dentro de cada sede.
- Las políticas de calidad de servicio (QoS) garantizarán la calidad de los servicios prestados. Los tráficos de voz y datos Oracle tendrán un tratamiento especial sobre el resto de tráfico y pertenecerán a clases de servicio independientes.

La figura 3.3.2 muestra la topología de la solución del Sistema de Telefonía IP propuesta:

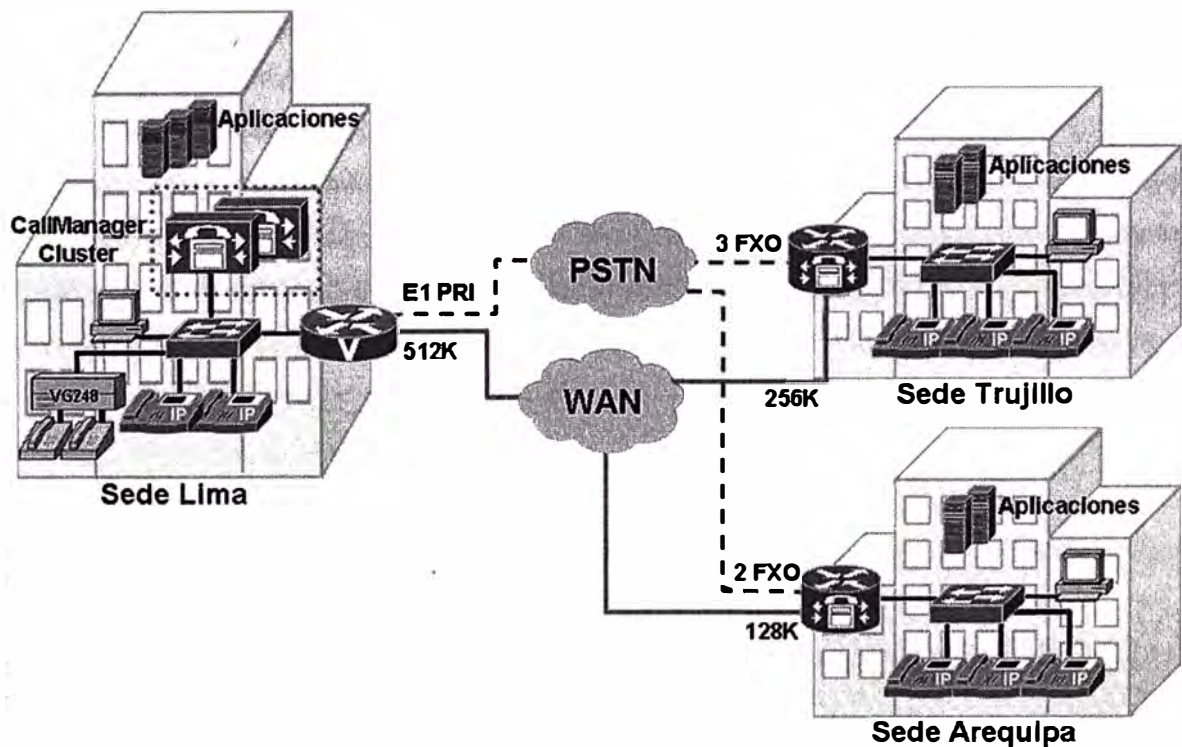


Fig. 3.3.2. Solución Propuesta

3.4. Implantación del Sistema de Telefonía IP

La implantación del Sistema de Telefonía IP, conlleva a la configuración de los distintos dispositivos de Telefonía IP, de acuerdo al plan de diseño propuesto.

3.5. Configuración del Cisco CallManager

Usaremos la versión 4.1 de Cisco CallManager, como se aprecia en la figura 3.5. La aplicación corre sobre el sistema operativo Windows 2000 Server y la base de datos Microsoft SQL Server 2000.



Fig. 3.5. Cisco CallManager Administration versión 4.1

3.5.1. Configuración del Servidor

Para garantizar la alta disponibilidad del servicio emplearemos un cluster de CallManager compuesto por dos servidores: Publisher y Subscriber.

Es recomendable cambiar en el Cisco CallManager Administration, los nombres de los servidores CallManager por sus direcciones IP (como se puede apreciar en las figuras 3.5.1.a y 3.5.1.b), de esta forma, los dispositivos controlados por el cluster no necesitaran de un servidor DNS (Domain Name System) que traslade los nombres de los servidores a sus correspondientes direcciones IP.

System Route Plan Service Feature Device User Application Help

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

Cisco Systems

[Add a New Server](#)
[Configure Cisco CallManager \(172.16.10.2\)](#)
[Back to Find/List Servers](#)
[Dependency Records](#)

Server Configuration

Current Server: 172.16.10.2
Status: Ready

Host Name/IP Address*

MAC Address

Description

Note: You must update the DNS server when a DNS name is used.
* indicates required item

Fig. 3.5.1.a. Servidor Publisher

System Route Plan Service Feature Device User Application Help

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

Cisco Systems

[Add a New Server](#)
[Configure Cisco CallManager \(172.16.10.3\)](#)
[Back to Find/List Servers](#)
[Dependency Records](#)

Server Configuration

Current Server: 172.16.10.3
Status: Ready

Host Name/IP Address*

MAC Address

Description

Note: You must update the DNS server when a DNS name is used.
* indicates required item

Fig. 3.5.1.b. Servidor Subscriber

3.5.2. Device Pool

El Device Pool es usado para asignar un conjunto de características comunes a los dispositivos que serán registrados en el Cisco CallManager. Por ejemplo, Debemos crear un Device Pool para un Teléfono IP antes de añadirlo a la red.

Crearemos los devices pool DP_LIMA (figura 3.5.2.a), DP_TRUJILLO (figura 3.5.2.b) y DP_AREQUIPA (figura 3.5.2.c), para ser empleados en los dispositivos de las sedes Lima, Trujillo y Arequipa respectivamente.

System Route Plan Service Feature Device User Application Help Logout

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

CISCO SYSTEMS

Device Pool Configuration

[Add new Device Pool](#)
[Back to Find/List Device Pools](#)
[Dependency Records](#)

Device Pool: DP_LIMA (0 members)**
Status: Update completed

Device Pool Settings

Device Pool Name*	<input type="text" value="DP_LIMA"/>
Cisco CallManager Group*	<input type="text" value="Default"/>
Date/Time Group*	<input type="text" value="CMLocal"/>
Region*	<input type="text" value="R_LIMA"/>
Softkey Template*	<input type="text" value="Standard User"/>
SRST Reference*	<input type="text" value="Use Default Gateway"/>
Calling Search Space for Auto-registration	<input type="text" value="< None >"/>
Media Resource Group List	<input type="text" value="< None >"/>

Fig. 3.5.2.a. Device Pool DP_LIMA

System Route Plan Service Feature Device User Application Help Logout

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

CISCO SYSTEMS

Device Pool Configuration

[Add new Device Pool](#)
[Back to Find/List Device Pools](#)
[Dependency Records](#)

Device Pool: DP_TRUJILLO (0 members)**
Status: Update completed

Device Pool Settings

Device Pool Name*	<input type="text" value="DP_TRUJILLO"/>
Cisco CallManager Group*	<input type="text" value="Default"/>
Date/Time Group*	<input type="text" value="CMLocal"/>
Region*	<input type="text" value="R_TRUJILLO"/>
Softkey Template*	<input type="text" value="Standard User"/>
SRST Reference*	<input type="text" value="Use Default Gateway"/>
Calling Search Space for Auto-registration	<input type="text" value="< None >"/>
Media Resource Group List	<input type="text" value="< None >"/>

Fig. 3.5.2.b. Device Pool DP_TRUJILLO

System Route Plan Service Feature Device User Application Help Logout

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

CISCO SYSTEMS

Device Pool Configuration

[Add new Device Pool](#)
[Back to Find/List Device Pools](#)
[Dependency Records](#)

Device Pool: DP_AREQUIPA (0 members)**
Status: Update completed

Device Pool Settings

Device Pool Name*	DP_AREQUIPA
Cisco CallManager Group*	Default
Date/Time Group*	CMLocal
Region*	R_AREQUIPA
Softkey Template*	Standard User
SRST Reference*	Use Default Gateway
Calling Search Space for Auto-registration	< None >
Media Resource Group List	< None >

Fig. 3.5.2.c. Device Pool DP_AREQUIPA

3.5.3. Cisco CallManager Group

El Cisco CallManager Group especifica una lista priorizada de hasta tres Cisco CallManagers. El primer CallManager de la lista se comporta como el Cisco CallManager primario para los dispositivos que están asignados a ese grupo. Los demás miembros del grupo servirán como Cisco CallManagers backups secundario y terciario.

En la figura 3.5.3 se observa que el Cisco CallManager Group "Default", esta compuesto por dos Cisco CallManagers, el 172.16.10.3 (Subscriber) y el 172.16.10.2 (Publisher). Podemos asignar el Cisco CallManager Group a un Device Pool y luego asignar el Device Pool a por ejemplo un Teléfono IP. De esta forma, el Teléfono IP usara el servidor 172.16.10.3 como CallManager primario y el servidor 172.16.10.2 como CallManager secundario.

System Route Plan Service Feature Device User Application Help

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

CISCO SYSTEMS

Cisco CallManager Group Configuration

[Add new Cisco CallManager Group](#)
[Back to Find/List Cisco CallManager Groups](#)
[Dependency Records](#)

Cisco CallManager Group: Default
 Status: Ready

Copy Update Delete Reset Devices

Cisco CallManager Group Settings

Cisco CallManager Group* Default

Auto-registration Cisco CallManager Group

Cisco CallManager Group Members

Available Cisco CallManagers	Selected Cisco CallManagers (ordered by highest priority)
	172.16.10.3 172.16.10.2

* indicates required item

Fig. 3.5.3. Configuración del Cisco CallManager Group

3.5.4. Date/Time Group

El Date/Time Group define el uso horario a ser entregado a los dispositivos conectados al Cisco CallManager, como se observa en la figura 3.5.4. El Cisco CallManager tiene un Date/Time Group por defecto llamado CMLocal. El CMLocal Date/Time Group se sincroniza con la fecha y hora del Sistema Operativo del Cisco CallManager.

System Route Plan Service Feature Device User Application Help

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

CISCO SYSTEMS

Date/Time Group Configuration

[Add a New Date/Time Group](#)
[Back to Find/List Date/Time Groups](#)
[Dependency Records](#)

Date/Time Group: CMLocal
 Status: Ready

Copy Update Delete Reset Devices

Group Name* CMLocal

Time Zone* (GMT-05:00) Bogota, Lima

Separator* / (slash) (applies to Date Format only)

Date Format* M/D/Y

Time Format* 24-hour

* indicates required item

Fig. 3.5.4. Configuración del Date/Time Group

3.5.6. Region

Las regiones nos permiten especificar el tipo de codec de audio a ser empleado para las llamadas entre dispositivos de una misma región y entre dispositivos de regiones distintas.

Definiremos las regiones R_LIMA (figura 3.5.6.a), R_TRUJILLO (figura 3.5.6.b) y R_AREQUIPA (figura 3.5.6.c) asociadas a las sedes Lima, Trujillo y Arequipa respectivamente. De esta manera emplearemos el codec G.711 para las llamadas dentro de una misma region y el codec G.729a para las llamadas entre regiones distintas.

El codec de voz por defecto para todas las llamadas a través de Cisco CallManager es G.711. Si no vamos a utilizar cualquier otro codec de voz, no es necesario configurar las regiones.

The screenshot shows the Cisco CallManager Administration interface for Region Configuration. The top navigation bar includes: System, Route Plan, Service, Feature, Device, User, Application, Help. The main header displays "Cisco CallManager Administration" and "For Cisco IP Telephony Solutions". The Cisco Systems logo is in the top right corner.

Region Configuration

Region: R_LIMA
Status: Update completed

Buttons: Update, Delete, Restart Devices

Region Information

Region Name*

Call Information

The maximum audio codec/video bandwidth supported within this region and between 3 other regions are:

Region	Audio Codec	Video Call Bandwidth
R_TRUJILLO	<input type="text" value="G.729"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps
R_AREQUIPA	<input type="text" value="G.729"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps
Default	<input type="text" value="G.711"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps
R_LIMA (Within this Region)	<input type="text" value="G.711"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps

Additional links: [Add a New Region](#), [Back to Find/List Regions](#), [Dependency Records](#)

Fig. 3.5.6.a. Configuración de la región R_LIMA

System Route Plan Service Feature Device User Application Help

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

Cisco Systems

Region Configuration

[Add a New Region](#)
[Back to Find/List Regions](#)
[Dependency Records](#)

Region: R_TRUJILLO
Status: Update completed

Region Information

Region Name*

Call Information

The maximum audio codec/video bandwidth supported within this region and between 3 other regions are:

Region	Audio Codec	Video Call Bandwidth
R_LIMA	<input type="text" value="G.729"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps
R_AREQUIPA	<input type="text" value="G.729"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps
Default	<input type="text" value="G.711"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps
R_TRUJILLO (Within this Region)	<input type="text" value="G.711"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps

Fig. 3.5.6.b. Configuración de la región R_TRUJILLO

System Route Plan Service Feature Device User Application Help

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

Cisco Systems

Region Configuration

[Add a New Region](#)
[Back to Find/List Regions](#)
[Dependency Records](#)

Region: R_AREQUIPA
Status: Update completed

Region Information

Region Name*

Call Information

The maximum audio codec/video bandwidth supported within this region and between 3 other regions are:

Region	Audio Codec	Video Call Bandwidth
R_LIMA	<input type="text" value="G.729"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps
R_TRUJILLO	<input type="text" value="G.729"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps
Default	<input type="text" value="G.711"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps
R_AREQUIPA (Within this Region)	<input type="text" value="G.711"/>	<input type="radio"/> None <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="384"/> kbps

Fig. 3.5.6.c. Configuración de la región R_AREQUIPA

3.5.7. Call Admission Control

El Call Admission Control proporciona mecanismos para controlar la cantidad de llamadas entre dos puntos finales, controlando el número de llamadas o la cantidad de ancho de banda que se requiere entre estos dos puntos finales. El objetivo es impedir que el tráfico de voz cursado a través de los enlaces WAN sea mayor que la cantidad de ancho de banda de voz contratado.

La funcionalidad Location del Cisco CallManager proporciona un esquema simplificado de Call Admission Control para sistemas de procesamiento de llamadas centralizado. El Location permite especificar una máxima cantidad de ancho de banda de voz disponible para las llamadas hacia y desde cada Location. Esto limita el número de llamadas activas y la sobre suscripción del ancho de banda de los enlaces WAN.

Emplearemos los Locations L_LIMA (figura 3.5.7.a), L_TRUJILLO (figura 3.5.7.b) y L_AREQUIPA (figura 3.5.7.c) para restringir la cantidad de llamadas activas a través de los enlaces de interconexión WAN en la sedes de Lima, Trujillo y Arequipa respectivamente.

Debemos tener presente que para las llamadas cursadas a través de los enlaces WAN emplearemos el codec G.729a el cual en la práctica consume un ancho de banda de 28.14 Kbps por llamada activa. Para efectos de cálculo consideraremos que el ancho de banda ocupado por llamada es de 32 Kbps.

System Route Plan Service Feature Device User Application Help

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

CISCO SYSTEMS

Location Configuration

[Add a New Location](#)
[Back to Find/List Locations](#)
[Dependency Records](#)

Location: L_LIMA
Status: Ready

Location Information

Location Name*

Audio Calls Information

Audio Bandwidth* Unlimited kbps

If the audio quality is poor or choppy, lower the bandwidth setting. For ISDN use multiples of 56 kbps or 64 kbps.

Video Calls Information

Video Bandwidth* None Unlimited kbps

* indicates required item

Fig. 3.5.7.a. Configuración del Location L_LIMA

System Route Plan Service Feature Device User Application Help

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

CISCO SYSTEMS

Location Configuration

[Add a New Location](#)
[Back to Find/List Locations](#)
[Dependency Records](#)

Location: L_TRUJILLO
Status: Ready

Location Information

Location Name*

Audio Calls Information

Audio Bandwidth* Unlimited kbps

If the audio quality is poor or choppy, lower the bandwidth setting. For ISDN use multiples of 56 kbps or 64 kbps.

Video Calls Information

Video Bandwidth* None Unlimited kbps

* indicates required item

Fig. 3.5.7.b. Configuración del Location L_TRUJILLO

System Route Plan Service Feature Device User Application Help

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

CISCO SYSTEMS

Location Configuration

[Add a New Location](#)
[Back to Find/List Locations](#)
[Dependency Records](#)

Location: L_AREQUIPA
Status: Ready

Location Information

Location Name*

Audio Calls Information

Audio Bandwidth* Unlimited kbps

If the audio quality is poor or choppy, lower the bandwidth setting. For ISDN use multiples of 56 kbps or 64 kbps.

Video Calls Information

Video Bandwidth* None Unlimited kbps

* indicates required item

Fig. 3.5.7.c. Configuración del Location L_AREQUIPA

3.6. Inscripción del Teléfono IP en el Sistema de Telefonía

El proceso de adicionar un Teléfono IP al Sistema de Telefonía IP consta de los siguientes pasos:

- Conectar el Teléfono IP a un Switch (Inline Power) de acceso al Sistema de Telefonía IP.

- Configurar el Teléfono IP con los siguientes parámetros de red: dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace y dirección IP del servidor TFTP que en nuestro caso es la dirección IP del Cisco CallManager (Publisher).
- Mediante el Cisco CallManager Administration, que se muestra en la figura 3.6.a, y empleando la dirección MAC del Teléfono IP, debemos inscribir el Teléfono IP en la base de datos Microsoft SQL Server 2000 del CallManager. El Cisco CallManager hace uso de la dirección MAC del Teléfono IP para identificarlo unívocamente en la red de Telefonía.
- Finalmente debemos asignarle al Teléfono IP un número de anexo, de acuerdo al plan de numeración acordado para cada una de las sedes, tal como se muestra en la figura 3.6.b.

System Route Plan Service Feature Device User Application Help Logout

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

CISCO SYSTEMS

Phone Configuration

[Add a new phone](#)
[Back to Find/List Phones](#)

Directory Numbers
Lines can be added after the new phone is inserted in the database.

Phone: New
Status: Ready

Phone Configuration (Model = Cisco 7940)

Device Information

MAC Address*	<input type="text" value="000154554E01"/>
Description	<input type="text" value="ANEXO SEDE LIMA"/>
Device Pool*	<input type="text" value="DP_LIMA"/> (View details)
Calling Search Space	<input type="text" value="< None >"/>
AAR Calling Search Space	<input type="text" value="< None >"/>
Media Resource Group List	<input type="text" value="< None >"/>
User Hold Audio Source	<input type="text" value="< None >"/>
Network Hold Audio Source	<input type="text" value="< None >"/>
Location	<input type="text" value="L_LIMA"/>

Fig. 3.6.a. Configuración de un Teléfono IP en la Sede Lima

The screenshot displays the Cisco CallManager Administration web interface. At the top, there are navigation links: System, Route Plan, Service, Feature, Device, User, Application, Help, and Logout. The main header includes the Cisco CallManager Administration logo and the Cisco Systems logo. The page title is "Directory Number Configuration" for device "SEP000154554E01".

On the left, a sidebar shows "Devices using this Directory Number" with a list containing "SEP000154554E01 (Line 1)".

The main configuration area shows the following details:

- Directory Number:** 2000
- Status:** Ready
- Buttons: Update, Delete, Reset Devices
- Directory Number Section:**
 - Directory Number*: 2000
 - Partition: < None >
- Directory Number Settings Section:**
 - Voice Mail Profile: < None > (Choose <None> to use default)
 - Calling Search Space: < None >
 - AAR Group: < None >
 - User Hold Audio Source: < None >
 - Network Hold Audio Source: < None >
 - Call Waiting: Default
 - Auto Answer: Auto Answer Off

Fig. 3.6.b. Configuración del Anexo Corporativo

3.7. Configuración del VG248

El VG248 es un Gateway de Voz que se conecta con el Cisco CallManager para facilitar el acceso de los teléfonos análogos al Cisco CallManager. Cada puerto en el VG248 corresponde a un dispositivo analógico en la red de Telefonía IP. Para poder gestionar estos dispositivos debemos inscribir el VG248 en la base de datos del Cisco CallManager y configurar los puertos de manera individual. El VG248 dispone de 48 puertos que nos permiten reutilizar los teléfonos análogos de la solución anterior.

Para poder inscribir el VG248 en la base de datos del Cisco CallManager, primero debemos configurar el equipo con los parámetros de red necesarios para que pueda integrarse a la red de Telefonía IP, como se muestra en la figura 3.7.a. Luego empleando el Cisco CallManager Administration y la dirección MAC del VG248, procedemos con su registro en el Cisco CallManager como se aprecia en la figura 3.7.b.

La configuración de los puertos para teléfonos análogos en el VG248, se realiza de manera similar a la configuración de cualquier Teléfono IP en la red de Telefonía.

```

-----
| Network interface |
-----
| Host name (VG248-10) |
| Ethernet (100Mbps full duplex) |
| Use DHCP (no) |
| Renew DHCP |
| Static IP settings |
| CDP (enabled) |
| Set DSCP QoS values |
-----

| Static IP settings (using fixed values) |
-----
| IP address (172.16.10.10 *) |
| Subnet mask (255.255.255.0 *) |
| Default router (172.16.10.1 *) |
| DNS server (0.0.0.0) |
| DNS server 2 (0.0.0.0) |
| Domain name () |
| Commit changes |
| Reset values |
-----

| Telephony |
-----
| CallManager TFTP server (172.16.10.2) |
| CallManager device name (VGCOe38cd88b9) |
| Feature codes |
| Country (North America) |
| Port enable policy (auto) |
| Port specific parameters |
| Advanced settings |
-----

```

Fig. 3.7.a. Parámetros de red del VG248

System Route Plan Service Feature Device User Application Help Logout

Cisco CallManager Administration
For Cisco IP Telephony Solutions

Cisco Systems

Gateway Configuration

[Back to Find/List Gateways](#)

Product: Cisco VG248 Gateway
Gateway : VGCGW0E38CD88B9

Status: Ready

Mac Address (last 10 Characters)*

Description

Load Information

Installed Ports	Endpoint Identifiers			
48_PORTS ▼	(00)	(01)	(02)	(03)
	(04)	(05)	(06)	(07)
	(08)	(09)	(10)	(11)
	(12)	(13)	(14)	(15)
	(16)	(17)	(18)	(19)
	(20)			

Fig. 3.7.b. Configuración del VG248

3.8. Configuración del Switch Cisco Catalyst

El despliegue de la Telefonía IP requiere planificar como se van a energizar los Teléfonos IP y la forma en que el tráfico de voz empleara la red de datos, sin que se afecte la calidad de las llamadas.

El Switch Cisco Catalyst proporciona las siguientes tres funcionalidades que ayudan al despliegue de la Telefonía IP: inline power, VLANs de voz y Clase de Servicio (CoS). Empleando el Switch Cisco Catalyst para energizar los Teléfonos IP podemos ahorrar en costos de cableado y simplificar la administración. La habilitación de múltiples VLANs en un único puerto para colocar los paquetes de voz en una VLAN y los de datos en otra, permite ahorrar la cantidad de puertos utilizados. Extender la CoS hacia los Teléfonos IP mejora la calidad de la voz, debido a que los paquetes de voz son tratados con prioridad sobre los paquetes de datos.

3.8.1. Configuración de Inline Power

La funcionalidad inline power también es conocida como Power over Ethernet (PoE), esta funcionalidad se encuentra habilitada por defecto en los todos los switches con capacidad PoE. Podemos habilitar la funcionalidad PoE mediante los comandos mostrados en la figura 3.8.1.

```

Cisco CatOS:
CatOS>(enable) set port inlinepower <mod/port> ?
      auto           Port inline power auto mode
      off/never      Port inline power off mode

Cisco IOS:
CISCOIOS (config-if)# power inline <auto/never>

```

Fig. 3.8.1. Configuración PoE

3.8.2. VLANs de voz y datos

En un escenario tradicional todos los dispositivos de red se conectan a una única VLAN de datos. Cuando la red de voz se integra a la red de datos, se necesita separar el tráfico de voz en una VLAN distinta a la de datos.

La conexión de los Teléfonos IP en la VLAN de voz (también conocida como VLAN auxiliar) facilita el proceso de despliegue de los Teléfonos IP. Podemos configurar el switch para que los Teléfonos IP se conecten a la VLAN de voz y los dispositivos de

datos a otra VLAN de datos. Cuando el Teléfono IP levanta se comunica con el switch vía Cisco Discovery Protocol (CDP) para obtener su VLAN ID.

Podemos implementar múltiples VLANs en un mismo puerto configurando el puerto del switch en modo trunk. El IEEE 802.1Q es el estándar que nos permite etiquetar los frames Ethernet con un determinado número de VLAN ID. El Teléfono IP envía frames Ethernet con etiquetas 802.1Q. La PC envía frames Ethernet sin etiquetas y el switch añade la etiqueta de la VLAN de acceso antes de transmitirlo hacia la red. Cuando el switch recibe un frame de la red con destinado a la PC, elimina la etiqueta de la VLAN de acceso antes de reenviar el frame a la PC.

La implementación de VLANs duales permite la separación lógica del tráfico de voz y datos, de tal modo que la red trate estos dos tipos de tráfico en forma individual. Además, podemos conectar dos dispositivos al switch utilizando solo un puerto físico y un cable Ethernet entre el switch y la ubicación del Teléfono IP o la PC.

En la figura 3.8.2 se muestra la configuración de las VLANs duales:

```
Cisco IOS
Console(config)#interface FastEthernet0/1
Console(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
Console(config-if)#switchport trunk native vlan 12
Console(config-if)#switchport mode trunk
Console(config-if)#switchport voice vlan 112
Console(config-if)#spanning-tree portfast
```

Fig. 3.8.2. Configuración de VLANs duales

3.8.3. Configuración de la Clase de Servicio (CoS)

La CoS es una marca de la capa de enlace de datos que podemos utilizar para clasificar el tráfico que pasa a través de un switch. Debido a que el tráfico de voz es extremadamente sensible al retardo, debemos garantizar que tenga prioridad cuando viaja por la red. Los Teléfonos IP Cisco envían por defecto todos los paquetes de voz marcados con un CoS igual 5, que es el más alto valor de CoS que Cisco recomienda para el tráfico de voz.

El switch Cisco Catalyst tiene la capacidad de extender el límite de confianza hacia el Teléfono IP. Podemos usar el switch para instruir al Teléfono IP a aceptar el valor de la CoS de los frames que llegan desde el dispositivo que tiene conectado (confianza) y permitir que la CoS permanezca sin cambios. Alternativamente, podemos optar por no

confiar en el dispositivo conectado y establecer el valor de la CoS a 0 u otro valor que estimemos conveniente.

En la figura 3.8.3 se muestra la configuración de la Clase de Servicio (CoS).

Cisco CatOS
<pre>set port qos <mod/port> cos-ext <cos-value></pre>
<ul style="list-style-type: none">• Permite configurar estáticamente el valor del CoS asignado al dispositivo conectado
<pre>set port qos <mod/port> trust-ext <untrusted/trust-cos></pre>
<ul style="list-style-type: none">• Permite confiar o no confiar (CoS igual a 0) en el CoS del dispositivo conectado
Cisco IOS
<pre>Switch(config)#interface FastEthernet0/1 Switch(config-if)#switchport priority extend <cos/none/trust></pre>
<ul style="list-style-type: none">• Podemos elegir modificar, ignorar o confiar en el CoS del dispositivo conectado

Fig. 3.8.3. Configuración de la Clase de Servicio (CoS)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El Sistema de Telefonía IP propuesto, permite aprovechar de manera más eficiente la infraestructura de la red de datos ya desplegada, contribuyendo a la reducción de costos operativos y de mantenimiento.
2. La convergencia de las redes de voz y datos en una única infraestructura de red basada en IP, exige la implementación de políticas de calidad de servicio (QoS) que garanticen un nivel de servicio adecuado en la transmisión del tráfico de voz y demás aplicaciones sensibles al retardo.
3. La inclusión de un nuevo servicio en la red, implicara un análisis previo de los requisitos que la red debe cumplir para garantizar el óptimo funcionamiento del nuevo aplicativo. Esto podría llevar a una redefinición de las políticas de calidad de servicio que ya se encuentran operando en la red.
4. La implantación del Sistema de Telefonía IP permite que las Empresas Corporativas con múltiples sucursales puedan centralizar la administración y operación de sus servicios de telefonía y datos.
5. El cluster de CallManagers en la Sede Principal y la habilitación de la funcionalidad SRST (Survivable Remote Site Telephony) en los routers de interconexión WAN de las sedes remotas garantizan la alta disponibilidad de la solución.
6. La Telefonía IP ofrece una arquitectura flexible y escalable que facilitara futuros crecimientos y expansiones de la Empresa.

RECOMENDACIONES

1. Podemos complementar la solución propuesta con la implementación de los servicios de mensajería unificada de voz y Call Center, mediante la instalación de los servidores Cisco Unity e IP Contact Center Express (IPCC) respectivamente.
2. Debemos realizar pruebas periódicas para validar el funcionamiento de la redundancia en el cluster de CallManagers y la funcionalidad SRST en los gateways de voz de las sedes remotas.

3. Verificar que los servidores de Telefonía IP tengan instalado un antivirus y este se encuentre actualizado.
4. Actualizar periódicamente los parches de sistema operativo, aplicación y base de datos en los servidores de Telefonía IP.

ANEXO A
REFERENCIA RÁPIDA: TELÉFONO IP CISCO 7960/7940

ANEXO A

REFERENCIA RÁPIDA: TELÉFONO IP CISCO 7960/7940

Fuente: (10)

Descripción básica del Teléfono IP Cisco 7960 / 7940



Teléfono IP Cisco 7960



Teléfono IP Cisco 7940

1. Auricular con luz indicadora

Funciona como un auricular normal. La franja de luz situada en la parte superior del auricular parpadea cuando suena el teléfono y se puede configurar para que permanezca encendida cuando reciba un mensaje del buzón de voz.

2. Pantalla LCD

Muestra funciones como la hora, fecha, su número de teléfono, el identificador de la persona que llama, el estado de la línea o llamada y las fichas de las teclas de método abreviado.

3. Tipo de modelo de teléfono IP Cisco

Indica el modelo de teléfono IP Cisco.

4. Botón de línea o marcación rápida (LINE OR SPEED DIAL)

Abre una nueva línea, marca rápidamente el número de la pantalla LCD o finaliza una llamada. El modelo de teléfono IP Cisco 7960 dispone de seis botones de línea o marcación rápida mientras que el modelo 7940 tiene dos.

5. Ajuste del soporte base

Permite ajustar el ángulo de la base del teléfono.

6. Botón de directorio (DIRECTORIES)

Proporciona acceso al historial de llamadas y a los directorios.

7. Botón ? (INFORMATION)

Muestra información en la pantalla LCD sobre un botón o función del teléfono.

8. Botón de configuración (SETTINGS)

Proporciona acceso a la configuración del teléfono, como el contraste y el timbre, la configuración de red y la información sobre el estado del teléfono.

9. Botón de altavoz (SPEAKER)

Activa y desactiva el altavoz.

10. Botón de silencio (MUTE)

Activa y desactiva el silencio.

11. Botón de headset (HEADSET)

Activa y desactiva los headset.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jeremy D. Cioara, "Cisco IP Telephony (CIPT), Second Edition", Cisco Press, 2007.
2. Cisco Systems Learning, "Cisco IP Telephony (CIPT) v4.1", Cisco Press, 2005.
3. José Cotúa, "VoIP y Telefonía IP", PUCP, 2007.
4. Paul Giralt, Addis Hallmark & Anne Smith, "Troubleshooting Cisco IP Telephony", Cisco Press, 2003.
5. Stephanie L. Carhee, "The Road to IP Telephony: How Cisco Systems Migrated from PBX to IP Telephony", Cisco Press, 2004.
6. Ramesh Kaza & Salman Asadullah, "Cisco IP Telephony: Planning, Design, Implementation, Operation, and Optimization", Cisco Press, 2005.
7. Tim Szigeti, "End-to-End QoS Network Design", Cisco Press, 2005.
8. Kevin Wallace, "Cisco Voice over IP", Cisco Press, 2007.
9. Mike Flannagan, Richard Froom & Kevin Turek, "Cisco Catalyst QoS: Quality of Service in Campus Networks", Cisco Press, 2004.
10. Cisco System, "Cisco IP Phone 7960 and 7940 Series User Guide". URL: http://its.astate.edu/content/voip/PDF_Files/CiscoIPPhone7960UserGuideFull.pdf. Consultado en Junio de 2008.